



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS DE MASA ACTIVOS MEDIANTE  
LA FUSIÓN DE FOTOGRAMETRÍA DIGITAL Y PROCESOS  
GEOTÉCNICOS: CASO DE ESTUDIO LA PARROQUIA TURI**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

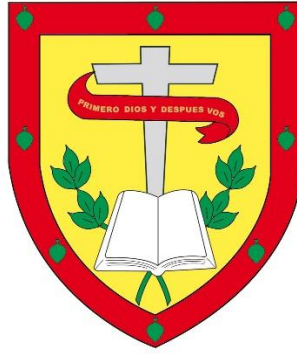
**AUTORES: BRAYAN ANDRÉS CHIRIBOGA ZUÑIGA, MARCOS  
DANIEL MÉNDEZ ANDRADE**

**DIRECTORA: ING. SANDRA COBOS MSC.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS DE MASA ACTIVOS MEDIANTE LA FUSIÓN  
DE FOTOGAMETRÍA DIGITAL Y PROCESOS GEOTÉCNICOS: CASO DE  
ESTUDIO LA PARROQUIA TURI**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES: BRAYAN ANDRÉS CHIRIBOGA ZUÑIGA, MARCOS  
DANIEL MÉNDEZ ANDRADE**

**DIRECTORA: ING. SANDRA COBOS MSC.**

**CUENCA - ECUADOR**

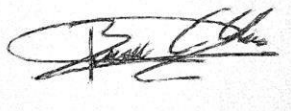
**2022**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

**Brayan Andrés Chiriboga Zuñiga y Marcos Daniel Méndez Andrade** portadores de las cédulas de ciudadanía N° **0105781637** y N° **0105250013**. Declaramos ser los autores de la obra: “**Análisis de movimientos de masa activos mediante la fusión de fotogrametría digital y procesos geotécnicos: caso de estudio la parroquia Turi**”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 09 de febrero de 2022



Brayan Andrés Chiriboga Zuñiga

0105781637

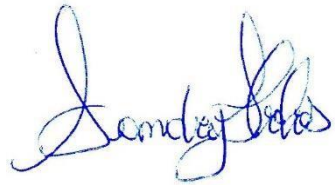


Marcos Daniel Méndez Andrade

0105250013

## CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Sandra Lucía Cobos Mora MSc. certifico que la presente investigación ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS DE MASA ACTIVOS MEDIANTE LA FUSIÓN DE FOTOGRAMETRÍA DIGITAL Y PROCESOS GEOTÉCNICOS: CASO DE ESTUDIO LA PARROQUIA TURI realizado por Brayan Andrés Chiriboga Zuñiga y Marcos Daniel Méndez Andrade Egresados de la Facultad de Ingeniería Civil pertenecientes a la Unidad Académica De Ingeniería, Industria y Construcción, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita.



---

Ing. Sandra Cobos MSc.  
TUTORA

## DEDICATORIA

### Andrés

Creo que todos tenemos una inspiración para hacer posibles nuestros sueños, por esta razón hago énfasis mi dedicatoria a aquellas personas que estuvieron presentes durante mi proceso de formación.

Este logro se lo dedico a mis padres Patricio Chiriboga y Nancy Zúñiga, quienes a pesar de la distancia siempre estuvieron pendiente de mí y enseñarme que detrás de un esfuerzo sincero, existe una recompensa llena de bendiciones.

Dedico también a mi esposa, que, con su amor, paciencia y apoyo incondicional, hemos logrado recorrer este largo camino juntos, que mis logros también son los suyos. A mi hijo Christopher, siempre fue mi motivación y el pilar fundamental para llegar al final de la meta, que cuando existía los días malos, llegaba a casa y me recibía con una sonrisa llena de amor y abrazos, el cual me ha permitido seguir firme.

Finalmente dedico mi triunfo a una persona especial, aquella persona que me cuidó desde mi infancia, que con su amor y reglas estrictas ha hecho que continúe en el camino correcto. Todo esto se lo debo a mi abuelita Alicia Chiriboga.

Es importante también reconocer el esfuerzo de mi compañero de tesis Daniel, que juntos hemos hecho posible nuestro anhelado sueño, a pesar de todas las dificultades presentadas en este trascurso.

## **Daniel**

Este proyecto de investigación se lo dedico primero a Dios, por darme la fuerza para continuar en este proceso y permitirme cumplir uno de mis sueños más anhelados.

A mis padres Marco y Fernanda, quienes, con su apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio a lo largo de todos estos años me han dado la oportunidad de llegar hasta aquí.

A mis hermanos María Paula y Mathias, por su cariño y por siempre sacarme una sonrisa incluso en los momentos más difíciles.

A mis abuelitos, gracias por sus consejos y por siempre creer en mí. Han sido un pilar fundamental en la obtención de este logro.

A mi novia, que durante los últimos siete años ha estado conmigo incondicionalmente, apoyándome e impulsándome a seguir adelante y a nunca rendirme, por creer que soy capaz de lograr grandes cosas y por confiar en mí en todo momento.

A mi compañero y amigo Andrés porque sin el equipo que conformamos, no hubiera sido posible lograr esta meta.

Finalmente, a todas aquellas personas que han estado conmigo y me ayudaron a cumplir este sueño mediante su apoyo y motivación.

## **AGRADECIMIENTO**

### **Andrés y Daniel**

En primera instancia agradecemos a Dios por brindarnos la oportunidad de llegar hasta esta etapa importante de nuestras vidas. Agradecemos también a nuestros padres por apoyarnos en este largo camino que, con su ayuda y consejos nos motivaron a continuar y no desistir en momentos difíciles.

Finalmente hacemos un agradecimiento sincero a la institución, la cual nos brindó la oportunidad de realizar nuestra formación profesional, a sus autoridades y plantel docente. De manera especial a nuestra tutora Ing. Sandra Cobos y a nuestros asesores metodológicos Ing. Luis Mario Almache e Ing. Juan Carlos Cobos, quienes con su conocimiento nos guiaron a culminar este proyecto de investigación.

## RESUMEN

En el cantón Cuenca, se encuentra la parroquia rural Turi, misma que presenta alta susceptibilidad a movimientos en masa. La ocurrencia de estos fenómenos se debe a factores naturales y antrópicos como la geología, geomorfología, pendientes elevadas, precipitaciones altas, prácticas de construcción en sitios inadecuados, erosión y desvío de cursos de agua. En este marco, la presente investigación tiene por objetivo analizar los movimientos de masa activos de esta localidad, a través de fotogrametría digital y procesos geotécnicos con la finalidad de identificar el comportamiento de estos eventos. Para ello, se partió de un inventario de movimientos de masa y fichas de observación en campo, que permitió construir un modelo estadístico basado en clústeres. Posteriormente, se realizó un análisis multicriterio para identificar los movimientos más significativos y sobre ellos, validar la información a través de un modelamiento del talud en el software Slide en función de los parámetros de resistencia al cortante del suelo obtenidos de ensayos geotécnicos (triaxial y corte directo). Como resultado, se obtuvieron un total de 19 movimientos en masa activos que afectan a la parroquia Turi. Los cuales, a través del modelo estadístico fueron agrupados en dos clústeres en función de que cada grupo presenta características similares. Los movimientos en masa significativos fueron el P8 y P18, donde sus laderas presentaron factores de seguridad bajos ( $<1$ ) para las condiciones más críticas, como la lluvia, sismo y carga en la corona del talud. Esto permitió identificar que, ante estas causas, el terreno se estaría desplazando. Con este conjunto de datos se dispondrá de información actualizada, que sirva para implementar medidas de mitigación para la planificación y ordenamiento territorial de esta parroquia.

*Palabras clave:* movimientos de masa, factores condicionantes, factores detonantes, análisis multivariante, geotecnia

## ABSTRACT

The rural parish of Turi is located in the canton of Cuenca and is highly susceptible to mass movements. The occurrence of these phenomena is due to natural and anthropogenic factors such as geology, geomorphology, high slopes, high rainfall, construction practices in inadequate sites, erosion, and diversion of watercourses. Within this framework, the present research aims to analyze the active mass movements of this locality, through digital photogrammetry and geotechnical processes to identify the behavior of these events. For this purpose, an inventory of mass movements and field observation cards were used to build a statistical model based on clusters. Subsequently, a multi-criteria analysis was carried out to identify the most significant movements and to validate the information by modeling the slope in the Slide software according to the soil shear strength parameters obtained from geotechnical tests (triaxial and direct shear). As a result, a total of 19 active mass movements affecting the Turi parish were obtained. These were grouped into two clusters employing the statistical model since each group has similar characteristics. The significant mass movements were P8 and P18, where their slopes presented low safety factors ( $<1$ ) for the most critical conditions, such as rain, earthquake, and slope crown load. This made it possible to identify that, in the face of these causes, the terrain would be shifting. With this set of data, updated information will be available, which will be used to implement mitigation measures for planning and land use in this parish.

*Keywords:* mass movements, conditioning factors, triggering factors, multivariate analysis, geotechnics

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD .....	I
CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES.....	3
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
JUSTIFICACIÓN .....	7
OBJETIVOS .....	9
GENERAL.....	9
ESPECÍFICOS.....	9
CAPÍTULO I. ZONA DE ESTUDIO .....	10
1.1 Ubicación .....	10
1.2 Acceso .....	11

1.3	Clima .....	11
1.4	Relieve.....	12
1.4.1	Geomorfología .....	12
1.4.2	Pendientes.....	13
1.5	Geología .....	14
1.5.1	Depósitos Aluviales.....	15
1.5.2	Depósitos Coluvio Aluviales.....	15
1.5.3	Depósitos de Ladera (Coluvial).....	15
1.5.4	Formación Azogues.....	15
1.5.5	Formación Loyola .....	16
1.5.6	Formación Mangan .....	16
1.5.7	Formación Turi.....	16
1.6	Suelos .....	17
1.7	Cobertura Vegetal y Uso del Suelo .....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....		20
2.1	Movimientos de masa.....	20
2.1.1	Clasificación de Movimientos de masa.....	20
2.1.2	Nomenclatura de un Talud .....	27
2.1.3	Nomenclatura de un movimiento de masa .....	29

2.1.4	Dimensiones .....	31
2.1.5	Caracterización del movimiento .....	32
2.1.6	Factores que afectan a los Movimientos de Masa.....	33
2.1.7	Inventario de Movimientos de Masa .....	37
2.2	Fotogrametría aérea de baja altitud .....	38
2.2.1	Ortomosaicos.....	39
2.3	Parámetros para determinar la resistencia al cortante del suelo .....	40
2.3.1	Ángulo de fricción.....	40
2.3.2	Cohesión.....	41
CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....		42
3.1	Inventario de movimientos de masa .....	42
3.1.1	Recopilación de información secundaria .....	42
3.1.2	Levantamiento de un inventario de movimientos de masa .....	42
3.1.3	Validación del inventario de movimientos de masa in situ.....	43
3.1.4	Ficha de inventario de movimientos de masa .....	44
3.2	Fotogrametría aérea de baja altitud .....	50
3.2.1	Planificación de Vuelo .....	51
3.2.2	Procesamiento de imágenes .....	52
3.2.3	Índice espectral de vegetación RGB .....	53

3.3	Análisis multivariante de la caracterización de los movimientos de masa .....	54
3.4	Modelamiento geotécnico para la determinación del factor de seguridad en el talud.....	56
3.4.1	Análisis multicriterio para contrastar los movimientos de masa significativos .....	56
3.4.2	Ensayos de suelos en laboratorio .....	59
3.4.3	Análisis de factores que afectan a la inestabilidad del talud a través de la modelación en el software Slide .....	62
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....		70
4.1	Inventario de movimientos de masa .....	70
4.1.1	Selección de movimientos de masa.....	70
4.1.2	Fichas de inventario de movimiento en masa .....	71
4.2	Fotogrametría aérea de baja altitud .....	79
4.3	Caracterización multivariante de los movimientos de masa .....	81
4.4	Interpretación de ensayos de laboratorio de los movimientos de masa significativos .....	84
4.4.1	Movimientos de masa significativos .....	84
4.4.2	Interpretación de ensayos de laboratorio.....	88
4.4.3	Modelamiento en el software Slide para verificar el comportamiento de los movimientos de masa .....	91

CONCLUSIONES .....	99
RECOMENDACIONES .....	102
BIBLIOGRAFÍA .....	104
ANEXOS .....	115
ANEXO 1: Fotografías de visita in situ .....	115
ANEXO 2: Fichas de inventario de movimientos de masa .....	117
ANEXO 3: Análisis multicriterio, método AHP .....	175
ANEXO 4: Levantamiento fotogramétrico con el uso del dron .....	176
ANEXO 5: Ortofotos, índices GLI y suelo descubierto .....	177
ANEXO 6: Ensayos de suelos en laboratorio .....	195
6.1 Registro fotográfico .....	195
6.2 Resultados de ensayos .....	203

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Recopilación de información secundaria .....	42
Tabla 2: Criterios para estimar cualitativamente el grado de humedad de un material ....	45
Tabla 3: Ensayo de campo para determinar la plasticidad .....	46
Tabla 4: Niveles de severidad .....	48
Tabla 5: Clasificación de pendientes .....	48
Tabla 6: Características del dron DJI Mavic Pro .....	50
Tabla 7: Clasificación de los valores de NDVI.....	54
Tabla 8: Criterios considerados para el análisis multicriterio.....	56
Tabla 9: Proceso AHP. MCPP: Matriz de comparación por pares; MN: Matriz de normalización. X, Y y Z representan los criterios a evaluar, donde a-j son los valores de escala discreta de comparación que consta de nueve niveles. Sx, Sy y Sz corresponden a la suma de las columnas X, Y y Z respectivamente. $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ son el promedio de las filas X, Y y Z.....	58
Tabla 10: Grado de plasticidad .....	60
Tabla 11: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	65
Tabla 12: Combinación de causas para determinar los factores de seguridad. CN: Condiciones Normales, CCT: Carga en la corona del talud, NF: Nivel Freático y S: Sismo .....	69
Tabla 13: Coordenadas de los movimientos de masa .....	71

Tabla 14: Cuantificación de material según el tipo de movimiento .....	74
Tabla 15: Porcentajes de suelo descubierto y vegetación alta en el área del movimiento en masa.....	80
Tabla 16: Matriz de comparación por pares y su ponderación. C1: número de viviendas; C2: distancia a carreteras y ciclovías; C3: distancia a paradas de bus; C4: distancia a infraestructura de bienestar social; C5: Distancias a Iglesias y recursos turísticos; C6: Distancia a Saneamiento; C7: Densidad poblacional; C8: Actividades productivas; C9: Distancias a áreas protegidas; C10: Distancias a ríos .....	84
Tabla 17: Resultados de indicadores para comprobar la consistencia de los pesos .....	85
Tabla 18: Criterios y clases consideradas para el análisis multicriterio, junto con sus pesos y ponderaciones .....	85
Tabla 19: Resultados de ensayos granulométricos, límites de plasticidad y clasificación de los suelos .....	89
Tabla 20: Resultados de ensayos de compactación estándar, corte directo y triaxial.....	89
Tabla 21: Ángulos de fricción interna.....	90
Tabla 22: Parámetros ingresados en el software Slide .....	91
Tabla 23: Resumen de análisis de estabilidad de taludes .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la parroquia Turi.....	10
Figura 2: Mapa de clima: Parroquia Turi.....	12
Figura 3: Mapa de geomorfología y pendientes: Parroquia Turi .....	14
Figura 4: Mapa de formaciones geológicas: Parroquia Turi.....	17
Figura 5: Mapa de suelos, a nivel de orden: Parroquia Turi .....	18
Figura 6: Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo: Parroquia Turi .....	19
Figura 7: Esquema de caídas o desprendimientos .....	21
Figura 8: Esquema de un movimiento tipo vuelcos o desplomes .....	22
Figura 9: Esquema de un deslizamiento rotacional .....	23
Figura 10: Esquema de un deslizamiento traslacional .....	24
Figura 11: Esquema de un movimiento tipo propagación o expansión lateral .....	25
Figura 12: Esquema de un movimiento tipo flujo .....	26
Figura 13: Esquema de un movimiento tipo reptación .....	27
Figura 14: Nomenclatura de taludes y laderas .....	28
Figura 15: Nomenclatura de taludes y laderas .....	28
Figura 16: Nomenclatura de un movimiento de masa .....	29
Figura 17: Descripción de la nomenclatura de un movimiento de masa .....	30
Figura 18: Dimensiones de un movimiento de masa .....	31

Figura 19: Descripción de las dimensiones de un movimiento de masa .....	32
Figura 20: Caracterización de un movimiento en masa .....	33
Figura 21: Selección de lugares para visita en campo .....	43
Figura 22: Datos a ingresar para la planificación del vuelo.....	52
Figura 23: Perfil del movimiento en masa P8.....	63
Figura 24: Perfil del movimiento en masa P18.....	63
Figura 25: Mapa de Peligrosidad Sísmica del Ecuador .....	64
Figura 26: División en rebanadas de la masa de suelo desplazado.....	67
Figura 27: Fuerzas actuantes consideradas en el método de Bishop sobre una rebanada. $W_i$ : cargas verticales externas, $E_{i+1}$ y $E_i$ : fuerzas normales derecha e izquierda entre rebanadas, $N$ : fuerza normal a la base de la rebanada y $S_i$ : fuerza tangencial a la base de la rebanada.....	68
Figura 28: Inventario de movimientos de masa activos de la parroquia Turi.....	70
Figura 29: Porcentaje de movimientos de masa por localidad .....	72
Figura 30: Porcentaje de movimientos de masa por formación geológica .....	72
Figura 31: Porcentaje de movimientos de masa por tipología .....	73
Figura 32: Humedad del material según el tipo de movimiento .....	75
Figura 33: Tipos de movimiento de masa con respecto al área ( $m^2$ ) .....	76
Figura 34: Porcentaje de factores condicionantes presentes en la zona de estudio .....	77
Figura 35: Porcentaje de factores detonantes presentes en la zona de estudio .....	78

Figura 36: Porcentaje de predios afectados por los movimientos de masa.....	79
Figura 37: Número óptimo de clústeres .....	81
Figura 38: Agrupación de movimientos de masa considerando las variables continuas ..	82
Figura 39: Comparación de clústeres en relación a cada variable .....	83
Figura 40: Mapa de zonas con acumulación de elementos en riesgo que pueden ser afectados por movimientos de masa.....	88
Figura 41: Factor de seguridad en CN .....	92
Figura 42: Factor de seguridad en CN+CCT .....	92
Figura 43: Factor de seguridad en CN+S.....	93
Figura 44: Factor de seguridad en (CN+CCT) + S .....	94
Figura 45: Factor de seguridad en CN+NF.....	95
Figura 46: Factor de seguridad en (CN+CCT) + NF .....	95
Figura 47: Factor de seguridad en CN + NF + S .....	96
Figura 48: Factor de seguridad en (CN+CCT) + NF + S.....	97

## INTRODUCCIÓN

Los movimientos de masa son uno de los fenómenos naturales que causan grandes pérdidas económicas y sociales a nivel mundial, afectando a propiedades públicas y privadas. El mapeo de un inventario es esencial para la evaluación de la susceptibilidad, peligro y riesgo de un movimiento de masa (Kanwal et al., 2017). Como metodologías ampliamente difundidas para levantamiento de un inventario se ha utilizado fotografías aéreas y mapeo de campo tal como lo establece Rabby & Li (2019, 2020) y Carrillo (2014). Este último además determina los posibles factores condicionantes y detonantes que influyen en un movimiento de masa.

La parroquia Turi es considerada una zona propensa a diferentes tipos de amenazas de origen natural como: inundaciones y movimientos de masa (GAD Turi, 2020). La presente investigación tiene como finalidad analizar los movimientos de masa activos dentro de la parroquia Turi a través de fotogrametría digital y procesos geotécnicos, para identificar el comportamiento de estos eventos; de forma que se pueda contar con un inventario técnico que facilite las actividades de monitoreo para prevenir futuros asentamientos humanos que pongan en riesgo la integridad física y social de los habitantes.

Para cumplir con el objetivo del estudio, se desarrollaron diferentes etapas metodológicas. En primer lugar, se realizó una recopilación bibliográfica de todos los movimientos existentes en la parroquia Turi. Luego para caracterizar los movimientos de masa se procedió con la interpretación visual de imágenes satelitales, visitas en campo, fichas de inventario y fotogrametría aérea de baja altitud. Consecutivamente, por medio de un análisis multicriterio se contrastaron los movimientos más significativos para determinar los parámetros de resistencia al cortante: cohesión y ángulo de fricción a través de ensayos de laboratorio.

Finalmente, se analizó el comportamiento de los movimientos de masa por medio de técnicas estadísticas descriptivas, técnicas multivariantes y modelamiento en el software Slide 6.0, versión gratuita. La primera, permitió comprender la estructura de los datos con el fin de identificar sus principales características. La segunda, posibilitó analizar varios factores condicionantes y detonantes simultáneamente para determinar el grado de influencia de cada uno de ellos. Y el modelamiento permitió comprobar el factor de seguridad que presenta la ladera en condiciones críticas ante la presencia de factores como sismo, lluvia y carga en la corona del talud.

## ANTECEDENTES

El Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia del Azuay menciona que su territorio consta de varios sectores con un nivel muy alto de riesgo ante la presencia de fenómenos naturales. Dentro de estos, se encuentra la parroquia Turi que registra casos de caídas de rocas y deslizamientos que afectan a todas las comunidades, convirtiéndose en una zona de riesgo para la población. En cuanto a los deslizamientos, el nivel de riesgo alto se presenta para las comunidades: Ascensión, Rumiloma, Virgen de la Nube/IctoCruz, La Merced, Hierba Buena, Agua Santa, El Calvario, Santa Anita, San Isidro, Trinidad, Asunción, Playa la Paz, El Cisne, Chaguarcorral y Tres Claveles (GAD Turi, 2020).

En la parroquia Turi se han elaborado investigaciones sobre los movimientos de masa. En la comunidad San Isidro, la cual comenzó a presentar hundimientos desde la construcción de la circunvalación sur; que, según expertos, el movimiento fue activado por una falla geológica que estuvo a punto de destruir varias edificaciones, Pesantez (2017) analiza diferentes factores condicionantes y detonantes para un macro deslizamiento, creando un mapa de susceptibilidad y amenaza. Por otra parte, Pacurucu et al. (2018), realiza una aplicación PP GIS que permite a los ciudadanos ser generadores de información frente a fenómenos naturales. Además, para validar la información obtenida se efectúa un mapeo de zonas vulnerables por medio de una comparación entre datos geospaciales e información levantada mediante técnicas de teledetección con drones. Todo lo anterior sirve de insumo para una adecuada planificación territorial del cantón Cuenca.

Adicionalmente, existe la caracterización de un deslizamiento ubicado en el sector Carmen del Guzho (Rodas, 2019), el cual ha producido graves problemas, ocasionando daños en la autopista Cuenca – Azogues y provocando el colapso de varias construcciones. Aunque la

intensidad de estos fenómenos se reduzca a lo largo de un tiempo, no significa que el riesgo ha dejado de existir.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los peligros naturales ocasionan numerosas pérdidas económicas y humanas a nivel mundial. Uno de los desastres con mayor poder de destrucción son los movimientos de masa (Petley, 2012) que, a su paso, pueden afectar las líneas de comunicación, destruir edificaciones, sistemas de alcantarillado, áreas cultivables, redes de energía eléctrica y bloquear las vías fluviales creando riesgo de inundación. Según Balleza (2016), el 14% de las víctimas de los desastres naturales en todo el mundo se deben a los movimientos de masa, debido a que es difícil precisar un periodo de tiempo para la ocurrencia de estos fenómenos, dificultando así su prevención.

El Ecuador se encuentra en un territorio de alta complejidad tectónica, puesto que se localiza dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, zona con permanente actividad sísmica y volcánica, debido al proceso de subducción entre las placas Nazca y Sudamericana que tiene lugar frente a las costas del Pacífico. Además, a causa de sus características geomorfológicas, geológicas y climáticas, sumado a la ocupación de zonas montañosas, crean el entorno para la generación de movimientos de masa (Gad Municipal de Cuenca, 2015).

Dentro del territorio han existido grandes eventos de este tipo, uno de los más significativos fue el sucedido en el sector La Josefina, ubicado en la región Sierra, el 29 de marzo de 1993. Dicha eventualidad provocó pérdidas económicas por 147 millones de dólares, dejando un saldo aproximado de 150 personas fallecidas y 7000 damnificados (Peñañiel, 2011).

Siguiendo con la misma idea, vale la pena aclarar que la región Sierra se caracteriza por presentar una topografía montañosa y precipitaciones elevadas. Dentro del “Informe Época Lluviosa 2012-2018” se pudo constatar que el 63% de los eventos naturales a nivel nacional pertenecen a los movimientos de masa (SNGRE, 2018). Asimismo, es importante destacar que el

35% de la población ecuatoriana se encuentra establecida en áreas amenazadas por deslizamientos y flujos de fango, causando desfases en la economía y en la vida humana, siendo este último el mayor factor incidente (Ministerio del Ambiente, 2011).

SNGRE (2018) detalla que en el territorio ecuatoriano, la provincia del Azuay es la que tiene mayor afectación de personas por movimientos de masas, ocupando el 28.84%. Aquí se ubica el cantón Cuenca, en donde los movimientos se presentan por acciones naturales (épocas lluviosas o períodos de actividad sísmica) y por actividades antrópicas, relacionadas con prácticas de construcción en sitios inadecuados (GAD Turi, 2015). Estos factores hacen que prevalezca su aparición y causen inestabilidad en el subsuelo, afectando a la población, agricultura, actividades económicas, entre otras.

Dentro del cantón, se encuentra la parroquia Turi, zona propensa a diferentes tipos de fenómenos naturales, siendo el más predominante, los movimientos de masa, ya que gran parte del sector presenta un relieve montañoso, lo que hace que la morfología sea muy compleja por sus pendientes. A causa de estos eventos en específico, en Turi, el 35.54% de la superficie presenta un nivel de riesgo medio ante estos fenómenos y el 50.47% se encuentra en un nivel de riesgo entre alto, y muy alto (GAD Turi, 2015).

Pese a que existe un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), y registros de estos eventos, dentro de la región no existe una descripción técnica de los movimientos de masa; ocasionando que en el territorio ecuatoriano se originen mayores números de daños a causa de la reactivación de movimientos de masa anteriores, a los cuales no se les han dado un apropiado manejo para alcanzar las soluciones técnicas pertinentes (SGR, 2014).

## JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se fundamenta desde el punto de vista social, debido a la importancia que lleva consigo analizar los movimientos de masa, de forma que se cumpla con las políticas de Estado en Gestión del Riesgo, tal cual lo establece el artículo 389 de la constitución del Ecuador y el Plan Nacional de Desarrollo. Estos dos cuerpos declaran que se deberá identificar y localizar las amenazas geológicas en el territorio ecuatoriano, especialmente en las zonas cercanas a asentamientos humanos (Constitución de la República del Ecuador, 2008; Senplades, 2017; SNGR, 2012).

Además, se sustenta también en los planteamientos de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) donde establece que los asentamientos humanos tienen que ser inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles para reducir la vulnerabilidad de la población frente a fenómenos naturales y antrópicos, mejorando la calidad de vida de las personas y garantizando una vivienda digna, logrando condiciones de igualdad especialmente para las personas de bajos recursos (ONU, 2018).

De igual manera, contribuye desde el punto de vista práctico - empírico con un análisis de movimientos de masa activos en la parroquia Turi a través de fotogrametría digital y procesos geotécnicos para identificar el comportamiento de estos eventos en la zona de estudio. Éste se constituye en el principal aporte, debido a que, el Sistema Integrado de Seguridad ECU 911 y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, abreviado, SNGRE, posee un registro de movimientos únicamente con la ubicación geográfica, número de muertes, personas desaparecidas y afectadas por estos fenómenos naturales, más no, puntualizan datos referidos a las características técnicas del evento ocurrido.

Así mismo, es relevante señalar que la investigación tendrá como beneficiarios directos a las comunidades que se encuentran próximas a las zonas de ocurrencia de estos movimientos de masa, debido a que su integridad física corre peligro. Además, indirectamente se beneficiarían las instituciones estatales como el Sistema Integrado de Seguridad ECU 911, el SNGRE y el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Turi (GAD Turi), puesto que permitirá que cualquier toma de decisiones sea oportuna ante planificaciones de uso de suelo y asentamientos humanos para la prevención y mitigación del riesgo.

Por último, este trabajo dispone de una amplia posibilidad para llevarse a cabo, ya que en primera instancia se cuenta con acceso a las bases de datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911 y del SNGRE, que proporcionan información referente a los movimientos de masa ocurridos en la zona de estudio y, además, con los rubros económicos para recolectar in situ los datos relacionados a los movimientos activos.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Analizar los movimientos de masa activos en la parroquia Turi localizada en el cantón Cuenca a través de fotogrametría digital y procesos geotécnicos para identificar el comportamiento de estos eventos.

### **ESPECÍFICOS**

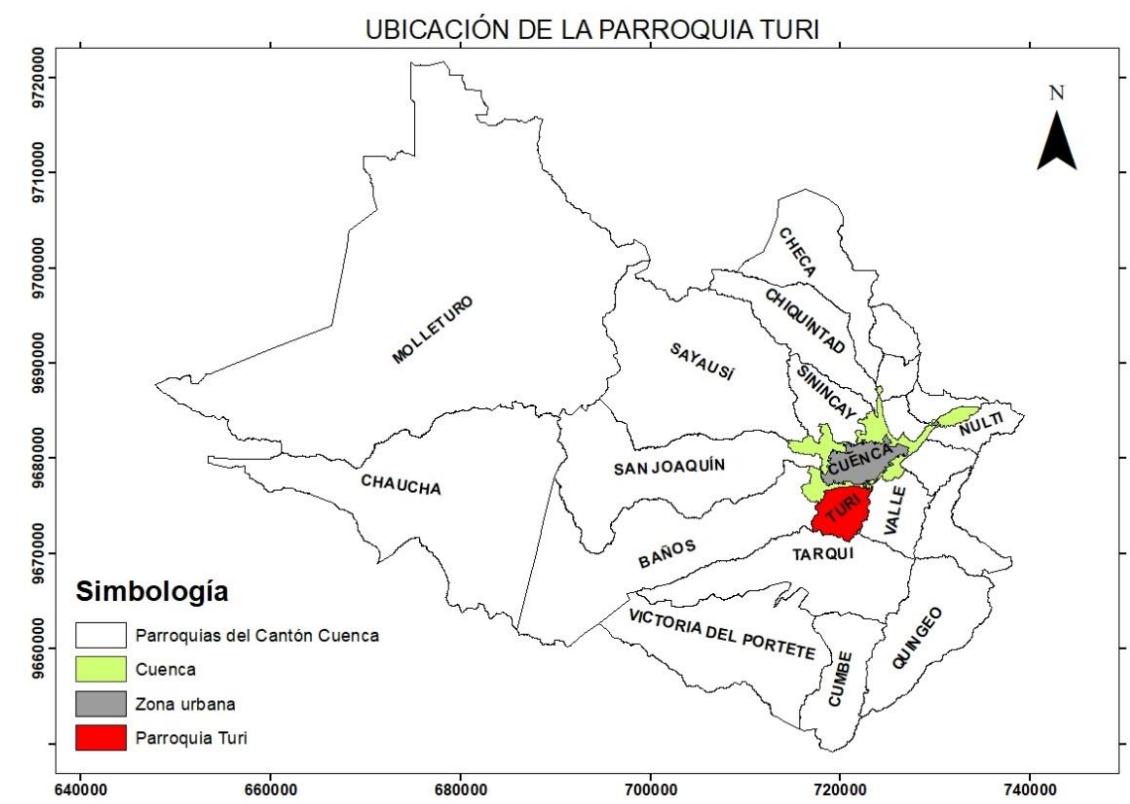
- Sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos, realizando un diagnóstico inicial de los movimientos de masa en la parroquia Turi mediante una revisión de información en fuentes primarias y secundarias tanto de entidades públicas y privadas definiendo los movimientos activos más peligrosos.
- Caracterizar los movimientos de masa activos a través de técnicas in situ, fotogrametría aérea de baja altitud y generación de ortomosaicos para identificar las características morfológicas, ambientales y de infraestructura.
- Contrastar el nivel de peligrosidad de los movimientos de masa estudiados más significativos dentro de la zona de estudio, mediante un análisis multicriterio para determinar en laboratorio las propiedades geomecánicas de los suelos y conocer el comportamiento de estos movimientos a través del software Slide.
- Analizar los factores condicionantes y desencadenantes de los movimientos de masa estudiados mediante técnicas in situ, fotogrametría aérea de baja altitud, generación de ortomosaicos y ensayos de laboratorio para contar con información técnica georreferenciada (inventario).

# CAPÍTULO I. ZONA DE ESTUDIO

## 1.1 Ubicación

Este trabajo de investigación tiene como zona de estudio la parroquia Turi, localizada al sur del área urbana de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. Tiene una superficie de 2589.89 hectáreas y se encuentra a una altitud que varía entre los 2555 msnm y 3035 msnm. Limita al norte con la ciudad de Cuenca, al este con la parroquia rural El Valle, al sur con la parroquia rural Tarqui y al oeste con la parroquia rural Baños (ver Figura 1).

Figura 1: Ubicación de la parroquia Turi



Nota. Fuente: Elaboración Propia

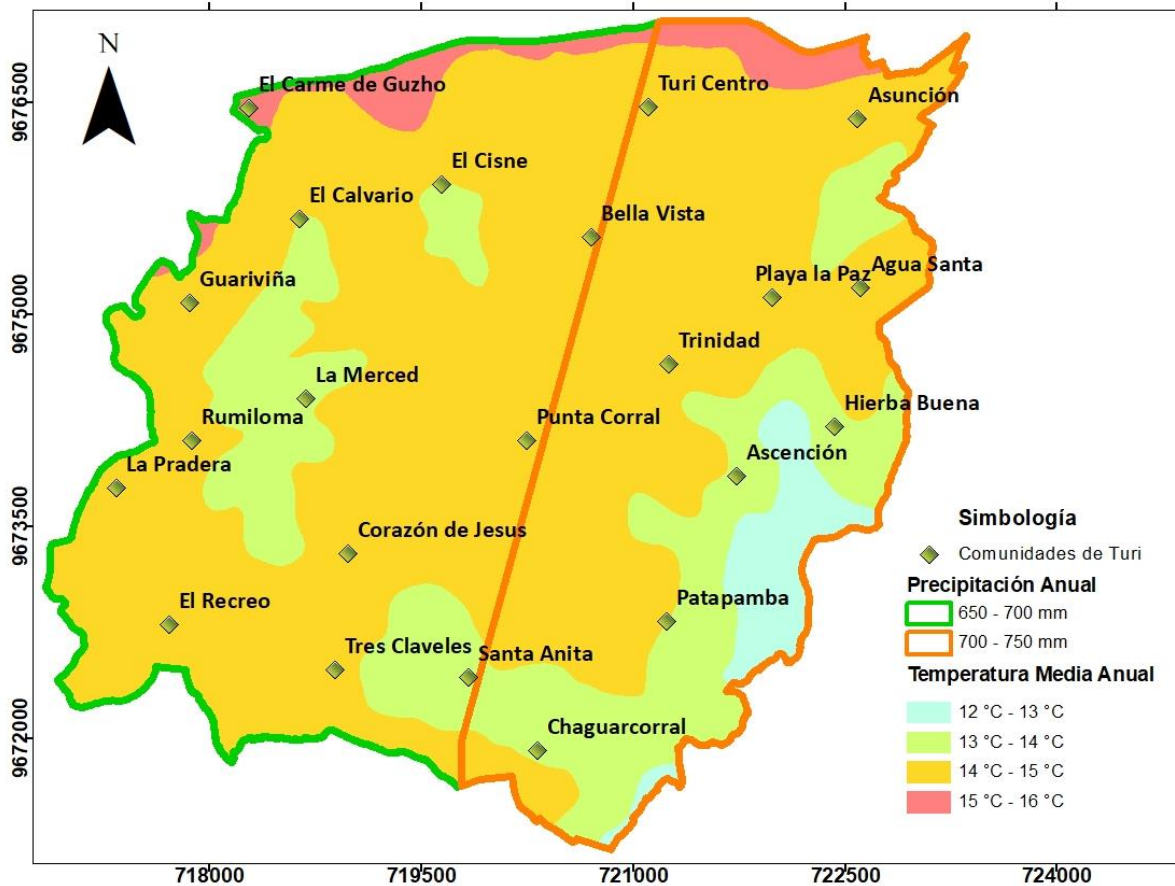
## **1.2 Acceso**

El acceso principal a la parroquia Turi se lo realiza desde la ciudad de Cuenca, por la vía asfaltada de tercer orden llamada Camino a Turi. Se encuentra ubicada a 5.3 kilómetros de distancia desde el centro histórico de la ciudad, con un tiempo estimado de 14 minutos en automóvil. También se puede acceder desde el sur a través de la parroquia Tarqui por la comunidad de Patapamba, mediante la vía asfaltada de tercer orden Tarqui-Gullanzhapa-Turi; a partir del este, a través de la parroquia El Valle por la calle lastrada de cuarto orden Vía a Ictacruz y desde el oeste por la parroquia Baños.

## **1.3 Clima**

La parroquia Turi presenta un clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo, con una temperatura media anual que varía entre los de 12° C y 16° C, una precipitación anual entre los 650 y 750 milímetros y la velocidad media anual del viento es de 2.2 m/s. En los meses de junio y julio se presentan los promedios más bajos de temperatura, mientras que las más elevadas se dan en los meses de marzo y septiembre (Figura 2) (GAD Turi, 2020).

Figura 2: Mapa de clima: Parroquia Turi



Nota. Elaboración Propia. Fuente: SENPLADES – IEE

## 1.4 Relieve

### 1.4.1 Geomorfología

El cantón Cuenca se distingue por tener una variedad de relieves, cuyo origen se encuentra vinculado con procesos endógenos y exógenos (Gad Municipal de Cuenca, 2015). En toda la parroquia Turi existe la presencia de relieves interandinos, el mismo que se puede dividir en:

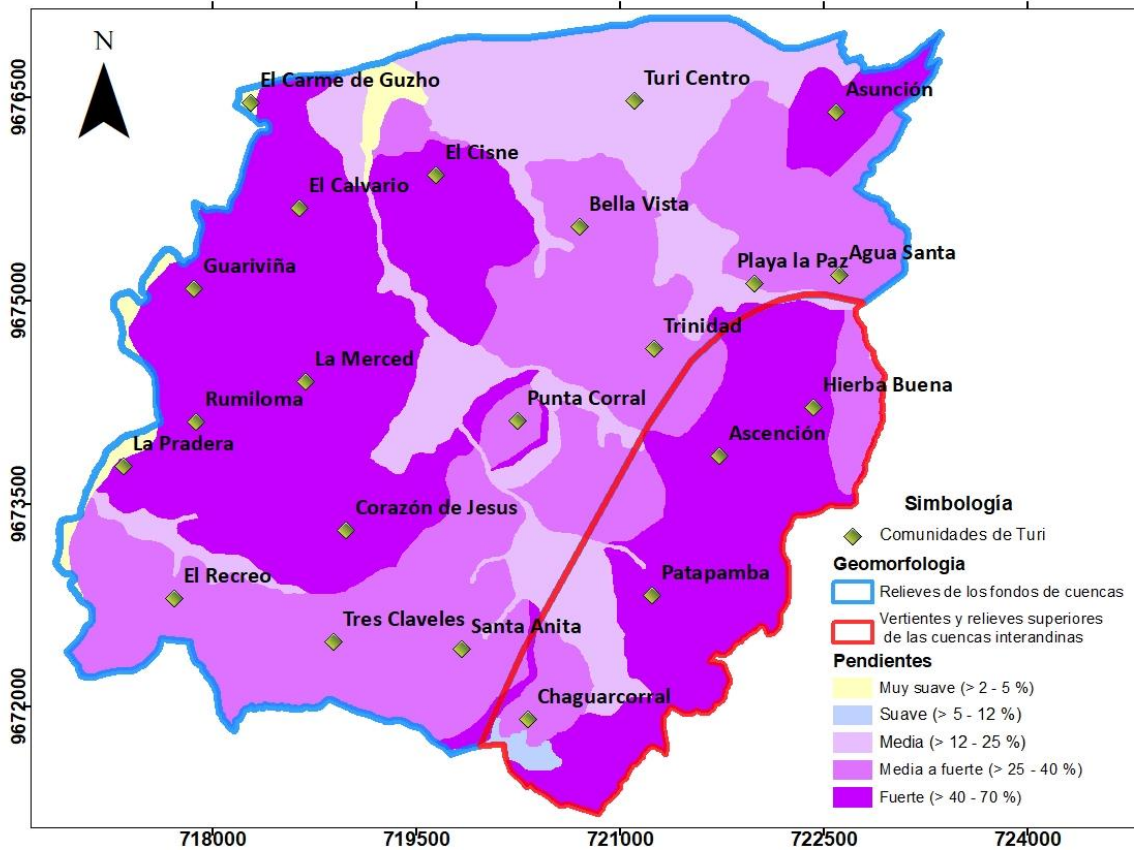
- Relieve de los fondos de cuencas: presenta zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, la temperatura varía entre 12°C y 14°C en relación con su altitud; abarca un área de 2053.76 hectáreas, que corresponde al 79.30% de la superficie parroquial (Figura 3) (GAD Turi, 2020).

- Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas: se presentan al sureste de la zona de estudio, en donde la temperatura varía entre 11°C y 13°C, cubre una superficie de 536.13 hectáreas, que representa el 20.70% del territorio (Figura 3) (GAD Turi, 2020).

#### **1.4.2 Pendientes**

En la parroquia Turi las áreas en donde prevalecen las pendientes fuertes (40-70 %) abarcan la mayor superficie, representando el 42.88% de su extensión; a continuación le sigue la pendiente media a fuerte (25-40 %) que ocupa el 35.18% de la superficie parroquial; luego se ubican las pendientes medias (12-25 %) con el 19.92%; siguiendo la clasificación posteriormente se encuentran las pendientes muy suaves (2-5 %) que representan el 1.62% y finalmente las pendientes suaves (5-12 %) con 0.40% del territorio (GAD Turi, 2020). Por lo que, se puede deducir que la parroquia Turi dispone de escasa área entre plana a ligeramente inclinada correspondiente al 21.94%, mientras que las pendientes mayores al 25% abarcan el 78.06% de la superficie parroquial. (Figura 3).

Figura 3: Mapa de geomorfología y pendientes: Parroquia Turi



Nota. Elaboración Propia. Fuente: SENPLADES – IEE, MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS, Consorcio TRACASA, 2015.

## 1.5 Geología

La formación geológica establece la presencia de materiales duros o de baja resistencia y las discontinuidades pueden posibilitar el acontecimiento de movimientos a lo largo de ciertos planos de debilidad (Suárez, 1998). La geología de la zona de estudio se distingue por la presencia de areniscas, arcillas y conglomerados. Además, está conformada por siete formaciones geológicas: depósitos Aluviales, depósitos Coluvio Aluviales, depósitos de Ladera (Coluvial), formación Azogues, formación Loyola, formación Mangan y formación Turi (Figura 4) (GAD Turi, 2020).

### **1.5.1 Depósitos Aluviales**

Se refieren a depósitos acarreados por el agua en movimiento y depositados una vez que el fluido haya reducido su velocidad; pueden ser de origen lacustre o fluvial y pueden estar compuestos de partículas gruesas, finas o entreveradas. A causa de su poca cementación, estos materiales son propensos a deslizamientos. Eventualmente, los suelos aluviales muestran una matriz de arcilla cementando las partículas de grava, arena y limos; cuando esto sucede, en algunas ocasiones, se forman terrazas altas con niveles freáticos colgados (presentes en terrenos de material impermeable) muy susceptibles a los deslizamientos (Suárez, 1998). Esta formación ocupa un área de 41.86 hectáreas, equivalentes al 1.62% de la toda la superficie parroquial (GAD Turi, 2020).

### **1.5.2 Depósitos Coluvio Aluviales**

Estos depósitos abarcan una superficie de 130.87 hectáreas, correspondiente al 5.05% del territorio. Se encuentran compuestos de limo, arcillas, arenas, gravas y bloques (GAD Turi, 2020).

### **1.5.3 Depósitos de Ladera (Coluvial)**

Los depósitos de ladera se definen como una masa de materiales sueltos y heterogéneos que se componen de suelo fino o fragmentos de roca, los cuales son depositados en la base de las laderas por acción de la lluvia siendo materiales muy susceptibles a los deslizamientos (Bates & Jackson, 1987). Los depósitos de Ladera o deposito Coluvial ocupan el 2.28% de la parroquia Turi, equivalente a 58.96 hectáreas (GAD Turi, 2020).

### **1.5.4 Formación Azogues**

La Formación Azogues abarca alrededor de 510,67 hectáreas de superficie que corresponde al 19,72% de la parroquia Turi, la cual comienza desde el este del territorio parroquial y finaliza en la formación Mangan (GAD Turi, 2020). Su litología está compuesta de materiales como

areniscas, tobáceas gruesas de color café, y depósitos de limonitas y arcillas que en su mayoría no sobrepasan el metro de su espesor (Gonzaga, 2018).

### **1.5.5 Formación Loyola**

La Formación Loyola es una formación sedimentaria fino granular, su litología se compone por lutitas negras que contiene pirita con granos de areniscas finas, la apariencia en su estado natural es negro a café y presenta un color amarillento cuando está meteorizada. Finalmente están estratificadas con cemento calcáreo, calizas y mega brechas (Gonzaga, 2018). La superficie que ocupa dentro del territorio es escasa con 0,26 hectáreas que representa el 0,01% de la parroquia (GAD Turi, 2020).

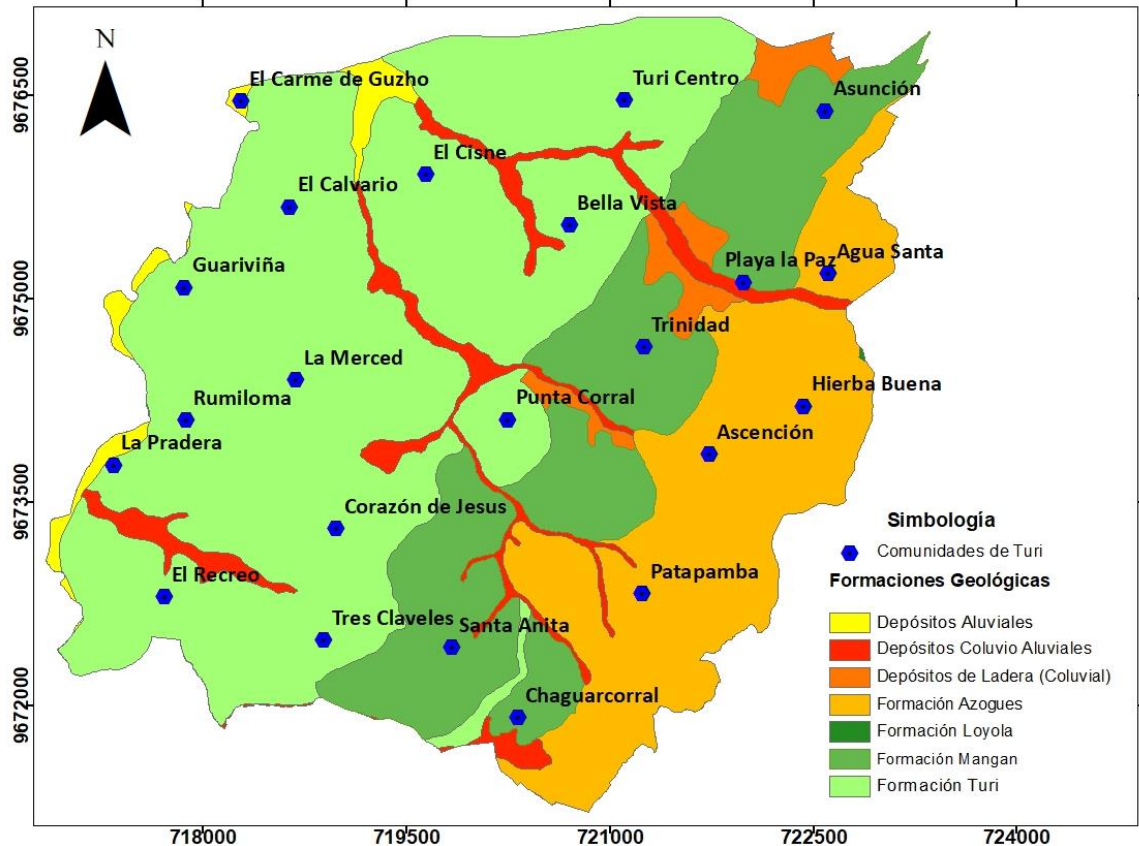
### **1.5.6 Formación Mangan**

La Formación Mangan cruza la parroquia Turi de Norte a Sur con un espesor alrededor de 200 metros. Ésta ocupa el 20.31% de la superficie parroquial (GAD Turi, 2020). Litológicamente, está conformada por areniscas grises y amarillentas con espesores entre 1 a 9 metros; además, presenta una serie de mezclas arcillosas de colores rojo y verde que pueden llegar a 12 metros de espesor y la estratificación consta de abundantes líticos de origen volcánicos (Gonzaga, 2018).

### **1.5.7 Formación Turi**

La Formación Turi es la más extensa de la zona de estudio con 51.02% de la superficie. Ésta presenta depósitos de sedimentos de origen glacial y fluvial, constituida por areniscas de tamaño grueso y fino, cenizas y brechas. En el material conglomerado se diferencia cambios notorios de los cantos y en la parte superior de la formación Turi contiene argilitas y bloques angulares (GAD Turi, 2020; Gonzaga, 2018).

Figura 4: Mapa de formaciones geológicas: Parroquia Turi



Nota. Elaboración Propia. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2018

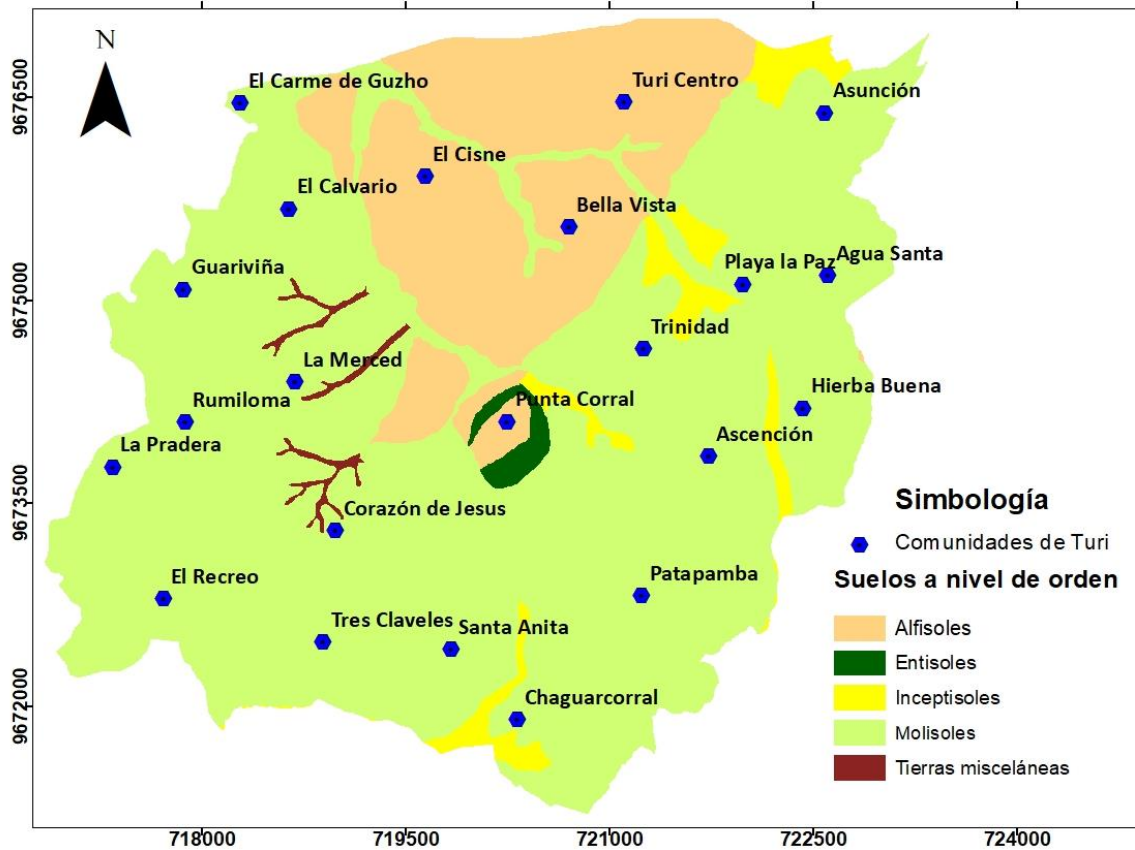
## 1.6 Suelos

Los suelos de la parroquia Turi están clasificados de acuerdo a su distribución, donde se ha observado que sus características se diferencian significativamente de un lugar a otro. Por esta razón, se consideran dos sistemas de clasificación: suelos a nivel de orden y clasificación agrológica (GAD Turi, 2020).

Dentro de los suelos, a nivel de orden están los Alfisoles que representa el 20.38% de la superficie, Entisoles con 0.72%, Inceptisoles con 3.58%, Molisoles con 74.67% que es el mayor dentro de la parroquia Turi y finalmente las tierras misceláneas con el 0.65% (Figura 5). Por otra parte, la clasificación agrológica son suelos ocupados para la actividad del hombre en el

aprovechamiento productivo del mismo que permite valorar el grado de explotación agrícola, ganadera y forestal (GAD Turi, 2020).

Figura 5: Mapa de suelos, a nivel de orden: Parroquia Turi



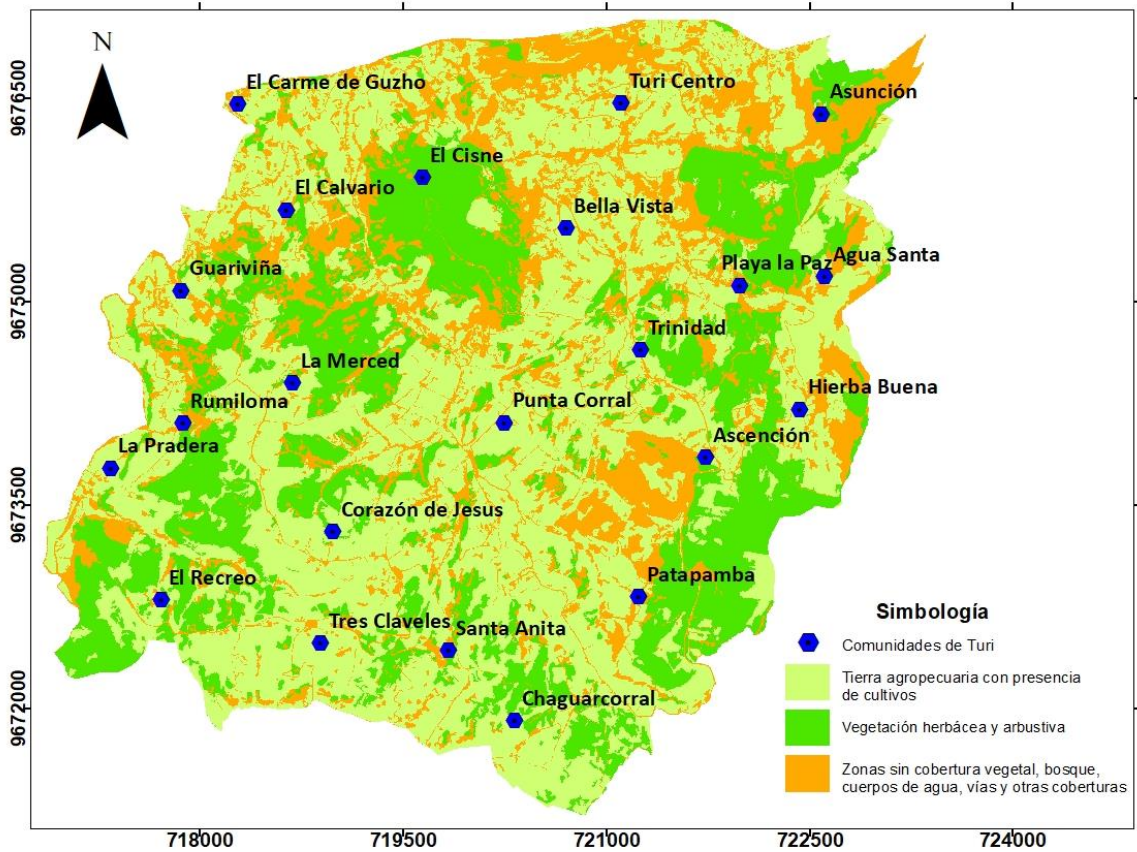
Nota. Elaboración Propia. Fuente: SENPLADES - IEE

## 1.7 Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

La cobertura del suelo pueden ser cuerpos naturales o artificiales. Dentro de los naturales se encuentra la vegetación, cuerpos de agua y rocas. Dentro de los artificiales se tiene a áreas que han sido intervenidas por el ser humano, estas son cultivos, asentamientos, edificaciones, entre otros. La cobertura y uso de suelo de la parroquia Turi se clasifica de la siguiente manera: tierra agropecuaria con presencia de cultivos con el 50.74% del territorio, vegetación herbácea y

arbustiva con 26.46% y el resto del territorio parroquial hace referencia a lugares sin cobertura vegetal, bosque, cuerpos de agua, vías, entre otros (Figura 6) (GAD Turi, 2020).

Figura 6: Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo: Parroquia Turi



Nota. Elaboración Propia. Fuente: SENPLADES - IEE

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Movimientos de masa**

Los movimientos de masa consisten en el desplazamiento del suelo a favor de la pendiente, bajo el efecto directo de la gravedad (Cruden, 1991). Además, (Kazeev & Postoev, 2017) añade que un movimiento se produce debido a la influencia de factores naturales y antrópicos. De manera resumida, se puede decir que un movimiento es el desplazamiento del material a causa de diversos factores que conducen a su formación.

El movimiento sucede al instante en que el esfuerzo cortante sobrepasa al esfuerzo de resistencia del material. El resultado de estos esfuerzos, unido con los parámetros geotécnicos del material y la morfología de la pendiente, establece el tipo de movimiento que se puede generar. Se pueden clasificar según el tipo de movimiento en: caídas o desprendimientos, vuelcos o desplomes, deslizamientos, propagación o expansión lateral, flujos, reptación, y movimientos complejos (Suárez, 2010). Además, por el tipo de material involucrado en: tierra, detritos, roca o su combinación (Cruden & Varnes, 1996).

#### **2.1.1 Clasificación de Movimientos de masa**

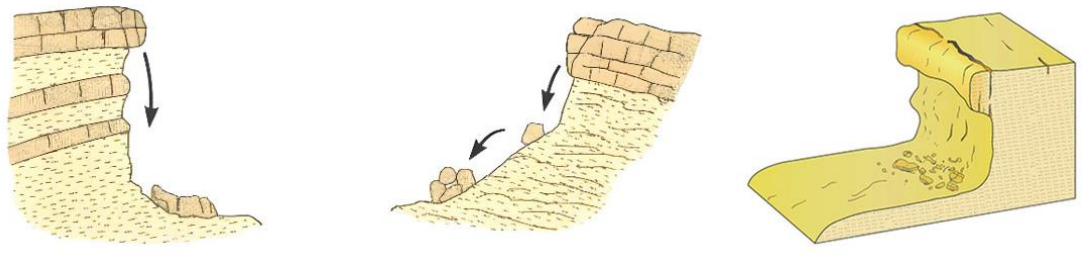
##### **2.1.1.1 Desprendimientos o caídas**

Este tipo de movimiento se produce cuando una masa de cualquier tamaño se desprende de un talud de pendiente pronunciada, a lo largo de una superficie, en la que se origina muy poco o ningún desplazamiento de corte. Posteriormente, el material desciende a través del aire por caída libre, rebotando o rodando (Yilmaz & Ercanoglu, 2019). Estos movimientos son determinados en función del material implicado, de manera que se clasifican en: caídas de rocas, caídas de detritos

o derrubios y caídas de tierra o suelo, que comprenden velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas (Cruden & Varnes, 1996).

Los desprendimientos o caídas se encuentran influenciados por la gravedad, la meteorización mecánica y la presencia de agua intersticial (USGS, 2004). Las causas podrían ser diversas, tales como: la lluvia, el deshielo, la escorrentía canalizada, la infiltración, la erosión, los nacimientos de agua, el crecimiento de las raíces de los árboles en las grietas, la roca fracturada, la descomposición del suelo, el viento, el movimiento de los animales, la vibración de vehículos, los cortes de las carreteras, los sismos, las actividades antrópicas y la explotación de materiales en el pie del talud (Suárez, 2010).

Figura 7: Esquema de caídas o desprendimientos



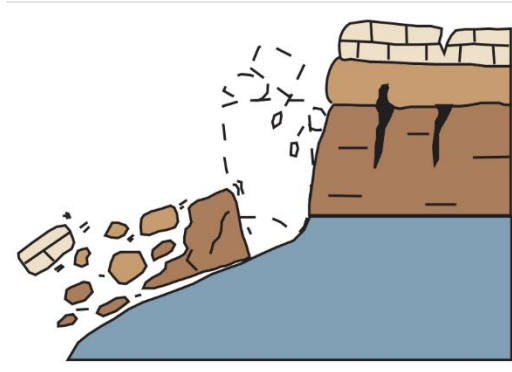
*Nota.* Fuente: (Li & Mo, 2019; Vallejo et al., 2002)

### 2.1.1.2 Vuelcos o desplomes

Se distinguen por la rotación hacia delante y hacia el exterior de una masa de suelo, roca o detritos alrededor de un punto o eje localizado en la parte inferior del centro de gravedad del bloque desplazado, se inclina, pero no colapsa (Varnes, 1978). Este movimiento se da por las fuerzas que ejercen las unidades contiguas a los bloques desplomados, por los fluidos en las grietas, expansiones y movimientos sísmicos. Por lo regular, acontece en formaciones rocosas, sin embargo, también puede ocurrir en suelos (Suárez, 2010).

El volcamiento puede finalizar o no en caídas, dependiendo de la estructura geológica (orientación y extensión de las discontinuidades) y de las características geométricas del terreno (Suárez, 2010). Se clasifican en vuelcos de rocas, vuelcos de detritos y vuelcos de suelos (Alcántara Ayala, 2000).

Figura 8: Esquema de un movimiento tipo vuelcos o desplomes



*Nota.* Fuente: (USGS, 2004)

### **2.1.1.3 Deslizamientos**

Es el movimiento cuesta abajo de una masa de suelo, detritos o roca que acontece a lo largo de una superficie de falla o ruptura fácilmente detectable (Lario & Bardají, 2017). El movimiento en ocasiones puede ser progresivo, es decir, que no comienza simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla (Suárez, 2010). La creación de fisuras transversales en el lugar que tomará el escarpe principal, es regularmente el primer indicio de que sucederá este tipo de movimiento (Alcántara Ayala, 2000).

Los deslizamientos son habituales en pendientes con una inclinación entre los 20 y 50 grados, y con formaciones geológicas poco resistentes. De igual manera, es el movimiento más usual en terraplenes antrópicos. Las velocidades son desde considerablemente lentas (menos de un

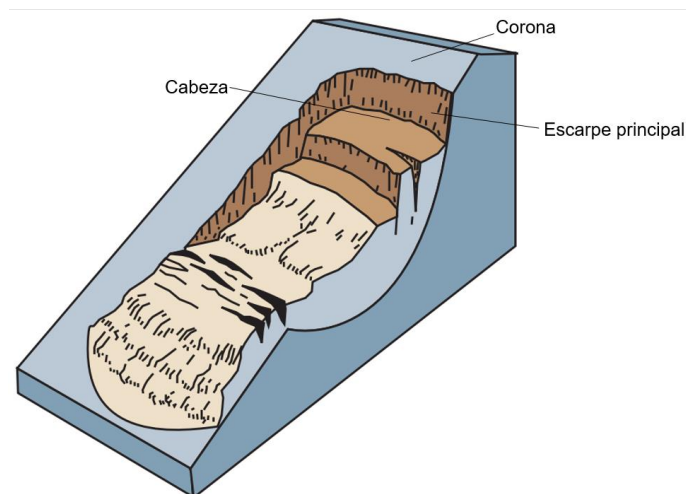
centímetro por año) hasta moderadamente rápidas (varios metros por día) (Llorens & Masquef, 2009).

Los deslizamientos se pueden clasificar en rotacional y traslacional dependiendo de la superficie de falla, los mismos que se definen como:

– **Deslizamiento rotacional**

Se trata de un deslizamiento en el que la masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura de forma curva y cóncava (Yilmaz & Ercanoglu, 2019). Este tipo de deslizamientos se caracterizan por tener un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente desde la superficie de la cabeza del movimiento en dirección al escarpe localizado debajo de la corona. Facilitando de esta manera la ocurrencia de movimientos retrogresivos. Pueden producirse de lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s (GEMMA, 2007). La relación de la profundidad ( $D_r$ ) y la longitud ( $L_r$ ) de la superficie de falla se encuentra entre 0,15 y 0,33 (Skempton & Hutchinson, 1969).

Figura 9: Esquema de un deslizamiento rotacional



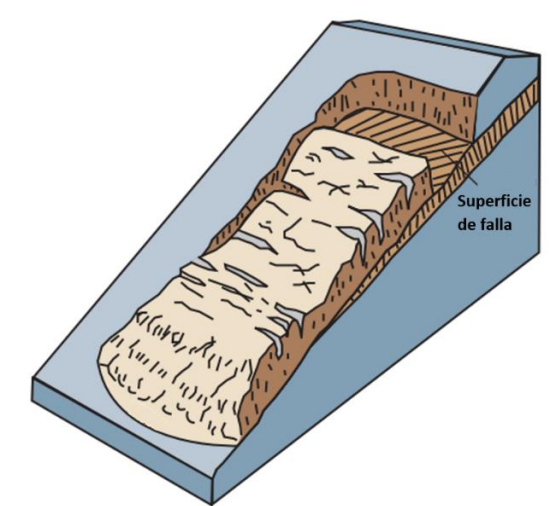
Nota. Fuente: (USGS, 2004)

## – Deslizamiento traslacional

Los deslizamientos traslacionales se dan a lo largo de una superficie de ruptura aproximadamente plana o levemente ondulada, y el movimiento de la masa es regularmente paralelo a la superficie del suelo (Yilmaz & Ercanoglu, 2019). Sucede a lo largo de planos de debilidad, así como: fallas, diaclasas, juntas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y los materiales coluviales. En varios movimientos de este tipo la masa sufre deformación y desintegración, pudiendo de esta manera transformarse en un flujo (Varnes, 1978). Los deslizamientos traslacionales tienen por lo regular, una relación  $D_r/L_r$  menor a 0,1 (Skempton & Hutchinson, 1969) y la velocidad puede variar desde rápida a extremadamente rápida (GEMMA, 2007).

Son menos profundos que los rotacionales, y es de gran importancia diferenciarlos para poder aplicar o no diversas medidas de prevención que permitan su control y estabilización. A pesar de ello, un deslizamiento traslacional puede avanzar continuamente a lo largo de una ladera hacia abajo; en tanto que, un deslizamiento rotacional trata de estabilizarse por sí mismo.

Figura 10: Esquema de un deslizamiento traslacional



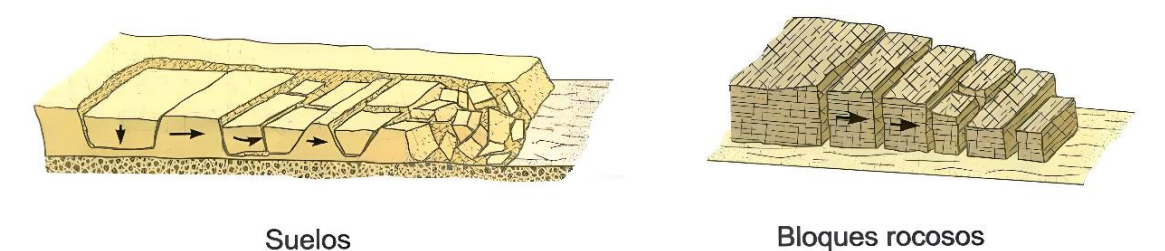
Nota. Fuente: (USGS, 2004)

#### 2.1.1.4 Propagación o expansión lateral

Se refiere al desplazamiento de bloques rocosos o masas de suelo coherente encima de material blando y deformable, ocurre por lo general en pendientes muy suaves. Se da a causa de la pérdida de resistencia del material que está por debajo de las masas rígidas, el cual llega a deformarse por el peso (Vallejo et al., 2002). Puede tener lugar sobre suelos plásticos y finos, así como arcillas y limos sensitivos, las cuales pierden su resistencia al remoldearse (Suárez, 1998).

Se pueden distinguir dos tipos de propagación lateral. Primero, cuando el movimiento afecta a todo el material, pero sin una superficie basal bien definida de corte o de flujo plástico, característico de masas rocosas. Segundo, cuando el material cohesivo, ya sea de roca o suelo, descansa sobre materiales que han experimentado licuefacción. Las capas superiores pueden sufrir rotura y extensión; posteriormente, pueden hundirse, trasladarse, rotar, desintegrarse, o pueden licuarse y fluir (Varnes, 1978).

Figura 11: Esquema de un movimiento tipo propagación o expansión lateral



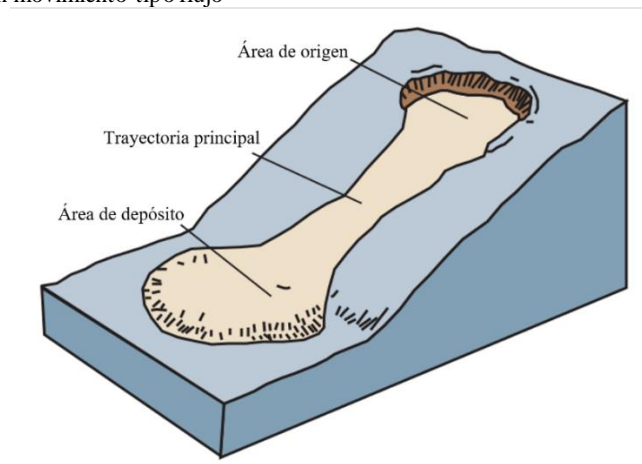
Nota. Fuente: (Vallejo et al., 2002)

#### 2.1.1.5 Flujo

Es un movimiento en masa poco profundo en relación a su extensión, pudiendo alcanzar varios kilómetros de distancia. Durante su desplazamiento presenta una conducta parecida a la de un fluido. Estos pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. De acuerdo al tipo de material, se pueden clasificar en: flujos de rocas, flujos de detritos y flujos de tierra o suelo (GEMMA, 2007).

En muchos casos, se producen después de que ha ocurrido otro tipo de movimiento, como caída o deslizamiento (Varnes, 1978). La aparición de los flujos está asociada con la saturación de los materiales subsuperficiales. Varios suelos absorben agua con facilidad cuando son alterados, fracturados o agrietados por un deslizamiento preliminar y esta saturación lleva a la creación de un flujo (Suárez, 1998).

Figura 12: Esquema de un movimiento tipo flujo

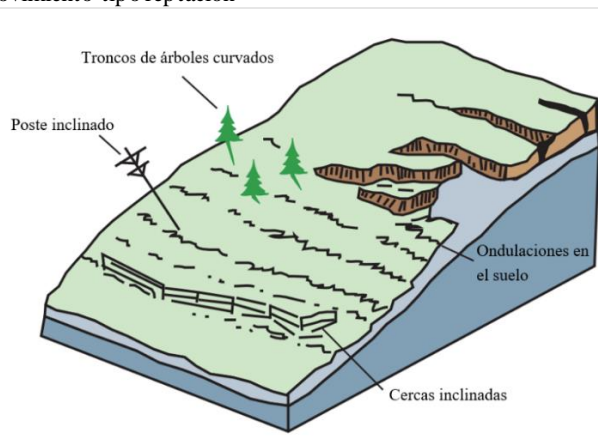


Nota. Fuente: (USGS, 2004)

### 2.1.1.6 Reptación

Son movimientos lentos del suelo subsuperficial, en el cual no se distingue una superficie de falla o ruptura. Comúnmente suele afectar a grandes extensiones de terreno y el desplazamiento es de varios centímetros por año. Es causado por el cambio climático relacionado con el humedecimiento y secado en suelos habitualmente muy blandos o alterados. Puede anteceder a movimientos de masa más rápidos, tales como deslizamientos y flujos (Suárez, 1998). La reptación se manifiesta en forma de pequeñas ondulaciones o crestas en el suelo, árboles curvados, postes o cercas inclinadas y muros de contención doblados (USGS, 2004).

Figura 13: Esquema de un movimiento tipo reptación



Nota. Fuente: (USGS, 2004)

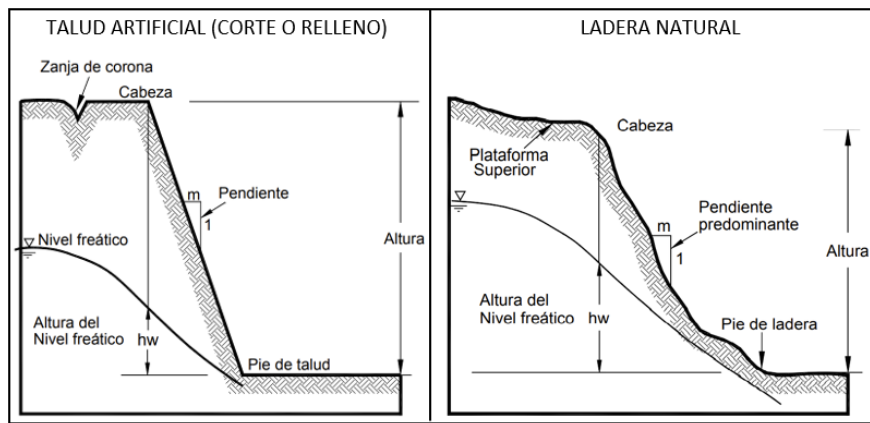
### 2.1.1.7 Movimientos complejos

Se denomina así a un tipo de movimiento de ladera que involucra la combinación de dos o más tipos de movimientos, tanto en las diferentes partes que componen la masa desplazada, como en las distintas etapas de desarrollo del movimiento (Vilchez & Sosa, 2021). Con mayor frecuencia un movimiento complejo se origina cuando ha ocurrido un deslizamiento rotacional o traslacional, en el que, la masa que ha sido desplazada se convierte en flujo, a causa de, una fuerte acumulación de agua y de una pendiente pronunciada, trasladando ladera abajo gran cantidad de material.

### 2.1.2 Nomenclatura de un Talud

Un talud o ladera es una masa de tierra inclinada con cambios de altura significativos. Se entiende como ladera cuando la superficie inclinada del terreno fue conformada naturalmente y como talud cuando se formó de manera artificial al cortar una ladera o al construir obras, así como, un terraplén (Suárez, 2010).

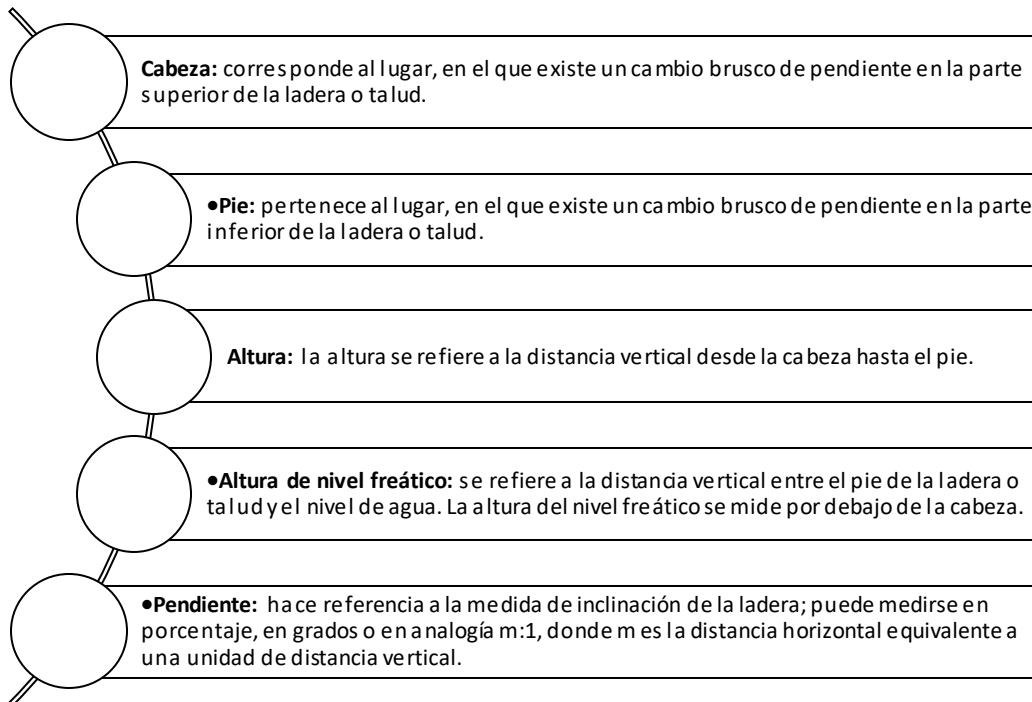
Figura 14: Nomenclatura de taludes y laderas



Nota. Fuente: (Suárez, 2010)

Según Suárez (2010), los elementos esenciales que forman parte de un talud o ladera son los que se enumeran en la Figura 15:

Figura 15: Nomenclatura de taludes y laderas

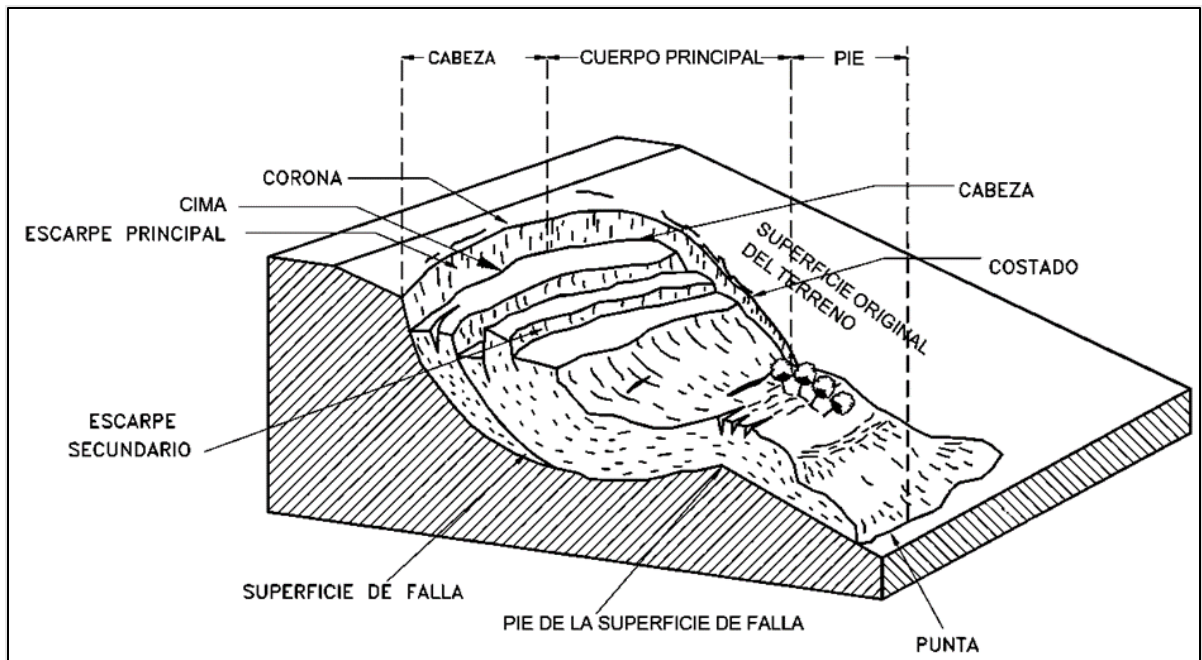


Nota. Fuente: (Suárez, 2010)

### 2.1.3 Nomenclatura de un movimiento de masa

En la Figura 16 se puede observar la nomenclatura de un movimiento de masa y la descripción de cada una de ellas se detalla la Figura 17.

Figura 16: Nomenclatura de un movimiento de masa



Nota. Fuente: (Suárez, 1998)

Figura 17: Descripción de la nomenclatura de un movimiento de masa

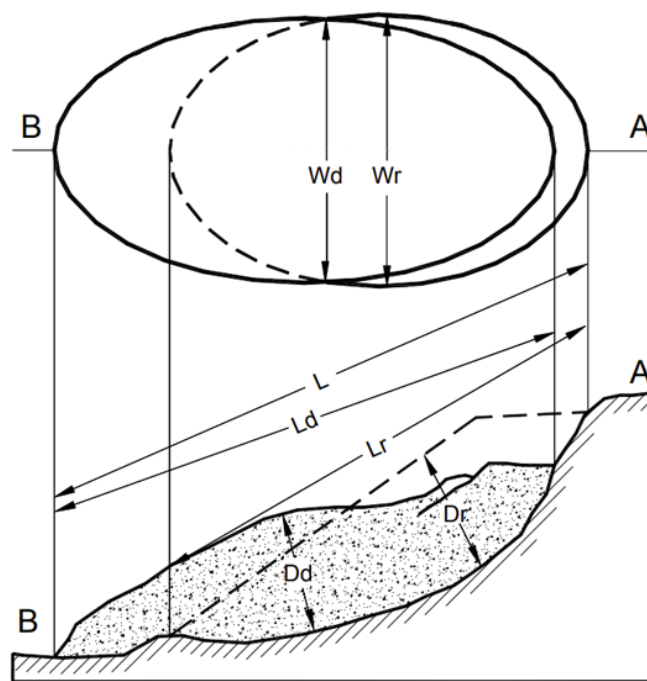
<b>Corona</b>	Siteo que no ha fallado, localizado a lo alto del movimiento de masa, adyacente al escaupe principal. Suelen manifestarse algunas grietas paralelas o semiparalelas conocidas como grietas de tracción o de tensión (GEMMA, 2007).
<b>Escarpe Principal</b>	Se refiere a una superficie de pendiente muy pronunciada, situada en el borde superior del deslizamiento y ocasionada por el movimiento del material fuera del terreno original. Si esta inclinación se proyecta bajo el material desplazado, se obtiene la superficie de falla Suárez (2010).
<b>Cima</b>	Se refiere al punto de contacto más alto entre el escaupe principal y el material desplazado (Suárez, 2010).
<b>Cabeza</b>	Corresponde a la parte superior del movimiento a lo largo del contacto entre el escaupe principal y el material desplazado (Suárez, 2010).
<b>Escarpe secundario</b>	Se refiere a una superficie empinada localizada encima del material desalojado por el movimiento, originado por desplazamientos diferenciales dentro de la masa deslizante (IAEG Commission on Landslides, 1990).
<b>Cuerpo principal</b>	Es la parte del material desplazado que se encuentra en medio del escaupe principal y del pie de la superficie de falla o ruptura. Es decir, corresponde a todo el material que está por encima de la superficie mencionada anteriormente (IAEG Commission on Landslides, 1990).
<b>Pie</b>	Es la porción del material que se ha desplazado más allá del pie de la superficie de falla o ruptura y se ubica por encima de la superficie del terreno intacto (GEMMA, 2007).
<b>Punta</b>	Se refiere al punto que está más distante de la cima del movimiento en masa (GEMMA, 2007).
<b>Superficie de falla o ruptura</b>	Se refiere a la proyección del escaupe principal bajo la superficie del material desplazado por un movimiento. El volumen de suelo por debajo de esta superficie no se mueve (IAEG Commission on Landslides, 1990).
<b>Pie de la superficie de falla o ruptura</b>	Es la intersección entre la parte inferior de la superficie de falla del movimiento y la superficie original del terreno; por lo general, se encuentra cubierta por el material desplazado (Suárez, 2010).
<b>Costado o flanco</b>	Se refiere al material que no se ha movido, contiguo a los lados de la superficie de falla o ruptura. Se puede diferenciar el flanco izquierdo y el derecho visto desde la corona hacia el pie del movimiento (IAEG Commission on Landslides, 1990).
<b>Superficie original del terreno</b>	Es la superficie de la ladera o talud que se encontraba antes de que acontezca el movimiento en masa (Alcántara Ayala, 2000).

*Nota.* Fuente: (Alcántara Ayala, 2000; GEMMA, 2007; IAEG Commission on Landslides, 1990; Suárez, 2010)

### 2.1.4 Dimensiones

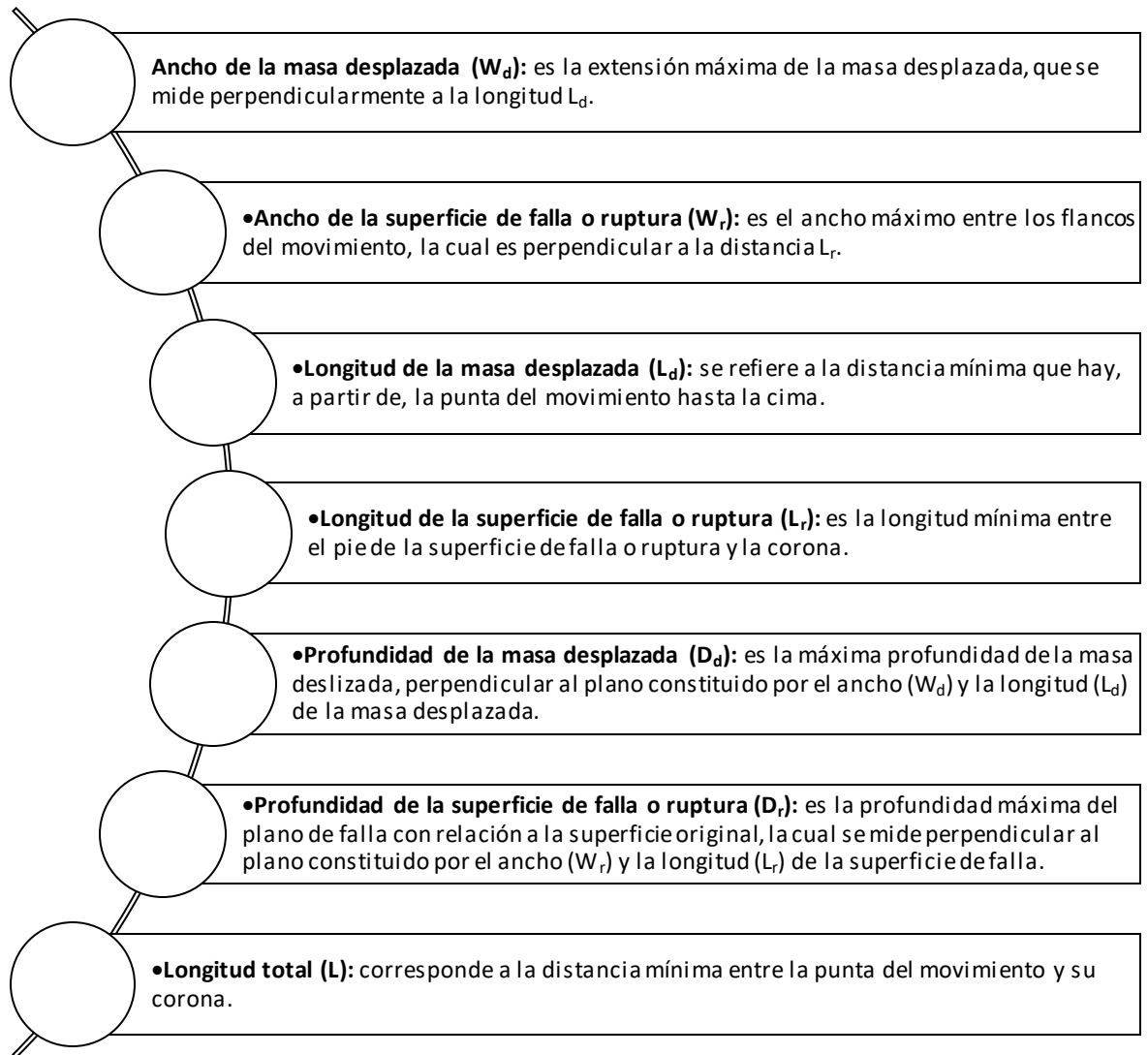
Las dimensiones de un movimiento en masa dependen del tipo de movimiento y del material implicado que poseen, por lo que la utilización de una nomenclatura apropiada es elemental para su estudio. Por esta razón, se empleará la terminología propuesta por el IAEG Commission on Landslides (1990) (Figura 18), cuyas dimensiones son descritas en la Figura 19.

Figura 18: Dimensiones de un movimiento de masa



Nota. Fuente: (Suárez, 2010)

Figura 19: Descripción de las dimensiones de un movimiento de masa

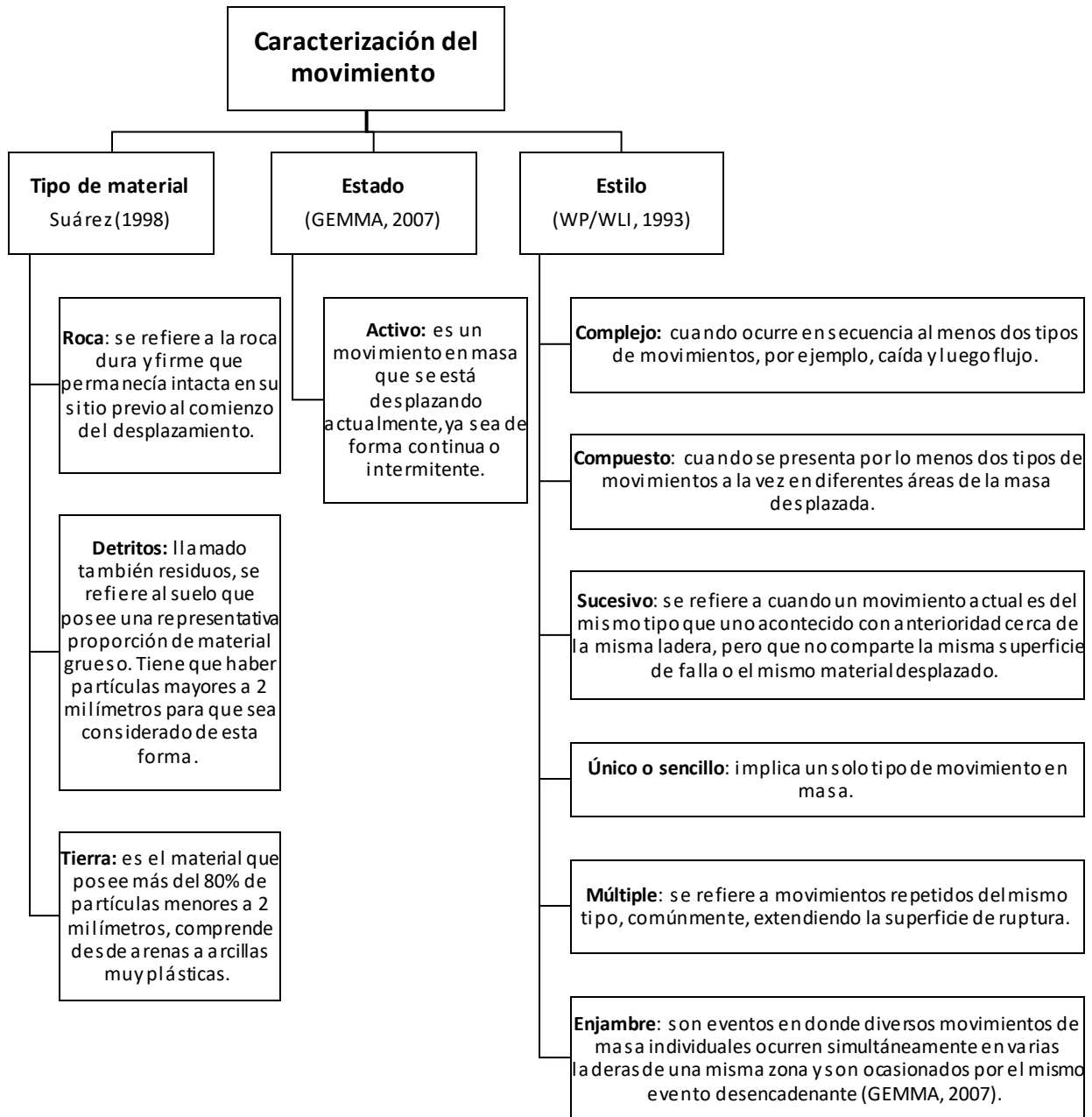


Nota. Fuente: (IAEG Commission on Landslides, 1990)

### 2.1.5 Caracterización del movimiento

Cuando se define el tipo de movimiento es elemental conocer las características que este presenta, así como, el tipo de material, estado y estilo (Figura 20):

Figura 20: Caracterización de un movimiento en masa



Nota. Fuente: (GEMMA, 2007; Suárez, 1998; WP/WLI, 1993)

### 2.1.6 Factores que afectan a los Movimientos de Masa

Las laderas que se han mantenido estables durante mucho tiempo pueden fallar de manera inesperada a causa de alteraciones en la resistencia del suelo, cambios topográficos, flujos de agua

subterránea, eventos sísmicos, agentes atmosféricos o por factores de tipo natural o antrópico que alteren su estado natural de estabilidad (Suárez, 2010).

#### **2.1.6.1 Factores condicionantes**

Son factores estáticos o pasivos que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno (Vallejo et al., 2002), entre los cuales tenemos:

- **Pendientes**

Mientras mayor sea la pendiente de una ladera, mayor serán las fuerzas que intentan desestabilizarla y los factores de seguridad frente al movimiento en masa se reducen. Los taludes con altas pendientes presentan mayor probabilidad a la ocurrencia de movimientos de tipo caída, volcamiento y flujo.

- **Cobertura vegetal**

La vegetación cumple un papel primordial en la estabilidad de laderas, debido a que protege de la erosión, evita la infiltración de agua, mejora la cohesión y fortalece la matriz del suelo (Pineda et al., 2016). La cobertura vegetal tiene un efecto estabilizador al fortalecer el suelo por la acción de las raíces y por la generación de materia orgánica que contribuye a la unión de las partículas del suelo (Suárez, 2010). La rápida infiltración del agua en suelos descubiertos durante precipitaciones intensas, satura el material, disminuyendo la estabilidad del talud e incrementando el riesgo de movimientos de masa.

- **Litología**

La litología hace referencia a la composición y estructura de las formas del relieve y las formaciones superficiales (CLIRSEN, 2011), donde los materiales que lo conforman representan

el tipo de inestabilidad que esta puede ejercer. Cada formación geológica está expuesta a la probabilidad que suceda un movimiento en masa dependiendo del tipo de material conjuntamente con la presencia de agua.

#### **2.1.6.2 Factores detonantes o desencadenantes**

Son las causas externas que ocasionan el movimiento. Se refiere a una acción, o a un evento natural o antrópico que origina la inestabilidad de la ladera modificando sus características y propiedades (INDECI, 2011), entre los cuales tenemos:

- **Movimiento tectónico**

Son las fuerzas que surgen del interior de la tierra, destruyendo y construyendo los accidentes geográficos. La tectónica genera discontinuidades que permite el ingreso del agua en las juntas activando la presión de poros, produciendo meteorización y al mismo tiempo debilitándolas, también facilita el ingreso de materiales blandos en el interior de las juntas, lo que favorece a los procesos de remoción en masa (Suárez, 2010).

- **Sismo**

Los movimientos de masa se pueden activar al presentarse un sismo, debido a las fuerzas dinámicas que actúan sobre una ladera, provocando el aumento de los esfuerzos cortantes del suelo. En lugares montañosos, este factor detonante normalmente es alto, causando deslizamientos, flujos de suelos, caída de bloques, entre otros (Suárez, 2010).

- **Lluvias**

Los movimientos de masa pueden ser ocasionados durante los periodos de precipitaciones intensas y prolongadas. Este factor produce modificaciones en la humedad y en la presión de poros

lo cual afecta a la resistencia del suelo, y a su vez ocasiona diferentes tipos de movimiento, tales como, deslizamientos, flujos de detritos o derrubios, entre otros (Rivera, 2020).

Según Suárez (2010) el agua de las lluvias puede generar los siguientes efectos en las laderas:

- Aumento de peso del suelo: al momento que se infiltra el agua, hace que el suelo aumente su peso y el material del talud tienda a deslizarse.
- Presión de poros: es la presión que ejerce el agua entre las partículas del suelo. La fricción disminuye, al aumentar la presión de poros.
- Disminución de la resistencia por el agua absorbida.

#### – **Erosión superficial**

Es el proceso de desprendimiento, traslado y depósito de las partículas que conforman el suelo. Los principales agentes geológicos que ocasionan la erosión son el agua y el viento. Este evento es muy común presenciar en los suelos residuales y aluviales compuestos por materiales como limos y arenas finas. Además, la erosión se ejecuta internamente en donde el recorrido del agua va generando pequeñas cavidades que inducen a la falla del talud, causando cambios topográficos (Suárez, 2010).

#### – **Factores antrópicos**

Se refiere a las actividades humanas que ocasionan la activación de los movimientos de masa. Suárez (2010) menciona que las causas más comunes que afectan la estabilidad del talud son las siguientes:

- Excavación del pie del talud: el cual modifica el estado original del terreno.

- Carga en la corona del talud: este aumenta el esfuerzo cortante del suelo.
- Irrigación: permite la infiltración ocasionando cambios de humedad en el suelo.
- Mantenimiento deficiente de sistemas de drenaje
- Escapes de agua de tuberías
- Vibración artificial: provocadas por la vibración de maquinaria, tránsito vehicular, entre otros, que producen fuerzas dinámicas ocasionando el desgaste de los materiales que conforman la estructura del suelo.
- Deforestación: al eliminar el refuerzo de las raíces forestales se reduce la resistencia del suelo.

### **2.1.7 Inventario de Movimientos de Masa**

Los inventarios de movimientos de masa representan de manera sistemática un registro de la localización, tipo, estado de actividad, área de afectación, factores condicionantes y desencadenantes importantes en la generación de estos fenómenos (Robin Fell et al., 2008; Guzzetti et al., 2012). Se pueden elaborar a través de estudios de campo, interpretación visual y semiautomática de fotografías aéreas e imágenes satelitales de Google Earth y mediante el análisis de modelos digitales de elevación (Rabby & Li, 2019, 2020; Xu, 2015). También los registros históricos de crónicas y relatos populares, noticias en medios de comunicación y publicaciones científicas conforman valiosa información de entrada para la producción de inventarios de movimientos de masa (Alcántara Ayala & Murillo García, 2008; Kirschbaum et al., 2015; Valenzuela et al., 2017).

## 2.2 Fotogrametría aérea de baja altitud

La fotogrametría es el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales se puede deducir los atributos geométricos de un objeto como la forma, dimensiones del mismo, entre otros (Costales, 2018). También se puede entender como la captura de fotografías desde un punto de vista métrico, para realizar mapas, modelamiento y planos de alta precisión. El levantamiento fotogramétrico es la aplicación de la fotogrametría a la topografía y no es una ciencia nueva, ya que los principios matemáticos con los que se rige, son estudiados desde hace más de un siglo; sin embargo, sus aplicaciones topográficas son mucho más recientes (Costales, 2018).

La fotogrametría aérea de baja altitud se obtiene a partir de un vehículo aéreo no tripulado (VANT), conocido en la actualidad como drones. Tienen un sistema integrado de cámaras y sensores de alta tecnología, cuyo objetivo es entregar fotografías de alta resolución. Su procedimiento consta en ir capturando imágenes perpendiculares de la zona de estudio (superficie). Posteriormente, con los datos se podrá obtener modelamientos del terreno en 2 y 3 dimensiones (Costales, 2018).

Al trabajar con fotogrametría aérea, se tiene varias ventajas que son las siguientes:

- Obtener información actualizada de la zona de estudio.
- Recolección de información en área de difícil acceso.
- Facilita el estudio de la evolución de un fenómeno en cualquier estado de su fase de desarrollo.
- Resultados de planimetría y altimetría en alta resolución.
- Rapidez en la obtención de resultados.

Es importante conocer que, al momento de realizar fotogrametría aérea, se aplica teledetección, en vista de que esta última permite adquirir información de objetos sin tener contacto directo con ellos (Soria & Matar, 2016).

### **2.2.1 Ortomosaicos**

Cuando el dron realiza la captura de imágenes se pueden presentar fenómenos como, inclinación y rotación de la cámara, lo que provoca que las imágenes se distorsionen geométricamente y repercuta en problemas en la resolución espacial (Gutiérrez, 2014). Por tal motivo, las imágenes deben rectificarse antes de generar los ortomosaicos. El mosaico hace referencia a la combinación de imágenes por medio de una rectificación horizontal para formar una sola, con el objetivo de ampliar el campo de visión que una imagen pueda cubrir (Cheng et al., 2007). El procedimiento del ortomosaico consta de 3 etapas: Configuración del bloque geométrico, reconstrucción 3D del lugar y finalmente la generación de la imagen ráster, como, el modelo digital de superficie (MDS) y modelo digital del terreno (MDT) (Escalante et al., 2016).

#### **– Fotointerpretación**

La fotointerpretación es el proceso de extraer información que se encuentra dentro de una imagen para identificar objetos y juzgar su significado. Este proceso es posible gracias a que cada objeto, de acuerdo a su naturaleza, absorbe energía del sol y la refleja, las cuales son observadas en diferentes longitudes de ondas del espectro electromagnético (Chuvienco, 1995). Dentro de él, se encuentra el espectro visible llamado así debido a que es la única radiación electromagnética que puede percibir el ojo humano, cuyas longitudes de ondas varían entre 0,4 y 0,7 micrómetros (Quirós, 2011). Las principales bandas del espectro visible son rojo, verde y azul (red, green, blue) conocidas también como bandas RGB por sus siglas en inglés, cuyas longitudes de onda se

encuentran entre para el azul entre los 0.4 a 0.5  $\mu\text{m}$ ; verde de 0.5 a 0.6  $\mu\text{m}$  y rojo de 0.6 a 0.7  $\mu\text{m}$  (Chuvieco, 1995).

## **2.3 Parámetros para determinar la resistencia al cortante del suelo**

La resistencia al cortante del suelo se lo define como la resistencia interna por unidad de área que tiene un suelo para soportar la falla de esfuerzos y deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro del mismo (J. Pineda et al., 2014). Sus parámetros principales es la resistencia friccionante y la resistencia cohesiva, en donde el ángulo de fricción es la representación matemática del coeficiente de rozamiento entre partículas, mientras que la cohesión se refiere a la adherencia entre las partículas del suelo (Suárez, 1998). Estos parámetros son determinados en laboratorio mediante dos tipos de ensayos: triaxial y de corte directo.

### **2.3.1 Ángulo de fricción**

Se refiere al ángulo que genera el material con respecto a la horizontal que forma el talud, en la que el material se mantiene estable (GEMMA, 2007). Es una característica de los materiales granulares el cual depende del tamaño, forma, densidad y la distribución de las partículas, además están relacionados con el ángulo de reposo de la pendiente de un compuesto de material granular que se resiste al deslizamiento provocado por la fricción que existen entre las caras de contacto de las partículas (Das, 2013). Por lo regular el ángulo de fricción para los suelos granulares varían entre 27 a 42 grados y estos valores dependen del tipo de ensayo por los que son sometidos. Este parámetro representa ser el más importante para el análisis en la resistencia al cortante del suelo ya que facilita calcular las capacidades portantes y admisibles del terreno (Suárez, 1998).

### **2.3.2 Cohesión**

La cohesión que existe en un suelo se representa como la atracción de las partículas originadas por las fuerzas intermoleculares y las partículas de agua. Este valor de cohesión puede variar al existir un cambio de humedad en el material, además se considera que para suelos granulares no existe adherencia y se supone una cohesión igual a 0, por lo que son llamados suelos no cohesivos, en nuestro medio este parámetro se mide en Kg/cm<sup>2</sup>. Para el caso de arenas parcialmente saturadas cuyas partículas se encuentren unificadas se les denominan como cohesión aparente y su resultado debe a la tensión superficial (Suárez, 1998).

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1 Inventario de movimientos de masa

#### 3.1.1 Recopilación de información secundaria

En primera instancia, se realizará una investigación de tipo exploratorio, en vista de que se efectuará un análisis documental mediante una investigación retrospectiva que permitirá obtener la línea base de los movimientos de masa activos para la siguiente fase de la investigación. Para ello, se solicitará información a dos entidades públicas (ver Tabla 1):

Tabla 1: Recopilación de información secundaria

Fuente	Información secundaria
Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Turi (GAD TURI)	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Turi (PDOT) y los archivos en formato shapefile utilizados para la realización de este.
Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE)	Inventario de movimientos de masa recopilado a lo largo del tiempo.

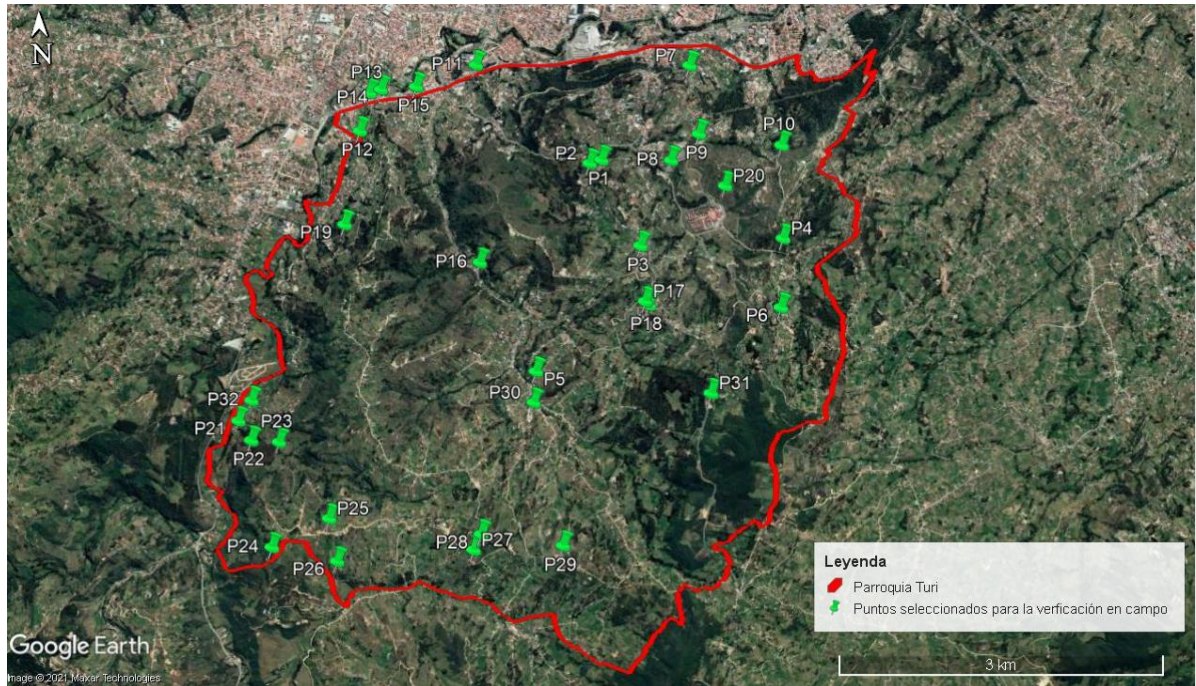
*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.2 Levantamiento de un inventario de movimientos de masa

En esta etapa, se realizará una investigación mediante un estudio de observación en campo, que permitirá llevar a cabo el levantamiento de los movimientos de masa. Para ello, se realizará la fotointerpretación de imágenes satélites provistas por Maxar Technologies disponibles a través del software Google Earth. En este software, se visualizará el área de estudio a través de imágenes satelitales antiguas y actuales. Para tratar de identificar los posibles movimientos de masa será necesario aplicar criterios como la pendiente, elevación y el cambio de vegetación, que indicará si ha existido alguna alteración en el suelo. Además, para complementar lo anterior, se ingresarán las

coordenadas de los movimientos de masa de la zona de estudio proporcionadas por la SNGRE. Por último, se seleccionarán diversos puntos de los posibles movimientos de masa que serán verificados en campo (Figura 21).

Figura 21: Selección de lugares para visita en campo



Nota. Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.3 Validación del inventario de movimientos de masa in situ

Mediante visitas de campo se procede con la comprobación de los puntos elegidos por medio de las imágenes satelitales. Así se definirá, si son movimientos de masa activos o simplemente suelos descubiertos. Además, en el recorrido por la parroquia Turi se determinarán nuevos puntos que serán agregados al estudio. También, se consultará a moradores del sector que, mediante su conocimiento sobre la zona de estudio, permitirán agregar nuevos posibles puntos al inventario. Cabe recalcar que en esta etapa se llenará la ficha de inventario para cada uno de los deslizamientos, las cuales permitirán caracterizar a los movimientos de masa.

### 3.1.4 Ficha de inventario de movimientos de masa

El formato de la ficha de inventario de movimientos de masa propuesto por el Grupo de Estándares para Movimientos de masa (GEMMA), se constituye como un instrumento para la recopilación ordenada de información básica sobre este fenómeno. A su vez también, permite sintetizar los rasgos más característicos según los atributos de tipo geológico, geomorfológico, geotécnico y de efectos causados. Los datos a recolectar dependen del interés del estudio y no es un esquema unificado. Es por esta razón que la ficha se modificó para el levantamiento in situ, (Ver Anexo 2), la cual contiene la siguiente información:

- **Localización Geográfica:** en este campo se pretende tener la ubicación absoluta y relativa del sitio en donde aconteció el evento. Para esto, se registraron los datos generales del movimiento como: división política, coordenadas UTM y referentes geográficos.
- **Actividad del movimiento:** permite registrar las fechas de ocurrencia, el estado y estilo del movimiento. Para este campo fue necesario realizar una consulta directa a los moradores del sector para obtener la fecha de ocurrencia del último movimiento, ya que el presente estudio se enfoca en movimientos activos.
- **Litología y Formación Geológica:** se debe realizar una breve descripción de la litología del área que conforma la ladera sobre la que aconteció el movimiento en masa. Para este proceso se contrastó cada uno de los puntos del inventario con la capa de litología en archivo shapefile proporcionada por el GAD parroquial Turi.
- **Clasificación del movimiento:** de acuerdo con la información que se obtendrá bajo este parámetro, conjuntamente con otros datos del formulario, se podrá clasificar el tipo de movimiento según el sistema de clasificación propuesto por Cruden & Varnes (1996).

- Tipo de movimiento: en esta sección se identificará el tipo de movimiento, los cuales pueden ser: caída, volcamiento, deslizamiento rotacional, deslizamiento traslacional, propagación lateral, reptación y flujo.
- Tipo de material: se identificará en campo de forma visual el tipo de material (tierra, detritos y roca) presente en la zona donde ocurrió el movimiento.
- Humedad: se refiere al contenido de humedad del material implicado en el movimiento. Para los movimientos significativos se calculará la humedad mediante ensayos en laboratorio, mientras que, para los restantes, el grado de humedad se identificará de forma cualitativa de acuerdo a la Tabla 2. Esto debido a que se realizará una descripción general de toda la parroquia Turi, por lo que es viable ejecutar los ensayos de laboratorio para todos los suelos pertenecientes a los movimientos de masa por tiempo y presupuesto.

Tabla 2: Criterios para estimar cualitativamente el grado de humedad de un material

<b>Humedad</b>	<b>Criterio</b>	<b>Humedad con relación a los límites de consistencia</b>	<b>Saturación S (%)</b>
Seco	Material sin rastros agua.	Humedad por debajo del Límite de Contracción.	0%
Ligeramente húmedo	Material con rastros de agua, pero difícil de visualizar o sentir al tacto.	Humedad por encima del Límite de Contracción y por debajo o igual al Límite Plástico.	$0 < S < 80$
Húmedo	Material húmedo al tacto.	Humedad entre el Límite Plástico y el Límite Líquido.	$80 < S \leq 100$
Muy húmedo	El agua aflora en superficie cuando una muestra del material se exprime con una ligera presión de	Humedad en el Límite Líquido o ligeramente mayor.	$S = 100$

	las manos, o se pisa fuertemente sobre el terreno.	
Mojado	Material lodoso con comportamiento como el de un líquido.	Humedad mucho mayor al Límite Líquido. S = 100

*Nota.* Fuente: (GEMMA, 2007)

- Plasticidad: se refiere al comportamiento de una muestra de material al tratar de moldearla manualmente. Para los movimientos más significativos la plasticidad se determinará en laboratorio, mientras que, para los restantes se ejecutará mediante pruebas sencillas de campo, que consistirán en moldear y amasar sobre una superficie lisa una pequeña porción de suelo humedecido, que pase el tamiz No. 40, hasta formar cilindros de 3 milímetros de espesor (FAO, 2007). La clasificación de la plasticidad se realizó mediante lo sugerido por la FAO (2007) (Tabla 3):

Tabla 3: Ensayo de campo para determinar la plasticidad

Plasticidad	Descripción
Alta	Si se puede formar un cilindro que no se rompe fácilmente y cuando se rompe, se puede amasar entre las manos y volverlo a formar varias veces.
Media	Cuando se puede formar un cilindro, pero al romperse y volver a su condición anterior, no se puede formar otra vez.
Baja	Cuando se puede formar un cilindro, pero se deshace desprende con facilidad y regresa a su condición anterior.
No plástico	Cuando no se puede formar un cilindro.

*Nota.* Fuente: (FAO, 2007)

- Origen del suelo: se indica el origen del suelo perteneciente al lugar donde ocurrió el movimiento, tales como, residual, sedimentario, coluvial y volcánico.

- Clasificación Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS): para los movimientos de masa más significativos se procederá a colocar las iniciales correspondientes al tipo de suelo según la normativa ASTM D2487 (2000).
  - Otras características: para los movimientos de tipo flujo se especifica si son canalizados o no canalizados.
- **Morfometría:** se divide en los aspectos descritos a continuación.
- General: corresponde a las características geométricas de la ladera una vez ocurrida la falla. Entre las cuales constan el área del movimiento, la diferencia de altura de corona a punta y la longitud horizontal de corona a punta, cuyos valores fueron obtenidos por medio del software ArcGIS. Al igual que las pendientes a través del módulo Slope (3D Analyst).
  - Dimensiones: se refiere a las dimensiones que presenta el movimiento en masa, tales como,  $W_d$ ,  $W_r$ ,  $L_d$ ,  $L_r$ ,  $D_d$ ,  $D_r$  y  $L$ . Aquellas dimensiones que no se lograron obtener en campo, se consiguieron a través de los ortomosaicos en el software ArcGIS.
  - Deformación del terreno: para los deslizamientos traslacionales, rotacionales y reptación se observaron los cambios de forma (ondulación y escalonamiento) en la superficie del suelo afectado. El grado de severidad se consideró en base a la Tabla 4.

Tabla 4: Niveles de severidad

<b>Plasticidad</b>	<b>Descripción</b>
Leve	En caso de que la deformación sea apenas apreciable a simple vista.
Media	Si la deformación es notoria con escalonamientos y ondulaciones perceptibles al caminar; se pueden observar postes, árboles, cercas inclinadas y estructuras agrietadas.
Severa	Si el terreno está afectado intensamente por varios desniveles, creando algunas veces bloques separados por escarpes secundarios y grietas; las estructuras ubicadas sobre este terreno se encuentran severamente afectadas o destruidas.

*Nota.* Fuente: (GEMMA, 2007)

- **Causas del movimiento:** se deben seleccionar las posibles causas condicionantes y detonantes que afectaron a la ladera y ocasionaron el movimiento en masa. Para ello, se realizó el siguiente análisis para los factores condicionantes:

- Pendientes pronunciadas: se seleccionó en base a las pendientes obtenidas de cada movimiento en función a los rangos de clasificación alta y muy alta como establece Suárez (2010) en la Tabla 5.

Tabla 5: Clasificación de pendientes

<b>Clasificación</b>	<b>Pendiente (ángulo de inclinación)</b>
Muy baja	0 a 5 % (0 a 8.5 grados)
Baja	15 a 30 % (8.5 a 16.7 grados)
Mediana	30 a 50 % (16.7 a 26.6 grados)
Alta	50 a 100 % (26.6 a 45 grados)
Muy alta	Más del 100% (más de 45 grados)

*Nota.* Fuente: (Suárez, 2010)

- Ausencia de cobertura vegetal: se basó en el porcentaje de suelo descubierto del área total del movimiento en masa, seleccionando los valores que están por encima del 40%, ya que en zonas sin vegetación existe mayor probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos.
- Litología: el análisis de este factor se enfoca en los suelos compuestos por materiales como, arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales, ya que se considera que en éstos existe una baja resistencia e inestabilidad (Montero, 2017).

Por otra parte, los factores detonantes, se seleccionarán en base a un criterio subjetivo de acuerdo a lo observado en campo, que servirá como parámetro de contraste con los resultados de la investigación. Para ello, la ficha presentará un listado de las posibles causas: movimiento tectónico, lluvias, erosión superficial, excavación del pie del talud, carga en la corona del talud, irrigación, mantenimiento deficiente de sistema de drenaje, escapes de agua de tuberías, vibración artificial (tránsito vehicular) y deforestación.


- **Cobertura y uso del suelo:** este parámetro se obtendrá a partir de las capas de cobertura vegetal y uso de suelo proporcionadas por el GAD parroquial Turi. Para ello se utilizará el software ArcGIS, el cual permitirá obtener sus respectivos porcentajes.
- **Importancia del evento:** se seleccionará en base a la gravedad de los efectos negativos provocados por el movimiento en masa según Fell et al., (2005), que recomienda las siguientes medidas cualitativas de estos efectos:
  - Alta: estructuras totalmente destruidas o daño extensivo, en el cual se requieren grandes obras de ingeniería para su estabilización o reparación.

- Media: daño moderado a ciertas estructuras, o necesidad de grandes obras de estabilización.
  - Baja: escaso daño a estructuras, en el que se puede requerir trabajos menores para la estabilización.
- **Notas y apreciación del riesgo:** los predios afectados, claves catastrales y régimen de propiedad se obtendrán del GAD Municipal Cuenca (2018). Las distancias a vías y existencias de canales de riego se extraerán a partir de los ortomosaicos de cada movimiento en masa. Finalmente, la precipitación media anual se obtendrá mediante la capa de precipitación proporcionada por el GAD parroquial Turi.
- **Fotografías:** Se agregó el correspondiente registro fotográfico de cada movimiento de ladera, conjuntamente con la vista en planta mediante una ortofoto capturada por el dron.

### 3.2 Fotogrametría aérea de baja altitud

El levantamiento fotogramétrico se realizará en tres etapas: planificación de vuelo, captura de imágenes y procesamiento de imágenes. Como herramienta de captura se utilizará el dron DJI Mavic Pro que posee las características descritas en la Tabla 6.

Tabla 6: Características del dron DJI Mavic Pro

	
Tiempo de Vuelo	27-30 min
Peso	1,6 lb
Velocidad máxima	40mph
Gimbal	3 ejes
Cámara	12 MP

Dimensiones	7,8
Longitud de onda	0,4 a 0,7 $\mu\text{m}$

---

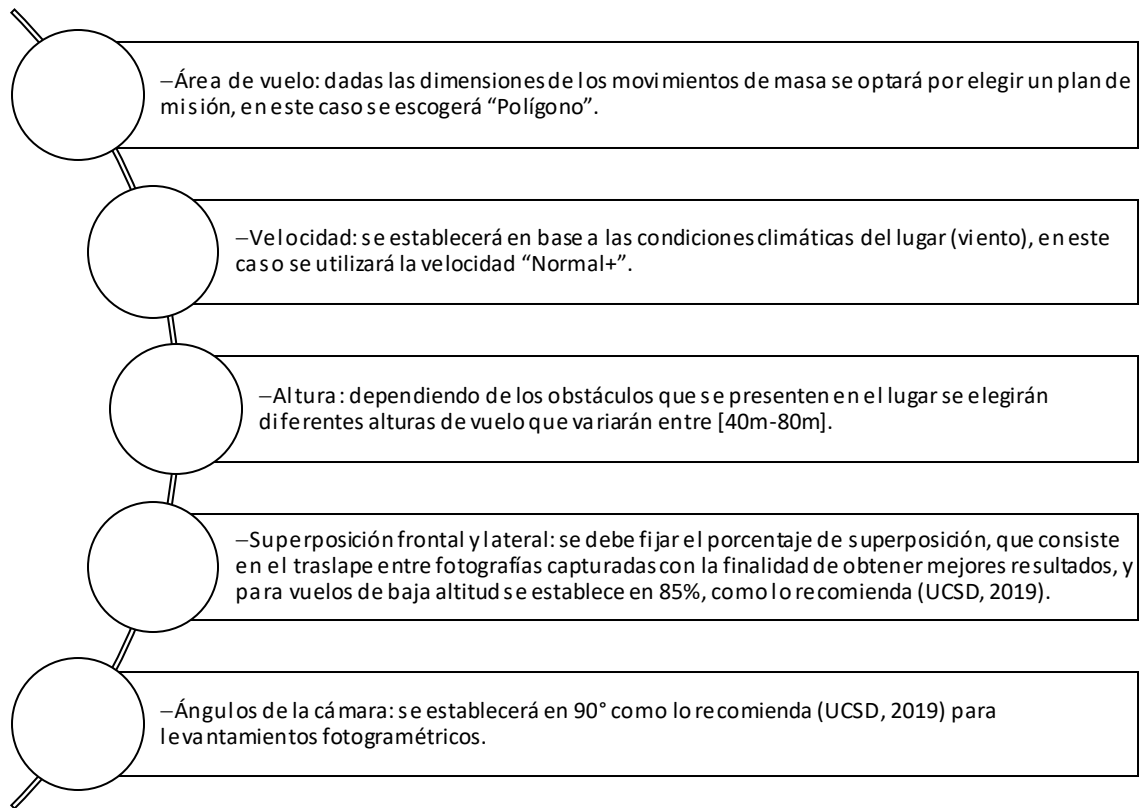
*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

### **3.2.1 Planificación de Vuelo**

Como primer punto será necesario reconocer las diferentes zonas donde se realizarán los respectivos vuelos. De esta forma, se establecerá la altura ideal a la que se capturarán las imágenes. Altura que tiene por objetivo evitar obstáculos como: árboles, postes, líneas eléctricas, entre otros; esto tomando en consideración las sugerencias de UCSD (2019). De acuerdo a las recomendaciones que establecen DJI (2020) y Martínez (2018), para evitar daños en el VANT y en la obtención de imágenes de alta precisión, se evitará realizar los vuelos en días nublados o lluviosos.

Posteriormente, se realizará la planificación del vuelo mediante la aplicación Pix4Dcapture. Esta aplicación permite ingresar datos como el área de vuelo, velocidad, altura, superposición frontal, lateral y el ángulo de la cámara como se describe en la Figura 22.

Figura 22: Datos a ingresar para la planificación del vuelo.



Nota. Fuente: (UCSD, 2019)

Antes de proceder con la recolección de datos será necesario realizar una breve inspección visual para determinar el sitio adecuado de despegue/aterrizaje del dron. De esta manera, el dron se mantendrá todo el tiempo en vista del piloto. Una vez ingresados los datos en la aplicación Pix4Dcapture se dará inicio el levantamiento fotográfico.

### 3.2.2 Procesamiento de imágenes

El ortomosaico se construirá en el software Pix4Dmapper, el mismo que permitirá corregir las posibles distorsiones planimétricas que se pueden producir por las diferencias de nivel del terreno, por la inclinación y rotación de la cámara aérea (Gutiérrez, 2014). De esta forma, se eliminará del fotograma no corregido la variación de escala, consiguiendo una escala única y

adecuada para toda la superficie del ortomosaico (Gutiérrez, 2014). Una vez obtenida la reconstrucción 3D a partir de la nube de puntos, se generará el MDS, MDT y las curvas de nivel.

### 3.2.3 Índice espectral de vegetación RGB

El índice Green Leaf Index (GLI) conocido como índice de hoja verde, fue diseñado para discriminar las masas de vegetación, monitoreadas por medio de vuelos aéreos de baja altitud usando los VANT (Louhaichi et al., 2001), siendo este un método alternativo al Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada o NDVI por sus siglas en inglés de Normalized Difference Vegetation Index (Eng et al., 2019; Novara et al., 2019; Ramírez, 2019). Los valores calculados se encuentran en el rango de -1 a 1, donde los valores positivos muestran la presencia de vegetación, mientras que los valores negativos identifican a los suelos descubiertos, infraestructura antrópica y cuerpos de agua (Starý et al., 2020). Es un método robusto, pero a su vez sensible a zonas con sombras que dañarán los resultados. Se puede trabajar solo mediante una cámara RGB, por lo que repercute en una opción interesante cuando no se cuenta con información en el infrarrojo cercano requerido para el cálculo del NDVI.

Por medio de los ortomosaico se calcularán los índices de vegetación por el método GLI establecido por Louhaichi et al. (2001) según la ecuación 1:

$$GLI = \frac{(2*G-R-B)}{(2*G+R+B)} \quad (1)$$

Donde,

G = banda verde

R = banda roja

B = banda azul

Obtenidos los valores de -1 a 1 del GLI, se realizará una clasificación no supervisada, con el objetivo de separar el suelo descubierto de otras coberturas como estructuras, cuerpos de agua y vegetación. Con ello, se obtendrán los valores mínimos y máximos de este índice, que pertenecen únicamente a estos suelos descubierto. Adicionalmente, se calculará el porcentaje de área de suelo descubierto que está dentro del polígono del movimiento de masa. Por otro lado, con la finalidad de calcular el porcentaje de vegetación alta, se sigue el criterio de Pérez & Martínez (2015) que se muestra en la Tabla 7. De esta forma se selecciona únicamente los valores mayores a 0.4. Esto permitirá inferir el nivel de cobertura vegetal alta existente en cada uno de los movimientos y asociarlo como causa de la ocurrencia del fenómeno.

Tabla 7: Clasificación de los valores de NDVI

Clasificación	Valor
Nubes y agua (NA)	< 0.01
Suelos sin vegetación (SV)	0.01 – 0.1
Vegetación ligera (VL)	0.1 – 0.2
Vegetación media (VM)	0.2 – 0.4
Vegetación alta (VA)	> 0.4

*Nota.* Fuente: (Pérez & Martínez, 2015)

### 3.3 Análisis multivariante de la caracterización de los movimientos de masa

El método algorítmico K-means planteado por MacQueen (1967) permite revelar agrupamientos a través de un conjunto de datos cuantitativos, donde cada clúster o grupo está interpretado por el promedio de los valores que lo componen. En cada grupo existe un representante llamado centroide que se ubican aleatoriamente, asignando datos con semejanzas iguales al centroide más cercano.

La medida que indica la efectividad de los centroides que representan a los valores del clúster es la sumatoria de las distancias al cuadrado. En función de cada iteración que realiza el algoritmo K-means, los errores se reducen, volviendo a reasignar los puntos a nuevas posiciones de los centroides (Universidad de Granada, 2014). A pesar que el algoritmo no necesariamente determina la configuración más adecuada, garantiza el agrupamiento formando clústeres con los valores más semejantes entre sí (MacQueen, 1967).

Para el análisis de los factores mediante las técnicas multivariante se empleará el software R. En primer lugar, se deberá cargar un conjunto de datos que faciliten la obtención de agrupaciones o clústeres por medio de k-means. Para este caso se ingresarán las variables cuantitativas más importantes de las 19 fichas de inventario, entre ellas: altitud, área del movimiento, diferencia de altura de corona a punta, pendiente, precipitación, distancia a vías, promedio de los valores del índice GLI pertenecientes a suelo descubierto y su porcentaje. Cabe recalcar que los datos no tienen valores perdidos, lo que permitirá una mayor precisión en el análisis.

Posteriormente, es importante que los datos estén escalados para que las variables sean comparables, ya que si presentan diferentes escalas los resultados podrían ser erróneos (Amat, 2017). Para verificar si es apropiado realizar un clúster o grupo se deberá establecer la medida de proximidad mediante el método euclidiano, cuya función será determinar el grado de similitud entre datos. Es decir, si el grado de similitud entre variables es mayor, existirá mayor probabilidad que se asignen en el mismo grupo, o viceversa (Universidad de Granada, 2014).

### 3.4 Modelamiento geotécnico para la determinación del factor de seguridad en el talud

#### 3.4.1 Análisis multicriterio para contrastar los movimientos de masa significativos

El objetivo del análisis multicriterio es determinar los movimientos de masa significativos dentro de la parroquia Turi. Se considerarán un total de 10 criterios (elementos en riesgo), los cuales serán: número de viviendas (incluye el centro de rehabilitación social de Turi), distancia a carreteras y ciclovías, distancia a paradas de bus, distancia a infraestructuras de bienestar social (incluyen los centros de salud y unidades educativas), distancia a iglesias y recursos turísticos, distancia a saneamiento (incluye redes de agua potable y alcantarillado), densidad poblacional, actividades productivas, distancia a áreas protegidas y distancia a ríos (Tabla 8).

Tabla 8: Criterios considerados para el análisis multicriterio

<b>Identificación (Id)</b>	<b>Criterios</b>
C1	Numero viviendas
C2	Distancia a carreteras y ciclovías
C3	Distancias a paradas de bus
C4	Distancia a infraestructura de bienestar social
C5	Distancias a Iglesias y recursos turísticos
C6	Distancia a Saneamiento
C7	Densidad poblacional
C8	Actividades productivas
C9	Distancias a áreas protegidas
C10	Distancias a ríos

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Para calcular el peso de cada criterio, se utilizará el método cualitativo denominado Proceso Analítico Jerárquico (AHP) desarrollado por (Saaty, 1977), en el cual se emplea una matriz de comparación por pares (MCP). Esta técnica permite determinar prioridades evaluando diferentes

criterios cualitativos y cuantitativos para optimizar la toma de decisiones y decidir la opción más conveniente.

Todos los criterios del método AHP se comparan por pares en función de su importancia mediante una escala discreta de 1 a 9, en donde el valor 1 representa igual importancia, 3 ligeramente más importante, 5 notablemente más importante, 7 demostrablemente más importante, 9 absolutamente importante y los números 2, 4, 6, 8 representan valores intermedios (Saaty, 1980).

A la diagonal principal de la matriz se le asigna un valor unitario, ya que se compara el mismo criterio. Los valores superiores e inferiores a la diagonal son simétricos y por consiguiente recíprocos entre sí. Cuando el criterio en el eje vertical es más importante que el criterio en el eje horizontal, los valores varían entre 1 y 9, y si ocurre al contrario los valores varían de 1/2 a 1/9, es decir su valor inverso.

Esta matriz es consistente si para todas las comparaciones se respetan las reglas de transitividad por medio de la ecuación 2 y reciprocidad a través de la ecuación 3:

$$a_{i,j} = a_{i,k} \times a_{k,j} \quad (2)$$

$$a_{i,j} = \frac{1}{a_{j,i}} \quad (3)$$

Una vez desarrollada la MCPP, se obtendrá la matriz normalizada (MN) dividiendo cada valor de MCPP para la suma de su respectiva columna. El peso (W) de los criterios es igual a la media de su fila en la matriz MN. En la Tabla 9 se puede visualizar a detalle la explicación de este procedimiento.

Es fundamental comprobar si los pesos son consistentes como lo recomienda Saaty (1990), mediante la ecuación 4, que representa a la razón de consistencia (CR). La cual deberá tener un valor menor o igual a 0.1 para demostrar consistencia.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

donde CI es el índice de consistencia y RI es el índice aleatorio, expresado por las ecuaciones 5 y 6, respectivamente.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

$$RI = 1.98 \times \frac{n - 2}{n} \quad (6)$$

donde n es la dimensión de la matriz y  $\lambda_{max}$  es el valor propio máximo.

Tabla 9: Proceso AHP. MCPP: Matriz de comparación por pares; MN: Matriz de normalización. X, Y y Z representan los criterios a evaluar, donde a-j son los valores de escala discreta de comparación que consta de nueve niveles.  $S_x$ ,  $S_y$  y  $S_z$  corresponden a la suma de las columnas X, Y y Z respectivamente.  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{z}$  son el promedio de las filas X, Y y Z.

	MCPP			MN			
	X	Y	Z	X	Y	Z	W
X	a	b	c	a / $S_x$	b / $S_y$	c / $S_z$	$\bar{x}$
Y	d	f	g	d / $S_x$	f / $S_y$	g / $S_z$	$\bar{y}$
Z	h	i	j	h / $S_x$	i / $S_y$	j / $S_z$	$\bar{z}$
Sum	$S_x$	$S_y$	$S_z$				

Nota. Fuente: (Cobos & Solano, 2020)

Posterior al procedimiento anterior, los rangos de clases para las distancias a carreteras, ciclovías, saneamiento y ríos se obtendrán de Skilodimou et al. (2019), y los criterios restantes

(número de viviendas, distancia a paradas de bus, distancia a infraestructura de bienestar social, distancias a iglesias y recursos turísticos, densidad poblacional, actividades productivas y distancias a áreas protegidas), se realizará por medio de cuartiles y quintiles en el software ArcGIS. Por otra parte, la ponderación o importancia se evaluará con valores en escala del 1 al 10, siendo 1, el menos probable de que afecte y 10 el más probable.

Luego de obtener los pesos, clases y ponderaciones para cada criterio, estos datos se ingresarán en el software ArcGIS para su respectivo análisis mediante el método de combinación lineal ponderada (WLC), que ofrece la posibilidad de ponderar y combinar diversas variables para crear un análisis integrado (Hung et al., 2016). Mediante este análisis se creará un mapa que identifique a los movimientos de masa más significativos. En base a estos, se extraerán las muestras de suelo que serán analizadas en laboratorio.

### **3.4.2 Ensayos de suelos en laboratorio**

#### **– Extracción de la muestra de suelo**

Para la extracción de las muestras alteradas del suelo se seguirá el procedimiento que recomienda la normativa INEN 686 (1987), en el que se obtendrá aproximadamente 40 kilogramos de material que posteriormente serán llevados a laboratorio para sus respectivos ensayos: granulométricos, límites de Atterberg, compactación estándar, ensayo de corte directo y ensayo triaxial.

#### **– Análisis granulométrico por cribado**

Para el análisis granulométrico se seguirá el procedimiento de la normativa ASTM D422 (2007), que consiste en agitar una muestra de suelo a través de la tamizadora, mediante un conjunto

de tamices que se encuentran ordenados decrecientemente según su abertura, obteniendo de esta manera la curva de distribución de tamaño de partículas.

– **Límite de liquidez (LL)**

Se establece como límite líquido al porcentaje de contenido de humedad, en el cual el suelo cambia de estado plástico a líquido (Das, 2013). Este ensayo se realizará por medio de la norma ASTM D4318 (2000), a través de la utilización de la cuchara de Casagrande con la finalidad de conocer la humedad de una muestra de suelo que ha pasado por el tamiz #40 después de 25 golpes.

– **Límite de plasticidad (LP)**

Das (2013) establece que el límite plástico presenta el porcentaje de humedad que tiene una muestra de suelo cuando esta se enrolla en cuerpos cilíndricos hasta formar diámetros de aproximadamente 3 milímetros. Este ensayo se ejecutará siguiendo la metodología planteada en la norma ASTM D4318 (2000).

– **Índice de plasticidad (IP)**

Este parámetro se calculará mediante la resta entre el valor del límite líquido y límite plástico, basándose en la Tabla 10, que establece el estado plástico en el que se encuentra el suelo.

Tabla 10: Grado de plasticidad

<b>IP</b>	<b>Plasticidad</b>
0	No plástico
<7	Baja plasticidad
7-17	Medianamente plástico

---

*Nota.* Fuente: (Crespo Villalaz, 2004)

– **Clasificación de suelos**

La clasificación de los suelos sirve para determinar con precisión el tipo de suelo conforme a sus características granulométricas y de plasticidad. Esto se realizará a través de los sistemas de clasificación: SUCS (ASTM D2487, 2000) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (ASTM D3282, 1993).

– **Compactación estándar**

El ensayo de compactación en los suelos se utiliza para incrementar sus pesos unitarios, obteniendo la relación de densidad-humedad. De esta manera, se optimiza las propiedades de resistencia, minimizando sus deformaciones (Das, 2013). Este procedimiento se ejecutará mediante la norma ASTM D698-7 (2007), que consiste en dejar caer un martillo de 2.5 kilogramos desde una altura aproximada de 30 centímetros para compactar el material en tres capas de 25 golpes cada una dentro de un molde de  $944 \pm 14 \text{ cm}^3$ .

– **Ensayo de corte directo**

El ensayo de corte directo tiene como propósito determinar un plano de falla generado por la acción de una fuerza normal, que ayuda al confinamiento de la muestra y una fuerza horizontal, que produce el fallo, éstas al dividir las por sus respectivas áreas se convierten en esfuerzos. Cabe recalcar que la aplicación de la fuerza normal tiene que ser variada en cada ensayo con el objetivo de obtener los valores de ruptura del suelo (Crespo Villalaz, 2004).

Para este ensayo se seguirá el procedimiento descrito en la norma ASTM D3080 (2013), que consiste en determinar la resistencia cortante de un suelo sobre muestras inalteradas o remoldeadas, las mismas que se colocan dentro de dos cajas cuadradas de corte de metal, una superior que es móvil y otra inferior que se mantiene fija a lo largo de todo el ensayo. El tamaño de las muestras tiene que ser mínimo de 50 milímetros de lado y 12 milímetros de espesor.

#### – **Ensayo triaxial**

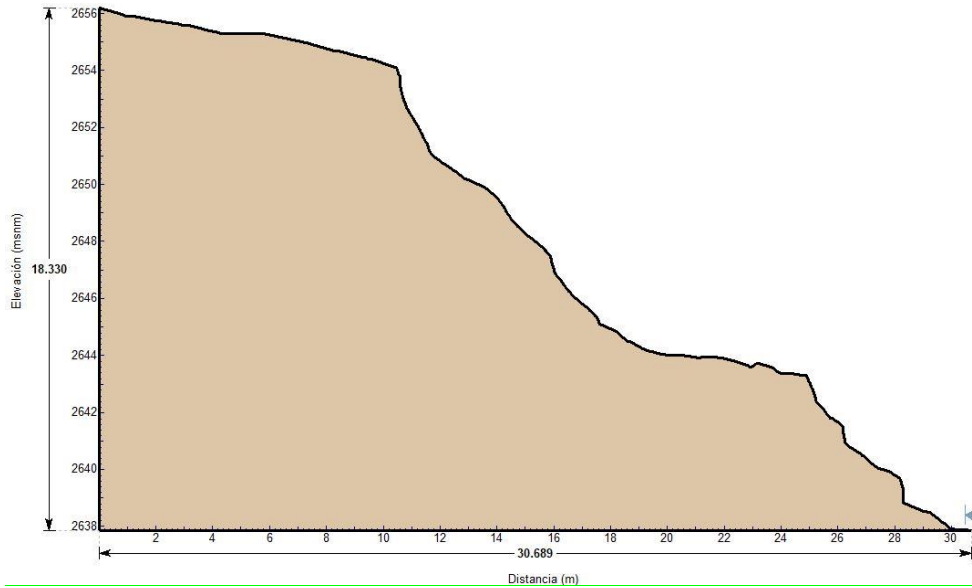
El ensayo triaxial no consolidado – no drenado (UU) permite obtener la resistencia al cortante, propiedades de consolidación, entre otros, por medio de una muestra cilíndrica inalterada o remoldeada que se encuentra protegida por una membrana látex (Das, 2013; Suárez, 1998), la cual es colocada en la cámara donde se aplica una presión de agua que se trasfiere hidrostáticamente a la muestra hasta alcanzar la falla (Crespo Villalaz, 2004). Para el correcto procedimiento del ensayo, se seguirá el método estándar de la norma ASTM D 2850 (1996), cuyo espécimen cilíndrico tiene un diámetro mínimo de 3.3 centímetros y su relación de altura está dentro del rango de 2 y 2.5.

#### **3.4.3 Análisis de factores que afectan a la inestabilidad del talud a través de la modelación en el software Slide**

Por medio de los ensayos de suelos en laboratorio se obtendrán los parámetros de la resistencia a cortante de los movimientos de masa significativos. Estos valores se utilizarán para modelar y evaluar el comportamiento del talud en presencia de causas externas que influyen en su inestabilidad. Las Figuras 23 y 24 muestran los perfiles de los movimientos de masa que serán analizados mediante el software Slide. Posteriormente, se obtendrá el factor de seguridad del suelo,

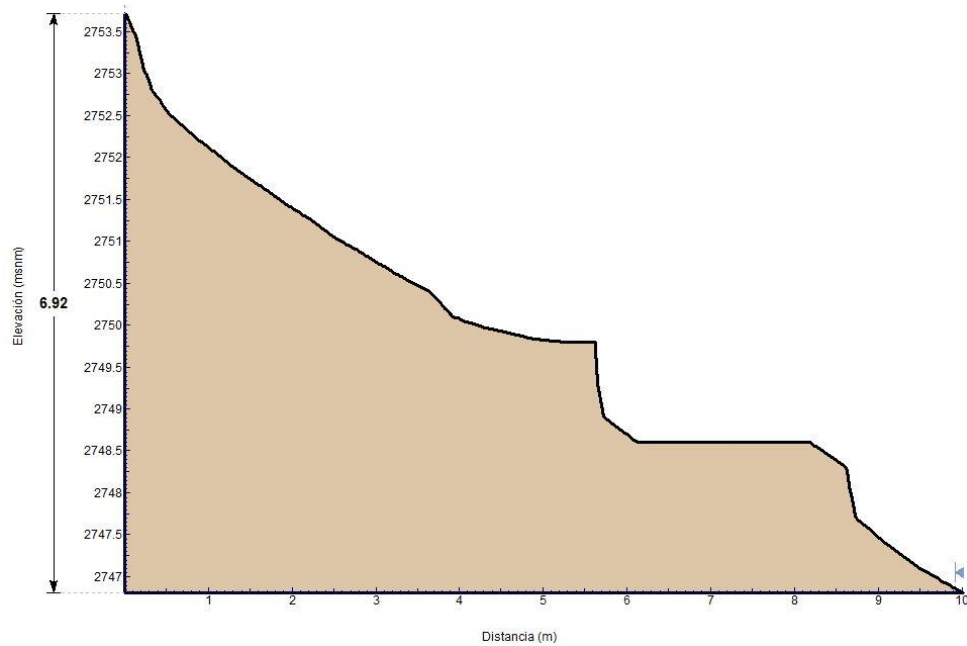
es decir la relación entre la resistencia al cortante y esfuerzos cortantes, que a su vez serán comparados con valores que expone la NEC-SE-CM (2015).

Figura 23: Perfil del movimiento en masa P8



Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Perfil del movimiento en masa P18

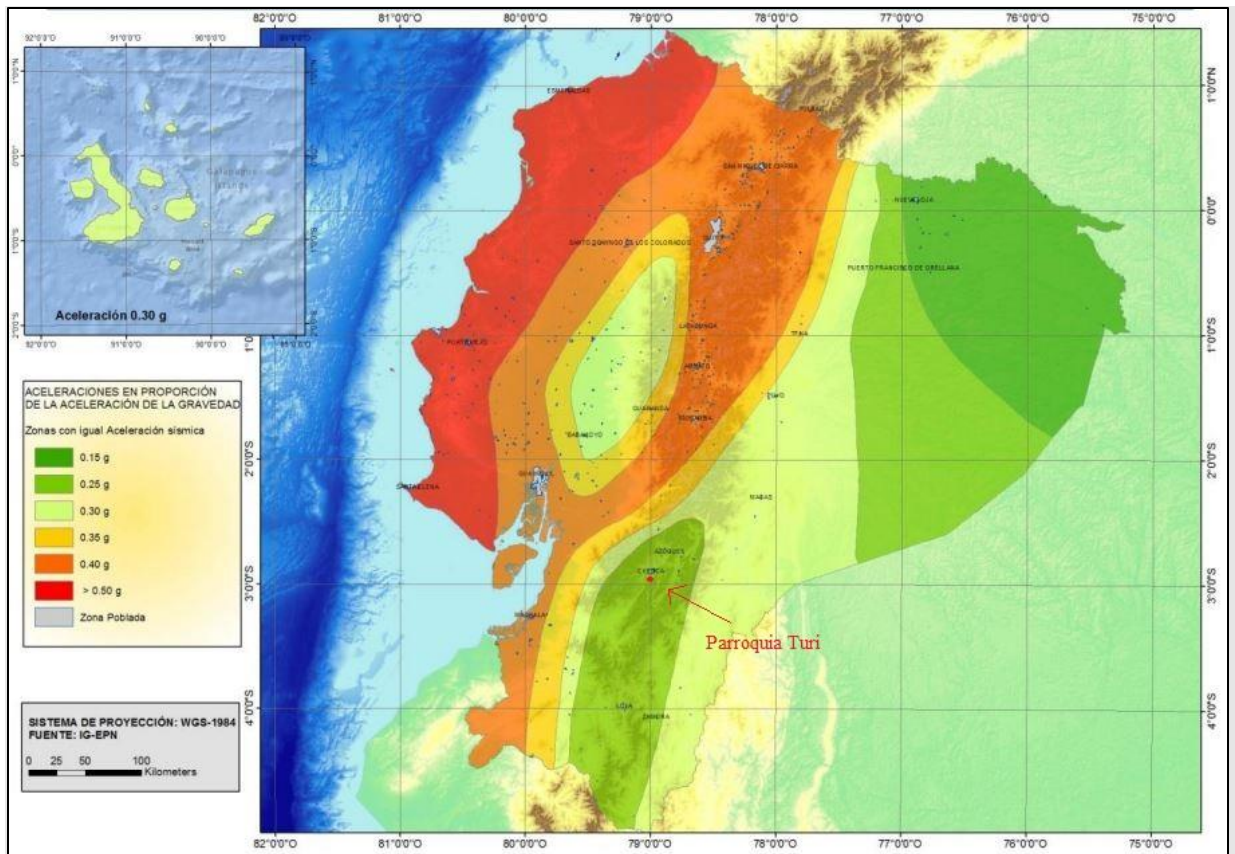


Nota. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3.1 Sismicidad

Para realizar el análisis sísmico en el software Slide se deberá ingresar la componente horizontal ( $E_h$ ) y vertical ( $E_v$ ) del sismo. La Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece que el territorio ecuatoriano se encuentra dividido en 6 zonas sísmicas, donde la mayoría presenta una amenaza sísmica alta Figura 25. En base a esto, la parroquia Turi se encuentra dentro de la zona sísmica II con una alta peligrosidad como se observa en la Tabla 11. El factor Z, representa a la componente horizontal del sismo  $E_h$ , definida como la aceleración máxima en roca, cuyo valor según la NEC-SE-DS (2015) para la zona de estudio es de 0,25.

Figura 25: Mapa de Peligrosidad Sísmica del Ecuador



Nota. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Tabla 11: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

<b>Zona Sísmica</b>	I	II	III	IV	V	VI
<b>Valor factor Z</b>	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
<b>Caracterización del peligro sísmico</b>	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Para que el análisis sísmico sea válido se deberá calcular la componente vertical del sismo  $E_v$ . La NEC plantea que este factor deberá ser mayor o igual a dos tercios del valor  $E_h$ . Es decir, si el valor de  $E_h$  es de 0.25 entonces  $E_v \geq 0.166$ , como se expresa en la ecuación 7:

$$E_v \geq \frac{2}{3} E_h \quad (7)$$

### 3.4.3.2 Software Slide 6.0

Slide es un software que se utiliza para la modelación, análisis y estabilidad de taludes. Éste, permitirá simular las condiciones actuales de la ladera en la que ocurrió el movimiento en masa y la influencia de distintos factores desencadenantes o detonantes como las lluvias, los sismos y la carga en la corona del talud. La geometría de los perfiles a ser estudiados se obtendrá de los modelos digitales de superficie adquiridos a través de la fotogrametría digital, permitiendo de esta forma, calcular los factores de seguridad para cada talud. De esta manera se podrán dar varias recomendaciones en cuanto a medidas de estabilización.

#### 3.4.3.2.1 Método del equilibrio límite

Es un método que permite obtener un factor de seguridad a través de las características que afectan a la estabilidad como: parámetros geológicos, propiedades de resistencia, geometría del talud, nivel freático, peso específico del suelo, cargas dinámicas por actividad sísmica, entre otros

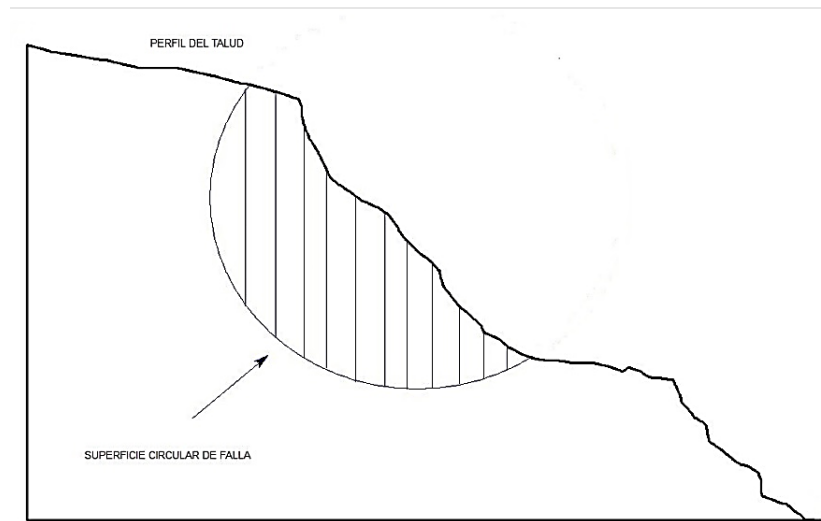
(Suárez, 2010). Con base en los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio (parámetros de resistencia al cortante, peso específico del suelo) y la fotogrametría (geometría del talud) se puede llegar a generar un factor de seguridad que indique si existe suficiente resistencia en el terreno para soportar los esfuerzos cortantes que tienden a causar el desplazamiento.

– **Factor de seguridad (FS)**

El factor de seguridad se define como la relación entre la resistencia al corte del suelo y los esfuerzos cortantes que tratan de desestabilizar el talud produciendo la falla (Das, 2013).  $FS > 1$  indica que el talud está estable. Mientras mayor sea el factor de seguridad, menor será el riesgo de que el talud falle cuando se somete a condiciones críticas. Cuando FS es igual a 1, la ladera está en condición límite de estabilidad, se asocia a una inminente rotura. Y en caso de que el  $FS < 1$  indica que el talud está en condiciones inestables y puede sufrir roturas o desplazamientos (Mucuta-Lito et al., 2020).

A través del software Slide se determinará el factor de seguridad según el método de equilibrio límite, específicamente el método de las dovelas o rebanadas que consisten en dividir la masa desplazada en diferentes rebanadas que pasan a considerar un sólido rígido (Ros Avila, 2008) (Figura 26). La ventaja de utilizar este método es que se logra una mejor aproximación a la distribución de las fuerzas normales que actúan a lo largo de la superficie de ruptura (Suárez, 2010).

Figura 26: División en rebanadas de la masa de suelo desplazado



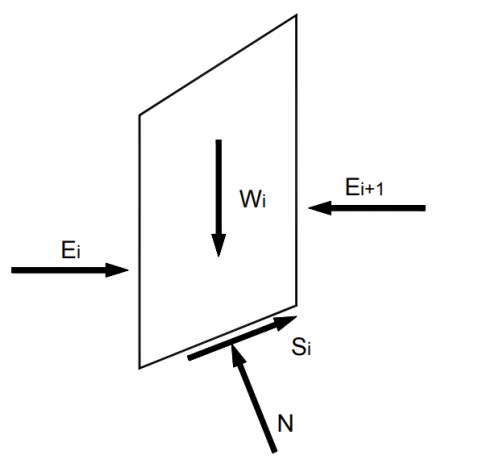
*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Una vez dividida la masa, en cada subdivisión se aplicarán las condiciones de equilibrio (Figura 27). Para este cálculo, se utilizarán los criterios del método simplificado de Bishop, debido a que produce resultados muy precisos (Suárez, 2010). Este método efectúa diversas iteraciones con el objetivo de obtener un valor mínimo de factor de seguridad. Las hipótesis que plantea Bishop (1955) son las siguientes:

- Considera una superficie de falla circular.
- La masa desplazada se divide en varias rebanadas.
- Se aplica equilibrio de momentos de las fuerzas actuantes en cada rebanada con respecto al centro del círculo, lo que no hacen otros métodos como el Janbu simplificado que solo cumple equilibrio de fuerzas horizontales.
- En función de la condición de equilibrio de las fuerzas verticales de cada rebanada se determinan las fuerzas normales a la superficie de falla.

- El método simplificado de Bishop tiene en cuenta el efecto de las fuerzas entre las rebanadas. Asume las fuerzas entre rebanadas como horizontales, es decir, no considera las fuerzas cortantes.

Figura 27: Fuerzas actuantes consideradas en el método de Bishop sobre una rebanada.  $W_i$ : cargas verticales externas,  $E_{i+1}$  y  $E_i$ : fuerzas normales derecha e izquierda entre rebanadas,  $N$ : fuerza normal a la base de la rebanada y  $S_i$ : fuerza tangencial a la base de la rebanada



Nota. Fuente: (Suárez, 2010)

### 3.4.3.2.2 Modelación del movimiento en masa en condiciones normales y cargas externas

Lo primero que se deberá introducir en el software Slide serán las coordenadas (X, Y) de los perfiles, para obtener la geometría de cada movimiento en masa. Luego se configura la cuadrícula que será donde se visualizará el factor de seguridad del talud. Posteriormente se define las propiedades de los materiales que presenta el suelo donde se colocarán los parámetros de resistencia al cortante y su peso específico determinados mediante ensayos de laboratorio. Una vez finalizada la configuración del modelo para los dos taludes, se realizará el cálculo de los diferentes factores de seguridad por medio de las causas expuestas en la Tabla 12:

Tabla 12: Combinación de causas para determinar los factores de seguridad. CN: Condiciones Normales, CCT: Carga en la corona del talud, NF: Nivel Freático y S: Sismo

<b>Movimiento en masa P8</b>	<b>Movimiento en masa P18</b>
(CN + CCT)	CN
(CN+CCT) + S	CN + S
(CN+CCT) + NF	CN + NF
(CN+CCT) + S + NF	CN + S + NF

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

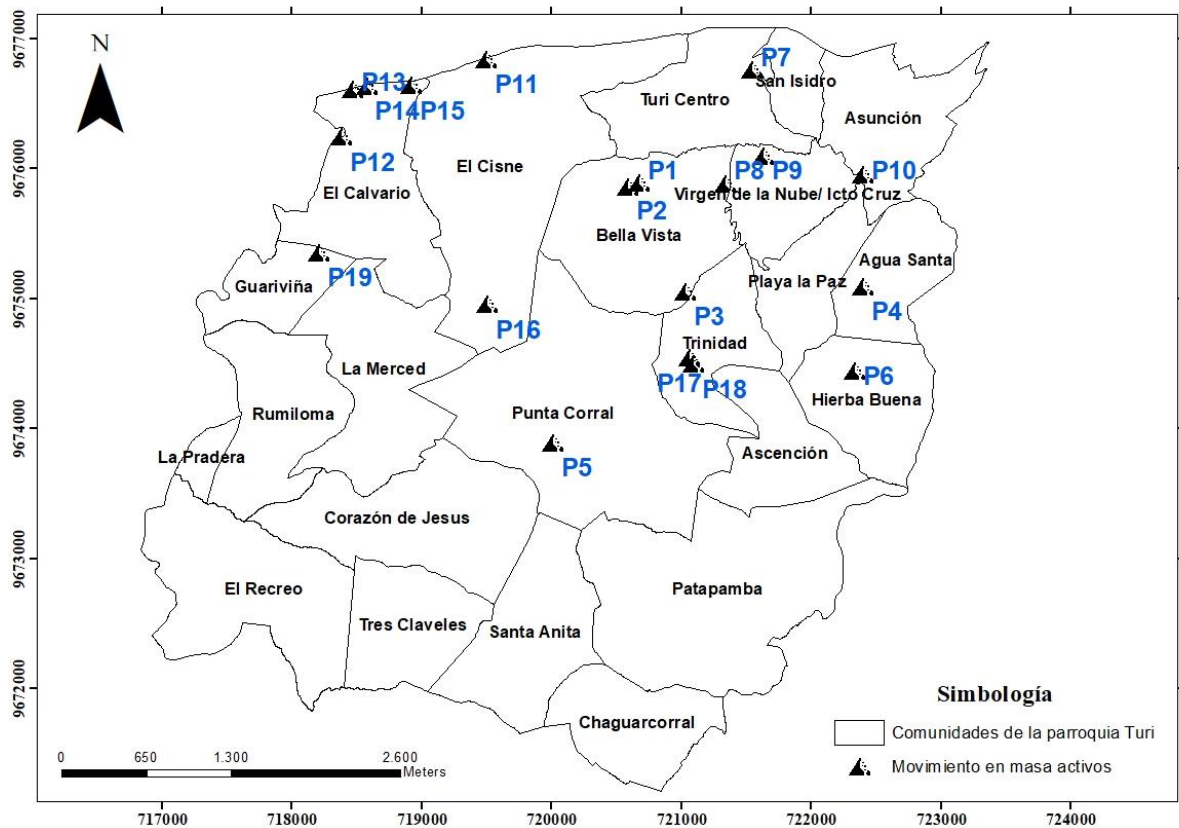
## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Inventario de movimientos de masa

#### 4.1.1 Selección de movimientos de masa

Terminado el recorrido por toda la zona de estudio se descartaron varios puntos que no pertenecían a movimientos de masa. Como resultado, se verificó un total de 19 movimientos, mayoritariamente ubicados al norte de la parroquia, tal como se observar en la Figura 28 y cuyas coordenadas se registran en la Tabla 13.

Figura 28: Inventario de movimientos de masa activos de la parroquia Turi



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Coordenadas de los movimientos de masa

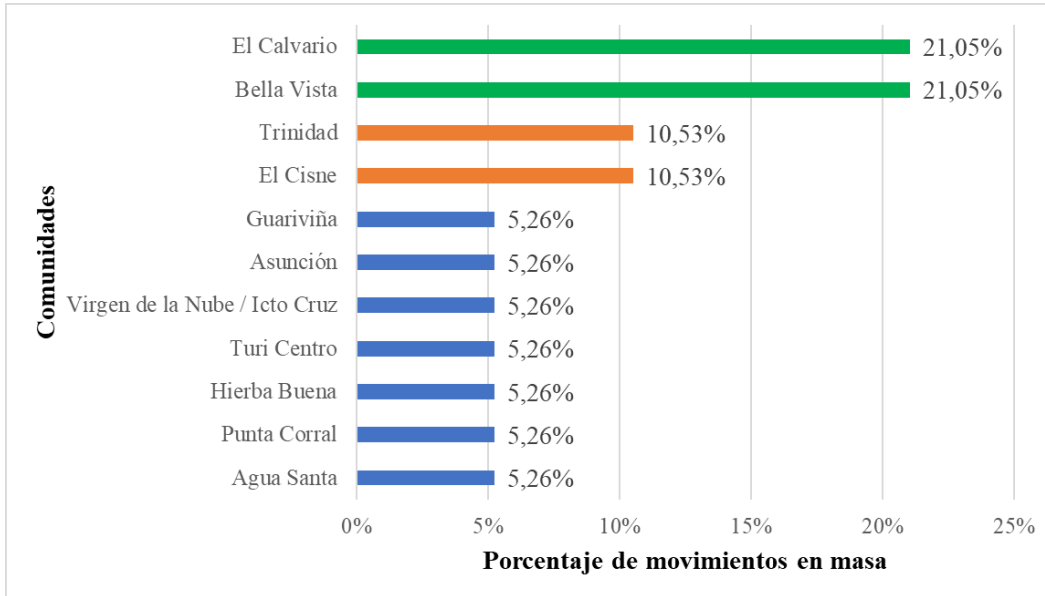
<b>Id</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
P1	720671,49	9675886,93
P2	720582,99	9675856,82
P3	721027,12	9675050,29
P4	722389,24	9675090,95
P5	720006,31	9673888,58
P6	722329,17	9674441,42
P7	721540,86	9676753,80
P8	721332,56	9675883,29
P9	721622,05	9676091,84
P10	722388,77	9675954,20
P11	719494,52	9676836,26
P12	718380,82	9676240,57
P13	718466,36	9676607,32
P14	718575,63	9676630,85
P15	718918,10	9676637,50
P16	719496,93	9674953,72
P17	721058,82	9674540,68
P18	721089,70	9674495,10
P19	718207,50	9675350,60

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.2 Fichas de inventario de movimiento en masa**

Los 19 movimientos de masa activos se encuentran distribuidos en 11 de las 23 comunidades de la parroquia Turi. El mayor número de estos movimientos se registran en dos comunidades, de forma que el 21,05% se encuentran en El Calvario y el 21,05% se encuentran en Bella Vista, tal como se observa en la Figura 29.

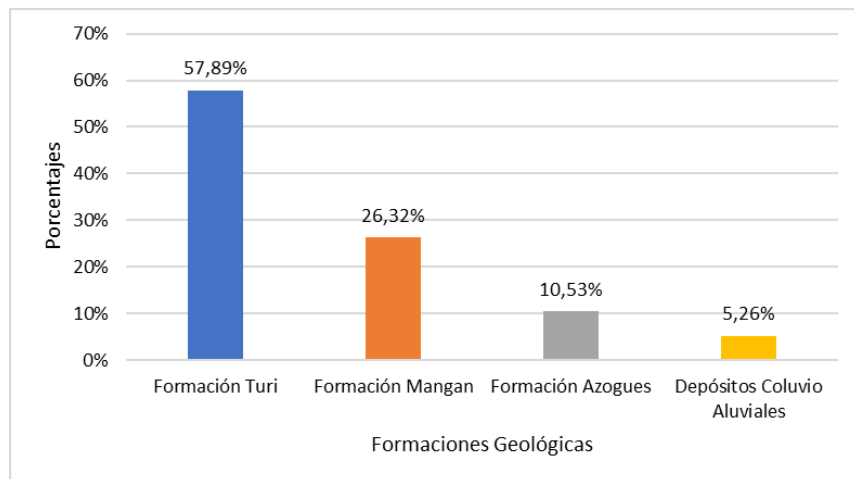
Figura 29: Porcentaje de movimientos de masa por localidad



Nota. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a un análisis en torno a las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio, se tiene como resultado que el 57,89% equivalente a 11 movimientos de masa ocurren en la formación Turi, mientras que los 8 restantes se distribuyen entre las formaciones Mangan, Azogues y Depósitos Coluvio Aluviales (Figura 30).

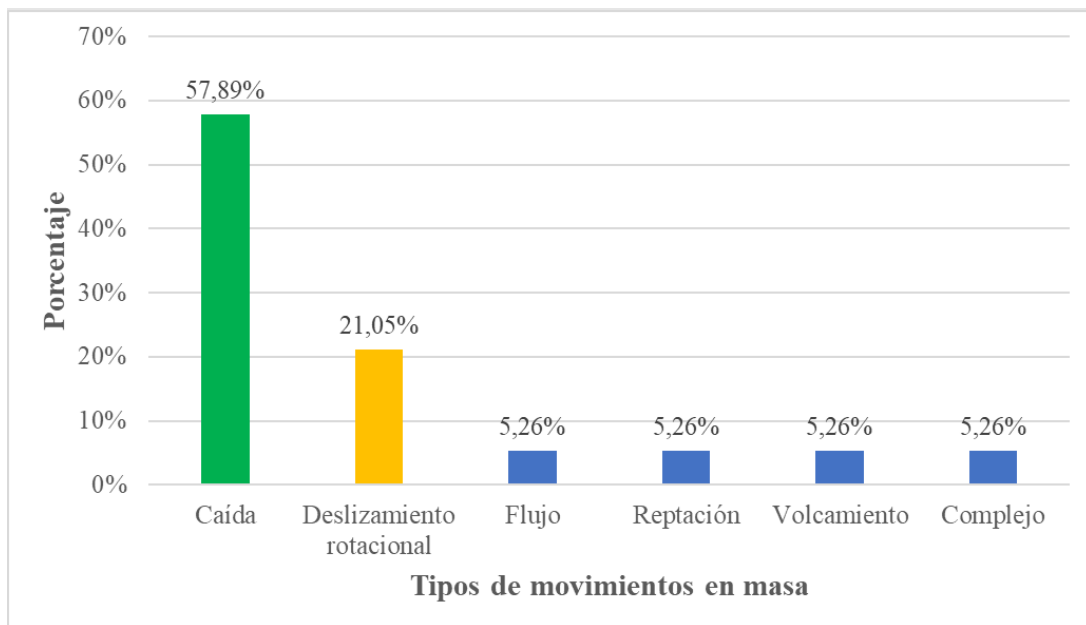
Figura 30: Porcentaje de movimientos de masa por formación geológica



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Se logró identificar 6 diferentes tipos de movimientos de masa que afectan a la parroquia Turi, donde la mayor cantidad pertenece a caídas con el 57.89% que representan a 11 movimientos. El 42.11% restante, se encuentran distribuidos entre: 4 deslizamientos rotacionales y un movimiento para cada uno de los siguientes tipos: flujo, reptación, volcamiento y movimiento complejo (Figura 31).

Figura 31: Porcentaje de movimientos de masa por tipología



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Conforme al análisis del tipo de material removido en cada movimiento en masa, se tiene que el 42.11% de los movimientos están compuestos por tierra y detritos, siendo más común en los deslizamientos rotacionales. Además, los movimientos compuestos por tres tipos de materiales se relacionan con las caídas, mientras que, los movimientos de tipo flujo, reptación y complejo están asociadas solamente a un material (tierra) como se puede visualizar en la Tabla 14.

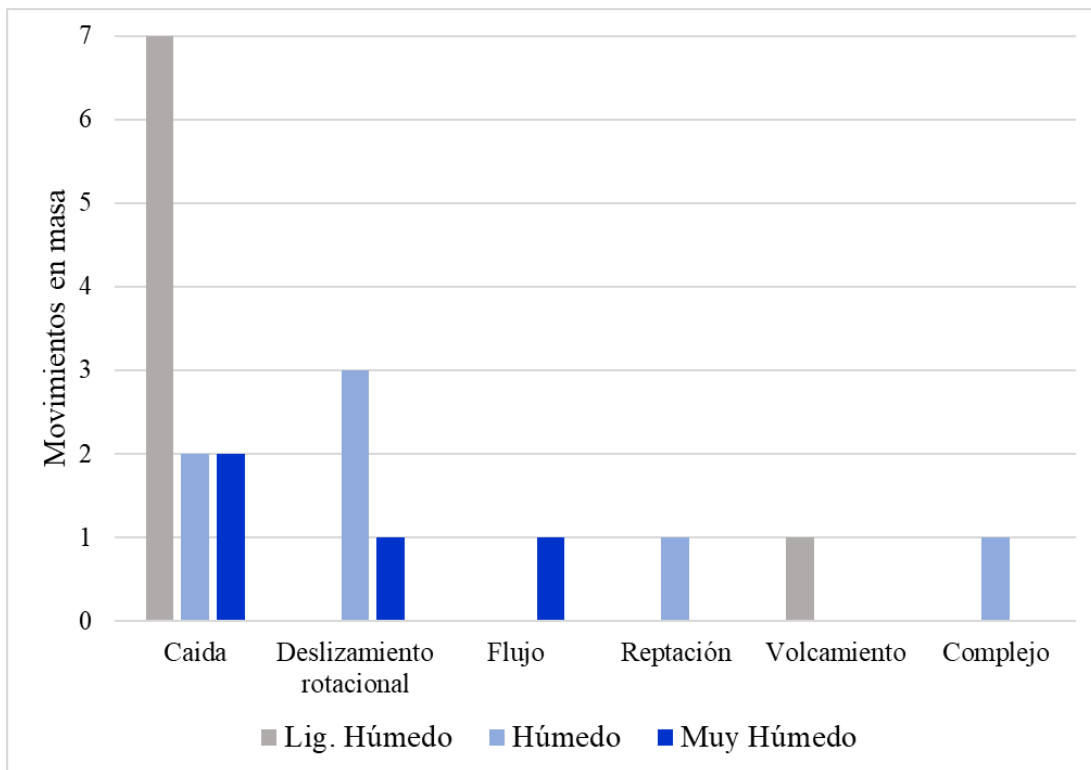
Tabla 14: Cuantificación de material según el tipo de movimiento

<b>Tipo de movimiento</b>	<b>Tierra</b>	<b>Tierra/Detritos</b>	<b>Tierra/Detritos/Roca</b>	<b>Total, general</b>
Caída	1	3	7	<b>11</b>
Deslizamiento rotacional		4		<b>4</b>
Flujo	1			<b>1</b>
Reptación	1			<b>1</b>
Volcamiento		1		<b>1</b>
Complejo	1			<b>1</b>
<b>Total, general</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>19</b>
<b>%</b>	<b>21,05</b>	<b>42,11</b>	<b>36,84</b>	

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el análisis de la humedad con respecto al tipo de material, se tiene que ocho movimientos de masa ocurren cuando el material se encuentra en estado ligeramente húmedo, siete en húmedo y cuatro en muy húmedo. Por otra parte, de los 11 movimientos de masa de tipo caída, siete suceden cuando el material del suelo se encuentra en estado ligeramente húmedo. Además, de los cuatro deslizamientos rotacionales, tres de ellos acontecen cuando el material está húmedo. Finalmente, el movimiento de tipo flujo ocurre cuando el material se encuentra en estado muy húmedo (Figura 32).

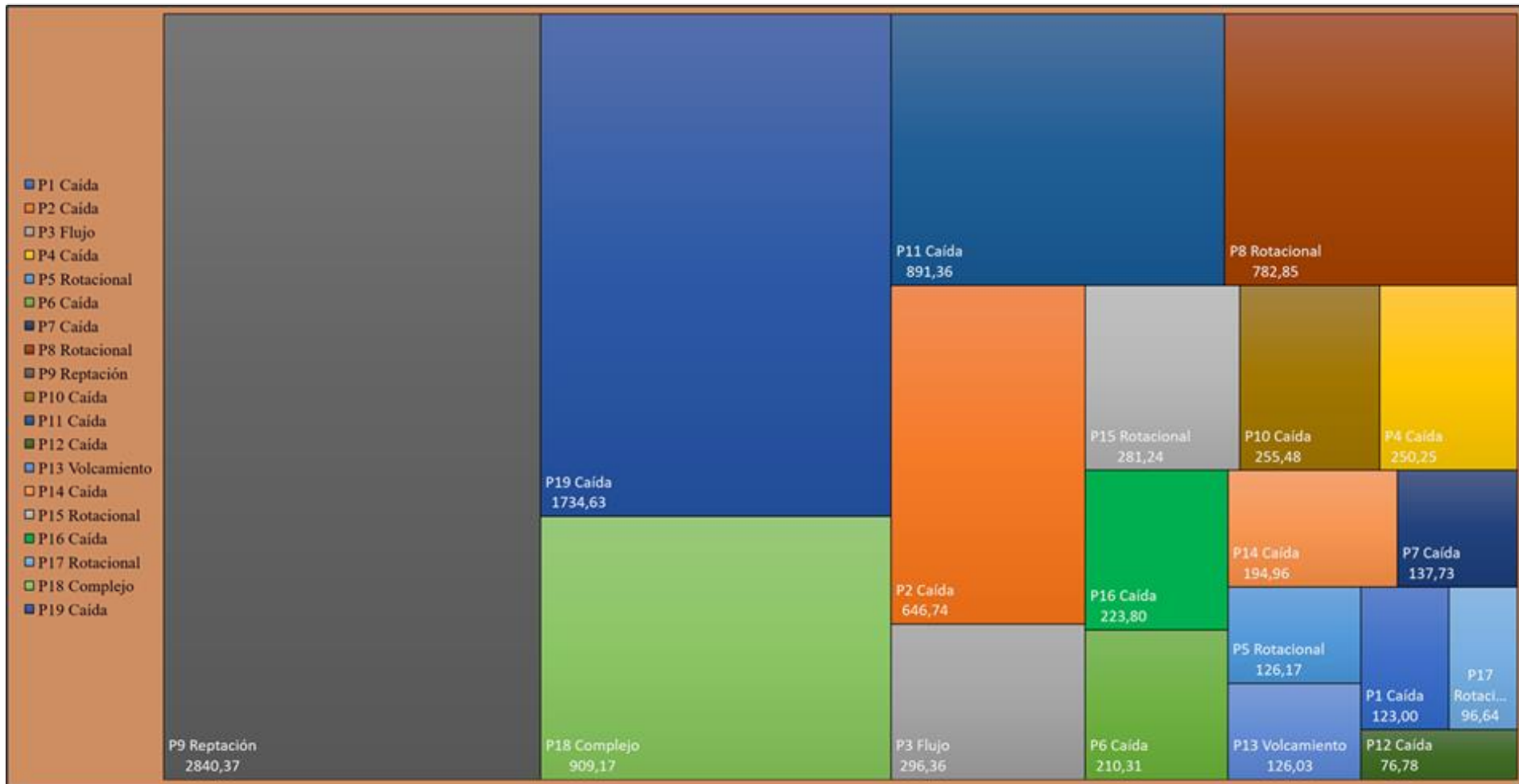
Figura 32: Humedad del material según el tipo de movimiento



Nota. Fuente: Elaboración Propia

La Figura 33 muestra los resultados del tipo de movimiento en masa con respecto al área. La media del área de todos los movimientos tiene un valor de 537.05 m<sup>2</sup>. Existen 13 movimientos que están por debajo del promedio, representando el 68.42% y los 6 restantes están por encima, con un 31,58%. Además, se puede visualizar que el movimiento en masa de tipo reptación presenta la mayor área, siendo de 2840.37 m<sup>2</sup>

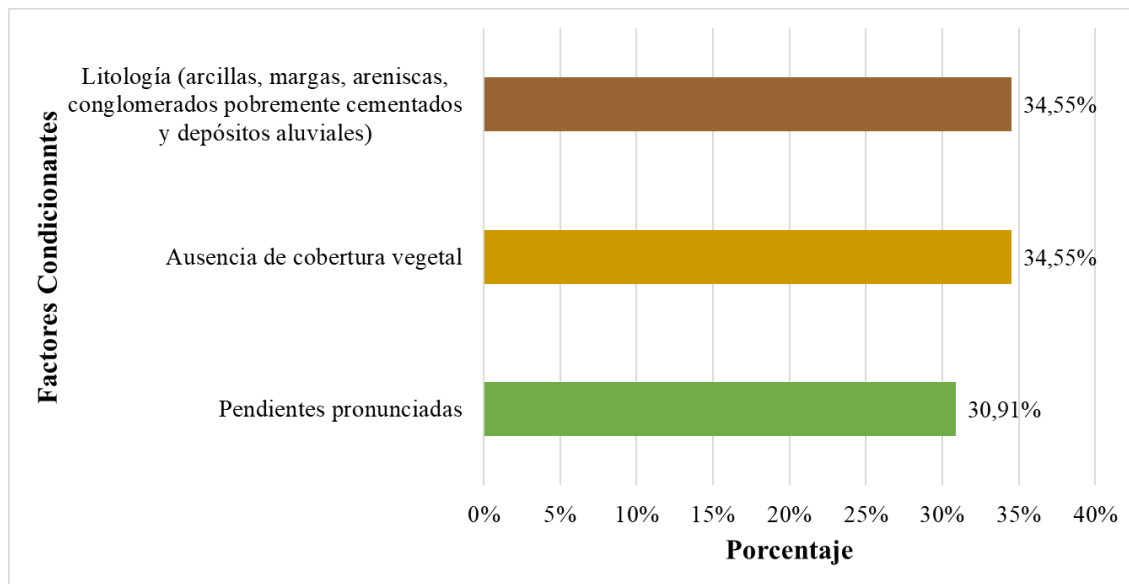
Figura 33: Tipos de movimiento de masa con respecto al área (m<sup>2</sup>)



Nota. Fuente: Elaboración Propia

De un análisis detallado de las fichas de inventario, se puede deducir que existen tres factores condicionantes que afectaron a la mayoría de los movimientos de masa mostrando una diferencia mínima entre cada uno. En la figura 34, se puede observar que los principales factores fueron la litología y la ausencia de cobertura vegetal que influyen en el total de los movimientos con el 69.10 %, mientras que el factor perteneciente a pendientes pronunciadas repercute a 17 movimientos que representan el 30.91%.

Figura 34: Porcentaje de factores condicionantes presentes en la zona de estudio

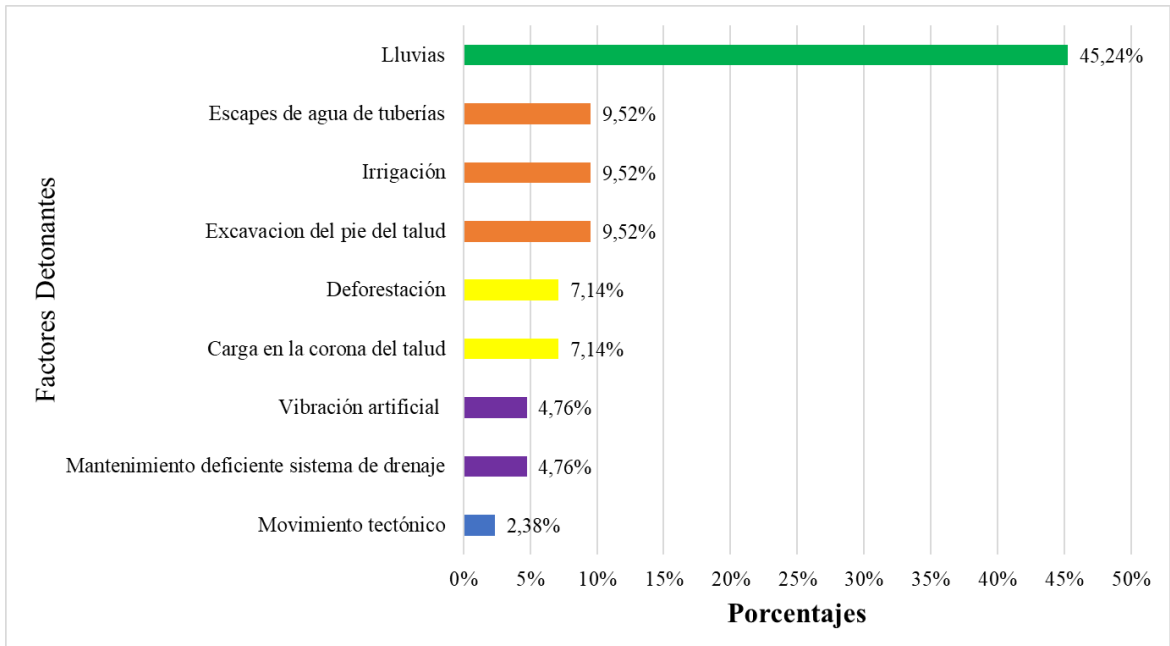


Nota. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al análisis de las fichas de inventario, se tiene nueve factores detonantes que afectaron a los 19 movimientos de masa. Se resalta como factor principal las lluvias con un 45.24% del total de las causas, que en su mayoría fueron registradas durante los meses de abril y mayo. A esto también, se sumaron diferentes factores antrópicos como son: escapes de agua de tuberías, irrigación y excavación del pie del talud, cada uno con un valor de 9.52%. Finalmente, los factores restantes que afectaron a una menor cantidad de movimientos son: deforestación, carga en la

corona del talud, vibración artificial, mantenimiento deficiente del sistema de drenaje y movimiento tectónico (Figura 35).

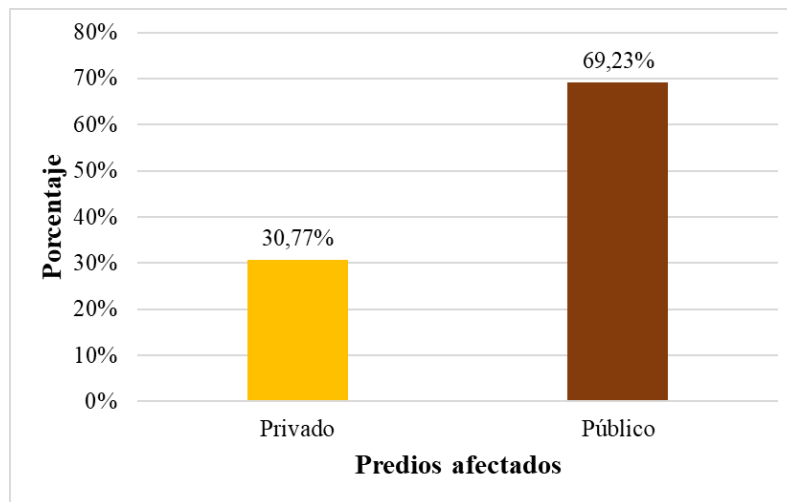
Figura 35: Porcentaje de factores detonantes presentes en la zona de estudio



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Se pudo determinar que los 19 movimientos de masa afectan a un total de 26 predios de la parroquia Turi, donde la mayoría pertenecen al sector público con un 69.23%, mientras que el 30.77% corresponde al sector privado (Figura 36).

Figura 36: Porcentaje de predios afectados por los movimientos de masa



Nota. Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2 Fotogrametría aérea de baja altitud

De acuerdo al análisis de índice de vegetación a través del método GLI, se tiene a nivel global valores que van desde -0.69 hasta 1, (Ver Anexo 5). Para el caso específico de suelo descubierto, estos valores van desde -0.017 hasta 0.167. Realizando una comparación con el estudio de Kharuf et al. (2018) se obtienen resultados cercanos, ya que en su investigación los valores menores a 0.21 representan los sectores de vegetación pobre o suelo descubierto. De esta manera, se pudo obtener el porcentaje de área que ocupa este suelo para cada movimiento en masa. Donde se puede observar que 13 movimientos superan el 50% (Tabla 15).

La existencia de vegetación vigorosa en determinado terreno puede evitar que la pendiente o talud se debilite y se produzca el movimiento del suelo. La Tabla 15 muestra que los movimientos de masa P5, P6, P8, P15, y P17 poseen un porcentaje muy bajo (<1%) de vegetación alta, mientras que los restantes tienen un valor nulo. En base a esto se puede deducir que, en los movimientos de masa estudiados, la falta de vegetación alta o vigorosa fue un factor que incidió en la inestabilidad de las laderas.

Tabla 15: Porcentajes de suelo descubierto y vegetación alta en el área del movimiento en masa

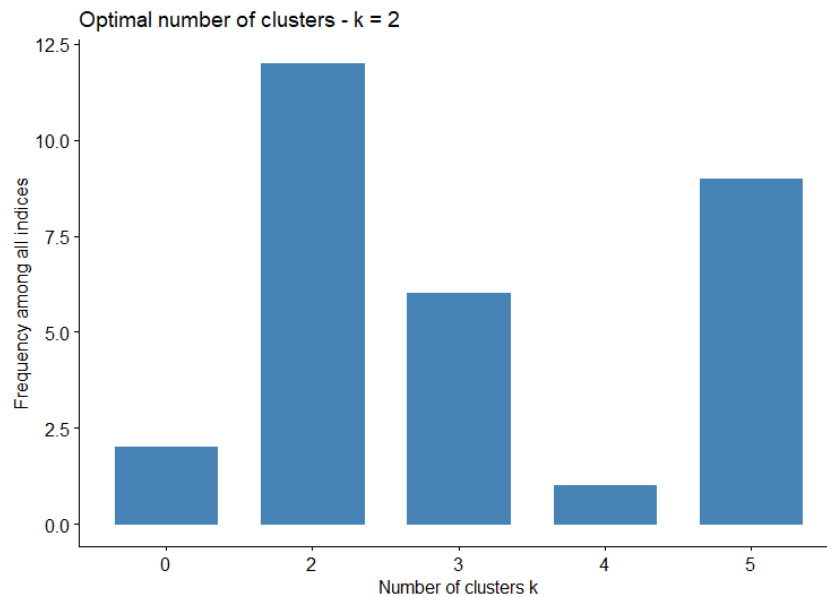
Id	Valores mínimos y máximos a nivel global obtenido del GLI	Valores mínimos y máximos de suelo descubierto obtenido del GLI	Porcentaje de suelo descubierto en el área del movimiento en masa	Porcentaje de vegetación alta en el área del movimiento en masa
P1	[-0.69; 0.96]	[-0.017; 0.039]	46,92	0
P2	[-0.69; 0.96]	[-0.017; 0.039]	49,29	0
P3	[-0.28; 1]	[-0.12; 0.079]	67,08	0
P4	[-0.36; 0.87]	[-0.057; 0.167]	61,10	0
P5	[-0.63; 0.91]	[-0.036; 0.044]	54,52	0,20
P6	[-0.14; 0.83]	[-0.017; 0.046]	47,38	0,42
P7	[-0.035; 0.64]	[-0.029; 0.034]	69,69	0
P8	[-0.62; 0.5]	[-0.018; 0.066]	49,91	0,5
P9	[-0.17; 1]	[-0.042; 0.046]	74,72	0
P10	[-0.2; 1]	[-0.022; 0.044]	79,40	0
P11	[-0.15; 0.37]	[-0.059; 0.034]	70,59	0
P12	[-0.36; 0.81]	[-0.063; 0.065]	41,85	0
P13	[-0.1; 1]	[-0.08; 0.059]	68,01	0
P14	[-0.18; 1]	[-0.072; 0.046]	72,76	0
P15	[-0.22; 1]	[-0.072; 0.066]	64,17	0,15
P16	[-0.3; 1]	[-0.073; 0.06]	76,74	0
P17	[-0.42; 1]	[-0.068; 0.039]	45,46	0,17
P18	[-0.64; 1]	[-0.065; 0.049]	81,50	0
P19	[-0.022; 0.73]	[-0.022; 0.049]	63,28	0

Nota. Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Caracterización multivariante de los movimientos de masa

A partir de las variables cuantitativas consideradas para el análisis multivariante a través del método K-means, se obtiene como resultado la Figura 37. Esta indica el número óptimo de agrupaciones en que pueden dividirse los movimientos de masa en función a los datos de cada variable, siendo en este caso 2 clústeres.

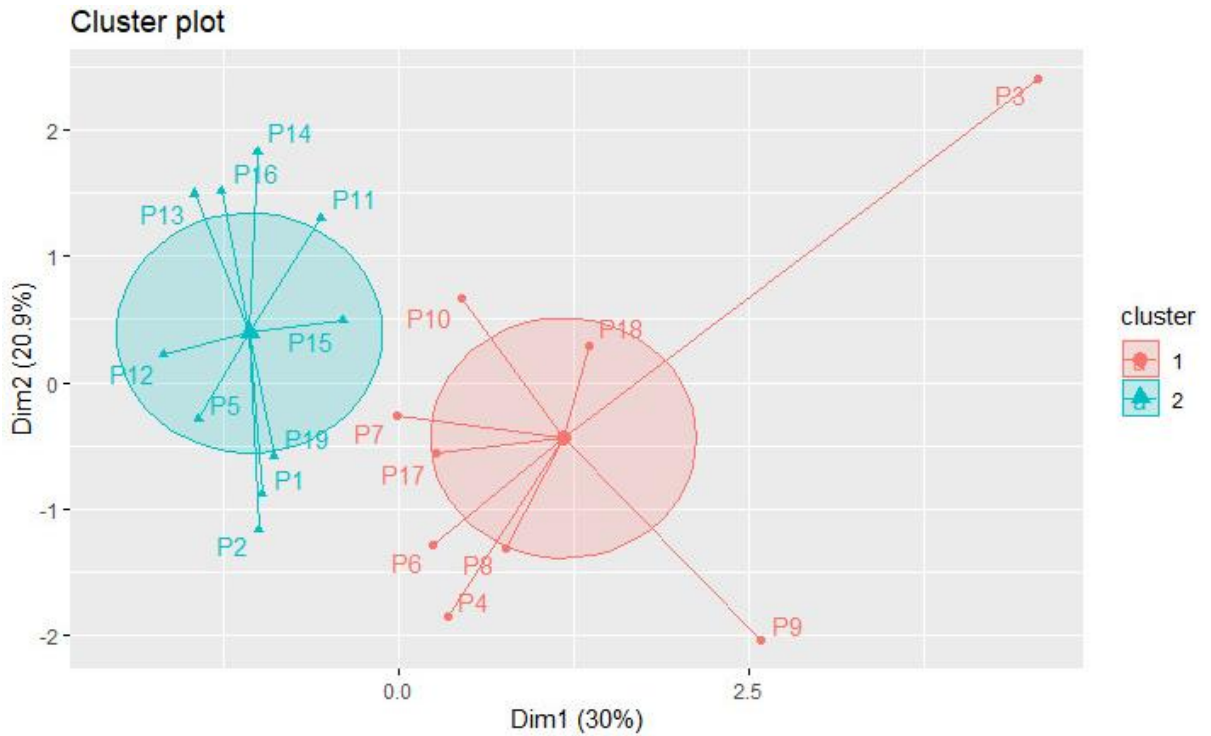
Figura 37: Número óptimo de clústeres



*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

El modelo clustering de las variables consideradas para el análisis multivariante, indica un 30% en la dimensión 1 y un 20.9% en la dimensión 2. Estos dos componentes explican el 50.9% de la variabilidad de los datos en cuanto a la caracterización del comportamiento de los movimientos de masa. En el clúster 1, se agrupan un total de 9 movimientos de masa con características similares, entre ellos los puntos: P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P17 y P18, mientras que los 10 restantes se agrupan en el clúster 2 (Figura 38).

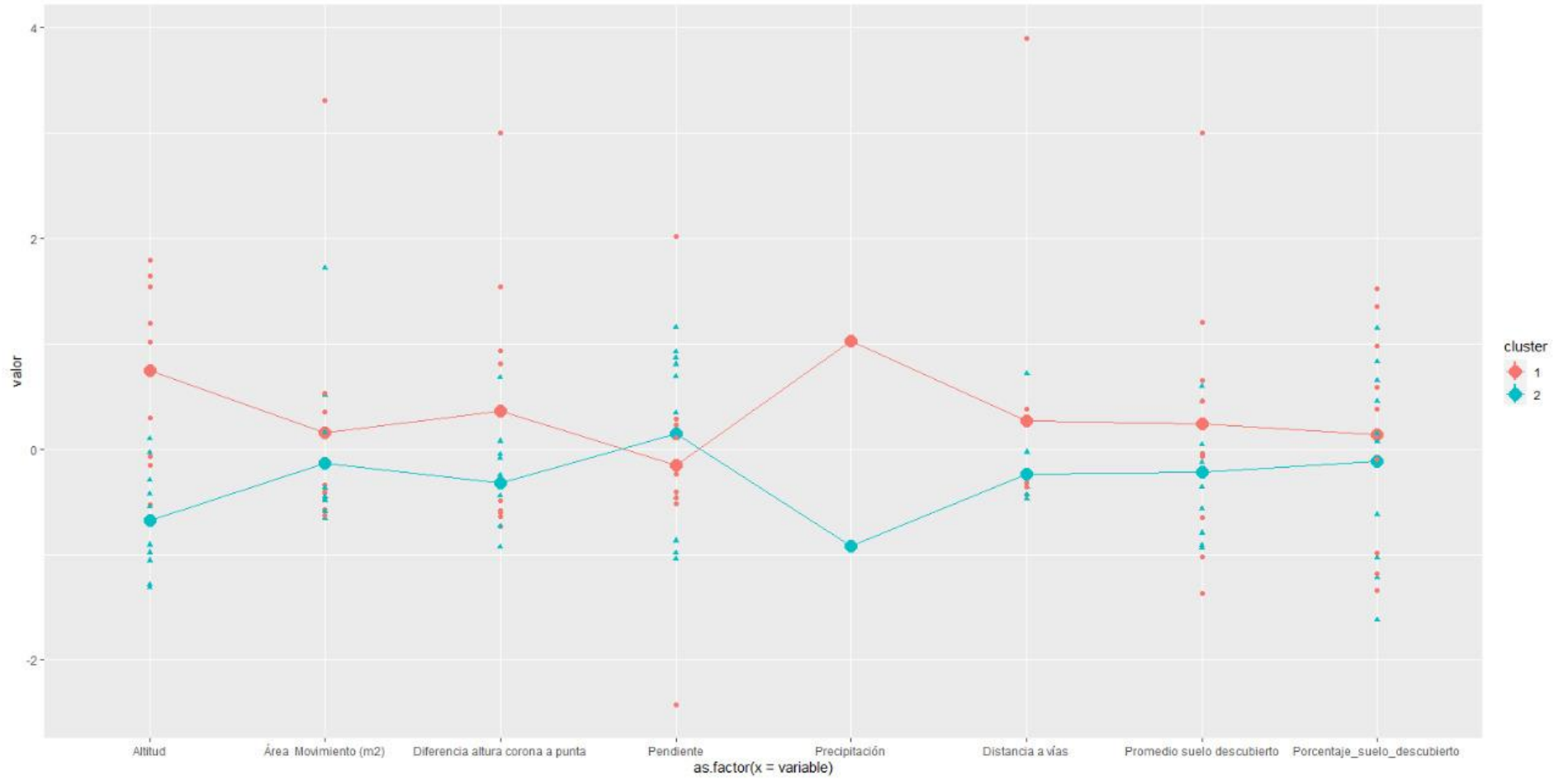
Figura 38: Agrupación de movimientos de masa considerando las variables continuas



Nota. Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 39, se pueden observar los resultados que presentan los dos clústeres con respecto a las 8 variables consideradas para el análisis. En donde se ve que el clúster 1 tiene valores medios superiores en las variables: altitud, área del movimiento, distancia de altura de corona a punta, precipitación, distancia a vías, promedio de los valores del índice GLI pertenecientes a suelo descubierto y el porcentaje de suelo descubierto; mientras que el clúster 2, tiene valores medios superiores en la variable pendiente.

Figura 39: Comparación de clústeres en relación a cada variable



Nota. Fuente: Elaboración Propia

## 4.4 Interpretación de ensayos de laboratorio de los movimientos de masa significativos

### 4.4.1 Movimientos de masa significativos

Los resultados de la técnica AHP se observan en la Tabla 16 (Ver Anexo 3). Aquí, el criterio densidad poblacional tuvo el mayor peso, seguido del criterio número de viviendas y luego distancia a infraestructura de bienestar social, mientras que las actividades productivas y distancia a áreas protegidas se puntuaron con el menor peso.

Tabla 16: Matriz de comparación por pares y su ponderación. C1: número de viviendas; C2: distancia a carreteras y ciclovías; C3: distancia a paradas de bus; C4: distancia a infraestructura de bienestar social; C5: Distancias a Iglesias y recursos turísticos; C6: Distancia a Saneamiento; C7: Densidad poblacional; C8: Actividades productivas; C9: Distancias a áreas protegidas; C10: Distancias a ríos

<b>Id</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>	<b>Pesos</b>
<b>C1</b>	1	4	7	1	3	8	1/2	7	7	5	0,2
<b>C2</b>	1/4	1	6	1/5	1/2	3	1/7	2	3	2	0,07
<b>C3</b>	1/7	1/6	1	1/7	1/6	3	1/7	3	4	1/2	0,04
<b>C4</b>	1	5	7	1	4	6	1/2	6	7	2	0,18
<b>C5</b>	1/3	2	6	1/4	1	6	1/3	6	7	2	0,11
<b>C6</b>	1/8	1/3	1/3	1/6	1/6	1	1/8	3	1	1/3	0,03
<b>C7</b>	2	7	7	2	3	8	1	7	8	6	0,27
<b>C8</b>	1/7	1/2	1/3	1/6	1/6	1/3	1/7	1	2	1/3	0,02
<b>C9</b>	1/7	1/3	1/4	1/7	1/7	1	1/8	1/2	1	1/3	0,02
<b>C10</b>	1/5	1/2	2	1/2	1/2	3	1/6	3	3	1	0,06
<b>Σ</b>	5,3	20,8	36,9	5,6	12,6	39,3	3,2	38,5	43	19,5	1

Nota. Fuente: Elaboración propia

La valoración aplicada a la matriz de comparación por pares fue consistente (CR=0,093), tal como se muestra en la Tabla 17:

Tabla 17: Resultados de indicadores para comprobar la consistencia de los pesos

<b>Indicador</b>	<b>Valores Calculados</b>
Índice de consistencia (CI)	0,147
Índice de consistencia aleatorio (RI)	1,584
Razón de Consistencia (CR)	0,093

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18, se visualizan los pesos en porcentaje, las clases y ponderaciones para cada criterio. Con estos datos se obtuvo el mapa final a través del método WLC.

Tabla 18: Criterios y clases consideradas para el análisis multicriterio, junto con sus pesos y ponderaciones

<b>Criterios</b>	<b>Pesos</b>	<b>Clases</b>	<b>Ponderación</b>
Número de Viviendas y cárcel (m)	20%	0-36	10
		36-101	7
		101-317	5
		317-1840	1
Distancia a Carreteras y ciclovías (m)	7%	0-50	10
		51-100	7
		101-150	5
		151-200	3
		200-1820	1
Distancias a Paradas de bus (m)	4%	0-246	10
		246-481	6
		481-760	4
		760-1241	2
		1241-2719	1
Distancia a infraestructura de bienestar social (m)	18%	0-541	10
		541-824	7

		824-1130	5
		1130-1542	3
		1542-3002	1
Distancias a Iglesias y recursos turísticos (m)	11%	0-354	10
		354-554	7
		554-791	5
		791-1133	3
		1133-3011	1
Distancia Saneamiento (agua potable y Alcantarillado) (m)	3%	0-50	10
		51-100	7
		101-150	5
		151-200	3
		200-2633	1
Densidad Poblacional	27%	Muy Alta	10
		Alta	7
		Media	5
		Baja	3
		Muy Baja	2
Actividades productivas	2%	Pecuario bovino extensivo	10
		Forestal para madera	8
		Pastoreo ocasional	6
		Agrícola extensivo	4
		Industrial	2
		Sin producción	1
Distancias a Áreas protegidas (m)	2%	0-732	8
		732-1852	4
		1852-2911	2
		2911-5192	1

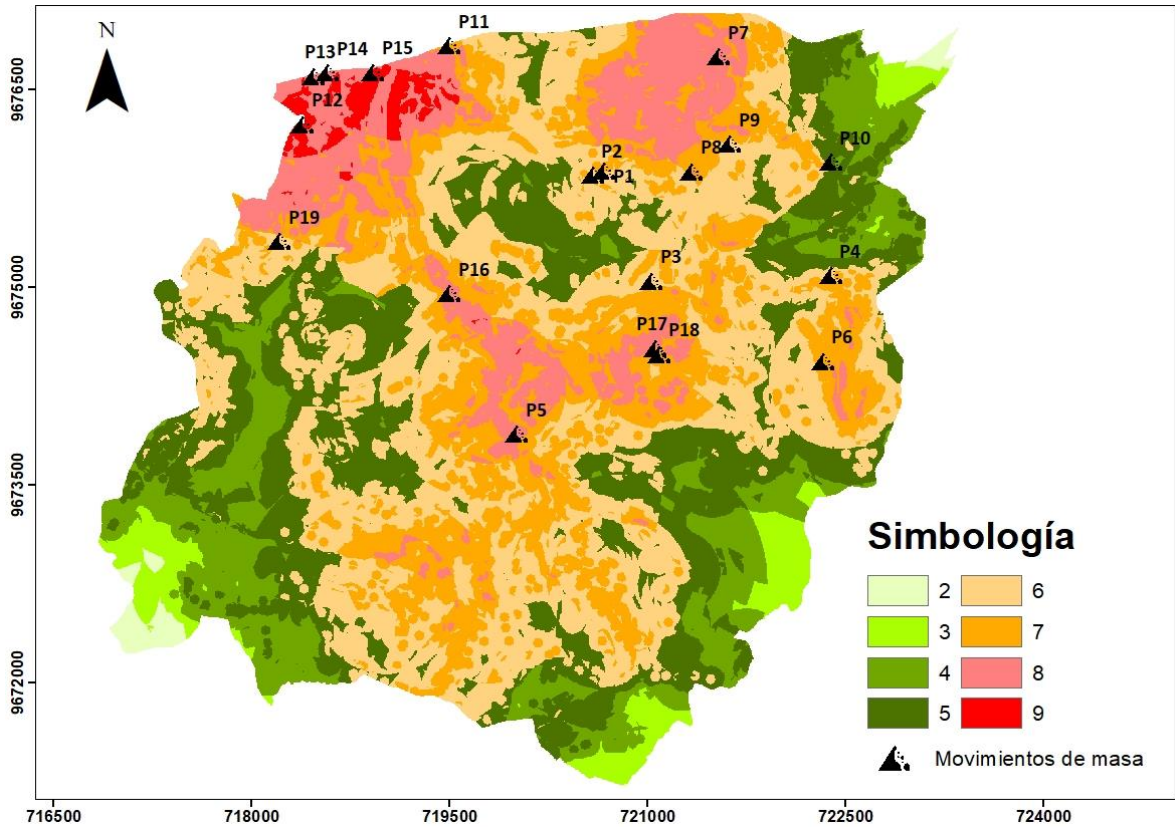
Distancias a Ríos (m)	6%	0-50	10
		51-100	7
		101-150	5
		151-200	3
		200-1998	1

---

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Del análisis multicriterio, se identificó un mapa de movimientos de masa más significativos en función de diversos elementos de riesgo (Figura 40). Este mapa presenta una escala valorativa de 2 a 9 donde el 2 representa los sitios menos probables de riesgo para la población y el 9, las zonas más significativas. Por ello, se tomó en cuenta las zonas con valores de 7 a 9, proporcionando como resultado que los movimientos finales con puntuaciones más altas son: P8 y P18 que presentan un área de 782.85 m<sup>2</sup> y 909.17 m<sup>2</sup> respectivamente.

Figura 40: Mapa de zonas con acumulación de elementos en riesgo que pueden ser afectados por movimientos de masa



Nota. Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.2 Interpretación de ensayos de laboratorio

En esta sección, se presentan los resultados granulométricos, límites de Atterberg y la clasificación de los suelos obtenidos en laboratorio para los dos sitios seleccionados. El movimiento en masa ubicado en la comunidad Bella Vista presenta mayor porcentaje de humedad natural con respecto al otro. La clasificación AASHTO considera a estos materiales como granulares debido a que el porcentaje que pasa por el tamiz #200 para ambas muestras es menor al 35% del total. Además, su grado de plasticidad corresponde al rango de moderadamente plástico, dejando como resultado para las dos muestras una clasificación de suelo SP, es decir arenas mal graduadas como se puede observar en la Tabla 19.

Tabla 19: Resultados de ensayos granulométricos, límites de plasticidad y clasificación de los suelos

Parroquia	Comunidad	Movimientos de masa	% Humedad	% que pasa por el tamiz # 4	% que pasa por el tamiz # 200	LL	LP	IP	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
Turi	Bella Vista	P 8	30,25	100	3,38	50,75	35,78	14,97	SP	A-2-7 (IG:0)
	Trinidad	P 18	12,27	100	1,35	40,45	29,87	10,58	SP	A-2-6 (IG:0)

Nota. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para obtener el ángulo de fricción y la cohesión se realizaron los ensayos de corte directo y triaxial, donde previamente fue necesario compactar las muestras, debido a que se extrajo una muestra alterada. Cabe recalcar que para el suelo extraído de la comunidad Trinidad no se pudo realizar el ensayo triaxial, ya que el porcentaje de limos y arcillas es bajo, así como su cohesión es cercana a cero en comparación al otro movimiento (Tabla 20). Pese a que estos suelos presentan características similares, los parámetros de resistencia al cortante varían significativamente. En el (Anexo 6) se puede observar todos los procedimientos de ensayos de laboratorio a detalle.

Tabla 20: Resultados de ensayos de compactación estándar, corte directo y triaxial

Parroquia	Comunidad	Movimientos de masa	Densidad seca máxima (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	Corte Directo		Triaxial	
					Ángulo de Fricción	Cohesión (kg / cm <sup>2</sup> )	Ángulo de Fricción	Cohesión (kgf / cm <sup>2</sup> )
Turi	Bella Vista	P 8	1371	32	23,6	1,19	24,8	1,28
	Trinidad	P 18	1720	15,3	41,23	0,26	-	-

Nota. Fuente: Elaboración propia

Es importante hacer énfasis en los resultados de los parámetros de resistencia al cortante, en vista de que las muestras de suelo extraídas del P8 y P18 se clasifican como arenas mal graduadas. Es decir, pertenecen a suelos granulares o friccionantes, los cuales no presentan cohesión, solamente ángulo de fricción. El ensayo de compactación permite determinar la humedad óptima, lo que conlleva al suelo a tener adherencia, generando una cohesión aparente en estos suelos granulares. De acuerdo con la justificación anterior, los resultados definitivos para la modelación del talud a través del software Slide son un valor de 0 kg/cm<sup>2</sup> para la cohesión y el ángulo de fricción se establece entre el rango de arenas sueltas a través de la Tabla 21, en donde el valor asignado para las dos muestras es de 28°.

Tabla 21: Ángulos de fricción interna

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Ø ° (grados)</b>
Arena: granos redondeados	
Suelta	27 – 30
Media	30 – 35
Densa	35 - 38
Arena: granos angulares	
Suelta	30 - 35
Media	35 - 45
Densa	40 - 45
Grava con algo de arena	34 - 48
Arcillas consolidadas	20 - 30
Limos	26 - 35

*Nota.* Fuente: (Das, 2001)

### 4.4.3 Modelamiento en el software Slide para verificar el comportamiento de los movimientos de masa

La Tabla 22 muestra los resultados de los valores que se utilizaran para el modelamiento de los movimientos de masa P8 y P18:

Tabla 22: Parámetros ingresados en el software Slide

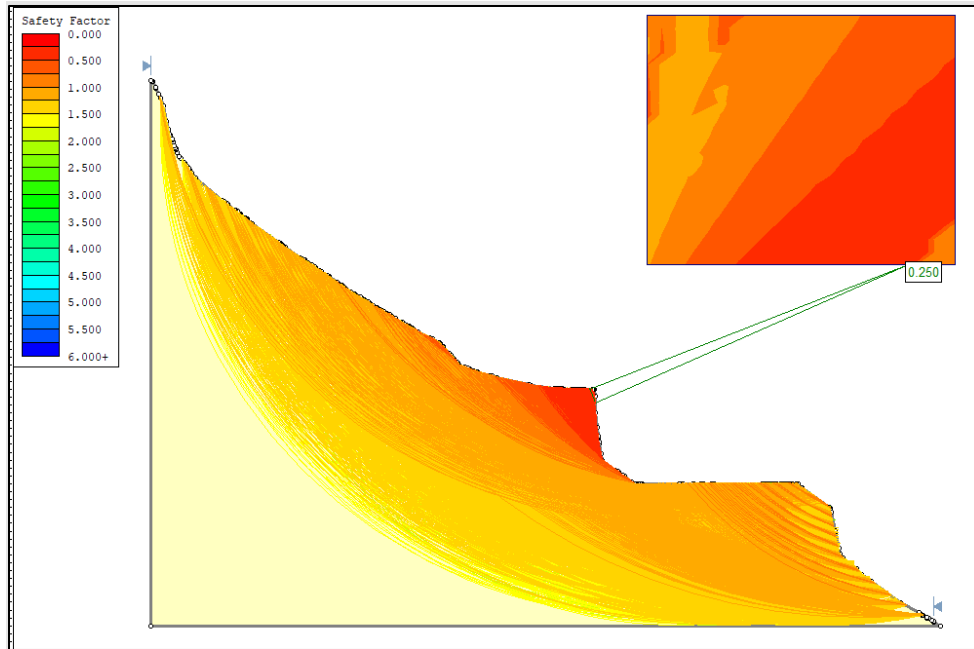
Parámetros	Movimiento de masa P8	Movimiento de masa P18
Cohesión (kPa)	0	0
Angulo de fricción (°)	28	28
Peso específico húmedo (kN/m <sup>3</sup> )	17,75	19,45
Carga en la corona del talud (kN/m <sup>2</sup> ) (Vivienda MIDUVI) (Cevallos & Ochoa, 2011)	10	-

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.3.1 Factor de seguridad en condiciones normales

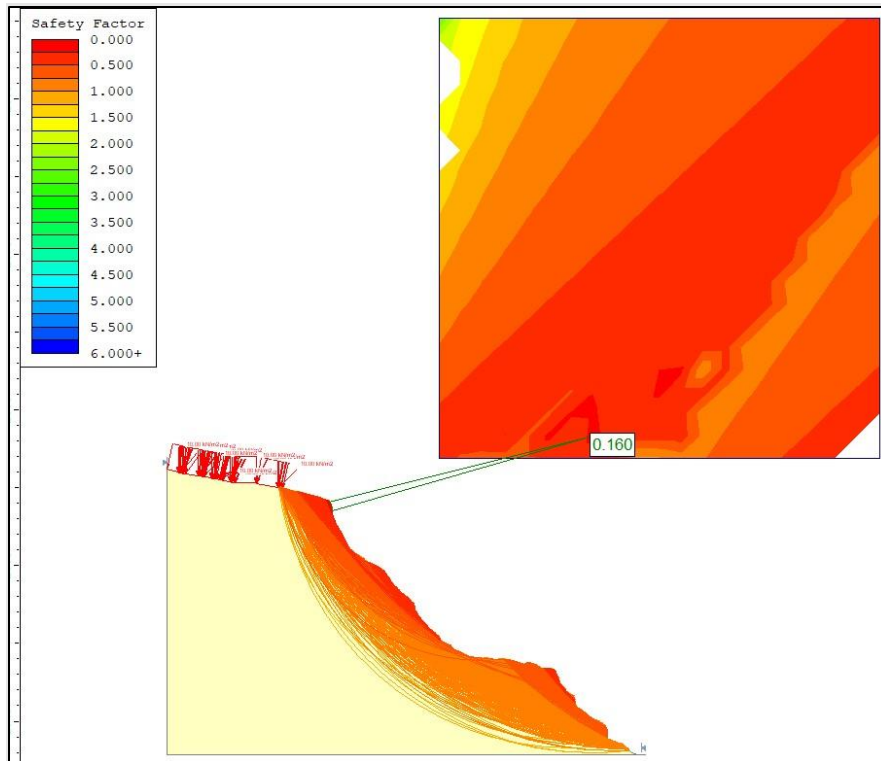
El resultado del factor de seguridad en condiciones normales para el movimiento de masa P18 es  $FS=0,25$  (Figura 41). Por otra parte, para el análisis en condiciones normales del movimiento de masa P8, se considera una carga en el talud de  $10 \text{ kN/m}^2$  tomando como referencia una vivienda MIDUVI que actualmente existe en el lugar, donde su  $FS= 0,16$  (Figura 42). Como se observa, los valores de FS en ambos casos son menores a uno, por lo que se demuestra inestabilidad en el talud.

Figura 41: Factor de seguridad en CN



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 42: Factor de seguridad en CN+CCT

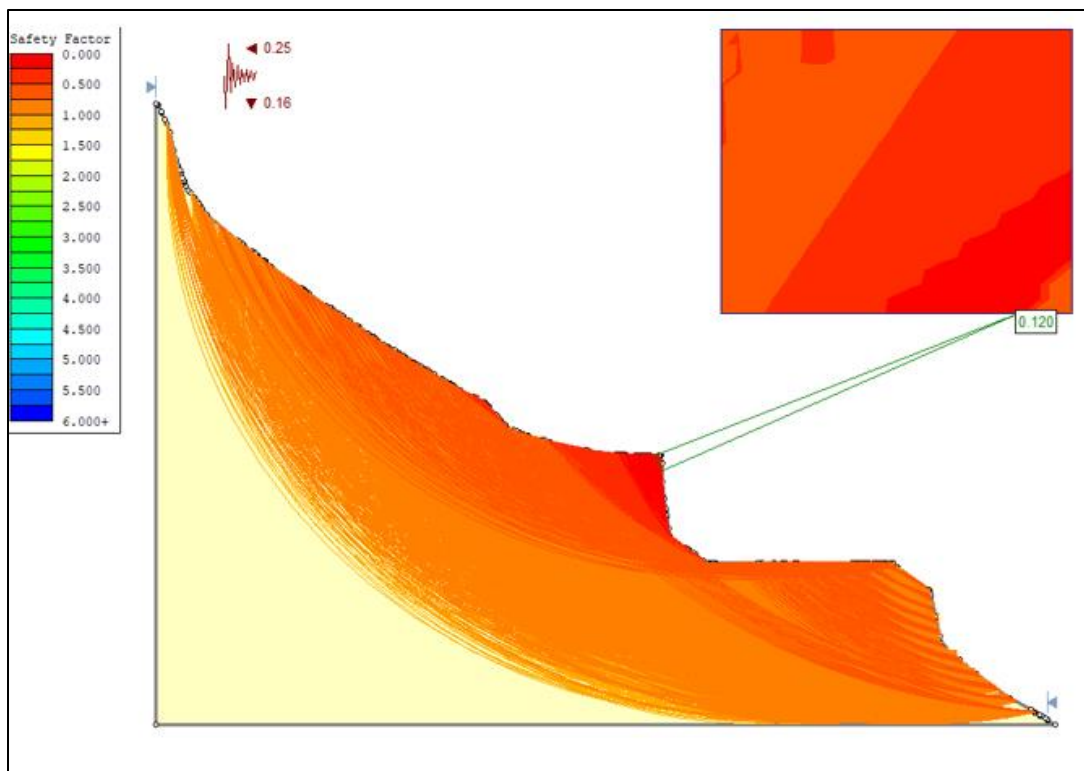


Nota. Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3.2 Factor de seguridad en condiciones normales + sismo $E_h, E_v$ .

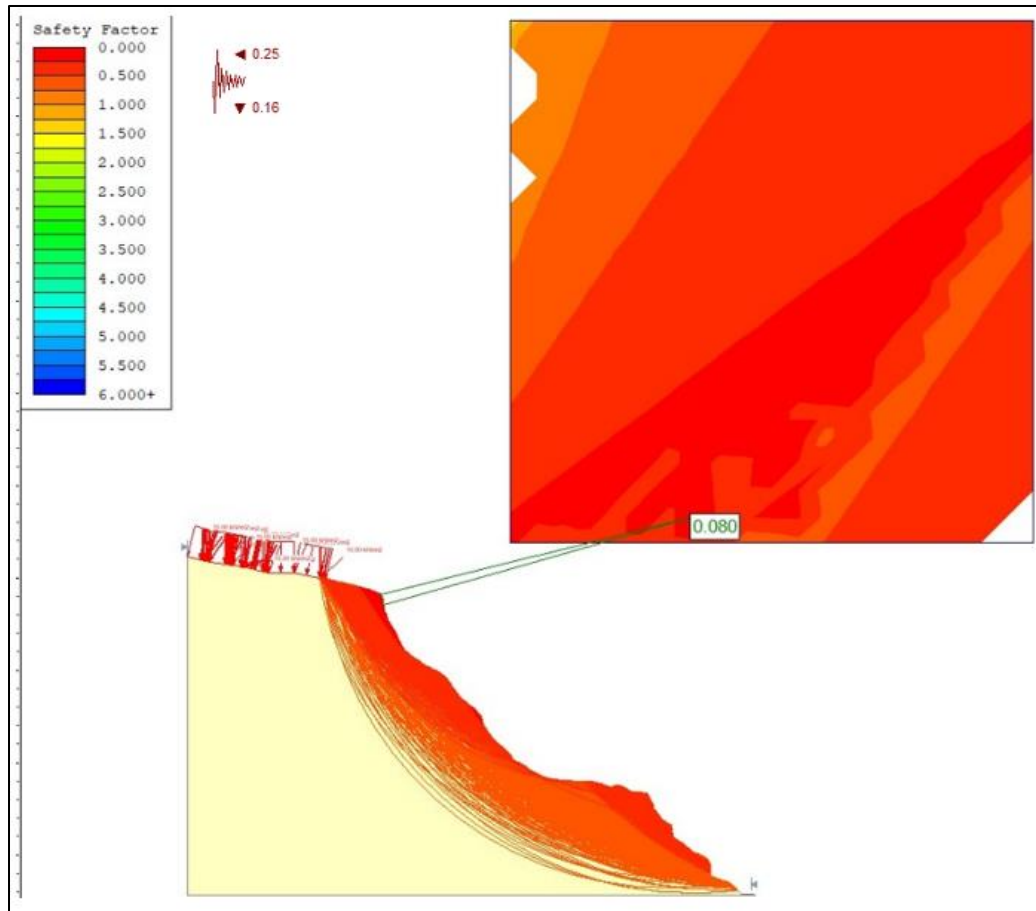
El factor de seguridad en condiciones normales considerando además la acción del sismo, entrega como resultado un valor de  $FS=0,12$  y  $FS=0,08$  para los movimientos de masa P18 (Figura 43) y P8 (Figura 44), respectivamente. Como se aprecia, los valores de FS al ser menores a uno, indica que el talud ese encuentra inestable y puede experimentar desplazamientos o rupturas.

Figura 43: Factor de seguridad en CN+S



*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

Figura 44: Factor de seguridad en (CN+CCT)+S

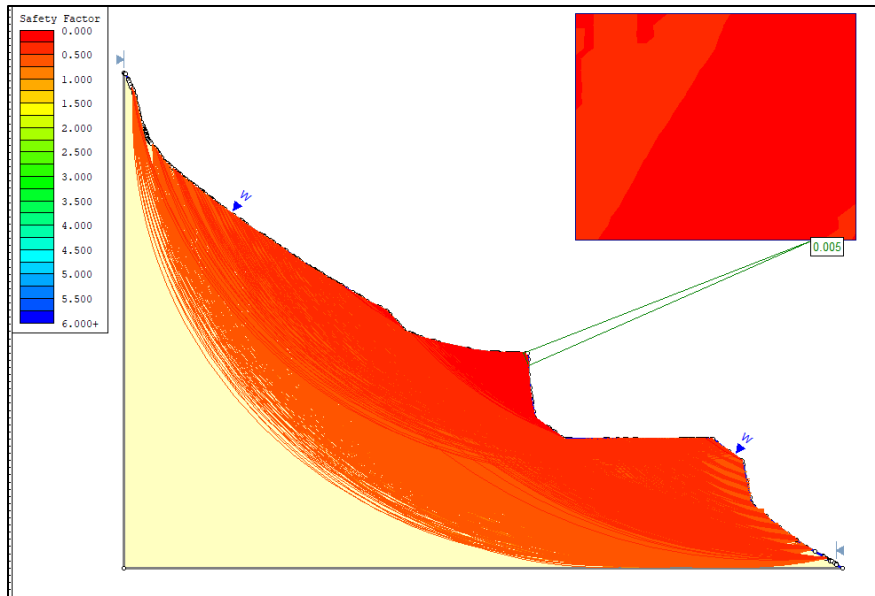


Nota. Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3.3 Factor de seguridad en condiciones normales + nivel freático en la superficie del talud

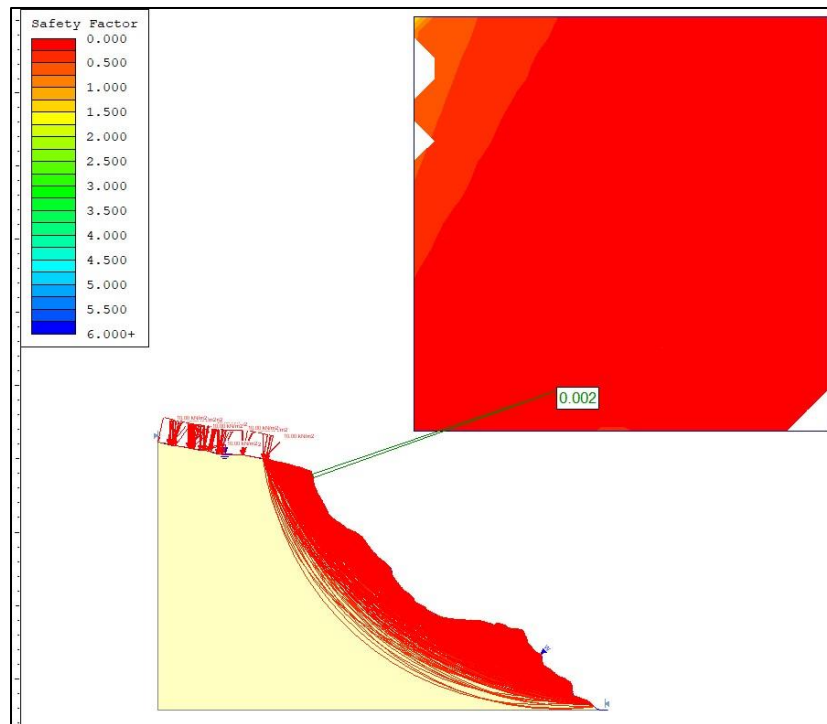
Al realizar el respectivo modelado de los movimientos de masa P18 y P8 tomando en cuenta las condiciones normales del terreno más el nivel freático en la superficie del talud, se obtuvieron valores de  $FS = 0,005$  y  $0,002$ , respectivamente, como se puede observar en las Figuras 45 y 46. El agua representa una carga extra al suelo lo que provoca que la presión de poros aumente, y a su vez disminuya la cohesión y ángulo de fricción. Por esta razón los factores de seguridad tienden a disminuir, ocasionando inestabilidad.

Figura 45: Factor de seguridad en CN+NF



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 46: Factor de seguridad en (CN+CCT)+NF

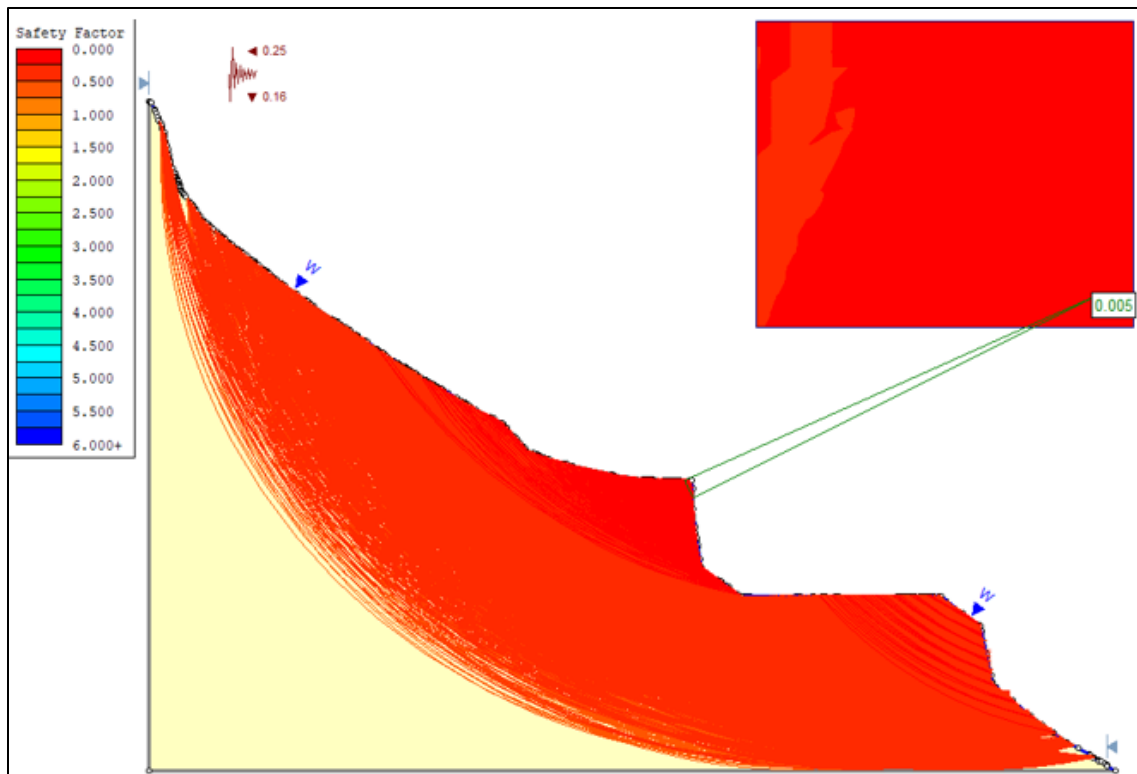


Nota. Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.3.4 Factor de seguridad en condiciones normales + nivel freático en la superficie del talud + sismo Eh, Ev.

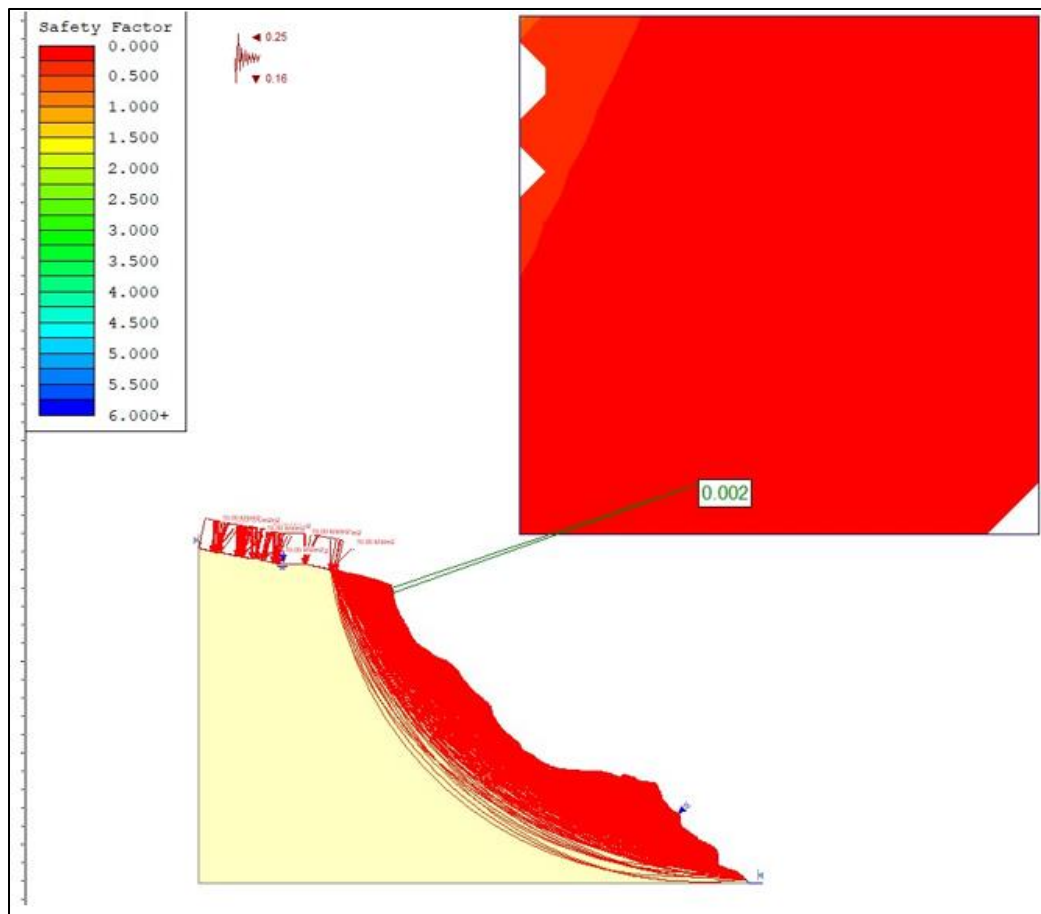
Con respecto al modelamiento en condiciones normales, sismo y nivel freático, se tiene como resultado un factor de seguridad bajo para ambos taludes. Estos valores corresponden a un  $FS=0,005$  y  $0,002$  para los movimientos de masa P18 y P8, respectivamente, como se puede visualizar en las Figuras 47 y 48. En estas circunstancias, aumenta la posibilidad de que en el talud se produzcan fallas o roturas.

Figura 47: Factor de seguridad en CN + NF + S



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura 48: Factor de seguridad en (CN+CCT)+NF+S



Nota. Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los resultados obtenidos por medio del software Slide para los dos movimientos de masa, permitió conocer el factor de seguridad cuando el talud se expone a diferentes agentes naturales (lluvia, sismo) y antrópicos (carga en la corona del talud para el caso del P8). Según los valores expuestos en la Tabla 23, se observa que ningún factor de seguridad cumple con la Tabla 5 establecida en la NEC-SE-CM (2015) de geotecnia y cimentaciones, cuyo valor mínimo para deslizamiento debe ser 1,60. Donde se puede deducir que, para los cuatro casos analizados, los dos taludes estarían fracasando, especialmente cuando existe la presencia de agua que fluye por la superficie del talud, ya que el factor de seguridad se acerca a cero lo que indica una inestabilidad alta.

Tabla 23: Resumen de análisis de estabilidad de taludes

<b>Casos Analizados</b>		<b>Factor de seguridad P8</b>	<b>Factor de seguridad P18</b>
<b>P8</b>	<b>P18</b>		
(CN+CCT)	CN	0,16	0,25
(CN+CCT) + S	CN + S	0,08	0,12
(CN+CCT) + NF	CN + NF	0,002	0,005
(CN+CCT) + S + NF	CN + S + NF	0,002	0,005

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

## CONCLUSIONES

El estudio realizado permitió analizar los movimientos de masa de la parroquia Turi, para identificar su comportamiento y disponer de un inventario técnico actualizado, que permita implementar medidas de mitigación para la planificación y ordenamiento territorial. A través de los estudios de campo, interpretación de fotografías aéreas y de imágenes satelitales se pudo identificar un total de 19 movimientos de masa activos, que se distribuyen en: 11 caídas o desprendimientos (57.89%), 4 deslizamientos rotacionales (21.05%), 1 flujo (5.26%), 1 reptación (5.26%), 1 volcamiento (5.26%) y 1 movimiento complejo (5.26%). Según las fechas registradas en el inventario, estos ocurrieron en su mayoría durante mayo, mes que registra un aumento en las precipitaciones. Haciendo referencia al material involucrado, se puede deducir que gran parte de los movimientos se dan en sitios donde existen suelos conformados por materiales de tierra y detritos.

Tras el análisis de los movimientos de masa con respecto a la humedad del material, se puede concluir que los movimientos de tipo caída se originan con más frecuencia cuando el suelo se encuentra en estado ligeramente húmedo. Los deslizamientos rotacionales ocurren más a menudo cuando el suelo está húmedo y evidentemente el movimiento de tipo flujo surge cuando el material se encuentra en estado muy húmedo.

En el norte de la parroquia se presencia la mayoría de movimientos de masa, siendo El Calvario y Bella Vista las comunidades con mayor porcentaje de movimientos. Por otra parte, estos fenómenos perjudican a un total de 26 predios, donde el sector público es el más afectado con el 69.23%.

La parroquia Turi está conformada por siete formaciones geológicas. En la formación Turi, donde existe la presencia de conglomerados, areniscas y limolitas, ocurren la mayoría de los movimientos de masa representando un total de 11 eventos. En las formaciones geológicas Loyola, depósitos aluviales y coluviales no se presenciaron movimientos, debido a su pequeña extensión territorial, sumando entre las tres un total de 3.91% del territorio parroquial. Por otra parte, relacionando las características geotécnicas con las formaciones geológicas para los movimientos de masa P8 y P18, que provienen de las formaciones Turi y Mangan respectivamente, se tiene que la clasificación de suelos para las dos muestras pertenece a arenas mal graduadas. Por lo que existe una correlación con estas formaciones ya que ambas se componen litológicamente por materiales areniscos.

Los factores condicionantes que contribuyen en la inestabilidad del talud para la mayoría de los movimientos de masa son la ausencia de cobertura vegetal, la litología y las pendientes pronunciadas. Además, el movimiento en masa P6 se ubica a una altitud máxima de 2780 msnm, y el P13 a 2573 msnm, siendo la mínima entre todas. Por encima de la altitud promedio de 2573 msnm se encuentran localizados el 36.84% de los movimientos. Por otra parte, haciendo referencia al tamaño de los movimientos de masa se tiene que, el área máxima es de 2840.37 m<sup>2</sup>, el área mínima de 76.78 m<sup>2</sup> y la media de 537.05 m<sup>2</sup>.

En base al análisis de los factores detonantes, se puede concluir que la lluvia es la causa externa principal que ocasiona los movimientos de masa en la parroquia Turi. Además, existen eventos antrópicos como, irrigación, escapes de agua de tuberías y excavación del pie del talud. Esta última, fue la principal actividad antrópica que afectó en la inestabilidad de los movimientos P4, P14, P16 y P18, modificando la geometría natural del terreno. Aunque estos factores antrópicos influyen en menor cantidad, no dejan de ser importantes, ya que, al sumarse otros factores como

la lluvia, el suelo se satura y pierde resistencia, aumentando de esta manera la probabilidad de que ocurran estos eventos.

La aplicación de la técnica multivariante K-means, permitió analizar diferentes variables a la vez e identificar la influencia de cada una de ellas sobre los movimientos de masa. Con esto se pudo agrupar a los 19 movimientos según la similitud de sus características en dos grupos. En donde, el clúster 1 integra a los movimientos P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P17, P18 y el clúster 2 a los restantes: P1, P2, P5, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P19. Los movimientos de masa agrupados en el clúster 1 reflejan una media superior en 7 variables, mientras que el clúster 2 representa una media superior solamente en una variable. Cabe recalcar que los movimientos más significativos (P8 y P18) se encuentran dentro del clúster 1.

Para contrastar el nivel de peligrosidad de los movimientos más significativos, P8 y P18, se realizó la modelación respectiva del talud en condiciones normales, considerando los factores detonantes como, lluvia, sismo y carga en la corona del talud. La cual muestra que efectivamente con la presencia de estas causas detonantes, el talud se estaría desplazando, ya que presentan factores de seguridad menores a 1.

## RECOMENDACIONES

Antes de realizar la construcción de viviendas, vías o cualquier obra civil es necesario contar con un estudio de suelos, puesto que los factores detonantes que afectan a varios de estos movimientos de masa ocurren por carga en la corona del talud y excavación al pie del talud. Adicionalmente, se recomienda evitar actividades antrópicas que afecten en la inestabilidad del talud, como la deforestación, irrigación, escapes de agua de tuberías, cortes que alteren la topografía original del terreno, vibración artificial y la disposición de materiales o residuos sobre la ladera.

Es recomendable reforestar las laderas, con la finalidad de evitar que los suelos se sigan erosionando por factores como la lluvia, viento o irrigación y producto de ello, se genere inestabilidad. Por lo que se sugiere cubrir el suelo de vegetación (árboles), de tal manera que las raíces fortalezcan el suelo, absorban la humedad y anclen el suelo superficial a estratos más profundos.

Es importante realizar el ensayo de penetración estándar, con la finalidad de obtener los materiales que forman parte de la ladera. De esta manera, se podrá obtener la resistencia portante del suelo y a su vez realizar la modelación del talud en el software Slide. Se sugiere también realizar diseños de estabilidad de talud, estos pueden ser mediante terraceo o anclajes con pantalla de hormigón, entre otros.

Cuando ocurren fuertes precipitaciones es importante impedir que el agua se filtre en el suelo y genere un peso extra en el talud. De esta manera se evitará la ocurrencia de movimientos de masa. Para esto es importante realizar sistemas de drenaje que permitan evacuar el agua

presente, esto se puede realizar a través de drenajes superficiales y subterráneos como cunetas, pozos de drenaje horizontales y verticales, pantallas de drenaje, entre otros.

En zonas donde existan formaciones geológicas con presencia de macizos rocosos, se recomienda realizar un análisis de la geología estructural. Este estudio permitirá verificar si existen deformaciones, fracturas u orientación desfavorable de discontinuidades en la roca, para determinar si estas causas pueden influir en la inestabilidad del talud.

Este estudio puede ser mejorado a través de monitoreos constantes y estudios de suelos para el resto de movimientos de masa activos que presenten riesgo a la población en la zona de estudio, con la finalidad de analizar si a futuro pueden ocasionar macro deslizamientos. Adicionalmente, se sugiere el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial para contar con un monitoreo temporal de los puntos muestrales. Finalmente, se recomienda realizar estudios similares para las demás parroquias rurales del cantón Cuenca, y así contar con información técnica georreferenciada que facilite a cada GAD municipal implementar medidas de prevención y mitigación para la planificación y ordenamiento territorial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Ayala, I. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones Geográficas*, 1(41), 7–25.  
<https://doi.org/10.14350/rig.59101>
- Alcántara Ayala, I., & Murillo García, F. G. (2008). Procesos de remoción en masa en México: Hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía*, 66, 47–64. <https://doi.org/10.14350/rig.17981>
- Amat, J. (2017). *Clustering y heatmaps: aprendizaje no supervisado*.
- ASTM D 2850. (1996). *ASTM: designación d 2850 método estandar de prueba de compresión triaxial en suelos cohesivos no consolidados no drenados*. <https://toaz.info/doc-viewer>
- ASTM D2487. (2000). Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). In *ASTM International* (Vol. 04).
- ASTM D3080. (2013). *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions I* (Issue Descontinuada).
- ASTM D3282. (1993). Standard Practice for Classification of Soils and Soil Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. In *ASTM International* (Vol. 93, Issue November 1993).
- ASTM D422. (2007). Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils. In *ASTM International* (Vols. D422-63, Issue Reapproved). [papers2://publication/uuid/32E2AE22-8555-4A27-B8B6-F7217202A1F2](https://doi.org/10.1520/D422-63R07)
- ASTM D4318. (2000). ASTM Standards, for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of

- Soils This c of soils, ASTM D 4318-00. In *ASTM International* (Vol. 04).
- ASTM D698-7. (2007). ASTM D 698-07 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort. In *ASTM International* (Vol. 3).
- Balleza, R. (2016). La inestabilidad de Laderas apoyada por cartografía geológica y estudios de teledetección. *Tlamati*, 2.
- Bates, R. L., & Jackson, J. A. (1987). Glossary of Geology. Third edition. *Glossary of Geology. Third Edition*.
- Bishop, A. W. (1955). The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. *Geotechnique*, 5(1), 7–17. <https://doi.org/10.1680/geot.1955.5.1.7>
- Carrillo, D. (2014). *Mapa de inventario de movimientos de ladera de Malacatos*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Cevallos, P., & Ochoa, D. (2011). *Diseño de una vivienda unifamiliar utilizando elementos prefabricados de ferrocemento con opción de ampliación*.
- Cheng, Y., Xue, D., & Li, Y. (2007). A fast mosaic approach for remote sensing images. *Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, 2009–2013. <https://doi.org/10.1109/ICMA.2007.4303859>
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial*.
- CLIRSEN. (2011). *Análisis de amenaza por tipo de movimiento en masa*.
- Cobos, S., & Solano, J. (2020). Sanitary landfill site selection using multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process: A case study in Azuay province, Ecuador. *Waste Management and Research*, 38(10), 1129–1141.

<https://doi.org/10.1177/0734242X20932213>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.

Costales, G. (2018). *Análisis comparativo entre los software de prueba Agisoft Photoscan y Pix4d para el procesamiento de datos obtenidos con fotogrametría de vehículo aéreo no tripulado (UAV) de bajo costo aplicado a proyectos de medio ambiente*.

Crespo Villalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones. In *Editorial Limusa, S.A.* (5a ed.).

Cruden, D. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology - Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur*, 43(1), 27–29. <https://doi.org/10.1007/BF02590167>

Cruden, D., & Varnes, D. (1996). Landslide types and processes. *Landslides Investigation and Mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247*, 36–75.

Das, B. M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Thomson (ed.); 4th ed.).

Das, B. M. (2013). Fundamentos de ingeniería geotécnica. In *Cengage Learning* (4th Edition ed., Issue 1).

DJI. (2020). *Mavic Air 2 Manual de Usuario*. 54.

Eng, L., Ismail, R., Hashim, W., & Baharum, A. (2019). *The use of VARI, GLI, and VIGREEN formulas in detecting vegetation in aerial images*.

<https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i7.3275>

Escalante, J., Cáceres, J., & Porras, H. (2016). Ortomosaicos y modelos digitales de elevación

generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV. *Tecnura*, 20(50), 119–140.

<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a09>

FAO. (2007). *Consistencia del suelo*.

[https://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s08.htm](https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm)

Fell, R., Ho, K. K., Lacasse, S., & Leroi, E. (2005). A framework for landslide risk assessment and management. *International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada: London, Balkema*, 3–25.

Fell, Robin, Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., & Savage, W. (2008). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102(3–4), 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.022>

GAD Municipal Cuenca. (2018). *Geovisor Municipal*. <http://ide.cuenca.gob.ec/geoportal-web/viewer.jsf>

Gad Municipal de Cuenca. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca*.

GAD Turi. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Turi, cantón Cuenca, provincia del Azuay*.

GAD Turi. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Turi, cantón Cuenca, provincia del Azuay*.

GEMMA, G. de E. para M. en M. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional*, 4, 432.

- Gonzaga, M. (2018). *Evolución tectono-sedimentaria de la cuenca miocénica de Cuenca*.
- Gutiérrez, J. (2014). *Topografía Para Las Tropas*.
- Guzzetti, F., Mondini, A. C., Cardinali, M., Fiorucci, F., Santangelo, M., & Chang, K. T. (2012). Landslide inventory maps: New tools for an old problem. *Earth-Science Reviews*, *112*(1–2), 42–66. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.02.001>
- Hung, L. Q., Van, N. T. H., Duc, D. M., Ha, L. T. C., Van Son, P., Khanh, N. H., & Binh, L. T. (2016). Landslide susceptibility mapping by combining the analytical hierarchy process and weighted linear combination methods: a case study in the upper Lo River catchment (Vietnam). *Landslides*, *13*(5), 1285–1301. <https://doi.org/10.1007/s10346-015-0657-3>
- IAEG Commission on Landslides. (1990). Suggested nomenclature for landslides. In *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* (Vol. 41, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/BF02590202>
- INDECI. (2011). Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas. In *Instituto Nacional de Defensa Civil*.
- INEN 686. (1987). Mecánica de suelos. Toma de muestras alteradas. In *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1481.1987.pdf>
- Kanwal, S., Atif, S., & Shafiq, M. (2017). GIS based landslide susceptibility mapping of northern areas of Pakistan, a case study of Shigar and Shyok Basins. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, *8*(2), 348–366. <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1220023>
- Kazeev, A., & Postoev, G. (2017). Landslide investigations in Russia and the former USSR. *Natural Hazards*, *88*(16), 81–101. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2688-z>

- Kharuf, S., Hernández, L., Orozco, R., Díaz, O., & Delgado, I. (2018). Análisis de imágenes multiespectrales adquiridas con vehículos aéreos no tripulados. *Revista de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 39(2), 79–91.
- Kirschbaum, D., Stanley, T., & Zhou, Y. (2015). Spatial and temporal analysis of a global landslide catalog. *Geomorphology*, 249, 4–15.  
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.03.016>
- Lario, J., & Bardají, T. (2017). Introducción a los riesgos geológicos. In *Universidad Nacional a Distancia*.
- Li, Y., & Mo, P. (2019). A unified landslide classification system for loess slopes: A critical review. *Geomorphology*, 340, 67–83. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.04.020>
- Llorens, R. C., & Masquef, A. T. (2009). Movimientos de ladera Landslides. In *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (pp. 284–294).
- Louhaichi, M., Borman, M. M., & Johnson, D. E. (2001). Spatially located platform and aerial photography for documentation of grazing impacts on wheat. *Geocarto International*, 16(1), 65–70. <https://doi.org/10.1080/10106040108542184>
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics*, 281–297.
- Martínez, L. (2018). *Aplicaciones de los Sistemas de Aeronaves no Tripuladas para el levantamiento cartográfico de la ruta 6 y la ruta 14, para proyectos de licitación pública internacional en Uruguay*.
- Montero, J. (2017). Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos

geológicos de Colombia. In *Servicio Geológico Colombiano*.

Mucuta-Lito, H. V., Cartaya-Pires, M., & Watson-Quesada, R. L. (2020). Evaluación de estabilidad en taludes del yacimiento Castellano mediante el cálculo del factor de seguridad. *Minería y Geología*, 36 (4), 441–450.

NEC-SE-CM. (2015). Geotecnia y Cimentaciones. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC*.

NEC-SE-DS. (2015). Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC*.

Novara, M., Estergaard, S., Olmos, D., Rasjido, J., & Soto, A. (2019). Comparación de índices espectrales RGB, a partir de imágenes VANT, para la identificación de coberturas vegetales en ambientes urbanos y rurales patagónicos esteparios. *Cátedra de Teledetección II. Tecnicatura En SIGyTE. Departamento de Geografía - LabSIGyT, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco (Comodoro Rivadavia, Chubut)*, 1–2.

ONU. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. In *Publicación de las Naciones Unidas*. LC/G.2681-P/Rev.3

Pacurucu, N., Acosta, E., & Morocho, V. (2018). Mapeo de zonas vulnerables a deslizamientos usando PP GIS y técnicas de teledetección. *Revista GEOESPACIAL*, 53–66.

Peñafiel, E. (2011). *Incidencia de la Josefina en el Cantón Paute: 1993-1995*. Universidad de Cuenca.

Pérez, A., & Martínez, M. (2015). Priorización de áreas de intervención mediante análisis morfométrico e índice de vegetación. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, VI(1), 121–137.

- Pesantez, E. (2017). *Experiencias Y Metodologías Del Macro Deslizamiento De Turi-Totoras En El Sector San Isidro, Parroquia Turi, Cantón Cuenca, Provincia Del Azuay Año 2017*. Universidad Estatal de Bolívar.
- Petley, D. (2012). Global patterns of loss of life from landslides. *Geology*, 40(10), 927–930. <https://doi.org/10.1130/G33217.1>
- Pineda, J., Adames, C., & Rodríguez, C. (2014). Parámetros de resistencia al corte para interfases de arena - concreto: Propuesta de Investigación. *Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014)*, 1–5. <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/StudentPapers/SP051.pdf>
- Pineda, M., Martínez, J., & Viloría, J. (2016). Relación entre los cambios de cobertura vegetal y la ocurrencia de deslizamientos de tierra en la serranía del interior, Venezuela. *Interciencia*, 41, 190–198.
- Quirós, M. (2011). Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) Cartografía, Fotointerpretación, Teledetección y SIG. In *Ediciones Universidad Salamanca*.
- Rabby, Y. W., & Li, Y. (2019). An integrated approach to map landslides in Chittagong Hilly Areas, Bangladesh, using Google Earth and field mapping. *Landslides*, 16(3), 633–645. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1107-9>
- Rabby, Y. W., & Li, Y. (2020). Landslide inventory (2001–2017) of Chittagong hilly areas, Bangladesh. *MDPI*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/data5010004>
- Ramírez, C. (2019). *Uso de un vehículo aéreo no tripulado como alternativa para evaluar el estado nutricional de una plantación de Gmelina arborea Roxb, San Carlos, Costa Rica*.
- Rivera, J. M. (2020). *Análisis de los deslizamientos asociados al periodo de lluvia y deshielo de*

*junio del 2013 en la Val d'Aran.*

Rodas, R. (2019). *Tipificar los deslizamientos y valorar la susceptibilidad en sectores: Carmen del Guzho, Nulti, Universidad del Azuay (Gapal), Sinincay sector Pumayunga y Jadán del cantón Cuenca.*

Ros Avila, J. (2008). *Análisis comparativo de los criterios de rotura de Hoek&Brown y Mohr-Coulomb en el estudio de estabilidad en macizos rocosos.* Universitat Politècnica de Catalunya.

Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process.* McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)

Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida.*

Skempton, A. W., & Hutchinson, J. N. (1969). Stability of Natural Slopes and Embankment Foundations. In *In Proc., Seventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, Mexico City, State of the Art Volume.*

Skilodimou, H. D., Bathrellos, G. D., Chousianitis, K., Youssef, A. M., & Pradhan, B. (2019). Multi-hazard assessment modeling via multi-criteria analysis and GIS : a case study. *Environmental Earth Sciences*, 0(0), 0. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-8003-4>

SNGR. (2012). Resolución No. SNGR-133-2012. In *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.*

<http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/Resolucion-133-2012.pdf>

SNGRE. (2018). *Informe Época Lluviosa 2012 - 2018*. 2012–2018.

Soria, M. V., & Matar, M. A. (2016). *Nociones Sobre Teledeteccion*.

Starý, K., Jelínek, Z., Kumhálova, J., Chyba, J., & Balážová, K. (2020). Comparing RGB-based vegetation indices from uav imageries to estimate hops canopy area. *Agronomy Research*, 18(4), 2592–2601. <https://doi.org/10.15159/AR.20.169>

Suárez, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. In *Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos*. Publicaciones UIS.

Suárez, J. (2010). Deslizamientos: Análisis Geotécnico. In *Universidad de Santander* (Vol. 1).

UCSD. (2019). *Manual de vuelo de drones*.

Universidad de Granada. (2014). *Métodos de análisis multivariante: análisis clúster*.

<http://wpd.ugr.es/~bioestad/guia-spss/practica-8/>

USGS. (2004). Landslide types and processes. *Highway Research Board Special Report, July*, 1–4.

Valenzuela, P., Domínguez-Cuesta, M. J., Mora García, M. A., & Jiménez-Sánchez, M. (2017).

A spatio-temporal landslide inventory for the NW of Spain: BAPA database.

*Geomorphology*, 293, 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.05.010>

Vallejo, L. I. G. De, Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). Ingeniería geológica. In *Pearson Educación*.

Varnes, D. (1978). Slope movement types and processes. *Landslides: Analysis and Control*.

*Transportation Research Board Special Report 176*, 11–33.

Vilchez, M., & Sosa, N. (2021). Peligro geológico por movimientos en masa en la ciudad de Arequipa. In *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*.

WP/WLI, U. W. P. on W. L. I. (1993). A suggested method for describing the activity of a landslide. *BULLETIN of the International Association of ENGINEERING GEOLOGY*, 47, 53–57.

Xu, C. (2015). Preparation of earthquake-triggered landslide inventory maps using remote sensing and GIS technologies: Principles and case studies. *Geoscience Frontiers*, 6(6), 825–836. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2014.03.004>

Yilmaz, I., & Ercanoglu, M. (2019). Landslide inventory, sampling and effect of sampling strategies on landslide susceptibility/hazard modelling at a glance. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, 48, 205–224. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73383-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73383-8_9)

## ANEXOS

### ANEXO 1: Fotografías de visita in situ



Registro de datos para la ficha de inventario



Registro de datos para la ficha de inventario



Prueba de plasticidad, técnicas instu



Morfometria

## ANEXO 2: Fichas de inventario de movimientos de masa

### FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 25 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P1

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO					
POR DIVISIÓN POLÍTICA		COORDENADAS		REFERENTES GEOGRAFICOS	
País	<u>Ecuador</u>	Norte (UTMY)	<u>9675886,92</u>	<u>Junto a la vía Tarqui – Gullanzhapa - Turi</u>	
Provincia	<u>Azuay</u>	Este (UTMX)	<u>720671,49</u>		
Ciudad	<u>Cuenca</u>	Proyección:	<u>WGS 84 ZONA 17S</u>	<u>abscisa 13+700</u>	
Localidad	<u>Turi - Bella Vista</u>	Altura sitio (m.s.n.m.)	<u>2658</u>		

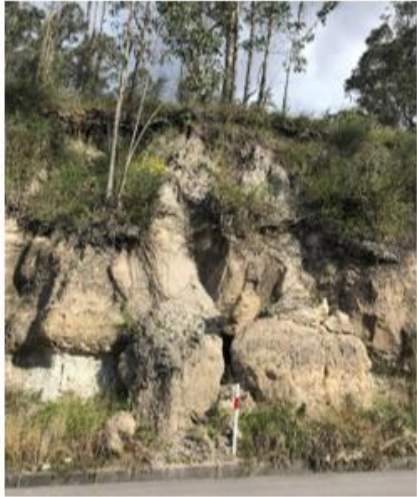
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados	Formación Turi
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO					
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS	
1	2	Humedad del suelo		Origen del suelo	
<input checked="" type="checkbox"/>	Caída	<input type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado
<input type="checkbox"/>	Volcamiento	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento traslacional	<input type="checkbox"/>	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	Mojado	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Reptación	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Flujo	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento		Suelos Ingeniería		Clasificación USCS	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Bloques	Clasificación del movimiento	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Cantos	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Grava	NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída	
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Arena		
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Finos		
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	M. Organic.		



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 25 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P2

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRAFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9675856,82</u>	<u>Junto a la vía Tarqui – Gullanzhapa - Turi</u>  <u>abscisa 13+600</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>720582,99</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Bella Vista</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2667</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		ESTILO	LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO			
DD / MM / AA  Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados	Formación Turi

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO					
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS
1 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Caída	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Humedad del suelo	Origen del suelo	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
<input type="checkbox"/>	Volcamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Lig. Húmedo <input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Muy húmedo <input type="checkbox"/> Mojado	<input checked="" type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Sedimentario <input type="checkbox"/> Coluvial <input type="checkbox"/> Volcánico	
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	Clasificación USCS	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento traslacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Detritos	<input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> No plástico	
<input type="checkbox"/>	Propagación lateral	<input checked="" type="checkbox"/>	Tierra		
<input type="checkbox"/>	Reptación		Suelos Ingeniería		
<input type="checkbox"/>	Flujo	<input type="checkbox"/>	Bloques		
		<input type="checkbox"/>	Cantos		
		<input type="checkbox"/>	Grava		
		<input type="checkbox"/>	Arena		
		<input type="checkbox"/>	Finos		
		<input type="checkbox"/>	M. Organic.		

Nota: 1 = Primer movimiento  
 2 = Segundo movimiento



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 25 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P3

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9675050,28</u>	<u>Cercano a la vía Tarqui – Gullanzhapa - Turi</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>721027,11</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Bella Vista</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2770</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas	Formación Mangan
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / <u>Mayo</u> / <u>2021</u>	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																										
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																						
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Movimiento canalizado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Movimiento no canalizado</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Movimiento canalizado	<input type="checkbox"/>	Movimiento no canalizado	
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	Movimiento canalizado																																									
<input type="checkbox"/>	Movimiento no canalizado																																									
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Roca Detritos Tierra Suelos Ingeniería	Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico	Clasificación USCS Clasificación del movimiento																						
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento		Platicidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta Media Baja No plástico	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Flujo																														
1	2																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 25 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P4

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9675090,95</u>	<u>Junto a la vía Asunción – Hierbabuena</u>  <u>y a la quebrada Agua Santa</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>722389,24</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Agua Santa</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2656</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	Areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas	Formación Azogues
DD / MM / AA  Último Movimiento: <u>    </u> / <u>Mayo</u> / <u>2021</u>	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																									
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS																																																				
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X														Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2			X						Roca Detritos Tierra	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2			X						Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>			X						Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico	<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table>			X		Movimiento canalizado Movimiento no canalizado
	1	2																																																							
X																																																									
1	2																																																								
X																																																									
1	2																																																								
X																																																									
X																																																									
X																																																									
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	Suelos Ingeniería	<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>											Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X								Plasticidad Alta Media Baja No plástico	Clasificación USCS	CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																														
1	2																																																								
X																																																									

MORFOMETRÍA			
GENERAL	DIMENSIONES		DEFORMACIÓN DEL TERRENO
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> )	250,25	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)	Modo
Diferencia de altura corona a punta (m)	15,50	Ancho de la superficie de falla, Wr (m)	Severidad
Longitud horizontal corona a punta (m)	9,15	Longitud de la masa desplazada, Ld (m)	<input type="checkbox"/> Ondulación
Rango de pendientes (°)	18 - 59	Longitud de superficie de falla, Lr (m)	<input type="checkbox"/> Escalonamiento
		Espesor de la masa desplazada, Dd (m)	<input type="checkbox"/> Leve
		Profundidad de la superficie de falla, Dr (m)	<input type="checkbox"/> Media
		Longitud total, L (m)	<input type="checkbox"/> Severa

CAUSAS DEL MOVIMIENTO			COBERTURA Y USO DEL SUELO				
C		C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Veg. Herbácea	<input type="checkbox"/>	Ganadería	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bosque	100	Área protegida	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Matorrales	<input type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cuerpo agua	<input type="checkbox"/>	Recreación	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cultivos	<input type="checkbox"/>	Zona arqueológica	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Construcciones	<input type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin cobertura	<input type="checkbox"/>	Vivienda	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pastizales	<input type="checkbox"/>	Vías	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Sin uso	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Forestal para madera	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Pecuario bovino ext.	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Pastoreo ocasional	100
Notas: C: Condicionante, D: Detonante							

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Predios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Privado	101690050402	[700 - 750] mm	5 m	No	Podría afectar a la vía de cuarto orden Asunción - Hierbabuena y a la quebrada Agua Santa

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 22 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P5

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9673888,58</u>	<u>Junto a la vía a San Agustín</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>720006,30</u>	<u>y a la quebrada Huaillo</u>
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi-Punta Corral</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2641</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO		
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / <u>Abril</u> / <u>2021</u>	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados  Formación Turi

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																																																														
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																																																																											
<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Caída</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Volcamiento</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Deslizamiento rotacional</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Deslizamiento traslacional</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Propagación lateral</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Reptación</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Flujo</td></tr> </table> <p>Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caída	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento rotacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento traslacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Roca</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Detritos</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Tierra</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Suelos Ingeniería</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Bloques</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Cantos</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Grava</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Arena</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Finos</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>M. Organic.</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detritos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tierra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bloques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Grava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M. Organic.	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Seco</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Lig. Húmedo</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Húmedo</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Muy húmedo</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Mojado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Plasticidad</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Alta</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Media</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Baja</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>No plástico</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mojado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plasticidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Media	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No plástico	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Residual</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Sedimentario</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Coluvial</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Volcánico</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Clasificación USCS</td></tr> </table> <p> <input type="checkbox"/> Movimiento canalizado  <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado                 </p> <p>Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)                      NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Deslizamiento rotacional</p>	<input type="checkbox"/>	Residual	<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentario	<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Volcánico	<input type="checkbox"/>	Clasificación USCS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caída																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcamiento																																																																																												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento rotacional																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento traslacional																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Propagación lateral																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reptación																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Roca																																																																																												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detritos																																																																																												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tierra																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bloques																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantos																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Grava																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arena																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finos																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M. Organic.																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seco																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo																																																																																												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Húmedo																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muy húmedo																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mojado																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plasticidad																																																																																												
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Media																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Baja																																																																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No plástico																																																																																												
<input type="checkbox"/>	Residual																																																																																													
<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentario																																																																																													
<input type="checkbox"/>	Coluvial																																																																																													
<input type="checkbox"/>	Volcánico																																																																																													
<input type="checkbox"/>	Clasificación USCS																																																																																													

MORFOMETRÍA		
GENERAL	DIMENSIONES	DEFORMACIÓN DEL TERRENO
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> ) <u>126,17</u> Diferencia de altura corona a punta (m) <u>4,80</u> Longitud horizontal corona a punta (m) <u>6,40</u> Rango de pendientes (°) <u>22 - 45</u>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m) <u>5,50</u> Ancho de la superficie de falla, Wr (m) <u>6,70</u> Longitud de la masa desplazada, Ld (m) <u>5,60</u> Longitud de superficie de falla, Lr (m) <u>5,80</u> Espesor de la masa desplazada, Dd (m) <u>1,50</u> Profundidad de la superficie de falla, Dr (m) <u>1,60</u> Longitud total, L (m) <u>8</u>	Modo <input checked="" type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Escalonamiento Severidad <input type="checkbox"/> Leve <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Severa

CAUSAS DEL MOVIMIENTO			COBERTURA Y USO DEL SUELO			
C		C D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	69	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8	<input checked="" type="checkbox"/>	15
		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	85
		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Notas: C: Condicionante, D: Detonante						

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Pedios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Privado	101690180431	[650 - 700] mm	2 m	Si	En caso de que continúe el movimiento, la vía a San Agustín podría colapsar y de esta manera obstruir aún más de lo que ya está la quebrada Huaillo

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 25 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P6

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9674441,41</u>	
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>722329,16</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi – Hierba Buena</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2780</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / <u>Mayo</u> / <u>2021</u>	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas  Formación Azogues

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																											
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																								
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	1	2	X																<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	X		X		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	1	2	X								<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico			X			
1	2																																										
X																																											
1	2																																										
X																																											
X																																											
1	2																																										
X																																											
X																																											
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Suelos Ingeniería Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.													<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Plasticidad Alta Media Baja No plástico	1	2	X						<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Movimiento canalizado Movimiento no canalizado																				
1	2																																										
X																																											
			Clasificación USCS  CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO  Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																																								



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 10 Mes: 07 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P7

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9676753,79</u>	<u>Junto a la vía Camino a Turi</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>721540,86</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Turi Centro</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2650</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / <u>Julio</u> / <u>2021</u>	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Formación Turi

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO				
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS
1 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Caída	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Roca	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
<input type="checkbox"/>	Volcamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	Detritos	
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	Tierra	
<input type="checkbox"/>	Deslizamiento traslacional	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Reptación	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Flujo	<input type="checkbox"/>		
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento		1 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Bloques	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: <u>Caída</u>
		<input type="checkbox"/>	Cantos	
		<input type="checkbox"/>	Grava	
		<input type="checkbox"/>	Arena	
		<input type="checkbox"/>	Finos	
		<input type="checkbox"/>	M. Organic.	
		1 2 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Alta	
		<input type="checkbox"/>	Media	
		<input type="checkbox"/>	Baja	
		<input type="checkbox"/>	No plástico	

MORFOMETRÍA						
GENERAL		DIMENSIONES			DEFORMACIÓN DEL TERRENO	
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> )	137,73	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)			Modo	Severidad
Diferencia de altura corona a punta (m)	6,60	Ancho de la superficie de falla, Wr (m)	11,60		<input type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve
Longitud horizontal corona a punta (m)	7,50	Longitud de la masa desplazada, Ld (m)			<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input type="checkbox"/> Media
Rango de pendientes (°)	20 - 47	Longitud de superficie de falla, Lr (m)				<input type="checkbox"/> Severa
		Espesor de la masa desplazada, Dd (m)				
		Profundidad de la superficie de falla, Dr (m)				
		Longitud total, L (m)	10			

CAUSAS DEL MOVIMIENTO				COBERTURA Y USO DEL SUELO				
C		C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%	
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Veg. Herbácea	<input type="checkbox"/>	Ganadería	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bosque	91	Área protegida	
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Matorrales		Agricultura	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Cuerpo agua		Recreación	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Cultivos		Zona arqueológica	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Construcciones		Zona industrial	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Sin cobertura		Vivienda	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Pastizales		<input checked="" type="checkbox"/> Vías	9
		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas antrópicas	9	Sin uso	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			Forestal para madera	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			Pecuario bovino ext.	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			Pastoreo ocasional	
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/> Otro	91

Notas: C: Condicionante, D: Detonante

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Pedios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Privado	690101003036000	[700 - 750] mm	5 m	No	Podría afectar aún más a la vía Camino a Turi

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 22 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P8

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9675883,29</u>	<u>Junto a la Vía al CRS</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>721332,55</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Bella Vista</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2525</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>19 / Mayo / 2021</u>	Activo		

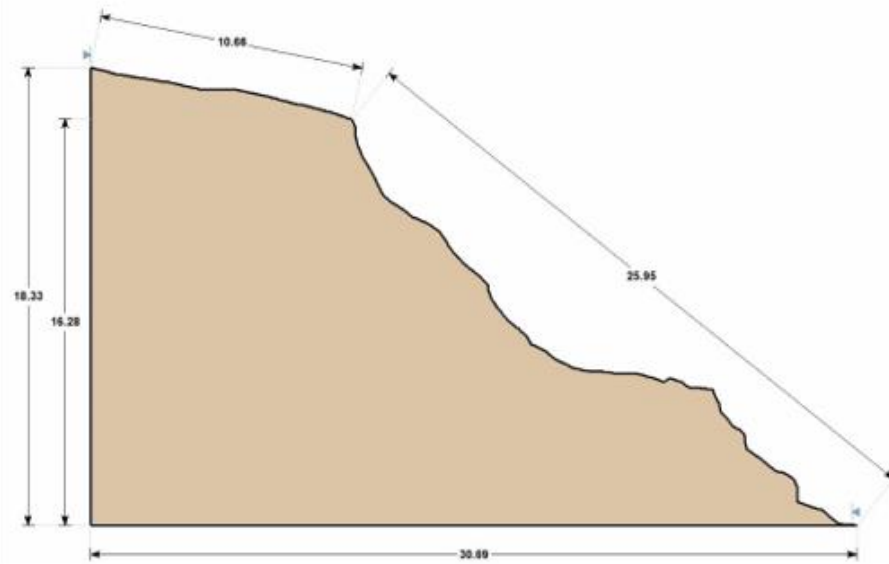
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																										
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																							
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Movimiento canalizado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Movimiento no canalizado</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Movimiento canalizado	<input type="checkbox"/>	Movimiento no canalizado	
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	Movimiento canalizado																																									
<input type="checkbox"/>	Movimiento no canalizado																																									
Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	Roca Detritos Tierra	Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico																																							
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	Suelos Ingeniería % <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><u>96,62</u></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><u>3,38</u></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>96,62</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>3,38</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Clasificación USCS Arena mal graduada (SP)	CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Deslizamiento rotacional																				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<u>96,62</u>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<u>3,38</u>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									



FOTOGRAFÍAS



PERFIL / PLANTA DEL TERRENO





**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 10 Mes: 07 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P9

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO																																										
POR DIVISIÓN POLÍTICA		COORDENADAS		REFERENTES GEOGRÁFICOS																																						
País	<u>Ecuador</u>	Norte (UTMY)	<u>9676091,83</u>	<u>Junto a la Vía al CRS</u>																																						
Provincia	<u>Azuay</u>	Este (UTMX)	<u>721622,04</u>																																							
Ciudad	<u>Cuenca</u>	Proyección:	<u>WGS 84 ZONA 17S</u>																																							
Localidad	<u>Turi - Virgen de la Nube / Icto Cruz</u>	Altura sitio (m.s.n.m.)	<u>2680</u>																																							
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA																																						
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas	Formación Mangan																																						
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / <u>Junio</u> / <u>2021</u>	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre																																								
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																										
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS																																						
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo  Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>																																										
<input checked="" type="checkbox"/>																																										
<input type="checkbox"/>																																										
<input type="checkbox"/>																																										
	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Plasticidad Alta Media Baja No plástico	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Clasificación USCS CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Reptación																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									

MORFOMETRÍA		
GENERAL	DIMENSIONES	DEFORMACIÓN DEL TERRENO
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> ) <u>2840,36</u> Diferencia de altura corona a punta (m) <u>20</u> Longitud horizontal corona a punta (m) <u>56,50</u> Rango de pendientes (°) <u>[0 - 33]</u>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m) <u>28,40</u> Ancho de la superficie de falla, Wr (m) _____ Longitud de la masa desplazada, Ld (m) <u>35</u> Longitud de superficie de falla, Lr (m) _____ Espesor de la masa desplazada, Dd (m) <u>8</u> Profundidad de la superficie de falla, Dr (m) _____ Longitud total, L (m) <u>60</u>	Modo <input type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Leve <input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Severa

CAUSAS DEL MOVIMIENTO		COBERTURA Y USO DEL SUELO																																																																																			
<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Pendientes pronunciadas</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Ausencia de cobertura vegetal</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Movimiento tectónico</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Lluvias</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Erosión superficial</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Excavación del pie del talud</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Carga en la corona del talud</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Irrigación</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Mantenimiento deficiente sistema de drenaje</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Escapes de agua de tuberías</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Vibración artificial (tránsito vehicular)</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Deforestación</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimiento tectónico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erosión superficial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Excavación del pie del talud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Irrigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vibración artificial (tránsito vehicular)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deforestación	<table border="1"> <tr><th>TIPO COBERTURA</th><th>%</th></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbácea</td><td><u>98</u></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Bosque</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Matorrales</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Cuerpo agua</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Cultivos</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Construcciones</td><td></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/> Sin cobertura</td><td><u>2</u></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Pastizales</td><td></td></tr> </table>	TIPO COBERTURA	%	<input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbácea	<u>98</u>	<input type="checkbox"/> Bosque		<input type="checkbox"/> Matorrales		<input type="checkbox"/> Cuerpo agua		<input type="checkbox"/> Cultivos		<input type="checkbox"/> Construcciones		<input checked="" type="checkbox"/> Sin cobertura	<u>2</u>	<input type="checkbox"/> Pastizales		<table border="1"> <tr><th>TIPO USO</th><th>%</th></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Ganadería</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Área protegida</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Agrícola</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Recreación</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Zona arqueológica</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Zona industrial</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Vivienda</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Vías</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Sin uso</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Forestal para madera</td><td></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Pecuario bovino ext.</td><td></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo ocasional</td><td><u>100</u></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Otro</td><td></td></tr> </table>	TIPO USO	%	<input type="checkbox"/> Ganadería		<input type="checkbox"/> Área protegida		<input type="checkbox"/> Agrícola		<input type="checkbox"/> Recreación		<input type="checkbox"/> Zona arqueológica		<input type="checkbox"/> Zona industrial		<input type="checkbox"/> Vivienda		<input type="checkbox"/> Vías		<input type="checkbox"/> Sin uso		<input type="checkbox"/> Forestal para madera		<input type="checkbox"/> Pecuario bovino ext.		<input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo ocasional	<u>100</u>	<input type="checkbox"/> Otro	
<input type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas																																																																																				
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal																																																																																				
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)																																																																																				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimiento tectónico																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvias																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erosión superficial																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Excavación del pie del talud																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Irrigación																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vibración artificial (tránsito vehicular)																																																																																			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deforestación																																																																																			
TIPO COBERTURA	%																																																																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbácea	<u>98</u>																																																																																				
<input type="checkbox"/> Bosque																																																																																					
<input type="checkbox"/> Matorrales																																																																																					
<input type="checkbox"/> Cuerpo agua																																																																																					
<input type="checkbox"/> Cultivos																																																																																					
<input type="checkbox"/> Construcciones																																																																																					
<input checked="" type="checkbox"/> Sin cobertura	<u>2</u>																																																																																				
<input type="checkbox"/> Pastizales																																																																																					
TIPO USO	%																																																																																				
<input type="checkbox"/> Ganadería																																																																																					
<input type="checkbox"/> Área protegida																																																																																					
<input type="checkbox"/> Agrícola																																																																																					
<input type="checkbox"/> Recreación																																																																																					
<input type="checkbox"/> Zona arqueológica																																																																																					
<input type="checkbox"/> Zona industrial																																																																																					
<input type="checkbox"/> Vivienda																																																																																					
<input type="checkbox"/> Vías																																																																																					
<input type="checkbox"/> Sin uso																																																																																					
<input type="checkbox"/> Forestal para madera																																																																																					
<input type="checkbox"/> Pecuario bovino ext.																																																																																					
<input checked="" type="checkbox"/> Pastoreo ocasional	<u>100</u>																																																																																				
<input type="checkbox"/> Otro																																																																																					
Notas: C: Condicionante, D: Detonante																																																																																					

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Pedios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Público	101690170802	[700 - 750] mm	6 m	No	Está afectando a la acera, ciclovia y de continuar el movimiento podría llegar a la obstrucción de la vía



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 30 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P10

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRAFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9675954,19</u>	<u>Vía a Ictocruz</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>722388,76</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Asunción</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2763</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO		
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas	Formación Mangan
	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																												
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																									
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo  Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	1	2	X														<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	X		X		Humedad del suelo <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	1	2					X				Origen del suelo <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Residual Sedimentario Coluvial Volcánico			X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																										
X																																												
1	2																																											
X																																												
X																																												
1	2																																											
X																																												
X																																												
	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.													Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	1	2	X								Clasificación USCS  CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																			
1	2																																											
X																																												



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 30 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P11

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRAFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9676836,25</u>	<u>Junto a la Autopista Cuenca-Azogues</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>719494,52</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi – El Cisne</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2590</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados

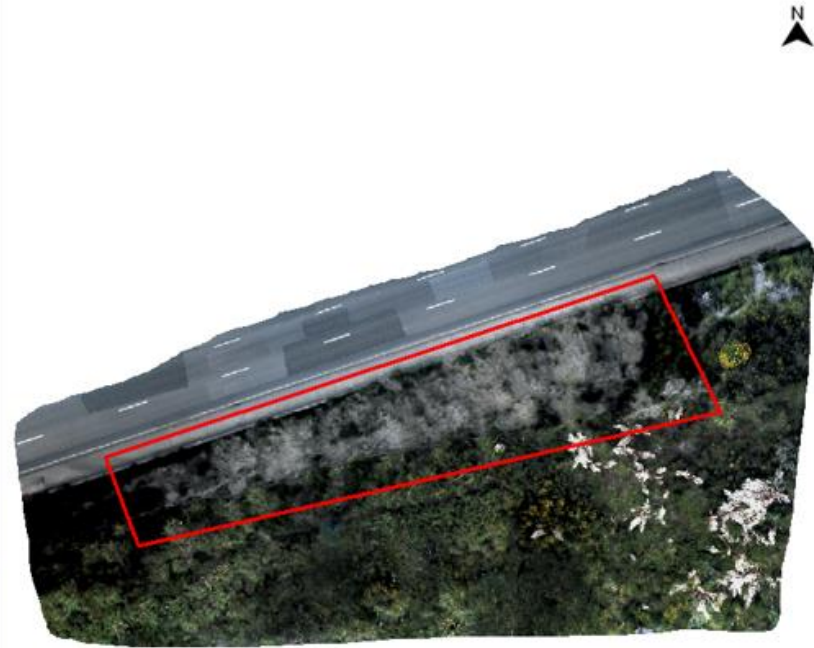
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																			
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X																Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	X		X		X		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	1	2	X										<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico			X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
1	2																																																		
X																																																			
1	2																																																		
X																																																			
X																																																			
X																																																			
1	2																																																		
X																																																			
X																																																			
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento		<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Suelos Ingeniería Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.																	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Plasticidad Alta Media Baja No plástico	1	2	X								Clasificación USCS CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																				
1	2																																																		
X																																																			



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 12 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P12

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9676240,56</u>	<u>Junto al camino a Guzho</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>718380,82</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi – El Calvario</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2600</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados
			Formación Turi

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																		
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																														
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X														<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table>	1	2	X		X		X		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2			X										<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>			X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
1	2																																																	
X																																																		
1	2																																																	
X																																																		
X																																																		
X																																																		
1	2																																																	
X																																																		
X																																																		
Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	Roca Detritos Tierra	Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico																																															
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.															Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	1	2							X		Clasificación USCS	CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																						
1	2																																																	
X																																																		



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 12 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P13

POR DIVISIÓN POLÍTICA			LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		REFERENTES GEOGRÁFICOS
			COORDENADAS		
País	<u>Ecuador</u>		Norte (UTMY)	<u>9676607,32</u>	<u>Junto a la Autopista Cuenca - Azogues</u>
Provincia	<u>Azuay</u>		Este (UTMX)	<u>718466,36</u>	
Ciudad	<u>Cuenca</u>		Proyección:	<u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad	<u>Turi – El Calvario</u>		Altura sitio (m.s.n.m.)	<u>2573</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados	Formación Turi
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS																																											
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X												<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2			X						Humedad del suelo <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		1	2	X								Origen del suelo <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>				X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																														
X																																																
1	2																																															
X																																																
1	2																																															
X																																																
X																																																
Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	Roca Detritos Tierra	Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado		Residual Sedimentario Coluvial Volcánico																																												
		Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>														Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		1	2	X						Clasificación USCS																						
1	2																																															
X																																																
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento		Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.		Alta Media Baja No plástico																																												
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Volcamiento																																																

MORFOMETRÍA					
GENERAL		DIMENSIONES		DEFORMACIÓN DEL TERRENO	
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> )	126,03	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)	_____	Modo <input type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Escalonamiento	Severidad <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Severa
Diferencia de altura corona a punta (m)	7,80	Ancho de la superficie de falla, Wr (m)	9		
Longitud horizontal corona a punta (m)	7,50	Longitud de la masa desplazada, Ld (m)	_____		
Rango de pendientes (°)	[40 – 50]	Longitud de superficie de falla, Lr (m)	_____		
		Espesor de la masa desplazada, Dd (m)	_____		
		Profundidad de la superficie de falla, Dr (m)	_____		
		Longitud total, L (m)	10,80		

CAUSAS DEL MOVIMIENTO			COBERTURA Y USO DEL SUELO					
C		C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%	
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Ganadería	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Área protegida	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Recreación	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zona arqueológica	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	Zona industrial	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Vivienda	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	89	<input type="checkbox"/>	Vías	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Sin uso	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Pecuario bovino ext.	100
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		

Notas: C: Condicionante, D: Detonante

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Pedios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Publico	101690250068	[650 - 700] mm	9 m	No	El deslizamiento se encuentra activo, pero se ha realizado un muro de contención para no afectar a la autopista Cuenca - Azogues

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 12 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P14

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9676630,85</u>	<u>Junto a la autopista Cuenca Azogues</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>718575,63</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	<u>Abscisa 0+770</u>
Localidad <u>Turi – El Calvario</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2575</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLÓGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados  Formación Turi

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																														
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																										
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X														<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table>	1	2	X		X		X		Humedad del suelo <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X								Origen del suelo <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>			X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																												
X																																														
1	2																																													
X																																														
X																																														
X																																														
1	2																																													
X																																														
X																																														
Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	Roca Detritos Tierra  Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>													Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Residual Sedimentario Coluvial Volcánico																															
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.	Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	X						Clasificación USCS	CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO  Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																																		
1	2																																													
X																																														



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 25 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P15

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9676637,49</u>	<u>Junto a la Autopista Cuenca - Azogues</u>  <u>abscisa 0+900</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>718918,09</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi – El Calvario</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2595</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO		
DD / MM / AA Último Movimiento: ____ / Enero / 2021	Activo	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados	Formación Turi
	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																										
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																							
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo  Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Humedad del suelo <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	1	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Origen del suelo <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Residual Sedimentario Coluvial Volcánico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>																																										
<input checked="" type="checkbox"/>																																										
<input type="checkbox"/>																																										
<input type="checkbox"/>																																										
	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Clasificación USCS	CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO  Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Deslizamiento Rotacional																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
1	2																																									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																									



FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 22 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P16

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9674953,72</u>	<u>Vía a San Agustín</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>719496,93</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi – El Cisne</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2624</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO			LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Depósitos Coluvio Aluviales
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Enero / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																						
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																																			
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo  Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	1	2	X														<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	X				X				X		<table border="1"> <tr><td colspan="2">Humedad del suelo</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Humedad del suelo		1	2					X				<table border="1"> <tr><td colspan="2">Origen del suelo</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Residual Sedimentario Coluvial Volcánico	Origen del suelo				X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																																				
X																																																						
1	2																																																					
X																																																						
X																																																						
X																																																						
Humedad del suelo																																																						
1	2																																																					
X																																																						
Origen del suelo																																																						
X																																																						
	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.													<table border="1"> <tr><td colspan="2">Plasticidad</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	Plasticidad		1	2			X						Clasificación USCS  CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																										
Plasticidad																																																						
1	2																																																					
X																																																						

MORFOMETRÍA		
GENERAL	DIMENSIONES	DEFORMACIÓN DEL TERRENO
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> ) <u>223,80</u> Diferencia de altura corona a punta (m) <u>6</u> Longitud horizontal corona a punta (m) <u>6,70</u> Rango de pendientes (°) <u>[44 - 51]</u>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m) _____ Ancho de la superficie de falla, Wr (m) <u>12</u> Longitud de la masa desplazada, Ld (m) _____ Longitud de superficie de falla, Lr (m) _____ Espesor de la masa desplazada, Dd (m) _____ Profundidad de la superficie de falla, Dr (m) _____ Longitud total, L (m) <u>9</u>	Modo <span style="float: right;">Severidad</span> <input type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Escalonamiento <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Severa

CAUSAS DEL MOVIMIENTO			COBERTURA Y USO DEL SUELO				
C		C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	100
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Notas: C: Condicionante, D: Detonante

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Predios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Privado	101690200365	[650 - 700] mm	5 m	No	Desde que se realizó la excavación al pie del talud, comenzó la caída de material afectado al predio, a la vía y en caso de extenderse mucho más, afectaría a la quebrada

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 22 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P17

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9674540,68</u>	
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>721057,82</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Trinidad</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2728</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> /Abril/2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas
			Formación Mangan

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																			
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2			X										<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table>	1	2			X		X		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	1	2					X				<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
1	2																																		
X																																			
1	2																																		
X																																			
X																																			
1	2																																		
X																																			
Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo	Roca Detritos Tierra	Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico																																
Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.													Plasticidad <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	1	2	X								Clasificación USCS CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996) NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Rotacional										
1	2																																		
X																																			

MORFOMETRÍA						
GENERAL		DIMENSIONES			DEFORMACIÓN DEL TERRENO	
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> )	96,64	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)	6,50	<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Severa	Modo Severidad
Diferencia de altura corona a punta (m)	7,50	Ancho de la superficie de falla, Wr (m)	7			
Longitud horizontal corona a punta (m)	11,80	Longitud de la masa desplazada, Ld (m)	7,50			
Rango de pendientes (°)	[25 – 41]	Longitud de superficie de falla, Lr (m)	7			
		Espesor de la masa desplazada, Dd (m)	1,75			
		Profundidad de la superficie de falla, Dr (m)	1,40			
		Longitud total, L (m)	14			

CAUSAS DEL MOVIMIENTO				COBERTURA Y USO DEL SUELO			
C		C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	66	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	34	<input checked="" type="checkbox"/>	34
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	66
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Notas: C: Condicionante, D: Detonante

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Pedios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Público	101690040631	[700 – 750] mm	Este deslizamiento está en medio de dos vías, la distancia a la vía superior desde el centro del movimiento es de 5m y a la vía inferior de 7m.	NO	Puede afectar con material a la vía ubicada al pie del talud y colapsar la vía que se encuentra en la corona del talud.

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 22 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P18

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRÁFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9674495,1</u>	<u>Junto a una guardería, iglesia y cancha</u>  <u>de deportes.</u>
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>721089,7</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi - Trinidad</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2740</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo		

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																										
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																																							
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo  Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	1	2	X					X									<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2					X	X					<table border="1"> <tr><td colspan="2">Humedad del suelo</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	Humedad del suelo		1	2					X	X							<table border="1"> <tr><td colspan="2">Origen del suelo</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Residual Sedimentario Coluvial Volcánico	Origen del suelo				X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																																								
X																																																										
	X																																																									
1	2																																																									
X	X																																																									
Humedad del suelo																																																										
1	2																																																									
X	X																																																									
Origen del suelo																																																										
X																																																										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Suelos Ingeniería %</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>98,65</td></tr> <tr><td>X</td><td>1,35</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.	Suelos Ingeniería %						X	98,65	X	1,35			<table border="1"> <tr><td colspan="2">Plasticidad</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Alta Media Baja No plástico	Plasticidad		1	2			X	X					<table border="1"> <tr><td colspan="2">Clasificación USCS</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Arena mal graduada (SP)	Clasificación USCS										CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO  Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Complejo																				
Suelos Ingeniería %																																																										
X	98,65																																																									
X	1,35																																																									
Plasticidad																																																										
1	2																																																									
X	X																																																									
Clasificación USCS																																																										

MORFOMETRÍA						
GENERAL		DIMENSIONES			DEFORMACIÓN DEL TERRENO	
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> )	909,17	Ancho de la masa desplazada, Wd (m)	7,50	Modo	Severidad	
Diferencia de altura corona a punta (m)	6,92	Ancho de la superficie de falla, Wr (m)	5,30	<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve	
Longitud horizontal corona a punta (m)	10	Longitud de la masa desplazada, Ld (m)	7,50	<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Media	
Rango de pendientes (°)	[26 – 45]	Longitud de superficie de falla, Lr (m)	9,00		<input type="checkbox"/> Severa	
		Espesor de la masa desplazada, Dd (m)	1,8			
		Profundidad de la superficie de falla, Dr (m)	1,6			
		Longitud total, L (m)	12,17			

CAUSAS DEL MOVIMIENTO			COBERTURA Y USO DEL SUELO				
C		C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendientes pronunciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbácea	67	<input type="checkbox"/> Ganadería	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de cobertura vegetal	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/> Bosque	13	<input type="checkbox"/> Área protegida	
<input checked="" type="checkbox"/>	Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Erosión superficial	<input type="checkbox"/> Matorrales		<input type="checkbox"/> Agrícola	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Excavación del pie del talud	<input type="checkbox"/> Cuerpo agua		<input type="checkbox"/> Recreación	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Carga en la corona del talud	<input type="checkbox"/> Cultivos		<input type="checkbox"/> Zona arqueológica	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Irrigación	<input checked="" type="checkbox"/> Construcciones		<input type="checkbox"/> Zona industrial	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/> Sin cobertura	14	<input type="checkbox"/> Vivienda	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Escapes de agua de tuberías	<input checked="" type="checkbox"/> Pastizales	6	<input type="checkbox"/> Vías	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Vibración artificial (tránsito vehicular)			<input type="checkbox"/> Sin uso	
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Deforestación			<input checked="" type="checkbox"/> Pecuario bovino ext.	100

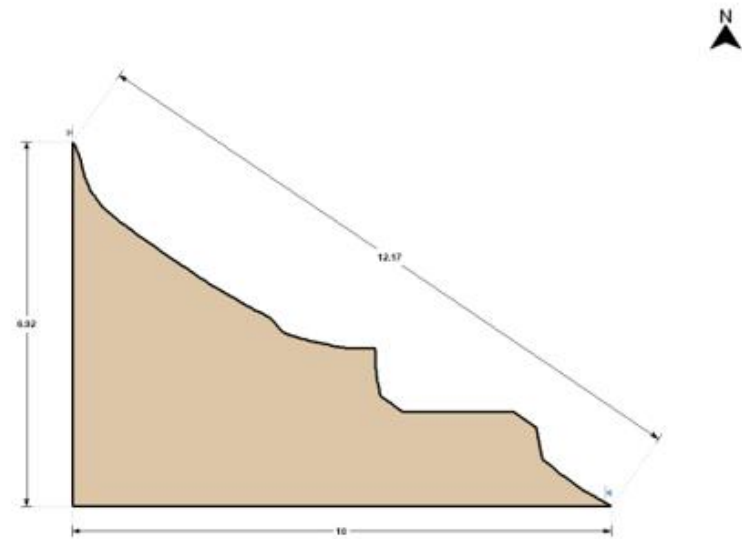
Notas: C: Condicionante, D: Detonante

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Predios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
1	Público	0101690040607	[700 – 750] mm	25 m	No	Se realizó un corte al terreno para ejecutar construcciones, por lo que ahora presenta fallas cada que llueve, esto afecta a la guardería, iglesia y cancha deportiva. La mayoría de la zona presenta caída de material y además existe tramos con deslizamientos rotacionales.

FOTOGRAFÍAS



PERFIL / PLANTA DEL TERRENO



**FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA**  
 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andina

IMPORTANCIA DEL EVENTO  
 Alta  Media  Baja

Fecha Día: 12 Mes: 06 Año: 2021 Encuestador Chiriboga Andrés; Méndez Daniel Código del Evento P19

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO		
POR DIVISIÓN POLÍTICA	COORDENADAS	REFERENTES GEOGRAFICOS
País <u>Ecuador</u>	Norte (UTMY) <u>9675350,6</u>	_____
Provincia <u>Azuay</u>	Este (UTMX) <u>718207,5</u>	
Ciudad <u>Cuenca</u>	Proyección: <u>WGS 84 ZONA 17S</u>	
Localidad <u>Turi – Guariviña</u>	Altura sitio (m.s.n.m.) <u>2632</u>	

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO		LITOLOGÍA	FORMACIÓN GEOLÓGICA
FECHAS DE OCURRENCIA	ESTADO	ESTILO	
DD / MM / AA Último Movimiento: <u>    </u> / Mayo / 2021	Activo	<input type="checkbox"/> Complejo <input type="checkbox"/> Compuesto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/> Sucesivo <input checked="" type="checkbox"/> Único <input type="checkbox"/> Enjambre	Conglomerados andesíticos gruesos y brechosos, con intercalaciones de areniscas y limolitas tobáceas; escasamente litificados y consolidados  Formación Turi

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO																																																
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS																																													
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Caída Volcamiento Deslizamiento rotacional Deslizamiento traslacional Propagación lateral Reptación Flujo  Nota: 1 = Primer movimiento 2 = Segundo movimiento	1	2	X																<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> </table> Roca Detritos Tierra	1	2	X		X		X		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Humedad del suelo Seco Lig. Húmedo Húmedo Muy húmedo Mojado	1	2			X						<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Origen del suelo Residual Sedimentario Coluvial Volcánico			X						<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado <input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado
	1	2																																														
X																																																
1	2																																															
X																																																
X																																																
X																																																
1	2																																															
X																																																
X																																																
	Suelos Ingeniería <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Bloques Cantos Grava Arena Finos M. Organic.											<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table> Plasticidad Alta Media Baja No plástico	1	2	X								Clasificación USCS  Clasificación del movimiento	Sistema de Clasificación: Cruden y Varnes (1996)  NOMBRE DEL MOVIMIENTO: Caída																								
1	2																																															
X																																																

MORFOMETRÍA		
GENERAL	DIMENSIONES	DEFORMACIÓN DEL TERRENO
Área aproximada del movimiento (m <sup>2</sup> ) <u>1734.63</u> Diferencia de altura corona a punta (m) <u>6</u> Longitud horizontal corona a punta (m) <u>4,60</u> Rango de pendientes (°) <u>[37 – 44]</u>	Ancho de la masa desplazada, Wd (m) _____ Ancho de la superficie de falla, Wr (m) <u>30</u> Longitud de la masa desplazada, Ld (m) _____ Longitud de superficie de falla, Lr (m) _____ Espesor de la masa desplazada, Dd (m) _____ Profundidad de la superficie de falla, Dr (m) _____ Longitud total, L (m) <u>7,55</u>	Modo <input type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Escalonamiento Severidad <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Severa

CAUSAS DEL MOVIMIENTO			COBERTURA Y USO DEL SUELO			
C	C	D	TIPO COBERTURA	%	TIPO USO	%
<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/> Veg. Herbácea	89		
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Bosque	11		
<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> Matorrales			
			<input type="checkbox"/> Cuerpo agua			
			<input type="checkbox"/> Cultivos			
			<input type="checkbox"/> Construcciones			
			<input type="checkbox"/> Sin cobertura			
			<input type="checkbox"/> Pastizales			
					<input checked="" type="checkbox"/> Sin uso	
					<input checked="" type="checkbox"/> Forestal para madera	71
					<input checked="" type="checkbox"/> Pecuario bovino ext.	29

Pendientes pronunciadas  
 Ausencia de cobertura vegetal  
 Litología (arcillas, margas, areniscas, conglomerados pobremente cementados y depósitos aluviales)

Movimiento tectónico  
 Lluvias  
 Erosión superficial  
 Excavación del pie del talud  
 Carga en la corona del talud  
 Irrigación  
 Mantenimiento deficiente sistema de drenaje  
 Escapes de agua de tuberías  
 Vibración artificial (tránsito vehicular)  
 Deforestación

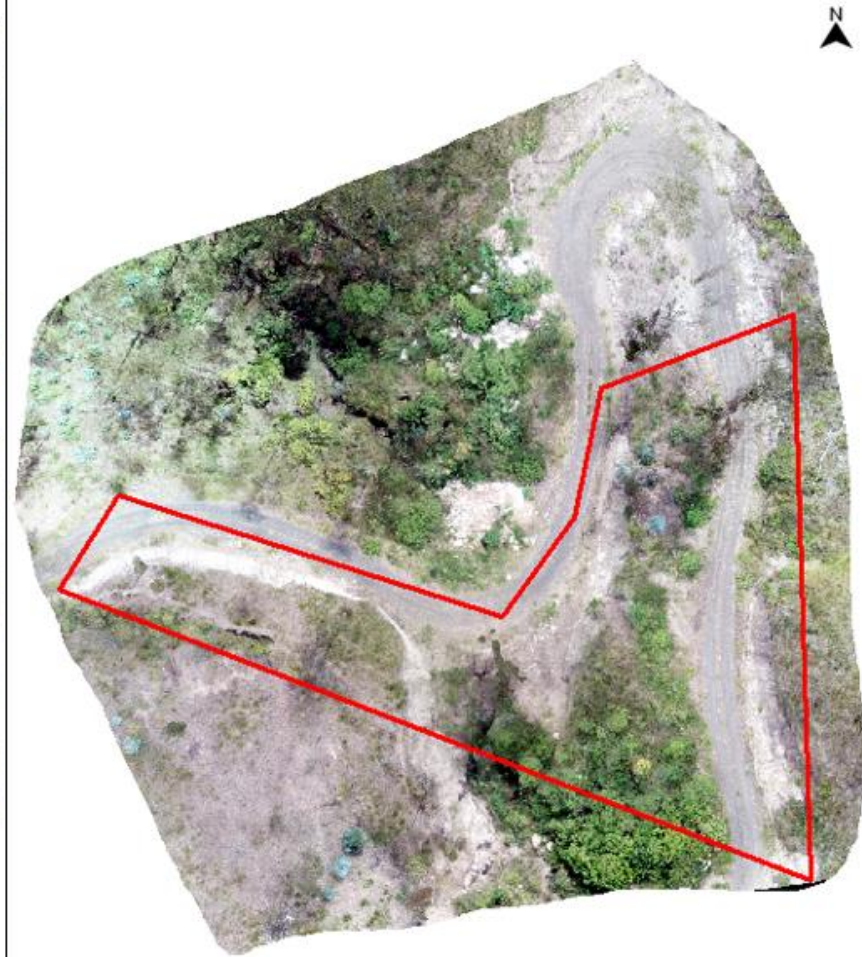
Notas: C: Condicionante, D: Detonante

NOTAS Y APRECIACIÓN DEL RIESGO						
NOTAS						APRECIACIÓN DEL RIESGO
Predios afectados	Régimen de propiedad	Clave catastral	Precipitación anual de la zona	Distancia a vías	Existencia de canales de riego	
2	Publico	0101690210165 0101690210168	[650 – 700] mm	3 m	No	Podría afectar la vía que tiene acceso a una vivienda, el riesgo es mínimo ya que su tránsito vehicular es casi nulo.

FOTOGRAFÍAS



PLANTA DEL TERRENO



**ANEXO 3: Análisis multicriterio, método AHP**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	MATRIZ NORMALIZADA										W	A*P	
<b>C1</b>	1	4	7	1	3	8	1/2	7	7	5	0,187	0,192	0,190	0,180	0,237	0,203	0,157	0,182	0,163	0,256	0,2	2,24	
<b>C2</b>	1/4	1	6	1/5	1/2	3	1/7	2	3	2	0,047	0,048	0,163	0,036	0,040	0,076	0,045	0,052	0,070	0,103	0,07	0,81	
<b>C3</b>	1/7	1/6	1	1/7	1/6	3	1/7	3	4	1/2	0,027	0,008	0,027	0,026	0,013	0,076	0,045	0,078	0,093	0,026	0,04	0,43	
<b>C4</b>	1	5	7	1	4	6	1/2	6	7	2	0,187	0,240	0,190	0,180	0,316	0,153	0,157	0,156	0,163	0,103	0,18	2,17	
<b>C5</b>	1/3	2	6	1/4	1	6	1/3	6	7	2	0,062	0,096	0,163	0,045	0,079	0,153	0,105	0,156	0,163	0,103	0,11	1,27	
<b>C6</b>	1/8	1/3	1/3	1/6	1/6	1	1/8	3	1	1/3	0,023	0,016	0,009	0,030	0,013	0,025	0,039	0,078	0,023	0,017	0,03	0,28	
<b>C7</b>	2	7	7	2	3	8	1	7	8	6	0,375	0,336	0,190	0,359	0,237	0,203	0,315	0,182	0,186	0,308	0,27	3,03	
<b>C8</b>	1/7	1/2	1/3	1/6	1/6	1/3	1/7	1	2	1/3	0,027	0,024	0,009	0,030	0,013	0,008	0,045	0,026	0,047	0,017	0,02	0,26	
<b>C9</b>	1/7	1/3	1/4	1/7	1/7	1	1/8	1/2	1	1/3	0,027	0,016	0,007	0,026	0,011	0,025	0,039	0,013	0,023	0,017	0,02	0,22	
<b>C10</b>	1/5	1/2	2	1/2	1/2	3	1/6	3	3	1	0,037	0,024	0,054	0,090	0,040	0,076	0,052	0,078	0,070	0,051	0,06	0,62	
<b>Suma</b>	5,34	20,83	36,92	5,57	12,64	39,33	3,18	38,5	43	19,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11,32	<b>λmax</b>

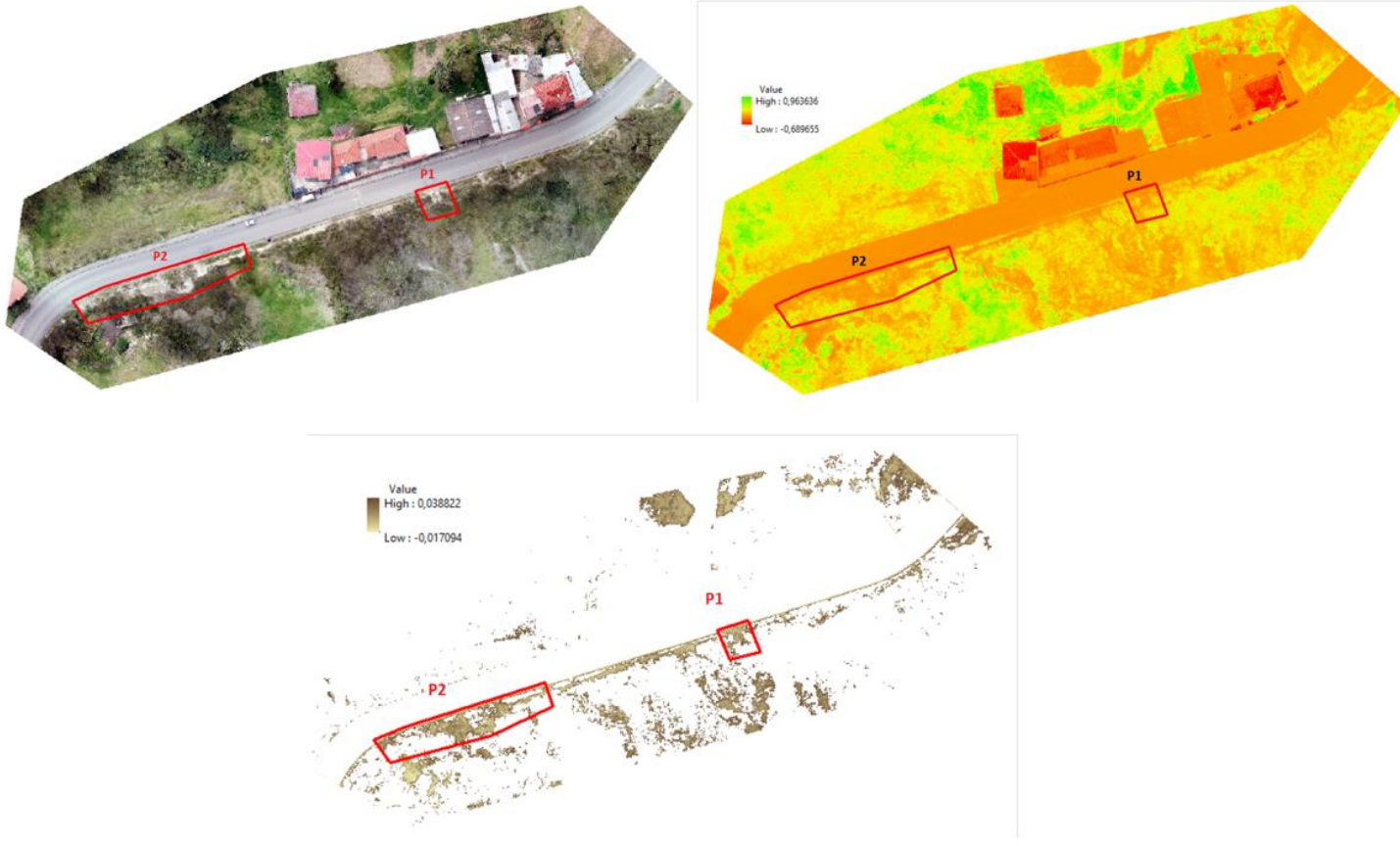
#### ANEXO 4: Levantamiento fotogramétrico con el uso del dron



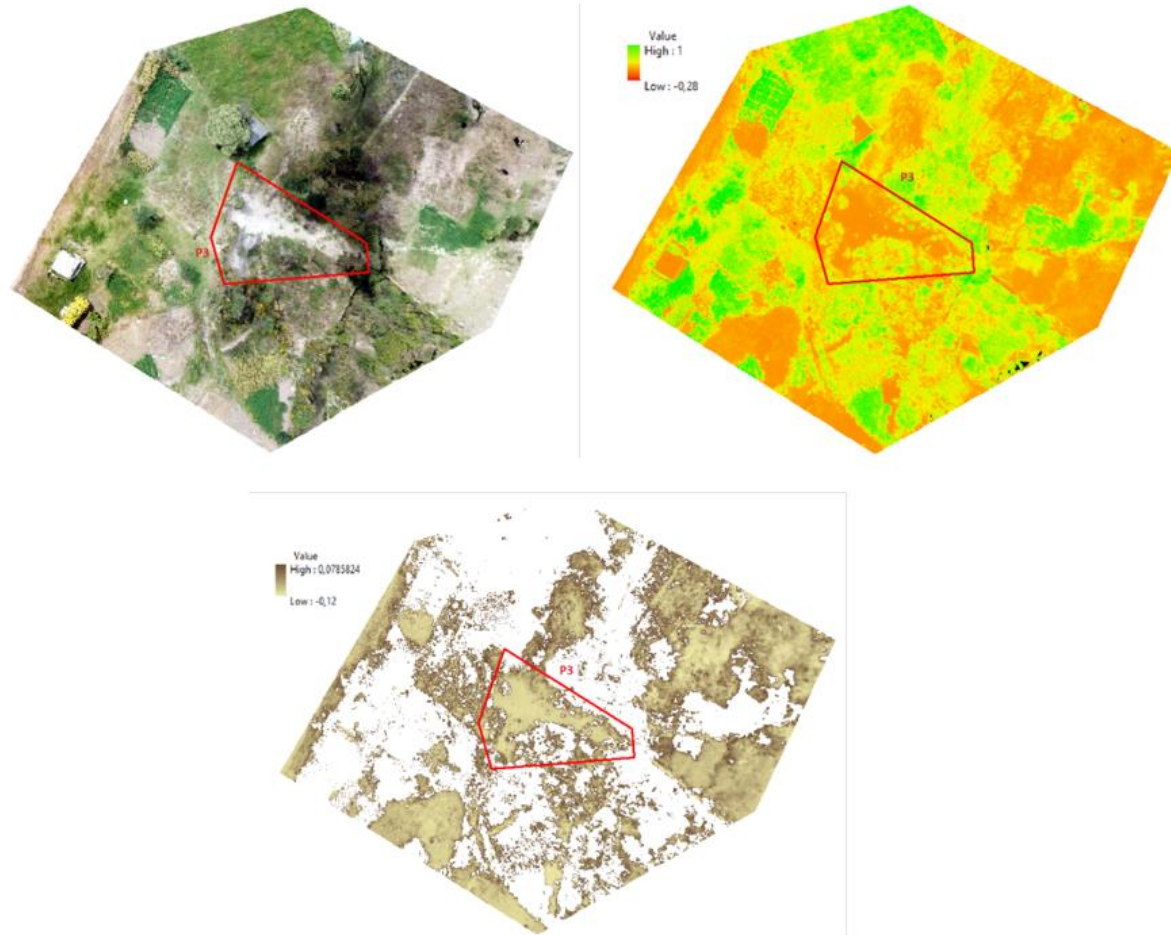
Levantamiento fotogramétrico con dron

## ANEXO 5: Ortofotos, índices GLI y suelo descubierto

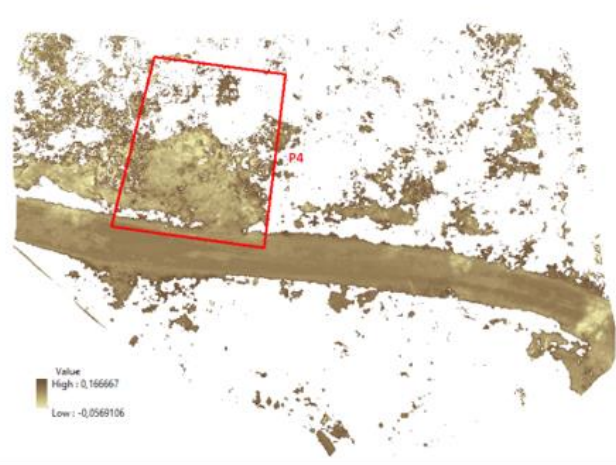
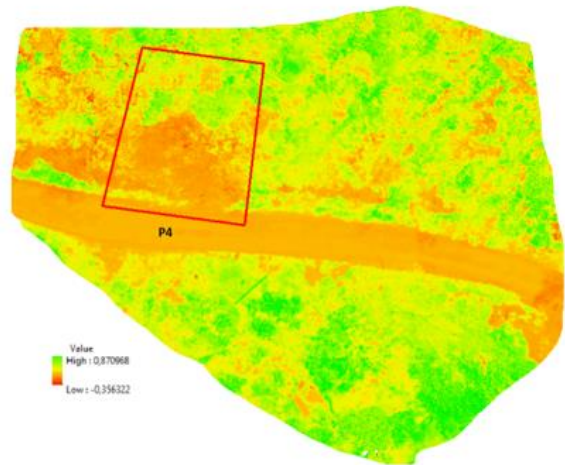
- Movimientos de masa P1 y P2



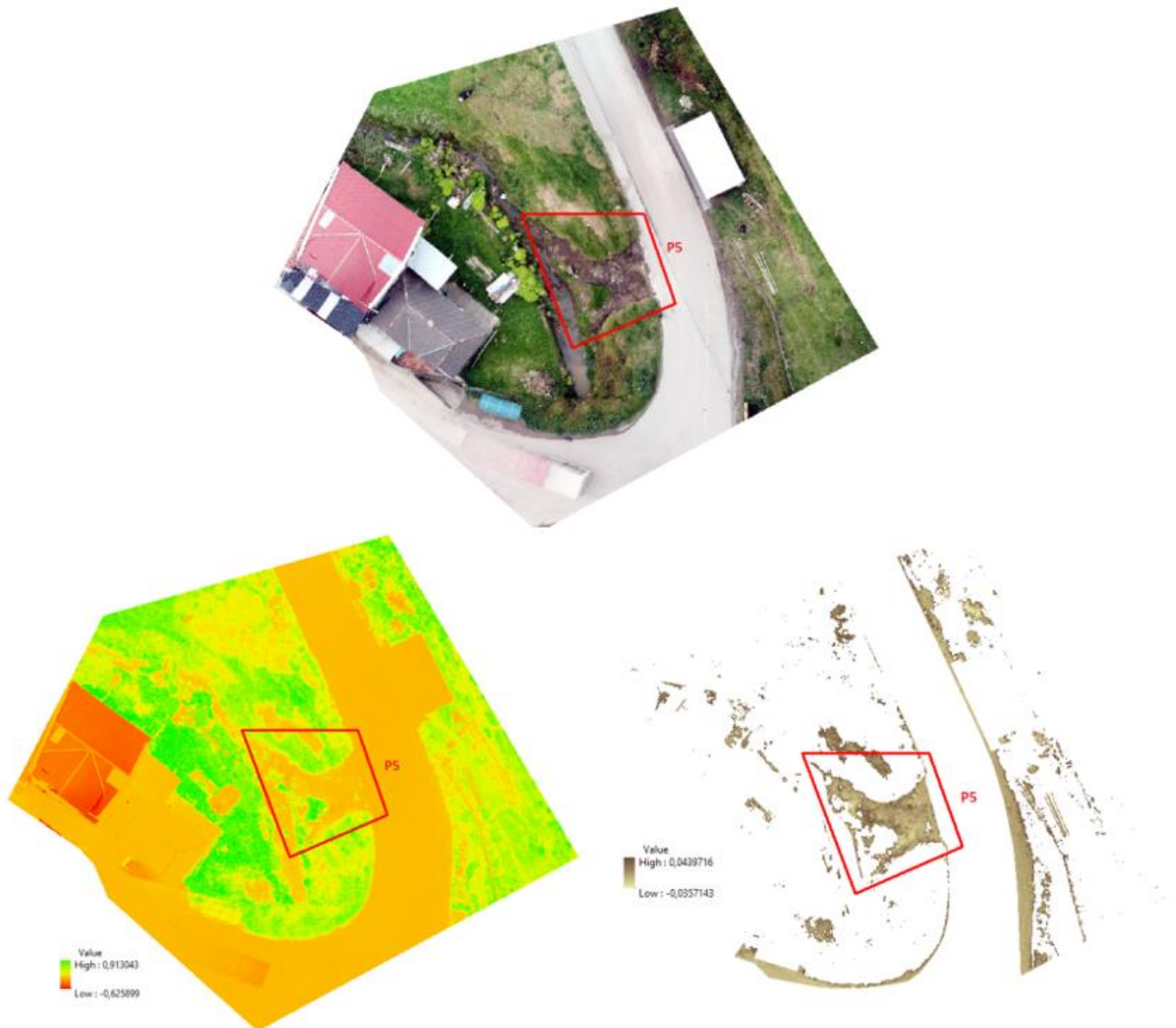
– Movimiento de masa P3



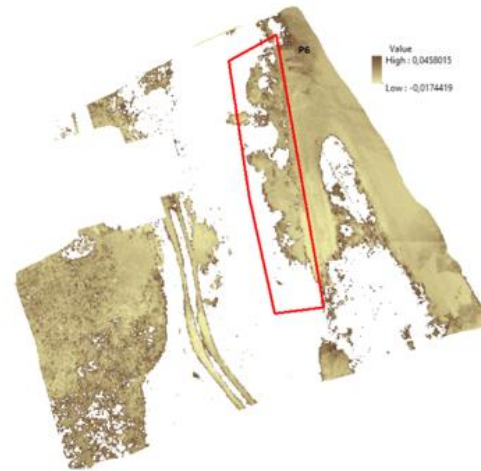
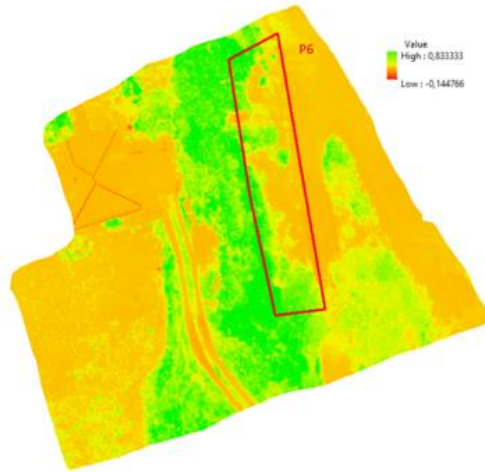
– Movimiento de masa P4



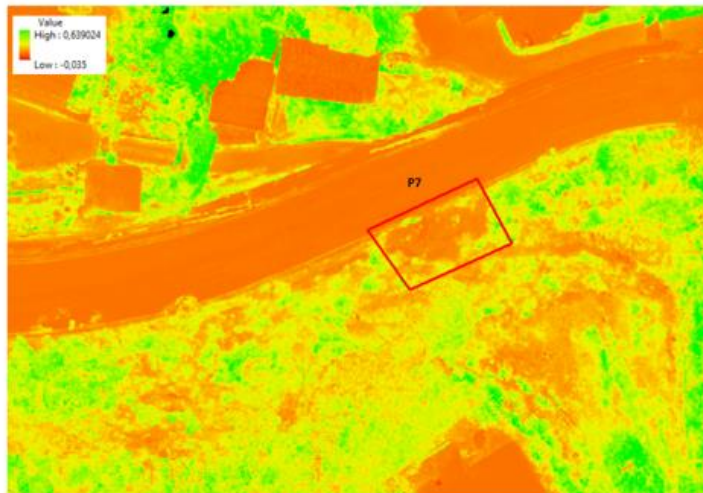
– Movimiento de masa P5



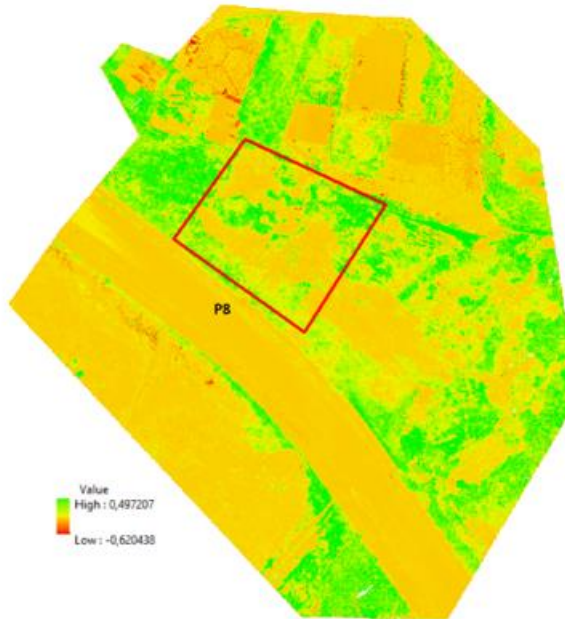
– Movimiento de masa P6



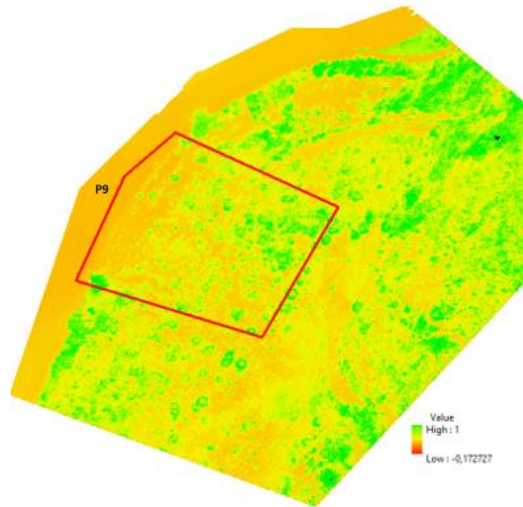
- Movimiento de masa P7



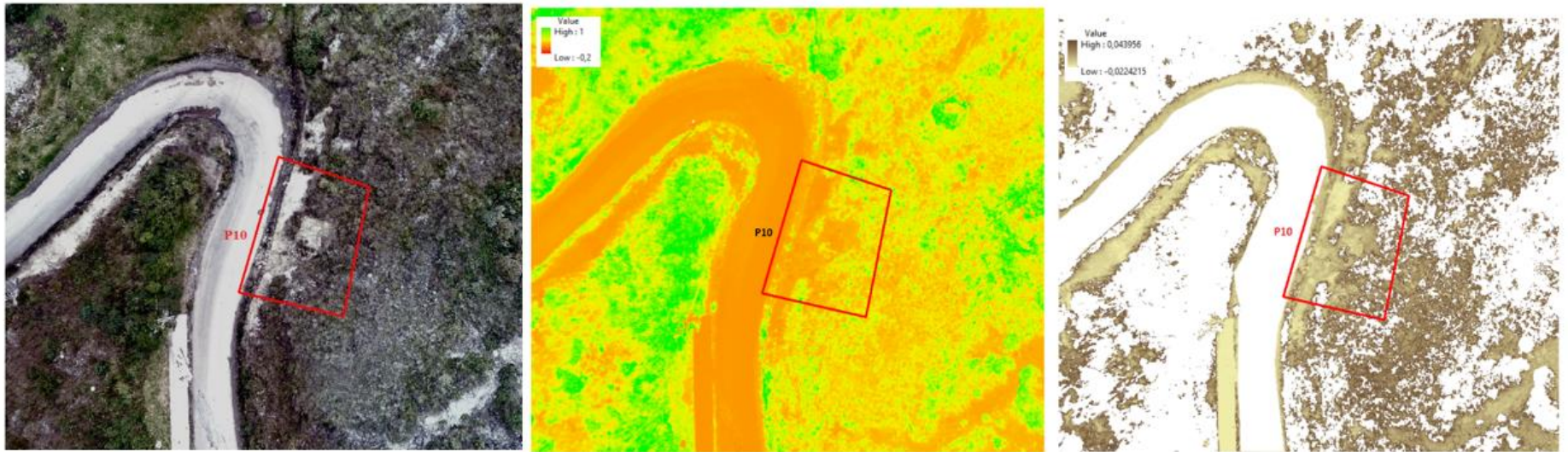
– Movimiento de masa P8



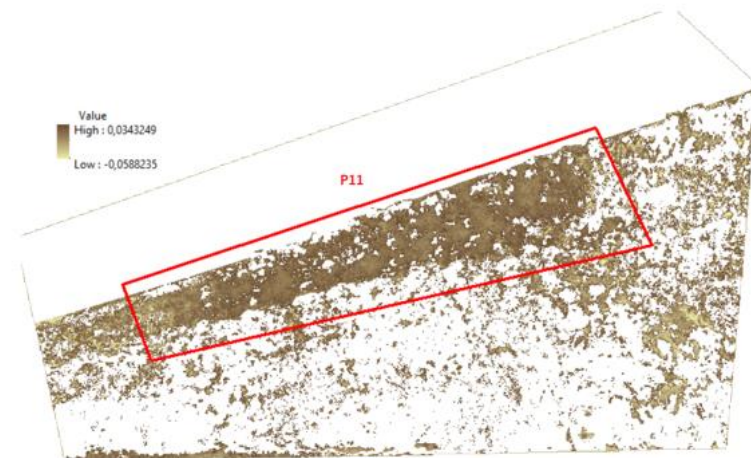
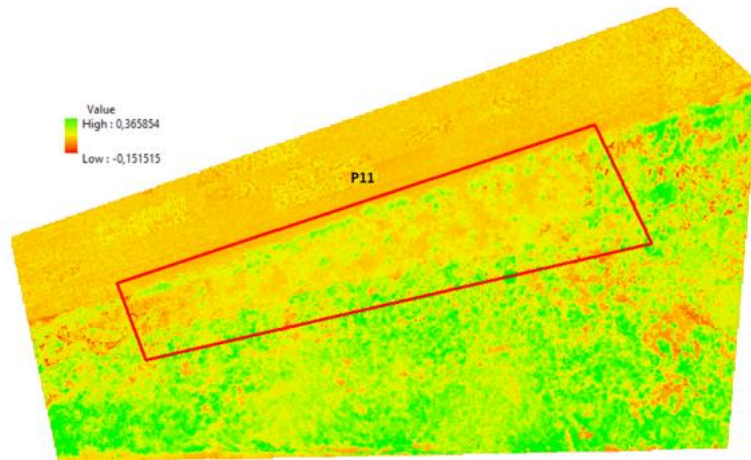
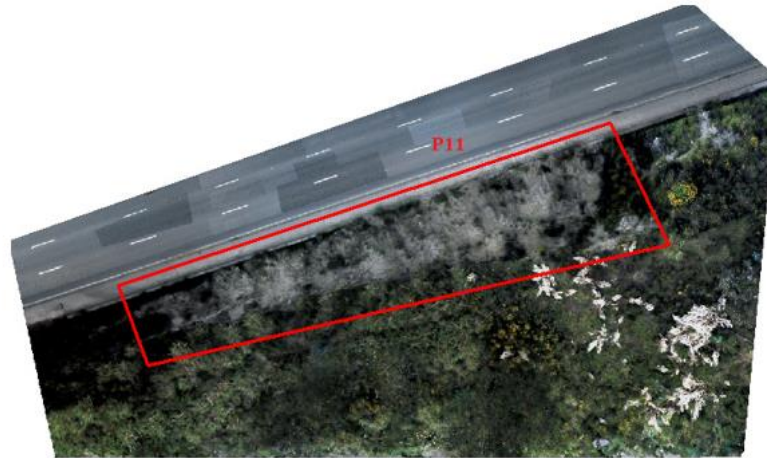
- Movimiento de masa P9



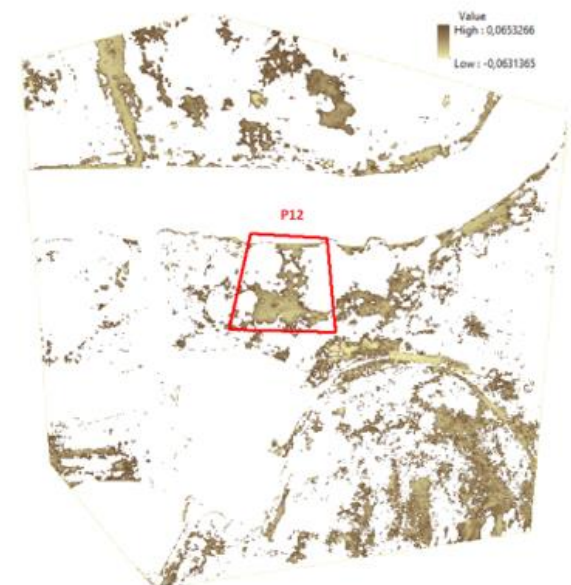
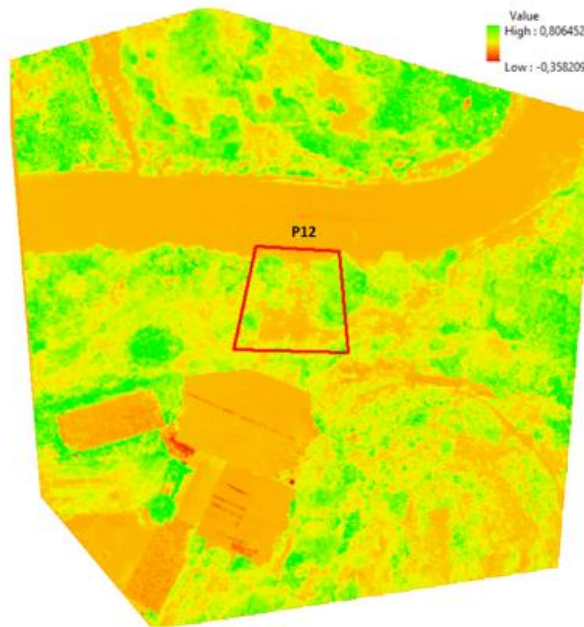
– Movimiento de masa P10



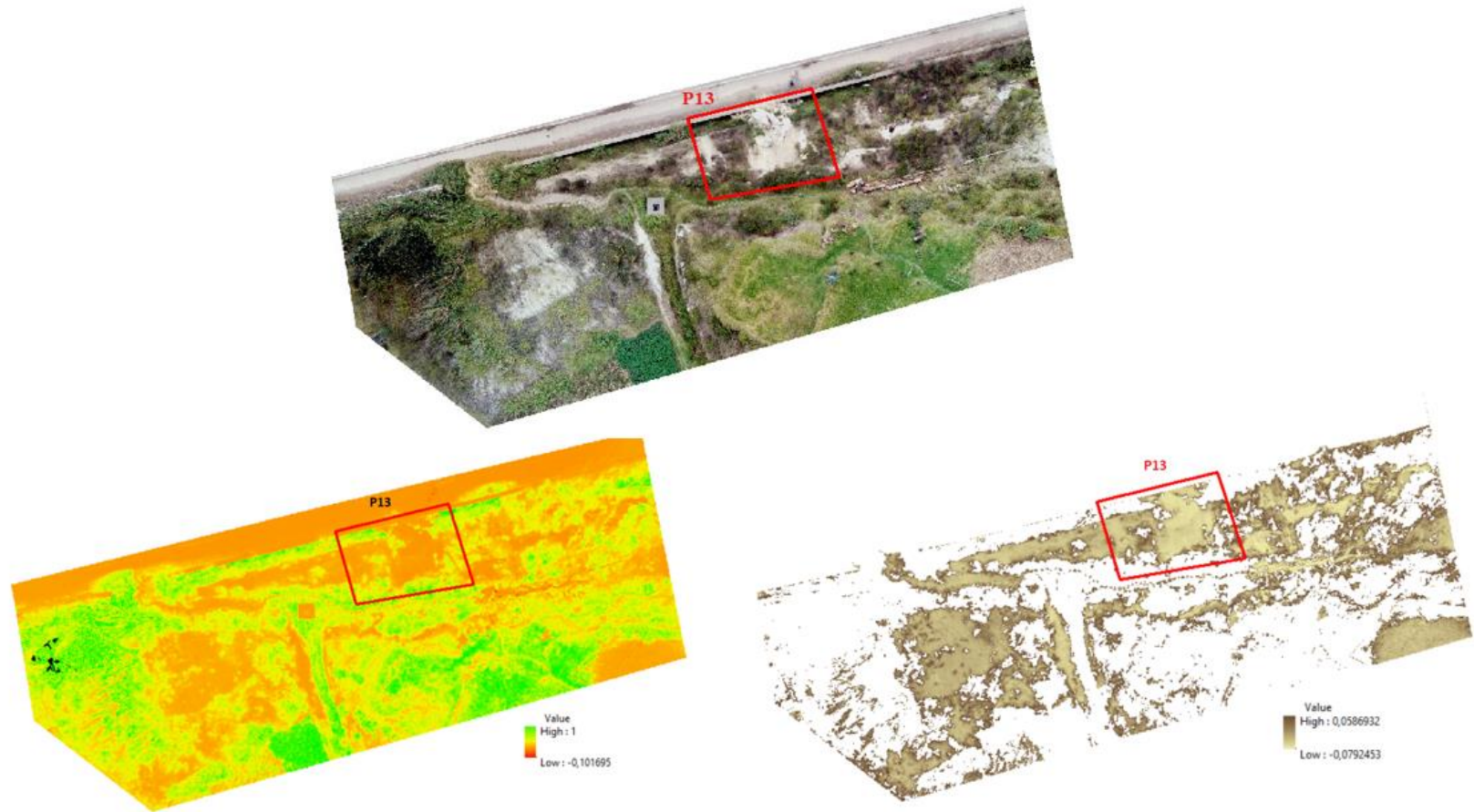
- Movimiento de masa P11



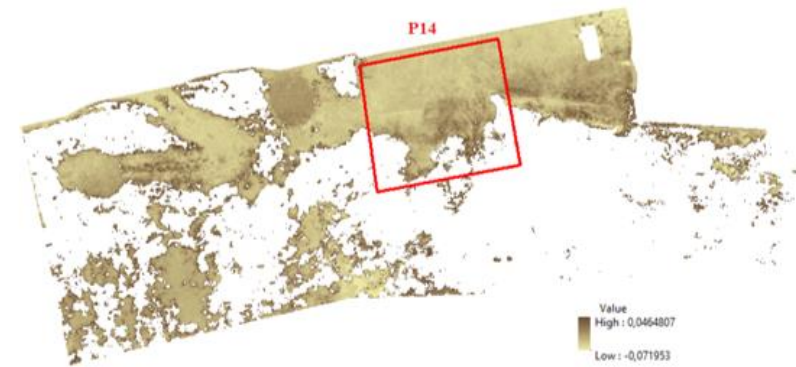
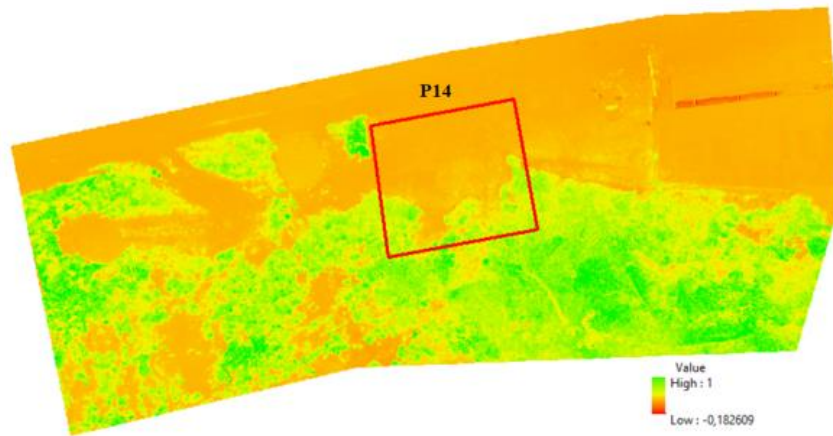
– Movimiento de masa P12



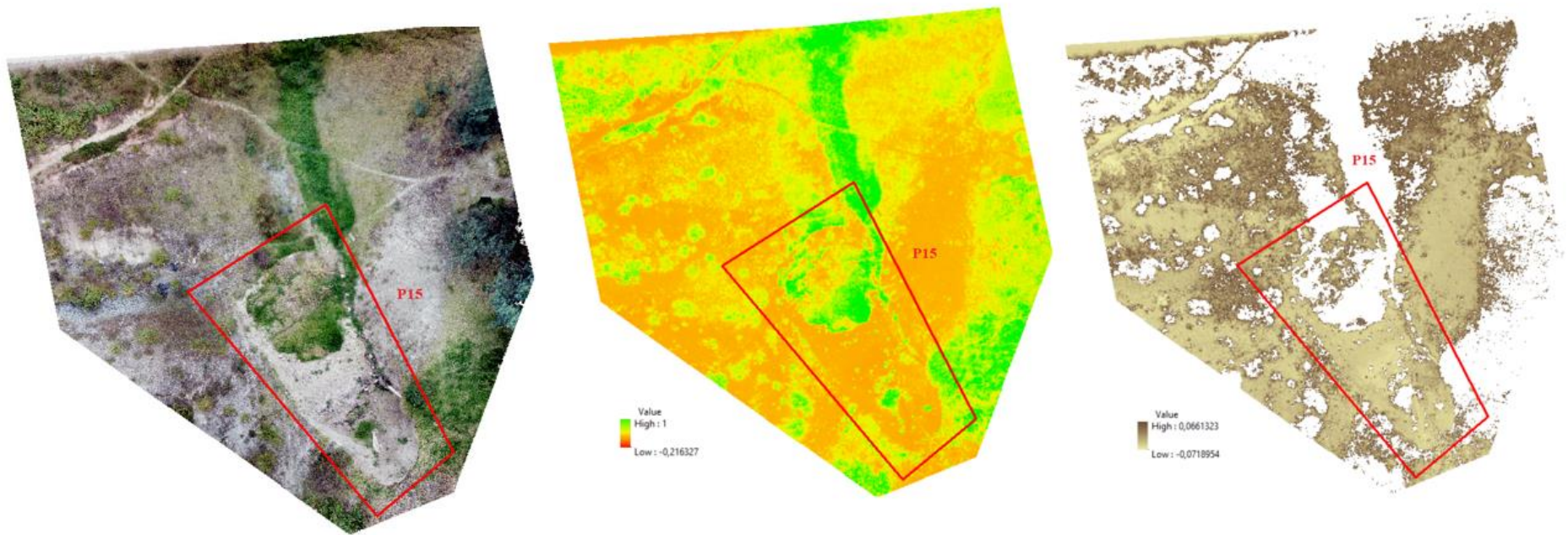
– Movimiento de masa P13



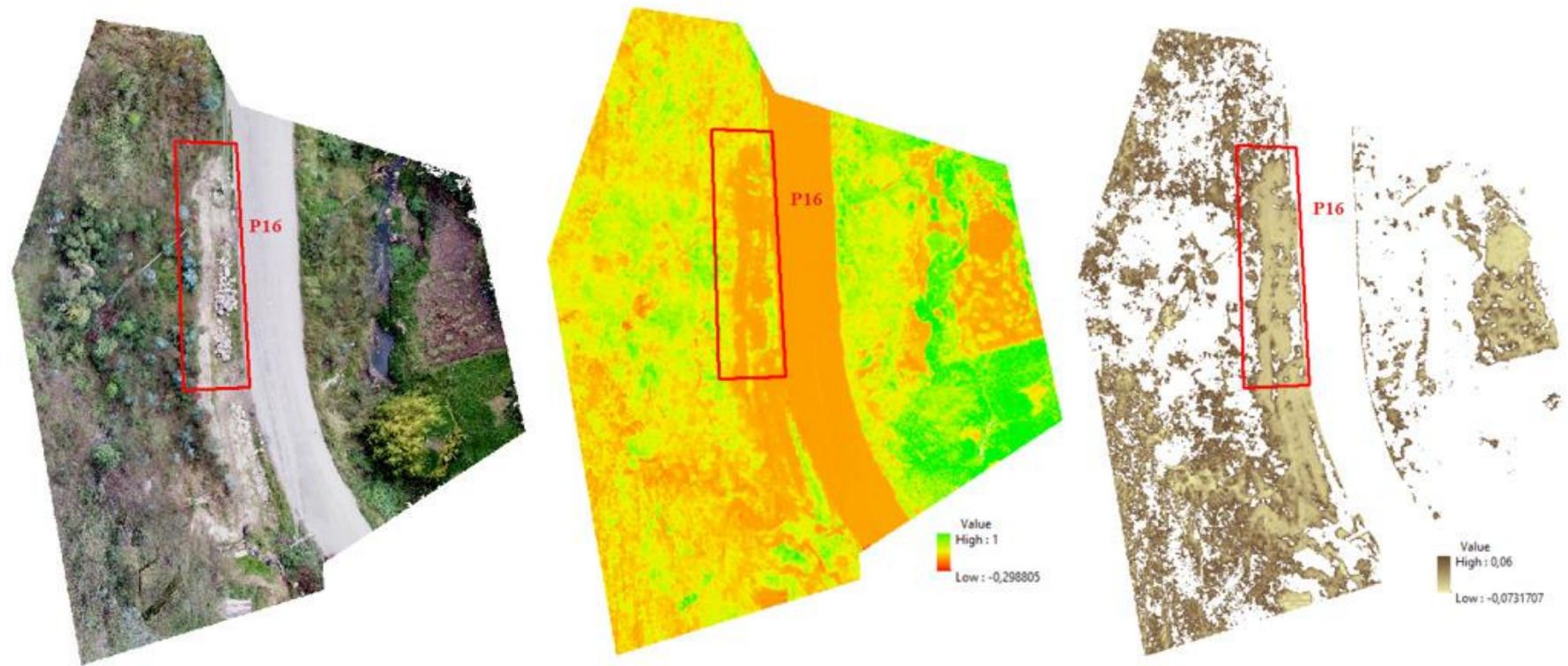
- Movimiento de masa P14



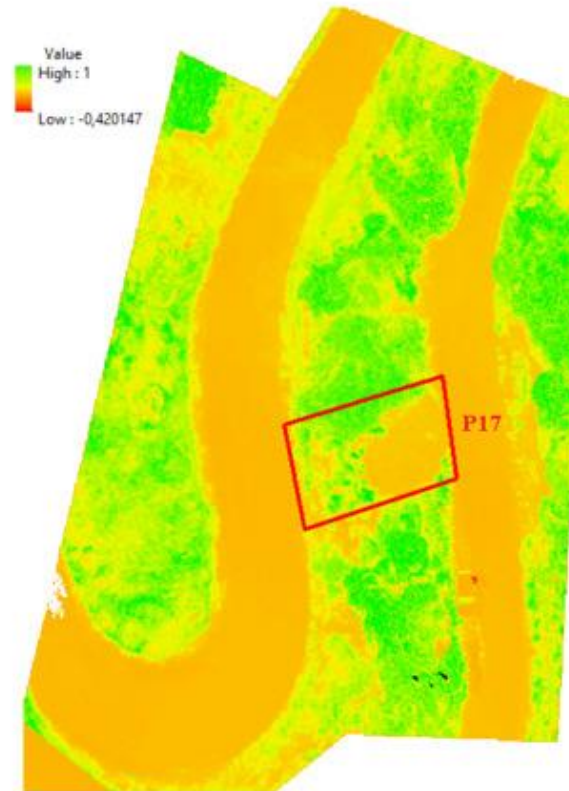
– Movimiento de masa P15



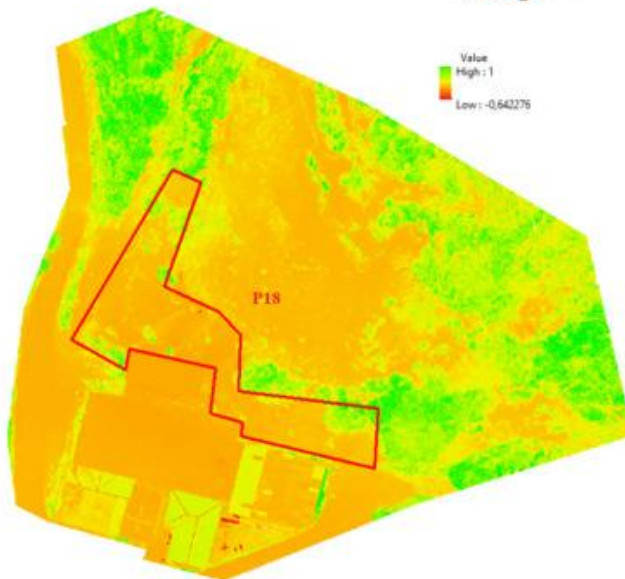
- Movimiento de masa P16



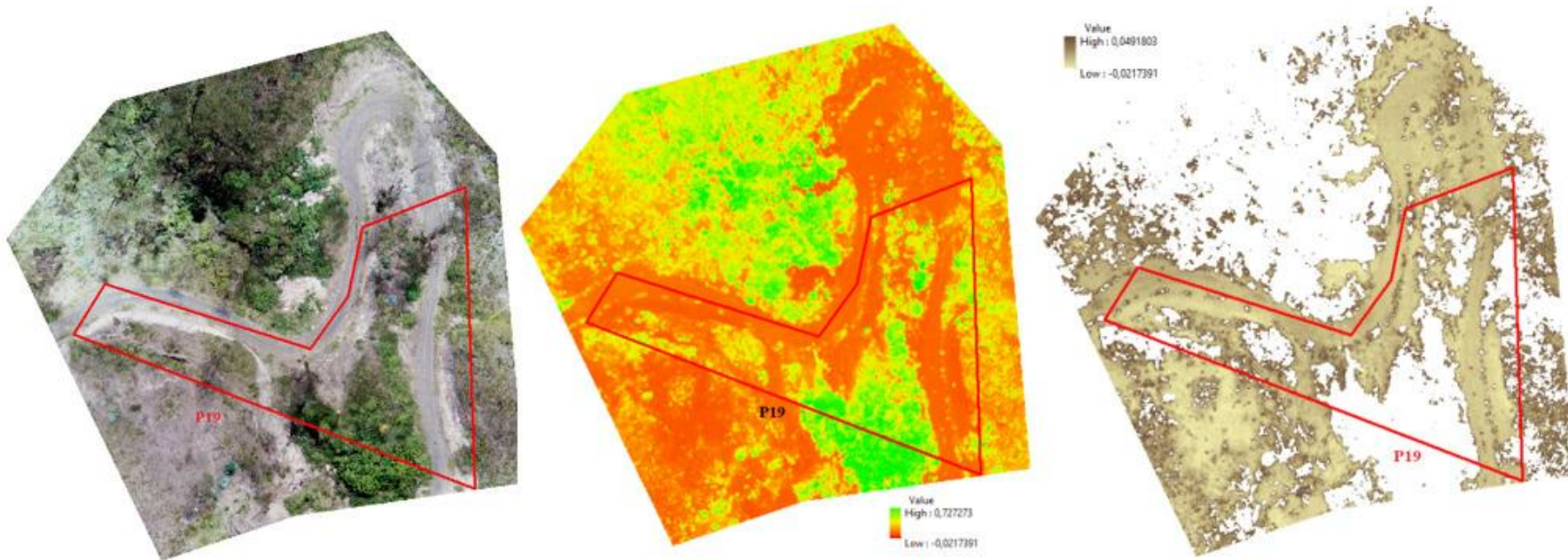
- Movimiento de masa P17



– Movimiento de masa P18



- Movimiento de masa P19



## ANEXO 6: Ensayos de suelos en laboratorio

### 6.1 Registro fotográfico



Extracción de muestra de suelo alterada



Muestra de suelos en laboratorio



Lavado de material para ensayo granulométrico



Secado de material en horno durante 24 horas y ensayo granulométrico



Material tamizados por el tamiz N°40 para ensayos de límites de Atterberg



Muestras de suelo para ensayos de límites de Atterberg



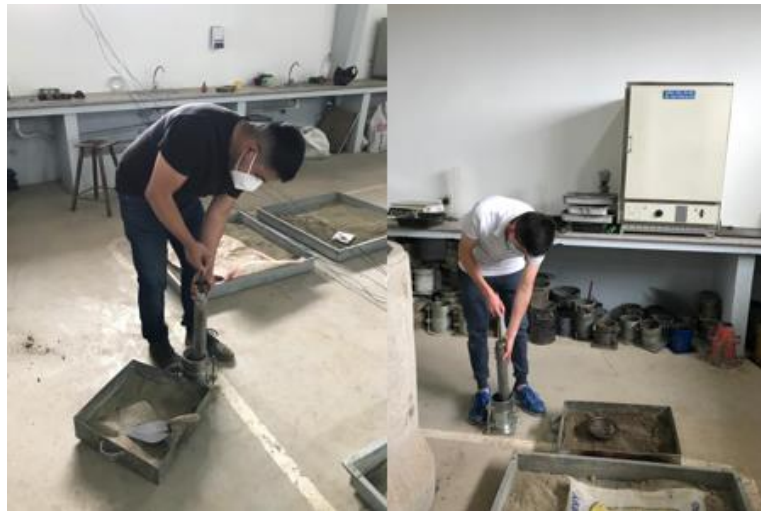
Ensayo de límite líquido



Límite plástico y límite líquido de las dos muestras de suelo



Preparación de muestra para compactación



Compactación estándar de suelos



Tallado de muestra para ensayo de corte directo



Determinación del peso de la muestra para ensayo de corte directo



Equipo de corte directo



Muestra de suelo después del ensayo de corte directo



Impermeabilización de la muestra de suelo para ensayo triaxial



Equipo triaxial



Muestra de suelo después del ensayo triaxial



Muestra de suelo P18 presenta cohesión aparente, no es posible ensayo triaxial

## 6.2 Resultados de ensayos

### Movimiento de masa P8

- Contenido de humedad



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Contenido de humedad  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P8  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 30-ago-21

RECIPIENTE Nº	#5	#S2
PESO DEL RECIPIENTE	43,2	43,26
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	108,55	102,34
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	93,28	88,7
CONTENIDO DE AGUA EN %	30,49	30,02
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	30,25	

---

Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Granulometría



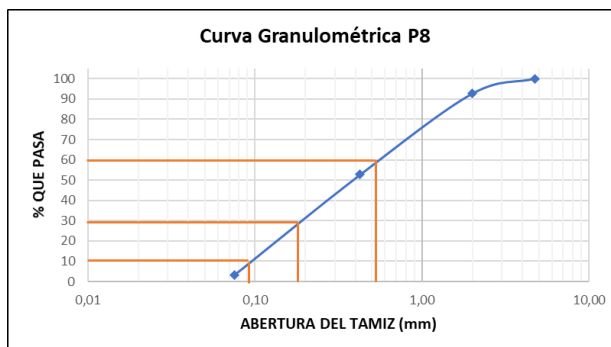
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Granulometría  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P8  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 30-ago-21

<b>P. Recipiente (gr)</b>	573,1
<b>P. muestra (gr)</b>	168,6

<b>P. Recí+Mues (gr)</b>	741,7
--------------------------	-------

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso retenido acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa																																			
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00																																			
3/4"	19,100	0,00	0,00	0,00	100,00																																			
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00																																			
3/8"	9,520	0,00	0,00	0,00	100,00																																			
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00 </tr <tr> <td>4</td> <td>4,750</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>100,00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2,000</td> <td>12,40</td> <td>12,40</td> <td>7,35</td> <td>92,65</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0,425</td> <td>67,30</td> <td>79,70</td> <td>47,27</td> <td>52,73</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,075</td> <td>83,20</td> <td>162,90</td> <td>96,62</td> <td>3,38</td> </tr> <tr> <td>Fondo</td> <td></td> <td>5,70</td> <td>168,60</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center"><b>TOTAL</b></td> <td></td> <td>168,60</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr>	4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00	10	2,000	12,40	12,40	7,35	92,65	40	0,425	67,30	79,70	47,27	52,73	200	0,075	83,20	162,90	96,62	3,38	Fondo		5,70	168,60			<b>TOTAL</b>		168,60			
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00																																			
10	2,000	12,40	12,40	7,35	92,65																																			
40	0,425	67,30	79,70	47,27	52,73																																			
200	0,075	83,20	162,90	96,62	3,38																																			
Fondo		5,70	168,60																																					
<b>TOTAL</b>		168,60																																						



D10	0,095	mm
D30	0,18	mm
D60	0,55	mm

Cu	5,79
Cc	0,62

Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Límites de Atterberg



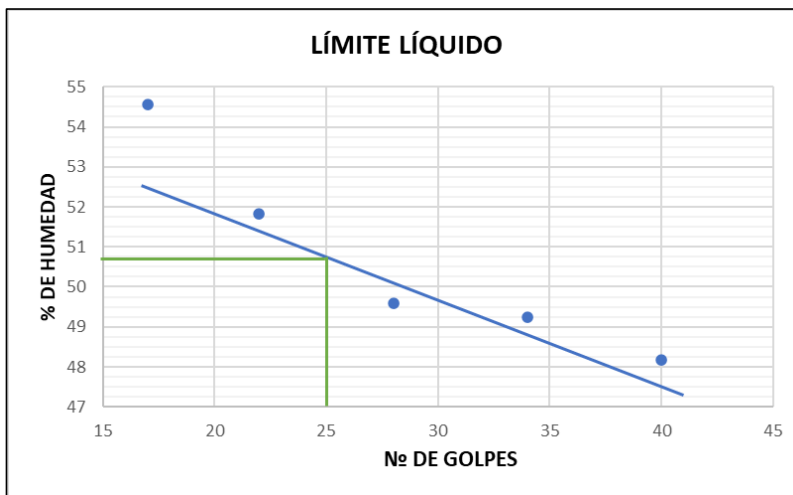
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Límites de Atterberg  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P8  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 9-sep-21

**LÍMITES DE ATERBERG**

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO			
	63	56	21	4	61	C9	2	1	5
N. DE GOLPES	40	34	28	22	17				
M. HUMEDA + TARRO	31,40	33,87	31,94	36,61	31,99	10,57	10,39	7,78	10,03
M. SECA + TARRO	25,19	26,69	25,47	28,24	24,99	9,50	9,36	6,88	9,11
PESO DEL TARRO	12,30	12,11	12,42	12,09	12,16	6,53	6,51	4,30	6,56
PESO MUESTRA SECA	12,89	14,58	13,05	16,15	12,83	2,97	2,85	2,58	2,55
% DE HUMEDAD	48,18	49,25	49,58	51,83	54,56	36,03	36,14	34,88	36,08

RESULTADOS		
L.L	L.P	I.P
<b>50,75</b>	<b>35,78</b>	<b>14,97</b>



Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Clasificación del suelo método AASHTO

### CLASIFICACIÓN DEL SUELO P8 MÉTODO AASHTO

Porcentaje que pasa Tamiz #10	92,65%
Porcentaje que pasa Tamiz #40	52,73%
Porcentaje que pasa Tamiz #200	3,38%

LL=	50,75
LP=	35,78
IP=	14,97

**Tabla 4.1** Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1				A-2		
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

**AASHTO: A-2-7 (IG:0)**



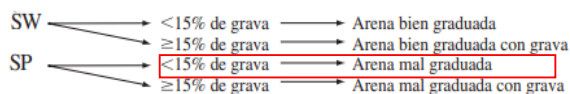
Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

- Clasificación del suelo método SUCS

### CLASIFICACIÓN DEL SUELO P8 MÉTODO SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3.  No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		(sin o con pocos finos)	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
		(apreciable cantidad de finos)	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS	Arenas limpias	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$< 5\% \rightarrow$ GW, GP, SW, SP. $> 12\% \rightarrow$ GM, GC, SM, SC.  $5$ al $12\% \rightarrow$ casos límite que requieren usar doble símbolo.	
		(pocos o sin finos)	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
		(apreciable cantidad de finos)	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
		Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,75 mm)			
		Más de la mitad de material retenido en el tamiz número 200 (4,76 mm)			
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con baja plasticidad.		
			Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
			Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
	Límite líquido menor de 50				
	Limos y arcillas:		Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.		
			Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.		
	Límite líquido mayor de 50				
			Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.		
	Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200				
	Suelos muy orgánicos		Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.		

**SUCS- SP: Arena mal graduada**



Ing. Marcos González  
Laboratorista

– Ensayo Compactación – Proctor Estándar



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

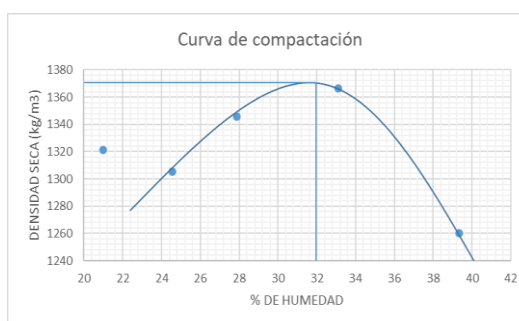
**Ensayo:** Compactación - Próctor Estándar  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P8  
**Laboradorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 31-ago-21

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
DATOS DE LA CURVA					
MUESTRA	1	2	3	4	5
AGUA AUMENTADA EN CC	195	260	325	455	590
HUMEDAD AÑADIDA EN %	23,25	26,25	29,25	35,25	41,25
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO	5764	5789	5878,5	5971	5912
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN	4261	4261	4261	4261	4261
VOLUMEN DEL MOLDE SIN COLLARÍN (cm3)	940	940	940	940	940
PESO SUELO HÚMEDO	1503	1528	1617,5	1710	1651
DENSIDAD HÚMEDA (kg/m3)	1598,94	1625,53	1720,74	1819,15	1756,38

CONTENIDO DE HUMEDAD										
MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	114	K1	027	7	31	8	86	1H	S9	02
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	107,9	121,3	112,8	97,9	114,8	124,9	120	115,8	133,4	119,1
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	96,7	109,4	100,8	87,3	99,1	109,2	101,1	100,1	108,3	97,7
PESO DEL AGUA	11,2	11,9	12	10,6	15,7	15,7	18,9	15,7	25,1	21,4
PESO DEL TARRO	43,9	52,2	52,3	43,8	43	52,7	44	52,7	44,4	43,4
PESO DEL SUELO SECO	52,8	57,2	48,5	43,5	56,1	56,5	57,1	47,4	63,9	54,3
CONTENIDO DE AGUA EN %	21,21	20,80	24,74	24,37	27,99	27,79	33,10	33,12	39,28	39,41
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	21		24,55		27,88		33,11		39,35	
DENSIDAD SECA EN KG./M3	1321,43		1305,12		1345,59		1366,65		1260,41	

<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA (kg/m3)</b>	1371
<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>	32

Ing. Marcos González  
**Laboradorista**



– Ensayo Corte Directo

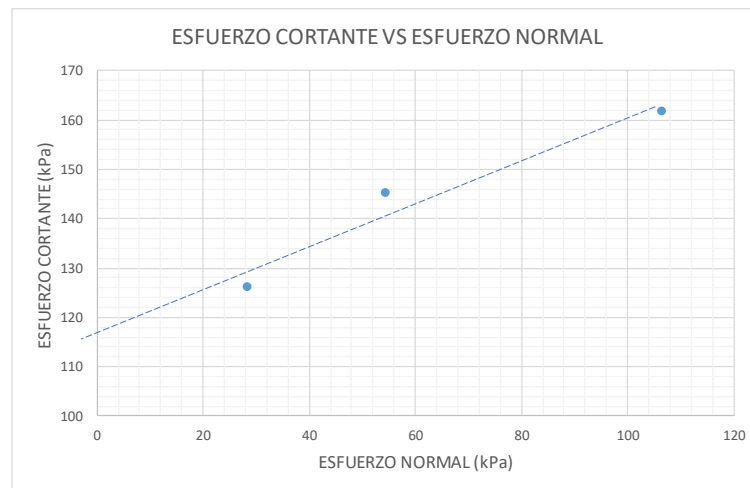


**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Corte Directo  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P8  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 3-sep-21

Muestras	Carga Normal (kg)	Relación 1:10 (kg)	Carga Cortante Máxima (N)	Desplazamiento en la carga máxima (mm)	Lado (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria	Área Corregida (m <sup>2</sup> )	Esfuerzos Normales (kPa)	Esfuerzos Cortantes (kPa)
1	1	10	439,4	8,67	0,0635	0,00403	0,1365	0,00348	28,18	126,20
2	2	20	526,6	6,11	0,0633	0,00401	0,0965	0,00362	54,20	145,46
3	4	40	597,2	5,63	0,0636	0,00404	0,0885	0,00369	106,43	161,98

	kPa	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Cohesión</b>	117,05	1,19
<b>Ángulo de Fricción (grados)</b>	23,60	



Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Ensayo Triaxial



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Triaxial  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P8  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 08-sep-21

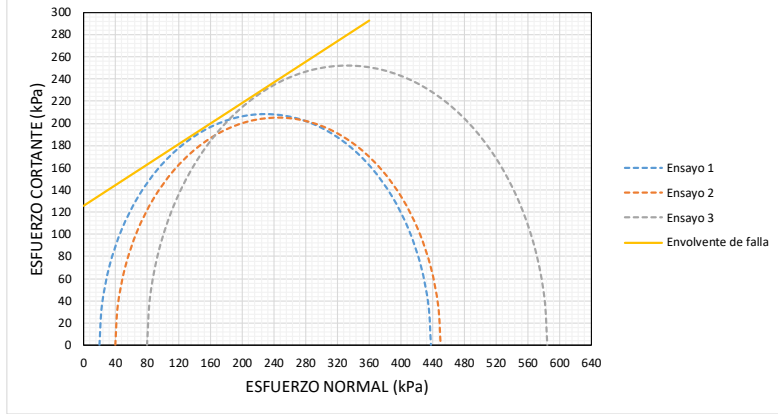
	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Presión Cámara (kPa)	Carga Axial Máxima (kN)	Deformación (mm)
<b>ENSAYO 1</b>	50,96	119,50	20,00	0,89	5,02
<b>ENSAYO 2</b>	50,40	118,40	40,00	0,86	4,98
<b>ENSAYO 3</b>	50,00	118,40	80,00	1,08	9,32

	Deformación Unitaria	Área (m2)	Área Corregida (m2)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_2$ (kPa)	Volumen (m3)
<b>ENSAYO 1</b>	0,04203	0,00204	0,00213	437,54873	417,54873	0,00025
<b>ENSAYO 2</b>	0,04204	0,00200	0,00208	450,54861	410,54861	0,00025
<b>ENSAYO 3</b>	0,07873	0,00196	0,00213	584,38718	504,38718	0,00025

	Ensayo		
	1	2	3
$\sigma_1$	437,55	450,55	584,39
$\sigma_3$	20,00	40,00	80,00
<b>Radio</b>	208,77	205,27	252,19
<b>Centro</b>	228,77	245,27	332,19

Grados	Radianes	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3	
		Esfuerzo normal (kPa)	Esfuerzo cortante (kPa)	Esfuerzo normal (kPa)	Esfuerzo cortante (kPa)	Esfuerzo normal (kPa)	Esfuerzo cortante (kPa)
0	0,00	20,00	0,00	40,00	0,00	80,00	0,00
10	0,17	23,17	36,25	43,12	35,65	83,83	43,79
20	0,35	32,59	71,41	52,38	70,21	95,21	86,26
30	0,52	47,97	104,39	67,50	102,64	113,79	126,10
40	0,70	68,84	134,20	88,03	131,95	139,00	162,11
50	0,87	94,58	159,93	113,33	157,25	170,09	193,19
60	1,05	124,39	180,80	142,64	177,77	206,10	218,41
70	1,22	157,37	196,18	175,07	192,89	245,94	236,98
80	1,40	192,52	205,60	209,63	202,16	288,40	248,36
90	1,57	228,77	208,77	245,27	205,27	332,19	252,19
100	1,75	265,03	205,60	280,92	202,16	375,99	248,36
110	1,92	300,18	196,18	315,48	192,89	418,45	236,98
120	2,09	333,16	180,80	347,91	177,77	458,29	218,41
130	2,27	362,97	159,93	377,22	157,25	494,30	193,19
140	2,44	388,70	134,20	402,52	131,95	525,39	162,11
150	2,62	409,58	104,39	423,05	102,64	550,60	126,10
160	2,79	424,96	71,41	438,17	70,21	569,18	86,26
170	2,97	434,38	36,25	447,43	35,65	580,56	43,79
180	3,14	437,55	0,00	450,55	0,00	584,39	0,00

### CÍRCULOS DE MOHR Y ENVOLVENTE DE FALLA



	kPa	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Cohesión</b>	126	1,28
<b>Ángulo de Fricción (grados)</b>	24,8	

Envolvente de falla	
$\sigma$	$\tau$
0	126
360	292,343

Ing. Marcos González  
Laboratorista

## Movimiento de masa P18

- Contenido de humedad



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Contenido de humedad  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P18  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 31-ago-21

RECIPIENTE Nº	#6	#10
PESO DEL RECIPIENTE	62,5	52,8
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	136,4	130,5
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	124,5	117,9
CONTENIDO DE AGUA EN %	19,19	19,35
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	19,27	

---

Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Granulometría



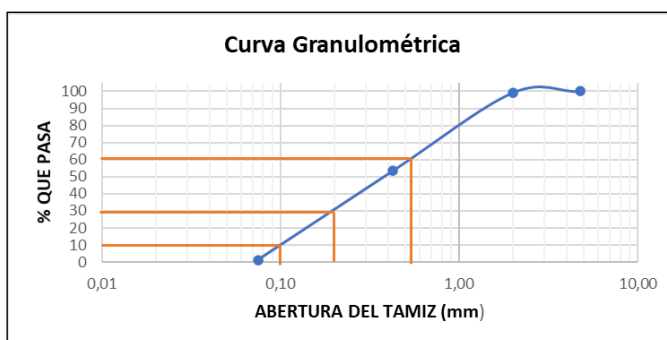
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Granulometría  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P18  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 1-sep-21

P. Recipiente (gr)	582,7
P. muestra (gr)	303

P. Recí+Mues (gr)	885,7
-------------------	-------

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso retenido acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	0,00	0,00	100,00
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	2,00	2,00	0,66	99,34
40	0,425	139,20	141,20	46,60	53,40
200	0,075	157,70	298,90	98,65	1,35
Fondo		4,10	303,00		
<b>TOTAL</b>		303,00			



D10	0,1	mm
D30	0,19	mm
D60	0,53	mm

Cu	5,30
Cc	0,68

Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Límites de Atterberg



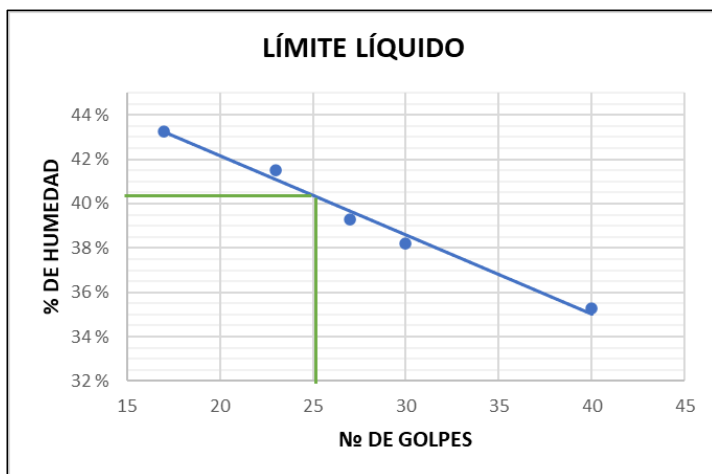
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Límites de Atterberg  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P18  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 13-sep-21

**LÍMITES DE ATERBERG**

TARRO Nº	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO			
	203	202	33	200	222	3	55	101	433
<b>N. DE GOLPES</b>	40	30	27	23	17				
<b>M. HUMEDA + TARRO</b>	32,53	36,04	34,07	32,39	27,96	8,91	8,95	8,34	8,70
<b>M. SECA + TARRO</b>	27,02	29,27	27,70	26,52	23,23	7,76	7,83	7,39	7,72
<b>PESO DEL TARRO</b>	11,41	11,56	11,48	12,38	12,30	4,09	4,12	4,11	4,34
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	15,61	17,71	16,22	14,14	10,93	3,67	3,71	3,28	3,38
<b>% DE HUMEDAD</b>	35,30	38,23	39,27	41,51	43,28	31,34	30,19	28,96	28,99

RESULTADOS		
L.L	L.P	I.P
<b>40,45</b>	<b>29,87</b>	<b>10,58</b>



Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

- Clasificación del suelo método AASHTO

## CLASIFICACIÓN DEL SUELO P18 MÉTODO AASHTO

Porcentaje que pasa Tamiz #10	99,34%
Porcentaje que pasa Tamiz #40	53,40%
Porcentaje que pasa Tamiz #200	1,35%

LL=	40,45
LP=	29,87
IP=	10,58

**Tabla 4.1** Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1				A-2		
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

**AASHTO: A-2-6 (IG:0)**



Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

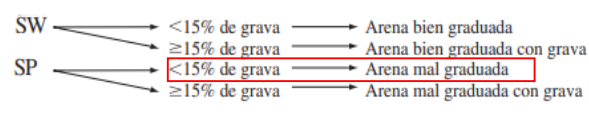
- Clasificación del suelo método SUCS

**CLASIFICACIÓN DEL SUELO P18  
MÉTODO SUCS**

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,75 mm)	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3  Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ .  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .  $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ .  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,75 mm)	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$< 5\% \rightarrow$ GW, GP, SW, SP. $> 12\% \rightarrow$ GM, GC, SM, SC.  5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
		Limos y arcillas:		ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpos, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		Limos y arcillas:		CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava arcillas arenosas, arcillas limosas.
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
	Limos y arcillas:		MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos silíceos.		
	Limos y arcillas:		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.		
	Limos y arcillas:		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.		
	Limos y arcillas:		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.		
	Suelos muy orgánicos					



**SUCS- SP: Arena mal graduada**



*Marcos González*

Ing. Marcos González  
Laboratorista

– Ensayo Compactación – Proctor Estándar



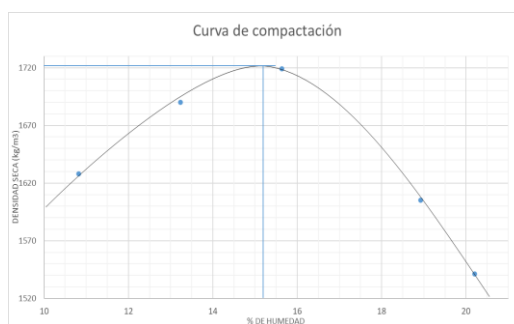
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Compactación - Próctor Estándar  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P18  
**Laboratorista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 2-sep-21

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
DATOS DE LA CURVA					
MUESTRA	1	2	3	4	5
AGUA AUMENTADA EN CC	65	130	195	260	325
HUMEDAD AÑADIDA EN %	20,6	23,6	26,6	29,6	32,6
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO	5957	6060	6129,5	6055,5	6002,5
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN	4261	4261	4261	4261	4261
VOLUMEN DEL MOLDE SIN COLLARÍN (cm3)	940	940	940	940	940
PESO SUELO HÚMEDO	1696	1799	1868,5	1794,5	1741,5
DENSIDAD HÚMEDA (kg/m3)	1804,26	1913,83	1987,77	1909,04	1852,66

CONTENIDO DE HUMEDAD										
MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	86	1H	S9	02	114	K1	027	7	31	8
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	101,7	100,5	112,9	97,3	101,2	110,2	103	96,2	134	158,5
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	96,1	95,8	104,9	91	93,5	102,3	94,8	88	118,3	141,2
PESO DEL AGUA	5,6	4,7	8	6,3	7,7	7,9	8,2	8,2	15,7	17,3
PESO DEL TARRO	44	52,7	44,4	43,4	43,9	52,2	52,3	43,8	43	52,7
PESO DEL SUELO SECO	52,1	43,1	60,5	47,6	49,6	50,1	42,5	44,2	75,3	88,5
CONTENIDO DE AGUA EN %	10,75	10,90	13,22	13,24	15,52	15,77	19,29	18,55	20,85	19,55
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	10,83		13,23		15,64		18,92		20,20	
DENSIDAD SECA EN KG./M3	1628,02		1690,21		1718,93		1605,32		1541,31	

<b>DENSIDAD SECA MÁXIMA (kg/m3)</b>	1720
<b>HUMEDAD ÓPTIMA (%)</b>	15,3



Ing. Marcos González  
**Laboratorista**

– Ensayo Corte Directo

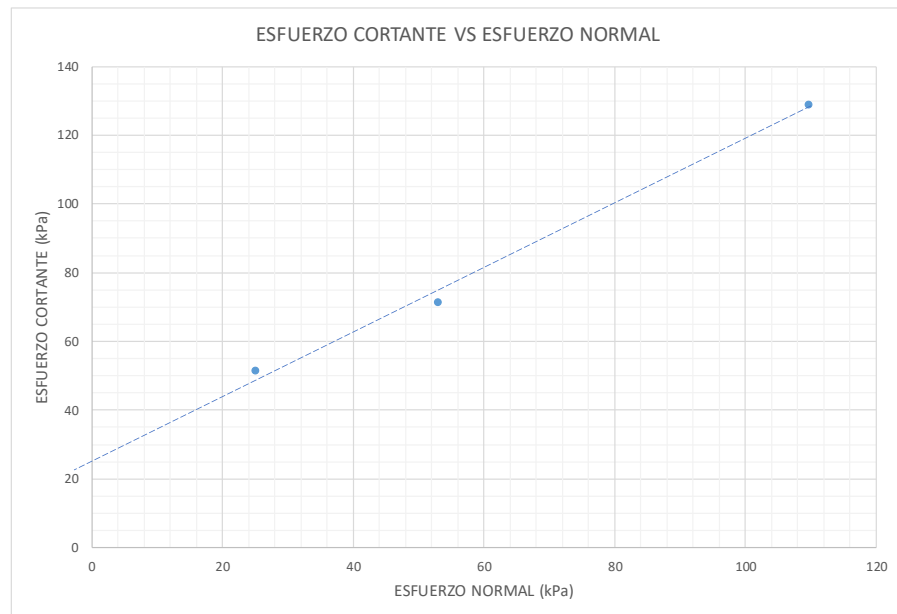


**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

**Ensayo:** Corte Directo  
**Realizado por:** Andrés Chiriboga, Daniel Méndez  
**Muestra:** Movimiento en masa P18  
**Laborarista:** Ing. Marcos González  
**Fecha:** 06-sep-21

Muestras	Carga Normal (kg)	Relación 1:10 (kg)	Carga Cortante Máxima (N)	Desplazamiento en la carga máxima (mm)	Lado (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria	Área Corregida (m <sup>2</sup> )	Esfuerzos Normales (kPa)	Esfuerzos Cortantes (kPa)
1	1	10	200,6	2,34	0,0637	0,00406	0,0367	0,00391	25,10	51,32
2	2	20	263,6	5,42	0,0636	0,00404	0,0852	0,00370	53,02	71,24
3	4	40	461,4	6,77	0,0633	0,00401	0,1070	0,00358	109,66	128,94

	kPa	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Cohesión</b>	25,46	0,26
<b>Ángulo de Fricción (grados)</b>	41,23	

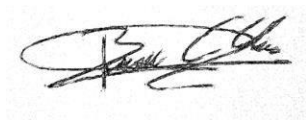


Ing. Marcos González  
**Laborarista**

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, Brayan Andrés Chiriboga Zuñiga y Marcos Daniel Méndez Andrade portadores de las cédulas de ciudadanía N.º 0105781637 y N.º 0105250013. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Análisis de movimientos de masa activos mediante la fusión de fotogrametría digital y procesos geotécnicos: caso de estudio la parroquia Turi” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 09 de febrero de 2022



Brayan Andrés Chiriboga Zuñiga

0105781637



Marcos Daniel Méndez Andrade

0105250013