



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

“ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS GEOLÓGICAS EN EL BARRIO TIMBARA DEL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Autores:

**Ordóñez Gordillo Fabián Bladimir
Giron Ramírez Víctor Aurelio**

Director:

Ing. Jimmy Stalin Paladines

**LOJA - ECUADOR
2010**

**ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS GEOLÓGICAS EN EL BARRIO
TIMBARA DEL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA
CHINCHIPE**

ING.

JIMMY STALIN PALADINES.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo ha sido realizado bajo mi dirección y asesoría; por lo que, luego de haber revisado los borradores y cumplidas las sugerencias y observaciones necesarias, autorizo su presentación.

Loja, Marzo del 2010

Ing. Jimmy Stalin Paladines.

DIRECTOR

La originalidad de la investigación, trato de la información, diseños, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, así como la metodología de la programación contemplada en esta tesis de grado: **“ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS GEOLÓGICAS EN EL BARRIO TIMBARA DEL CANTÓN ZAMORA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”**, son de responsabilidad de los autores.

Fabián Bladimir Ordóñez Gordillo

Víctor Aurelio Girón Ramírez

Nuestros más sinceros reconocimientos a las autoridades, personal docente y administrativo de nuestra alma mater por haber concedido la oportunidad de plasmar nuestros anhelos de superación y tener la posibilidad de servir a la sociedad.

Muy particularmente al Ing. Jimmy Stalin Paladines en calidad de director de Tesis, el cual ha sabido brindarnos sus conocimientos científicos, para que el presente trabajo tenga los resultados positivos propuestos.

A los Ingenieros: Michael Valarezo, Carlomagno Chamba, Diego Jara, Hernán Castillo, Jorge Gaona, Julio Romero, Luis Angamarca, Maritza Domínguez, William Esparza y Patricio Morocho, por brindarnos su colaboración y asesoramiento para el desarrollo del presente proyecto.

Los Autores

GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE TRABAJO

Víctor Girón	Autores
Fabián Ordoñez	Autores
Ing. Stalin Paladines	Director de Tesis
Ing. William Esparza	Topografía
Ing. Carlomagno Chamba	Geología
Ing. Maritza Domínguez	Geomorfología
Ing. Paul Alvarado	Cobertura vegetal y uso del suelo
Ing. Segundo Moracho	Clima

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser esa fuerza quien con su infinita bondad me ha guiado hasta aquí, a mi Madre con su amor, ejemplo y apoyo incondicional, a mi Padre quién me enseñó el amor al campo y a seguir siempre adelante, a mis hermanos, amigos, familiares que me supieron brindar apoyo en todo momento, en especial para mi querida esposa y mi adorada hija que hicieron posible llegar con éxito a la culminación de mi carrera y a la realización de una de mis metas.

Fabián

El presente trabajo lo dedico a mis padres ya que siempre fueron un ejemplo de lucha y victoria, a mis hermanos por darme la fuerza necesaria para poder seguir en pie en especial a Gabriel, también a mi esposa por haber compartido conmigo aquellos instantes que más la necesite, y a todos los docentes de la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, ya que sin su ayuda no hubiera podido alcanzar exitosamente este gran paso en mi vida profesional.

Víctor

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Movimientos en masa	3
2.2. Clasificación de los movimientos en masa.....	3
2.2.1. Desprendimientos o caídas.....	3
2.2.2. Vuelcos.....	4
2.2.3. Deslizamientos.....	4
2.2.3.1. Deslizamientos Rotacionales.....	4
2.2.3.2. Deslizamientos Traslacionales.....	5
2.2.4. Expansión lateral.....	5
2.2.5. Flujos.....	6
2.2.5.1. Flujos de lodo.....	6
2.2.5.2. Flujos de tierra o suelo.....	6
2.3. Causas de la inestabilidad.....	6
2.3.1. Causas intrínsecas.....	7
2.3.2. Causas detonante.....	7
2.3.3. Causas contribuyentes.....	8
2.4. Las afectaciones antrópicas.....	8
2.4.1. Procesos de urbanización.....	9
2.4.2. Modificación de la topografía.....	9
2.4.3. Rellenos.....	9
2.4.4. Deforestación.....	10
2.4.5. Cambios Hidrológicos.....	10
2.5. Susceptibilidad.....	11
2.6. Análisis de la susceptibilidad.....	12
2.7. Susceptibilidad de deslizamientos.....	12

2.8. Sistema de Información Geográfica.....	15
2.9. Bases sobre la información requerida para la zonificación Geológica.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Introducción.....	20
3.2. Objetivo 1.....	20
3.2.1. Topografía.....	20
3.2.1.1. Materiales.....	20
3.2.1.2. Metodología.....	21
3.2.2. Geología local.....	24
3.2.2.1. Materiales.....	24
3.2.2.2. Metodología.....	25
3.3. Objetivo 2.....	26
3.3.1. Mapa de Pendientes y Aspectos.....	26
3.3.1.1. Materiales.....	26
3.3.1.2. Metodología.....	27
3.3.2. Geomorfología.....	28
3.3.2.1. Materiales.....	28
3.3.2.2. Metodología.....	28
3.3.3. Geotecnia.....	29
3.3.3.1. Materiales.....	29
3.3.3.2. Metodología.....	30
3.3.4. Cobertura Vegetal.....	31
3.3.5. Uso Actual.....	32
3.3.6. Uso Potencial.....	33
3.3.7. Susceptibilidad de la zona.....	33
3.3.7.1. Materiales.....	33
3.3.7.2. Metodología.....	34
3.4. Objetivo 3.	34
3.4.1. Isoyetas.....	34
3.4.2. Isotermas.....	35
3.4.3. Zonificación.....	36

3.5. Objetivo 4.	37
3.5.1. Erosión.....	37
3.5.2. Sismos.....	37
3.5.3. Amenaza	37
4. RESULTADOS.....	38
4.1. Descripción General del Área de Estudio.....	38
4.1.1. Acceso.....	38
4.1.2. Ubicación administrativa.....	38
4.1.3. Localización Geográfica.....	39
4.1.4. Clima.....	40
4.1.5. Hidrología.....	40
4.1.6. Condiciones Antrópicas.....	41
4.1.6.1. Condiciones socio-económicas.....	41
4.1.6.1.1. Población.....	41
4.1.6.1.2. Composición Demográfica.....	43
4.1.6.2. Condiciones de Vulnerabilidad.....	45
4.1.6.3. Infraestructuras Lineales.....	46
4.1.7. Objetivos.....	46
4.2. Topografía y Geología.....	47
4.2.1. Topografía.....	47
4.2.2. Geología	48
4.2.2.1. Geología Regional.....	48
4.2.2.2. Geología Estructural.....	52
4.2.2.3. Geología Local	53
4.3. Pendientes y Aspectos.....	71
4.4. Geomorfología.....	72
4.5. Geotecnia.....	73
4.5.1. Muestreo de Rocas y Suelos.	73
4.5.1.1. Resultados.....	74
4.6. Cobertura Vegetal.....	77
4.7. Uso Actual del suelo.....	80

4.8. Uso Potencial del suelo.....	81
4.9. Análisis de Susceptibilidad.....	83
4.10. Datos Referidos de los Escenarios de Precipitación.....	84
4.10.1. Isoyetas.....	85
4.10.2. Isotermas.....	86
4.11. Erosión.....	86
4.12. Sismos.....	87
4.13. Análisis de Factores Condicionantes.....	88
4.14. Análisis de Factores Desencadenantes.....	91
4.15. Análisis de Factores Antrópicos.....	92
4.16. Análisis de Amenaza.....	94
5. DISCUSIÓN.....	96
6. CONCLUSIONES.....	98
7. RECOMENDACIONES.....	102
8. BIBLIOGRAFÍA.....	103
9. ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁG.
Tabla 1; Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los Deslizamientos (Kanungo-1993).....	14-34
Tabla 2; Rangos utilizados para reclasificar el mapa de pendientes.....	27
Tabla 3; Población del Cantón Zamora. Fuente: INEC.....	42
Tabla 4; Distribución de la Población del Cantón Zamora, según Parroquias.	43
Tabla 5; PEA mayores a 5 años por sexo, según Ramas de Actividad.....	43
Tabla 6; PEA según grupos Ocupacionales. Fuente: INEC.....	44
Tabla 7; Población de 5 años y más, por sexo y áreas por niveles de instrucción.....	45
Tabla 8; Clasificación utilizada para elaborar el Mapa de Pendientes del Área de Estudio (SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo).....	72
Tabla 9; Características geotécnicas de área de estudio.....	75
Tabla 10; Susceptibilidad del Área de Estudio.....	83
Tabla 11; Precipitación Mensual (mm) en el Área de Estudio.....	85
Tabla 12; Temperatura Media Mensual (GC) en el Área de Estudio.....	86
Tabla 13; Amenazas del Área de Estudio.....	94

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO	PÁG.
Gráfico 1; Pirámide de Población. Fuente: INEC.....	42
Gráfico 2; PEA, según Categoría de ocupación. Fuente: INEC.....	44
Gráfico 3; Tasa de Analfabetismo, por sexo y áreas. Censo 2001.....	45
Gráfico 4; Relación Pendiente-Área Ocupada.....	72
Gráfico 5; Geomorfología del Área de Estudio.....	73
Gráfico 6; Geotecnia del Área de Estudio.....	76
Gráfico 7; Precipitación Mensual (mm) en el Área de Estudio; Periodo 1984-1994.....	85
Gráfico 8; Temperatura Media Mensual (GC), en el Área de Estudio, Periodo 1984-1994.....	86
Gráfico 9; Erosión del Área de Estudio.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁG.
Fig. 1. División Político-Administrativa del Cantón Zamora.....	39
Fig. 2. Localización Geográfica del Cantón Zamora.....	39
Fig. 3. Topografía del Cantón Zamora.....	47
Fig. 4. Ubicación de Estaciones Meteorológicas.....	84
Fig. 5. Mapa sísmico del Ecuador.....	88

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA	PÁG.
FOTO 01. Levantamiento Topográfico a detalle del Área de Estudio.....	22
FOTO 02. Infraestructura presente en el Área de Estudio.....	46
FOTO 03. Afloramiento del Área de Estudio.....	55
FOTO 04. Afloramiento del Área de Estudio.....	56
FOTO 05. Afloramiento del Área de Estudio.....	57
FOTO 06. Afloramiento del Área de Estudio.....	58
FOTO 07. Calicata del Área de Estudio.....	59
FOTO 08. Calicata del Área de Estudio.....	60
FOTO 09. Calicata del Área de Estudio.....	61
FOTO 10. Calicata del Área de Estudio.....	62
FOTO 11. Calicata del Área de Estudio.....	63
FOTO 12. Calicata del Área de Estudio.....	64
FOTO 13. Calicata del Área de Estudio.....	65
FOTO 14. Calicata del Área de Estudio.....	66
FOTO 15. Calicata del Área de Estudio.....	67
FOTO 16. Calicata del Área de Estudio.....	68
FOTO 17. Calicata del Área de Estudio.....	69
FOTO 18. Calicata del Área de Estudio.....	70
FOTO 19. Vista Panorámica del Área de Estudio.....	77
FOTO 20. Cultivos del Área de Estudio.....	78
FOTO 21. Complejo Pastizal-Matorral del Área de Estudio.....	78
FOTO 22. Pastizales del Área de Estudio.....	79
FOTO 23. Bosque Denso del Área de Estudio.....	80

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁG.
Anexo 1; Tabla: Puntos de Estación.....	106
Anexo 2; Tabla: Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico.....	107
Anexo 3; Tabla: Capas creadas en AutoCad para el Levantamiento Topográfico.....	108
Anexo 4; Ficha: Descripción de Afloramientos.....	109
Anexo 5; Ficha; Descripción de Geomorfología.....	110
Anexo 6; Ficha; Descripción de Geotecnia RMR.....	112
Anexo 7; Ficha; Descripción de Geotecnia.....	114
Anexo 8; Resultados de Análisis de Laboratorio.....	115

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA

Mapa Nro.01; Ubicación y Acceso al área de estudio.

Mapa Nro.02; Delimitación del Área de Estudio.

Mapa Nro.03; Hidrografía del Cantón Zamora y Área de Estudio

Mapa Nro.04; Topografía del Área de Estudio

Mapa Nro.05; Geología Regional

Mapa Nro.06; Geología del Área de Estudio

Mapa Nro.07; Afloramientos y Calicatas del Área de Estudio

Mapa Nro.08; Pendientes del Área de Estudio

Mapa Nro.09; Geomorfología del Área de Estudio

Mapa Nro.10; Muestreo de Rocas y suelos del Área de Estudio

Mapa Nro.11; Geotecnia del Área de Estudio

Mapa Nro.12; Suelos del Área de Estudio

Mapa Nro.13; Cobertura Vegetal del Área de Estudio

Mapa Nro.14; Uso Actual de los suelos del Área de Estudio

Mapa Nro.15; Uso Potencial de los suelos del Área de Estudio

Mapa Nro.16; Susceptibilidad del Área de Estudio

Mapa Nro.17; Isoyetas del Área de Estudio

Mapa Nro.18; Isotermas del Área de Estudio

Mapa Nro.19; Erosión del Área de Estudio

Mapa Nro.20; Sismos del Área de Estudio

Mapa Nro.21; Amenazas del Área de Estudio

Resumen Ejecutivo

La presente investigación, está orientado a la Zonificación de Amenazas Geológicas en el Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe y a la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (*SIG*). Con esta perspectiva se llevo a cabo un conjunto de trabajos de campo y oficina determinando la evaluación de la susceptibilidad y Amenaza para determinar en que condiciones se encuentra este sector, en base a un sistema teórico, el cual consiste en evaluar cuantitativamente los posibles factores condicionantes del terreno los cuales influyen directamente en la aparición de nuevas amenazas geológicas.

Así mismo determinar el grado de amenaza y resistencia del suelo en la colina donde se ubica el tanque de abastecimiento de agua potable para el barrio Timbara.

Para la ejecución de este proyecto se ha tomado como punto de partida información digital topográfica del sector de estudio con escala a detalle (*escala local*); en base a esta información y con las tareas de campo realizadas, se ha obtenido mapas temáticos de: geología, pendientes, uso actual del suelo, precipitaciones, geotécnico entre otros.

Cada variable que constituye cada uno de estos mapas temáticos, ha sido valorada en base a la capacidad que tiene cada una de ellas para ser propensas a los movimientos en masa. Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, se trataron en forma digital cada una de las variables analizadas para la superposición de los mapas temáticos y obtener el mapa final donde se muestran las zonas de amenaza en el Barrio Timbara.

Esta información obtenida, tanto en forma digital como en forma análoga servirá de base y punto de partida para la implementación de un correcto Ordenamiento Territorial con miras a un Desarrollo Sustentable del Barrio Timbara, facilitando así la toma de decisiones y el adecuado manejo de los recursos.

Abstract

This research, is threats geological in Zamora Canton Timbara district, province of Zamora Chinchipe zoning and the use of the geographic information systems (GIS). With this in mind, a set of field work was carried out and office determining susceptibility and threat assessment to determine that conditions this sector is based on a theoretical system, which is to quantitatively assess the possible constraints field factors which directly influence the emergence of new geological threats.

Also determine the degree of threat and resistance of the soil on the hill where the tank sits drinking water for the neighborhood Timber.

For the implementation of this project is taken as heading information digital topographic study level detail (local level); based on this information and performed field tasks sector has obtained thematic maps: geology, slopes, current use of the soil, rainfall, geotechnical among others.

Each variable which is one of these thematic maps has been assessed based on the capacity each one of them to be prone to mass movements. With the help of geographic information systems, covered in digital form each of the variables analyzed for the overlay of thematic maps and get the final map showing areas of threat in the Timbara neighbor.

This information in digital form as similarly serve basis and starting point for the implementation of a correct territorial legislation with a view to a sustainable development of the Timbara district, thus facilitating the decision-making and the proper management of resources.

Antecedentes

El Cantón Zamora se encuentra ubicado al nor-occidente de la Provincia de Zamora Chinchipe siendo la capital provincial. Limita al Norte con el Cantón Yacuambi, al Sur con los cantones Nangaritza y Palanda, al Este con los cantones Yanzatza, Centinela del Cóndor y Nangaritza, y al Oeste con la Provincia de Loja. Cuenta con una población de 21.791 habitantes, está conformado por valles, colinas y mesetas. No se tienen registros meteorológicos detallados de las variables climáticas dentro del cantón; sin embargo, se ha identificado que su clima es: Templado, Subtropical Húmedo y su temperatura promedio anual del cantón oscila entre 20 a 22 °C y con una extensión territorial de 1872 Km² aproximadamente y una altitud de 1950 m.s.n.m.

La mayoría de la población del Cantón Zamora está ubicada en los sectores urbanos, distribuidos en su cabecera Cantonal y en las seis cabeceras parroquiales rurales. En el sector rural predomina la presencia de las etnias Shuar y Saraguro, principalmente en las parroquias de: Guadalupe (29.8%); Imbana (23.5%) y Timbara (20.9%), aclarando que en el caso de Imbana la presencia de la etnia Saraguro es exclusiva producto de la emigración.

El área de estudio comprende el Barrio Timbara el cual es la capital de la parroquia homónima, dentro del cual no existen estudios previos de Ordenamiento Territorial que ayuden a la toma de decisiones y a un correcto crecimiento urbanístico del barrio.

Es por esto que se ha definido como área para realizar este estudio el Barrio Timbara; por lo que es concerniente realizar este tipo de trabajos con la finalidad de establecer líneas bases de crecimiento urbanístico que estén destinadas a ayudar a la toma de decisiones y al Desarrollo Sustentable de los pueblos.

10. INTRODUCCIÓN

La provincia de Zamora Chinchipe se encuentra ubicada en la Región Sur Occidental del Ecuador dentro de la cordillera de Los Andes, la cual está expuesta a sufrir amenazas o riesgos geológicos que pueden ser por las pendientes abruptas casi en todos los casos, por tal motivo uno de los puntos más delicados y al mismo tiempo fundamental en toda planificación territorial es la confrontación entre las características del medio natural y los posibles usos que la sociedad hace o quiere hacer del mismo.

El presente proyecto se constituye como uno de los pilares fundamentales para el establecimiento de líneas bases, donde se implantará bases teóricas y técnicas encaminadas al Ordenamiento Territorial del Barrio Timbara; con lo cual se hará posible un correcto desarrollo urbanístico.

El crecimiento urbanístico que se está desarrollando en el Barrio Timbara es el motivo principal por el cual se debería realizar el Ordenamiento Territorial, por lo que hay que tomar en cuenta que el barrio, tiene proyectado el crecimiento urbanístico especialmente hacia el sector Norte y Sureste Central, por consiguiente existe la pertinencia de establecer líneas bases sobre las cuales se tomen decisiones ayudando a encaminar a la población hacia el ordenamiento requerido.

La zonificación de amenazas es una herramienta muy útil para la toma de decisiones, especialmente en las primeras etapas de planeación de un proyecto. Esta consiste en la división del terreno en áreas homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas, de acuerdo al grado real o potencial de amenaza. Es por eso la necesidad de la elaboración de mapas de amenaza, para la planificación del territorio Regional, Local y específicamente en el Barrio Timbara considerado como área de estudio.

Este trabajo conllevó primero a la ejecución de un mapeo topográfico con estación total obteniendo un área de 90 Ha. y el levantamiento geológico a detalle mediante la construcción de calicatas y la descripción de afloramientos.

Posteriormente se elaboró un mapa de susceptibilidad en función de las condiciones del terreno, para esto se derivó el mapa de pendientes a partir de la topografía, la geomorfología se la realizó con fotografías aéreas y la observación

directa en el terreno, los mapas de geotecnia y suelos se los obtuvo de los resultados del análisis de las muestras enviadas al laboratorio de materiales, el uso actual y el uso potencial se lo hizo a partir del inventario de vegetación más el mapa de cobertura vegetal que resulto de la observación directa en el campo, así también se suman el mapa de pendientes, mapa de suelos y el mapa de uso actual para conseguir el mapa de uso potencial. Finalmente se sumó todos los mapas antes mencionados para adquirir el mapa de susceptibilidad.

Luego se zonificó sobre la base de los factores climáticos como la precipitación y temperaturas registradas en las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, el uso de suelo hecho anteriormente para la susceptibilidad y condiciones geológicas como la geología y geotecnia.

Finalmente valoramos zonas de amenazas geológicas en miras a identificar zonas propensas a movimientos en masa con la suma del mapa de erosión (*resultado del mapa de pendientes mas el mapa de uso actual del suelo*) y mapa de sismos. Por tanto el Barrio Timbara es consecuencia directa de una combinación de factores como: la escasa cubierta vegetal en parte y en otras el peso que provoca tanto las cubiertas vegetales como las obras civiles que acelera el proceso de inestabilidad. Además, las características físico-mecánicas de los suelos, las condiciones climáticas y geológicas los hacen especialmente propensos a la inestabilidad de taludes y laderas, (*Valarezo 2002*)¹.

Objetivo General

- Desarrollar la zonificación de amenazas geológicas en el Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.

Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento Topográfico y Geológico a detalle, escala 1:1000 del Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.
- Obtener un Mapa de susceptibilidad del Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.
- Definir la zonificación sobre la base de los factores de precipitación, uso de suelo y condiciones geológicas.

¹ VALAREZO Michael. Gestión de Riesgos I, Decimo modulo. Catedrático de la Universidad Nacional de Loja, en la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

- Valorar zonas de amenazas geológicas en miras a identificar zonas propensas a movimientos en masa.

11. REVISIÓN DE LITERATURA

11.1. Movimientos en masa.

Son movimientos en masa aquellos procesos esencialmente gravitatorios, por los cuales una parte de la masa del terreno se desplaza a una cota inferior de la original cuando las fuerzas estabilizadoras sean superadas por las desestabilizadoras. Este tipo de procesos gravitatorios se interrelacionan mutuamente con las precipitaciones altas, de tal forma que frecuentemente las lluvias torrenciales son causantes y/o precursoras de los movimientos en masa, ya que aumentan las fuerzas desestabilizadoras y reducen la resistencia del suelo al deslizamiento (Gray y Sotir, 1996; Tragsa y Tragsatec, 1994)².

11.2. Clasificación de los movimientos en masa.

Varnes (1978), clasifica a los movimientos en masa en cinco tipos principales:³

- 1) Desprendimientos o caídas.
- 2) Vuelcos.
- 3) Deslizamientos.
- 4) Expansiones laterales y
- 5) Flujos.

11.2.1. Desprendimientos o caídas.

El desprendimiento se caracteriza por un descenso a gran velocidad de las rocas o del suelo. La caída de rocas se produce como consecuencia de la rotura, por lo general, en pequeños bloques de vertientes abruptas o de free faces.

² La web de la bioingeniería y la restauración ecológica. <http://ecoambientes.tripod.com/id9.html>. Gray y Sotir, 1996; Tragsa y Tragsatec, 1994 describen a Los movimientos masales.

³ Apuntes para el curso gestión del riesgo. m.sc. Rolando Mora Chinchilla. Capítulo 1. Fundamentos sobre deslizamientos. Varnes (1978) UNESCO.

En el área de estudio con la visita de campo preliminar se ha determinado que no existe la presencia de este evento. Debido a que la topografía del área de estudio no presenta fuertes pendientes, y la geología presenta rocas muy consistentes que no permiten desprendimientos.

11.2.2. Vuelcos.

Los vuelcos son movimientos de rotación hacia el exterior, de una unidad o de un conjunto de bloques, alrededor de un eje pivotante situado por debajo del centro de gravedad de la masa movida.

Rotación generalmente hacia delante y vuelco delantero de columnas o bloques de roca (*uno o muchos*) separados por las diaclasas o fracturas, con poco espaciamiento entre sí y con planos de inclinación subverticales.

Se trata de rocas relativamente competentes y la rotación ocurre a partir de planos de discontinuidades bien definidos.

En el área de estudio con la visita de campo preliminar se ha determinado que no existe la presencia de este evento ya que las rocas de las formaciones geológicas del sector no tienen características para que se dé un volamiento.

11.2.3. Deslizamientos.

Los deslizamientos son movimientos descendentes relativamente rápidos de una masa de suelo o roca que tiene lugar a lo largo de una o varias superficies definidas que son visibles o que pueden ser inferidas razonablemente o bien corresponder a una franja relativamente estrecha. Se considera que la masa movilizada se desplaza como un bloque único, y según la trayectoria descrita los deslizamientos pueden ser rotacionales o trasnacionales.

11.2.3.1. Deslizamientos Rotacionales.

Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba (*forma de cuchara o concha*),

definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas.

11.2.3.2. Deslizamientos Traslacionales.

Deslizamientos en los que la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo.

Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas, con echado propicio al deslizamiento.

En el Barrio Timbara no existe la presencia de deslizamientos debido que las zonas susceptibles se encuentran con una capa muy fina de suelo, y las rocas aun no están muy alteradas.

11.2.4. Expansión lateral.

El movimiento dominante en las expansiones laterales es la extrusión plástica lateral, acomodada por fracturas de cizalla o de tracción que en ocasiones pueden ser de difícil localización.

Reptación: Es un movimiento en masa combinado entre una base muy dúctil que se comporta como un flujo y bloques frágiles, nadando en esta masa con movimiento Traslacional y rotacional por eso puede aparecer en la superficie como un deslizamiento rotacional o Traslacional.

En el área de estudio con la visita de campo preliminar se ha determinado que existen zonas que tienen características apropiadas para

que se efectúe este evento y aun no se han dado pero es muy probable que se den con un incremento de humedad.

11.2.5. Flujos.

Movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos; pueden distinguirse:

11.2.5.1. Flujos de lodo.

Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo, y partículas arcillosas.

11.2.5.2. Flujos de tierra o suelo.

Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de grava, arena y limo.

En el área de estudio con la visita de campo preliminar se ha determinado que no hay posibilidad que se produzca este evento ya que sus colinas se encuentran muy estables.

11.3. Causas de la inestabilidad.

Las causas de la inestabilidad pueden ser intrínsecas, detonantes y contribuyentes⁴.

11.3.1. Causas intrínsecas.

⁴ www.proyectosfindecarrera.com/inestabilidad-taludes.htm. Causas de inestabilidad de taludes. Registradores de Temp. y Humedad Inalámbricos, Apto para red.

Las causas intrínsecas suelen ser naturales y se relacionan con las aguas subterráneas, con los materiales, con la tectónica, con la topografía abrupta, entre otros. En la evaluación de la amenaza estas causas pueden configurar los factores de la susceptibilidad del material al movimiento masal.

En las causas intrínsecas hay que tener en cuenta los siguientes factores inherentes a los materiales:

- Factores relacionados con la composición y fábrica textural (*como textura mineral, de diques que intruyen la roca*).
- Factores relacionados con el estado de alteración de los materiales o de degradación mecánica.
- Factores relacionados con la actitud estructural, es decir, con la disposición de los materiales los cuales pueden estar orientados, favorable o desfavorablemente.

11.3.2. Causas detonantes.

En los detonantes hay que tener en cuenta los órdenes de las amenazas. Las amenazas de primer orden no son causadas por otras amenazas pero pueden ser detonantes de las de segundo orden. Las de tercer orden son causadas por las de primero o segundo orden. Estas son:

- Primer orden: sismos, huracanes, erupciones volcánicas y lluvias.
- Segundo orden: deslizamientos, maremotos, inundaciones, sequías.
- Tercer orden: aludes, avalanchas, flujos.

11.3.3. Causas contribuyentes.

Las causas contribuyentes son similares a las causas detonantes o a las intrínsecas, pero su acción se limita simplemente a la anticipación del evento. Son aquellas que afectan de alguna manera las propiedades intrínsecas del sistema o que agravan el factor detonante del evento. Por ejemplo la remoción del soporte (*natural o artificial*), el sobreempinamiento (*por acción hídrica*), las sobrecargas (*construcciones, saturación, deposiciones*).

En la evaluación de las causas contribuyentes hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Factores relacionados con la composición de la roca.
- Factores relacionados con la degradabilidad de la roca.
- Factores relacionados con la estructura geológica.
- Factores por ambiente sismotectónico o volcánico.
- Factores antrópicos (*sobrecargas, pérdida de soporte, manejo y alteración del drenaje, esfuerzos dinámicos, deforestación, mal uso y manejo del suelo*).
- Factores climáticos (*variaciones de la temperatura, máximas y mínimas, cantidad de lluvia, intensidad y distribución de las precipitaciones*).

11.4. **Las afectaciones antrópicas.**

Las principales modificaciones causadas por el hombre y que afectan en forma importante la estabilidad de los taludes son:

11.4.1. **Procesos de urbanización.**

Los deslizamientos de tierra son un problema muy común en las ciudades construidas en áreas de montaña.

Existe una relación entre la ocurrencia de deslizamientos y la rapidez de los procesos de urbanización, en especial de los desarrollos desordenados. Los casos más graves ocurren en áreas geotécnicamente susceptibles y con desarrollo urbano rápido y desordenado. Las diversas intervenciones del hombre tales como cortes, rellenos, deforestación, concentración de aguas lluvias y servidas, etc., determinan en buena parte la ocurrencia de deslizamientos.

11.4.2. Modificación de la topografía.

La modificación de la topografía del terreno mediante cortes o rellenos puede producir la activación de un deslizamiento. Un corte en un talud produce varios cambios sustanciales en el estado de la formación residual.

Las excavaciones generan cambios topográficos y concentración de esfuerzos de cortante y en ocasiones descubren superficies críticas para deslizamiento como estratificación, fracturas y planos de cambio de meteorización.

El fenómeno incluye una relajación de los niveles de esfuerzos a compresión y un aumento de los esfuerzos al corte, una exposición del material meteorizado al aire y a los cambios de humedad, alteración de propiedades por cambios físico - químicos causados por la exposición al aire y a la humedad, y modificación de las presiones negativas en el agua de los poros.

11.4.3. Rellenos.

La colocación de rellenos directamente sobre los taludes y generalmente sin compactación o compactados inadecuadamente permiten la sobrecarga de las laderas y la saturación y colapso de los suelos sueltos, facilitando los escurrimientos de suelo, flujo de los suelos sueltos saturados, y formación de cárcavas por erosión.

Los rellenos son generalmente más porosos y menos permeables que los suelos naturales, lo cual genera acumulaciones de agua en los poros. Los rellenos son menos cementados y su estructura más susceptible a deterioro o colapso por eventos sísmicos y el contacto entre el suelo natural y el relleno constituye una línea de debilidad en la cual se concentran los flujos de agua, se generan agrietamientos por diferencia en las características de deformación y comportamiento sísmico. La mayoría de los deslizamientos en rellenos ocurre a lo largo del contacto corte-relleno.

11.4.4. Deforestación.

La Cobertura Vegetal presente determina una mayor o menor protección contra el impacto de la lluvia o la acción de las corrientes de agua. Adicionalmente la vegetación retarda la esorrentía regulando los picos de caudal de las corrientes.

Al eliminar la protección vegetal (*cualquiera que sea ésta*) se deja el terreno expuesto al impacto de las gotas de lluvia, las cuales producen erosión laminar, seguida por formación de surcos, los cuales pueden convertirse en cárcavas. La situación se agrava aún más cuando se remueve la parte superficial del terreno o descapote la cual funciona como una segunda capa de protección natural contra la erosión y la infiltración de agua.

11.4.5. Cambios Hidrológicos.

La intervención humana del medio físico produce cambios importantes en la hidrología en las áreas urbanas en las siguientes formas:

- a) Eliminación de áreas cubiertas por bosques o vegetación y su reemplazo por áreas duras y edificaciones.
- b) Cambios topográficos para adaptar los terrenos al proceso de urbanización.

- c) Canalización de aguas por medio de pavimentos, sumideros y alcantarillados, disminución de la rugosidad, inhibición de la infiltración y de la evapotranspiración, aumento de los caudales y reducción del tiempo de concentración.
- d) Aumento de caudales con las aguas de acueducto tomadas de otras cuencas.
- e) Transporte de aguas de una micro cuenca a otra a través del sistema de alcantarillado.

11.5. Susceptibilidad.

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno (*Lana, et al 2004*)⁵.

La metodología usada para el estudio de la susceptibilidad de movimientos en masa en una zona, es un proceso de análisis de los factores que los condicionan.

Los sistemas de información geográfica permiten realizar dicho análisis mediante la superposición de mapas temáticos de los diferentes factores condicionantes, gracias al establecimiento de bases de datos asociados.

Los factores que intervienen en el análisis de susceptibilidad se cuantifican mediante variables, que se les asigna un valor numérico a cada factor en función de su importancia en la probabilidad de que se produzcan deslizamientos en una zona y del riesgo de estos para la actividad humana.

⁵ **Lana, et al 2004** La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno. Lana, X., Martínez, M. D., Serra, C., y Burgueño, A., 2004: Spatial and temporal variability of the daily rainfall regime in Catalonia (Northeastern Spain), 1950-2000, *Int J Climatol*, 24, 613–641.

La cuantificación de estos factores se presta a la subjetividad, aunque es obvio que unos factores son más decisivos que otros.⁶

11.6. **Análisis de la susceptibilidad.**

Para realizar un estudio exhaustivo hay que considerar todos los aspectos que puedan relacionarse con el medio y que tengan un indudable protagonismo. Sin embargo para un objetivo concreto (*obtención del mapa de susceptibilidad a movimientos en masa*) se deberán elegir un número determinado de ellos (*Baeza y Corominas, 1997; Hansen, 1984; Hutchinson, 1988*), a saber: inventario de deslizamientos, litología, tipo de suelo, pendiente del terreno, precipitaciones y vegetación. Dichos factores se encuentran representados en un conjunto de mapas temáticos. También es necesario disponer de la ubicación, lo más precisa posible, de todos los movimientos de masa existentes en la zona de estudio. Debido a las diferentes escalas de los mapas originales y para no perder precisión, se recomienda la utilización de sistemas verticales.

11.7. **Susceptibilidad de deslizamientos.**

La susceptibilidad generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como la lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno (*Lana, et al 2004*).⁷

La susceptibilidad se puede evaluar de dos formas diferentes:

⁶ Programa UNIGIS de Postgrado y Máster Internacional a distancia en SIG. Memoria Digital.

⁷ SUAREZ; Zonificación de Amenazas y Riesgo.

Sistema de la Experiencia: Se utiliza la observación directa de la mayor cantidad de deslizamientos ocurridos en el área estudiada y se evalúa la relación entre los deslizamientos y la geomorfología del terreno.

Sistema Teórico: Se mapea el mayor número de factores que se considera que puedan afectar la ocurrencia de deslizamientos y luego se analiza la posible contribución de cada uno de los factores.

No existe un procedimiento estandarizado para la preparación de mapas de susceptibilidad a los deslizamientos y existe mucha libertad en la determinación de los pasos a seguir.

El mapa de susceptibilidad es aquel en el cual se zonifica las unidades del terreno que muestran una actividad de deslizamiento similar o de igual potencial de inestabilidad, la cual es obtenida de un análisis multivariable entre los factores que pueden producir deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos. Para la elaboración del mapa de susceptibilidad se tiene en cuenta generalmente tres elementos:

- ❖ Inventario de deslizamientos antiguos, después de un cuidadoso análisis de las fotografías aéreas y correlaciones de campo, se digitalizan sobre los mapas topográficos las áreas de deslizamientos activos o inactivos que se han detectado en el área estudiada.
- ❖ Topografía y Mapa de pendientes, para la elaboración del mapa de susceptibilidad es importante dibujar previamente un mapa de pendientes adicionalmente a los mapas geológico y de uso de suelo.

El objetivo es generar una base topográfica del área a estudiar delimitando las áreas de pendiente diferente en sectores o fajas de valores previamente establecidos.

- ❖ Características Geológicas, Geomorfológicas y geotécnicas del terreno, se recomienda utilizar un plano geológico-geotécnico en el cual se indique los suelos o materiales más susceptibles a sufrir procesos de deslizamiento. El objeto es definir cuales áreas tienen un comportamiento crítico, si estas se encuentran localizadas en zonas de influencia de corrientes de agua reales o eventuales provenientes de los sistemas de drenaje natural o artificial.

En 1993, KANUNGO Propuso criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos presentados en la siguiente tabla:⁸

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

Tabla 1. Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos (Kanungo-1993).

11.8. Sistema de Información Geográfica.

⁸ SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo.

Técnicamente se puede definir un Sistema de Información Geográfica (SIG) como una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (*hardware*) programados adecuadamente (*software*) que permiten manejar una serie de datos espaciales (*información geográfica*) y realizar análisis complejos con éstos siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (*personal*), diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

11.9. Bases sobre la información requerida para la zonificación Geológica.

Para la zonificación geológica se procede a describir el subsistema físico-biótico que consiste en el conjunto de elementos bióticos y abióticos que interactúan entre sí para conformar una unidad de paisaje y se constituyen en el soporte material del territorio. Estos elementos llamados factores formadores del paisaje son la climatología, las rocas, el relieve, el agua, la cobertura vegetal, la fauna, el suelo, el hombre y sus actividades. El subsistema físico-biótico lo constituyen los recursos naturales y el ambiente.

Áreas o temas de análisis

El análisis integrado es fundamental en la identificación y caracterización de las unidades del paisaje con base en sus indicadores externos de síntesis. Las características externas como es el paisaje son aquellos que permiten el reconocimiento y su diferenciación espacial.

Elementos formadores y modeladores del paisaje:

a).- Topografía:

La topografía (de *topos*, "lugar", y *grafos*, "descripción") es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la [superficie de la Tierra](#), con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de **geodesia** para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.

Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría. Los **mapas topográficos** utilizan el **sistema de representación de planos acotados**, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel, en cuyo caso se dice que el mapa es **hipsográfico**. Dicho plano de referencia puede ser o no el nivel del mar, pero en caso de serlo se hablará de altitudes en lugar de cotas.

b) Clima:

El clima de una localidad es el estado medio de los fenómenos meteorológicos durante un largo periodo de tiempo. Está determinado por factores como la temperatura, humedad, viento, precipitación, entre otros. El clima influye en todos los aspectos de la vida vegetal, animal y humana. Por tanto, determina en alto grado, el tipo de vegetación, de suelo y por ende el uso de la tierra.

c) Hidrología:

La hidrología estudia las propiedades, distribución y circulación del agua en la superficie terrestre y en el subsuelo. El agua además forma parte de todos los procesos productivos y extractivos.

Describir y analizar las características hidrológicas de una determinada región (*municipio*) consiste en explicar cómo se distribuye espacial y temporalmente el agua, los tipos de cuerpos de agua existente (*superficial y profunda*), su cantidad y calidad, su disponibilidad y usos actuales y potenciales.

La información anterior servirá para establecer el balance hídrico (*oferta y demanda por parte de las diferentes actividades económicas y de los grupos sociales*).

Para el ordenamiento territorial el agua es uno de los elementos determinantes de la asignación de usos. Para tal fin se consideran aspectos como su disponibilidad tanto para abastecimiento de asentamientos humanos, como para las actividades agropecuarias e industriales. El análisis hidrológico también aporta información para identificar amenazas naturales.

Para cumplir anteriores propósitos se debe:

- Definir cuencas y/o micro cuencas.
- Identificar y localizar las corrientes y cuerpos de agua.
- Determinar los aspectos más relevantes en cuanto a su calidad.

d) Geología:

La geología aporta especialmente conocimiento de la estructura y la dinámica terrestre, de la litología y de la localización y explotación de yacimientos minerales y de combustibles fósiles.

Así mismo suministra información sobre las características, propiedades, capacidad de soportar las actividades humanas y la forma de utilización más adecuada del subsuelo.

La geología ambiental también suministra información relacionada con la ocurrencia de desastres naturales, bien sea por características tectónicas o estructurales, por sismicidad, o por la naturaleza litológica (*composición y estado de las rocas*).

e) Geomorfología:

La geomorfología describe las formas del relieve, tanto estructural como superficial, y estudia su origen y evolución.

Para el ordenamiento territorial el conocimiento de las formas del relieve o del terreno tiene especial importancia, particularmente en lo relacionado con la planificación del uso de la tierra y el proceso de ocupación del territorio.

Mediante el análisis del origen, estructura y dinámica del relieve (*morfogénesis, morfoestructura, y morfo dinámica*) se identifican las características que define la conveniencia o no de asignar determinados usos o actividades del territorio. Esta se constituye en una información básica para el análisis de los sistemas de producción.

Las configuraciones superficiales y las dinámicas que originan el modelado de la superficie terrestre contribuyen a determinar la distribución de los asentamientos y de las actividades humanas: influencia de las cadenas montañosas en la localización y relaciones entre asentamientos, las posibilidades de construcción de infraestructura (*vías, puertos*), influencia en las características climáticas de una zona (*efectos de las montañas en el ascenso de masas de aire, pluviosidad y microclimas*), en el uso del suelo (*incidencia del relieve en las capacidades potenciales del suelo*), en la hidrología (*el modelado de la superficie terrestre se ve afectado por fenómenos hidrológicos*) etc.

f) Suelos:

Para los estudios de medio físico con fines de planificación de uso del territorio, el suelo se interpreta tanto como: i) el soporte de las actividades del hombre dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo (*cultivos agrícolas, regadíos etc.*); ii) el soporte de toda las infraestructuras construidas por el hombre (*vías, embalses, urbanizaciones, etc.*); iii) la fuente de materiales para actividades humanas (*materiales de construcción*) y iv) como respecto de impactos (*erosión, compactación, etc.*) por estas razones su conocimiento, en el ordenamiento territorial, es indispensable con el fin de darle adecuada utilización, para lograr su aprovechamiento eficiente y para evitar su degradación.

Las consideraciones del suelo en los estudios del medio físico, declara a las tareas de planificación y ordenamiento territorial, se basa en la interpretación de aquellas de sus propiedades que le confieren aptitud o vulnerabilidad frente a las acciones humanas.

Las cualidades a tener en cuenta para evaluar las potencialidades del recurso suelo dependen de los tipos de utilización de la tierra, determinados como los más apropiados o promisorios. Entre las cualidades mas importantes se tienen: cualidades físicas (*drenaje, permeabilidad, consistencia, plasticidad, pendiente del terreno, profundidad efectiva, etc.*) fertilidad, productividad y degradación.

g) Cobertura y uso actual de la tierra:

La cobertura vegetal es el manto vegetal de un terreno dado. La importancia de considerar la cobertura vegetal en el ordenamiento de usos del territorio radica, entre otros aspectos, en su capacidad de asimilación de la energía solar, en ser productor primario de casi de todos los ecosistemas, en su relación con otros componentes del subsistema biofísico: estabilización de pendientes, control de erosión, control hídrico, definición de microclimas, hábitat de especies.

12. MATERIALES Y MÉTODOS

12.1. **Introducción.**

Para la ejecución del siguiente proyecto se utilizaron equipos y materiales de diferentes índoles, que serán utilizados para las diferentes actividades a realizarse en el Área de estudio.

La metodología utilizada, comprenderá de dos etapas; en la primera etapa se realizará todo lo que comprende **Trabajos de Campo** y como complemento a estas actividades se procederá a realizar los **Trabajos de Gabinete**.

El método que se empleará en el presente trabajo, es descriptivo analítico, síntesis y explicativo que permitirá sistematizar las concepciones de la geografía histórica, tiempo y espacio donde el tiempo es la referencia histórica en la sociedad y el espacio el medio geográfico.

12.2. **Objetivo 1.** Realizar un levantamiento Topográfico y Geológico a detalle, escala 1:1000 del Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.

12.2.1. **Topografía.**

12.2.1.1. **Materiales**

Para realizar el levantamiento topográfico del área de estudio, Barrio Timbara nos ayudamos con los siguientes equipos y materiales:

➤ *Para el trabajo de campo*

- Estación Trimble 5000 con base fija y móvil
- Un trípode de soporte
- 3 talk about
- Mojones
- Metro

- Libreta de campo
- Espray
- Clavos

➤ **Para el trabajo de gabinete:**

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.
- ✓ Plotter HP.

 **SOFTWARE:**

- ✓ Geodimeter para ordenar los puntos
- ✓ ForeSight para elaborar curvas de nivel.
- ✓ Programa AutoCad versión 2008 para la delineación automática de la cartografía y clasificación para códigos de las diversas entidades geográficas.
- ✓ ArcGis 9.2

12.2.1.2. Metodología

Dentro de las primeras actividades efectuadas fue el levantamiento topográfico a detalle escala 1:1000 del Barrio Timbara donde en primer lugar se analizó la zona de estudio mediante una observación de campo, luego se organizó adecuadamente todo el trabajo, que se realizó en un plazo acordado, con la coordinación del Ing. William Esparza y su estación total sokkia.



FOTO 01. Levantamiento Topográfico del Área de Estudio.

Lo primero que se procedió a realizar fue la ubicación de un punto de partida que se constituye como la estación "A" tomado con GPS de coordenadas geográficas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**: $Y=9554097$; $X=733178$; $Z=890$, se escogió este datum debido a que las cartas regionales se encontraban en el mismo.

Luego se ubicó la Estación Total en el punto antes mencionado, seguidamente se ubicó con el GPS otro punto que sería la estación "B" de coordenadas geográficas UTM: $Y=9554031$; $X=733124$; $Z=864$

El cual sirvió para referenciarse con la Estación Total y proceder a encenderla y geo-referenciarla corrigiendo el error que existe con respecto al GPS; por lo que luego de corregido el error, las coordenadas verdaderas de la Estación “B” son:

$$Y=9554031,622; X=733124,529; Z=886,786$$

Una vez corregido el error, se encaminó a tomar diferentes puntos con los prismas a lo largo del área de estudio, para así modelarlo a través de las curvas de nivel.

Seguidamente se cambió de punto de partida cada vez que se cubría en su totalidad el terreno de interés; es así que se obtuvo 34 puntos de Estación, (*Véase Anexo 1. Tabla; Puntos de Estación*).

A partir de cada Estación ubicada de las ya mencionadas anteriormente, se prosiguió a tomar diferentes puntos con la finalidad de irle dando forma al terreno, por lo que se tomó en cuenta la inducción de diferentes códigos con la finalidad de ubicar e identificar el lugar exacto de: viviendas, vías, ríos y otros, (*Véase Anexo 2. Tabla; Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico*).

La totalidad de puntos tomados a lo largo de todo el levantamiento topográfico realizado fue de 615 puntos, obteniéndose un área total levantada de 80 Ha. Correspondientes al Barrio Timbara.

Una vez concluido el trabajo de campo a través de la recolección de puntos por medio de la Estación Topográfica, se procedió a ingresar los datos en un computador por medio del software denominado “GEODIMETER Versión 2.0”, seguidamente estos datos obtenidos de este software se procesan nuevamente por medio del programa “ForeSight Versión 1.3.1”, para generar las curvas de nivel, este nuevo archivo obtenido se lo exporta al programa “AutoCad” guardándolo como extensión “.dxf”

de AutoCad”. Aquí se procede a editar el dibujo por medio de la creación de capas que contengan información de la totalidad del levantamiento topográfico realizado, (*Véase Anexo 3; Tabla: Capas creadas en AutoCad para el Levantamiento Topográfico*), y Finalmente ya obtenido el mapa base, se elaboró una plataforma de datos en el programa ArcGis 9.2 lo que permitió un mejor manejo de la información. Así el área total levantada del sector de estudio fue de 90 Ha.

12.2.2. Geología local

12.2.2.1. Materiales

Para la determinación de la geología del proyecto se dispuso de los siguientes materiales.

➤ **Para el trabajo de campo**

- ✓ Mapa Topográfico del Área de estudio a Escala 1:1000
- ✓ Carta geológica Zamora a Escala 1:100000
- ✓ Formato de campo
- ✓ Brújula
- ✓ GPS Garmin
- ✓ Martillo Geológico
- ✓ Metro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Lápiz
- ✓ Graduador

➤ **Para el trabajo de gabinete**

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.

- Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.
- ✓ Plotter HP.



SOFTWARE:

- ✓ Programa AutoCad versión 2008 para la delineación de las diferentes formaciones Geológicas.
- ✓ ArcGis 9.2

12.2.2.2. Metodología

Para la elaboración de la geología del área de estudio primeramente se eligió un formato de *campo*, (*Véase Anexo 4. Ficha; Descripción de Afloramientos*), que nos sirvió para realizar la recolección de datos, observados y tomados in situ.

Con la ayuda de la carta geológica Regional se determinó que tipo de formaciones intervienen en el área de estudio, para lo posterior con la ayuda de esta y la utilización de un GPS se determinó y ubicó uno a uno los diferentes afloramientos encontrados en el sector donde dieron un total de cuatro; así también se realizó calicatas las mismas que al partir de la información obtenida de la regional se optó los sitios para realizar las mismas, que en total fueron 12, de las cuales 6 fueron hechas con máquina con una profundidad promedio de estas de 3,6m., la que fue facilitada por La H. Junta Parroquial de Timbara, en los lugares donde no se pudo ingresar con el equipo debido a su topografía se realizó calicatas manuales contratando 2 personas del

sector que realizaron 4 calicatas de profundidad promedio de 1,70m., también se tomó como referencia 2 calicatas de un estudio existente en el sector par así determinar con confiabilidad el tipo de material que se encuentra en el área de estudio, los elementos estructurales (*Rumbo y buzamiento*), presencia de contactos y potencia de cada uno de éstos, con la utilización de la brújula y metro, esto se determinó en cada uno de los afloramientos y calicatas donde los datos obtenidos fueron detallados en el formato de campo, en el cual se realizó una columna estratigráfica indicando la diferencia de litología (*Suelo - Roca*), con sus respectivas capas y potencias, además se ubicó la descripción de cada una de éstas capas indicando sus diferentes características como: color de material, granulometría, orientación entre otros.

La topografía del área de estudio previamente realizada sirvió de base para delimitar sobre ella el detalle geológico, en ésta base topográfica se ubicaron los diferentes afloramientos y calicatas analizadas con sus respectivas características y medidas estructurales que ayudaron a delimitar las formaciones Geológicas encontradas en el sector de estudio.

Una vez delimitadas las respectivas formaciones Geológicas, las representamos en el programa AutoCad, sobre la base topográfica que ahí tenemos y construimos capas para representar a cada una de ellas, para posteriormente anexarlas a la base de datos de ArcGis.

12.3. **Objetivo 2.** Obtener un Mapa de Susceptibilidad del Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.

12.3.1. Mapa de Pendientes y Aspectos

12.3.1.1. Materiales

Trabajo de gabinete

HARDWARE:

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.
- ✓ Plotter HP.

SOFTWARE:

- ✓ ArcGis 9.2

12.3.1.2. Metodología

Para la obtención del mapa de pendientes, con la información en formato digital, de la cual se la derivó para poder llegar a la obtención del mapa de pendientes, en el cual se pueden distinguir cinco clases de intervalos que sub-clasifican el terreno en igual número de partes lo cual nos permite valorar o asignar pesos diferentes a las distintas áreas generadas a partir de esta clasificación.

El método utilizado para esta clasificación fue el de “Reclassify” utilizado en el sistema de información geográfico Arcmap versión 9.2. Se procede a activar la extensión de “3D Analyst” y “Spatial Analyst”; seguidamente a partir del tema de curvas de nivel generamos un tema denominado TIN que modela

el terreno en tres dimensiones una vez obtenido esta modelación del terreno, procedemos a convertir desde “tin to raster” de tal manera se genera este nuevo tema en “TIN GRID”; seguidamente nos dirigimos nuevamente a “Surface Analyst” y seleccionamos la opción de a “Slope”.

De esta manera obtenemos un nuevo tema “SLOPE” Una vez creado este nuevo tema lo seleccionamos y nos dirigimos a “Analysis” la opción de “Reclassify” y procedemos a clasificar en cinco clases dicho tema creado; una vez generado este nuevo tema que sub-clasifica el terreno en zonas de pendientes; para finalmente convertir dicho tema a archivo “shape” para poder editarlo y manejarlo desde los SIG.

Tabla 2; Rangos utilizados para reclasificar el mapa de pendientes.

12.3.2. Geomorfología

12.3.2.1. Materiales

- **Para el trabajo de campo**
 - ✓ Mapa Topográfico del Área de estudio a Escala 1:1000
 - ✓ Mapa Geológico del Área de estudio a Escala 1:1000
 - ✓ Formato de campo
 - ✓ GPS Garmin
 - ✓ Cámara fotográfica

Categorías	%
Pendiente Baja	0- 15
Pendiente Muy Baja	15- 30
Pendiente Media	30- 50
Pendiente Alta	50- 100
Pendiente Muy Alta	100- 200

- ✓ Fotografía Aérea de Timbara del año 2002. Escala 1:10000

➤ **Para el trabajo de gabinete**

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.
- ✓ Estereoscopio

 **SOFTWARE:**

- ✓ ArcGis 9.2

12.3.2.2. Metodología

La topografía es el punto inicial para determinar la geomorfología de una zona, con la ayuda de la fotointerpretación de la zona.

En primer lugar se procedió a analizar el mapa físico del Ecuador con respecto al área de estudio para determinar las formas del terreno.

En Timbara, interpretamos las fotografías aéreas del sector con un estereoscopio de marca sokkia modelo MS27 y las clasificamos de acuerdo a las características del formato adquirido en el desenvolvimiento académico estudiantil, asesorados por la Ing. Maritza Domínguez docente de la Universidad Nacional de Loja.

Luego en el campo con el formato y el mapa topográfico se fue delimitando las zonas de diferente forma para corroborar la información obtenida de las fotografías aéreas delimitando la geomorfología de Timbara.

Toda la información recopilada se la ordenó en una base de datos en el programa ArcGis 9.2 representándolos en un mapa, (Véase Anexo 5. Ficha; Descripción de Geomorfología).

12.3.3. Geotecnia

12.3.3.1. Materiales

➤ **Para el trabajo de campo**

- ✓ Mapa Geológico del Área de estudio a Escala 1:1000
- ✓ Formato de campo
- ✓ GPS Garmin
- ✓ Cámara fotográfica

➤ **Para el trabajo de gabinete**

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.

 **SOFTWARE:**

- ✓ ArcGis 9.2

12.3.3.2. Metodología

Este estudio implicó la descripción de las características particulares del comportamiento geomecánico del macizo rocoso frente a procesos de desestabilización basándose en observaciones y descripciones hechas a partir de los respectivos afloramientos.

Para la descripción de los afloramientos o macizos rocosos se utilizó el mapa geológico detallado del sector elaborado para el estudio, luego se procedió a la ubicación de los macizos rocosos con GPS, y se describió cada una de las características observables y medibles del mismo en un formato de campo elaborado como guía para la caracterización de Macizos rocoso.

Se realizó el respectivo muestreo de rocas y suelos, donde se realizaron calicatas para la recolección de suelo de profundidad de 1,30m y de 1m² de área, donde se seleccionó un cubo de 0,30m requerido por el Laboratorista, las muestras de roca se las recolecto de los diferentes afloramientos presentes en las formaciones geológicas tomando la muestra más representativa y menos alterada; Dichas muestras se envió al Laboratorio de Materiales Suelos & Pavimentos de la ciudad de Loja, para su respectivo análisis el cual consistió en la compresión simple uniaxial, límite líquido, límite plástico, clasificación gravimétrica y contenido de humedad lo cual nos servirá para relacionar con las cargas que se encuentran expuestas.

En los lugares que no existían afloramientos se procedió a la realización de calicatas para poder obtener la muestra, se tomó como base el levantamiento geológico realizado en el área de estudio; basándose a esto y a lo anteriormente descrito se recolectó 3 muestras de suelo y 2 muestras de rocas, para su posterior análisis de esta manera complementar el estudio Geotécnico (*Véase Anexo*

6. Ficha; Descripción de Geotecnia), (Véase Anexo 7. Ficha; Descripción de Geotecnia RMR).

Con la ayuda del mapa topográfico y el GPS se delimito las zonas de muestreo de suelos para enviar al laboratorio y con los resultados ir interpolando de acuerdo a la semejanza de sus características obteniendo el mapa de suelos con una base de datos en el programa ArcGis 9.2.

12.3.4. Cobertura Vegetal.

Materiales

➤ **Para el trabajo de campo**

- ✓ Mapa Topográfico del Área de estudio a Escala 1:1000
- ✓ GPS Garmin
- ✓ Cámara fotográfica

➤ **Para el trabajo de gabinete**

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.

 **SOFTWARE:**

- ✓ ArcGis 9.2

Metodología

Para realizar el mapa de cobertura vegetal nos basamos en la observación directa ayudándonos de la fotografías aéreas, así como del registro fotográfico tomadas a lo largo de toda la zona de estudio

y adicionalmente se tomó el mapa topográfico elaborado con anterioridad, en el que se procedió a delimitar áreas de las diferentes coberturas con la utilización de un GPS, los ingreso al ArcGis 9.2 para obtener el mapa de suelos y elaborar su base de datos.

12.3.5. Uso actual

Materiales

➤ **Para el trabajo de campo**

- ✓ Mapa Topográfico del Área de estudio a Escala 1:1000
- ✓ Formato de campo
- ✓ GPS Garmin
- ✓ Cámara fotográfica

➤ **Para el trabajo de gabinete**

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.

 **SOFTWARE:**

- ✓ ArcGis 9.2

Método

Para determinar el mapa de uso actual del suelo se sumó el mapa de cobertura vegetal más el inventario de vegetación que se lo realiza

tomando áreas de muestreo aleatoriamente en el terreno, identificando así las diferentes especies vegetales existentes en el área de estudio.

12.3.6. Uso Potencial

El mapa de uso potencial del suelo se lo realizó sumando el mapa de uso actual del suelo, el mapa de pendientes y el mapa de suelos del área de estudio, en el programa ArcGis 9.2 con la extensión “Surface Analyst” se lo suma a todos los mapas en formato “Raster”, luego se los convierte en formato shape para clasificarlo de acuerdo a las zonas favorables.

12.3.7. Susceptibilidad de la zona

12.3.7.1. Materiales

➤ *Para el trabajo de gabinete*

 **HARDWARE:**

- ✓ Un ordenador.
 - Velocidad de trabajo 550 Mhz.
 - Capacidad del disco duro 64 Gb.
 - Ampliación de memoria RAM 4 Gb
 - Monitor VGA color.

 **SOFTWARE:**

- ✓ ArcGis 9.2

12.3.7.2. Metodología

Para elaborar un mapa de susceptibilidad se utilizó el programa ArcGis, en el que mediante una herramienta se procede a sumar los mapas temáticos tales como: Mapa de Pendientes y Aspectos, Mapa Geológico, Mapa Geomorfológico, Mapa de Geotecnia, y el Mapa de Uso de suelos; el mapa resultante es el de susceptibilidad el mismo que se lo clasifica y reclasifica de acuerdo a la clasificación estándar de susceptibilidad⁹

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

Tabla 1. Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos.

12.4. **Objetivo 3.** Definir la zonificación sobre la base de los factores de precipitación, uso de suelo y condiciones geológicas.

Los mapas realizados para la susceptibilidad como, geología, geotecnia y los de uso actual del suelo, cobertura vegetal son muy importantes para la Zonificación así mismo se sumaran los de Isothermas e Isoyetas.

12.4.1. Isoyetas.

⁹ Sarkar y Kanungo, 1993. Zonificación de Susceptibilidad Amenaza y Riesgo Cap. 13 pag. 89.

Se refiere a las precipitaciones presentes en el área de estudio. En el Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe.

Para la elaboración de este mapa se tomó datos de cuatro estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas alrededor del área de estudio: en la parte Sur “Estación de Zamora” X: 727342; Y: 9550857, parte Este “Estación Científica de Guaysimi” X: 760930 Y: 9555287, en la parte Norte la Estación Meteorológica de Cumbaratza X: 737613 Y: 9559775, y en la parte Oeste la Estación meteorológica ubicada en Sabanilla. La misma que fue eliminada por no poseer datos relativos de precipitaciones y temperatura.

Estas estaciones nos proporcionaron datos de los 10 últimos años de precipitaciones, de éstos datos se calculó el valor medio de precipitación anual. (Veáse Tabla N° 11).

De los datos obtenidos de las cuatro estaciones se procedió a correlacionar los mismos en programas como Excel, Surfer, Autocad y ArcGis 9.2 con el fin de obtener valores de precipitaciones del área de estudio.

12.4.2. Isotermas.

Para la elaboración del mapa de isotermas se tomó datos de tres estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas alrededor del área de estudio: en la parte Sur “Estación de Zamora X: 727342; Y: 9550857, parte Este “Estación Científica de Guaysimi” X: 760930 Y: 9555287, en la parte Norte la Estación Meteorológica de Cumbaratza X: 737613 Y: 9559775.

Estas estaciones nos proporcionaron datos de los 10 últimos años de variaciones de temperatura, de los cuales se calculó el valor medio de temperatura anual. (Veáse Tabla N° 12).

De los datos obtenidos de las estaciones se procedió a correlacionar los mismos en programas como Excel, Surfer, Autocad y ArcGis 9.2 con el fin de delimitar las áreas de mayor temperatura en el área de estudio.

12.4.3. Zonificación

En base a lo ya descrito, se detalla la valoración de cada una de las variables analizadas asignándole pesos relativos a cada una de ellas. Tabla en donde se detalla Variables, Indicadores y Pesos relativos:

PENDIENTES	
INDICADOR (grados)	PESO
0 – 8,5	1
8,5 – 16,7	2
16,7 – 26,6	3
26,6 – 45	4
Mayores a 45	5

PRECIPITACIÓN	
INDICADOR	PESO
1550 - 1600	1
1600 - 1650	2
1650- 1700	3

LITOLOGÍA	
INDICADOR	PESO
Batolito de Zamora	1
Formación Hollín	2
Depósitos Aluviales	3
TIPO DE SUELO	
INDICADOR	PESO
Arcilla con alta plasticidad Arenosa	1
Arena limosa	2
Arena bien graduada con limo orgánico y graba	3

VEGETACIÓN	
INDICADOR	PESO
Zona Habitada	1
Bosque Denso	2
Complejo Bosque semi denso-pastizal	3
Cultivos; Complejo Matorrales	4
Pastizal; Complejo Pastizales	5

Clasificando las zonas en base a estos rangos, teniendo como resultado:

RANGO	SIGNIFICADO
6-7	Muy Baja Susceptibilidad
8-9	Baja Susceptibilidad
10-11	Mediana Susceptibilidad
12-13	Alta Susceptibilidad
14-16	Muy Alta Susceptibilidad

Utilizando el software ArcGis 9,2; se le asignó estos pesos relativos a cada una de las variables, luego con la ayuda de la herramienta “Surface Analyst” se realizó la suma vectorial de las variables ya descritas, obteniendo el mapa de susceptibilidad del Área de estudio, con rangos que van de 0 a 10 unidades.

- 12.5. **Objetivo 4.** Valorar zonas de amenazas geológicas en miras a identificar zonas propensas a movimientos en masa.

Para la valoración de zonas de amenazas geológicas es necesario sumar en el programa Arc Gis, los mapas de susceptibilidad, Isotermas e Isoyetas que se los obtuvo en los objetivos anteriores, mas el de sismos y erosión. Así tendremos el mapa final de amenazas geológicas.

12.5.1. Erosión.

Para la elaboración de éste mapa se tomó los datos del mapa de pendientes más el mapa de uso actual del suelo en el programa ArcGis.

12.5.2. Sismos

Para la elaboración del mapa de sismos se obtuvo esta información de la pagina web de la defensa civil, el cual nos facilitó los datos de sismicidad regional de la cual se derivó el mapa de sismicidad del área de estudio; se optó por obtener información bibliográfica debido a los costos de los estudios sísmicos en el sector de estudio.

12.5.3. Amenaza

Para elaborar el mapa de amenazas por deslizamientos en el área de estudio, nos ayudamos en los mapas temáticos desarrollados con anterioridad tales como: el mapa resultante de la unión del mapa de erosión y remoción en masa, al que se le sumo el de precipitaciones dando como resultado el mapa de inestabilidad por precipitaciones al que finalmente se le sumo el mapa de susceptibilidad obteniendo el mapa de amenaza a deslizamientos por precipitaciones.

13. RESULTADOS

13.1. Descripción General del Área de Estudio.

13.1.1. Acceso.

El acceso al área de estudio se lo puede realizar desde la capital por vía aérea hasta el aeropuerto Camilo Ponce Enríquez en la ciudad de Catamayo de la Provincia de Loja, luego por vía terrestre se transita hasta la ciudad de Loja, y luego a la provincia de Zamora Chinchipe hasta el cantón Zamora, luego a 9 Km transitando por una vía de primer orden, se encuentra el Barrio Timbara donde se ubica el área de estudio, (*Véase Mapa Nro.01; Ubicación y Acceso del Área de Estudio*).

13.1.2. Ubicación administrativa.

Zamora es una ciudad pequeña, localizada en el Sureste del Ecuador, capital de la provincia de [Zamora Chinchipe](#), y cabecera del [cantón homónimo](#). El Cantón Zamora tiene 8 parroquias, dos urbanas y seis rurales y un aproximado de 89 barrios.

Parroquias Urbanas: Zamora y El Limón.

Parroquias Rurales: Imbana, Sabanilla, Cumaratza, San Carlos de las minas, Guadalupe y Timbara.

La parroquia de Timbara está compuesta de los barrios: Buena Ventura, Bella Vista, Tunantza Alto, El Maní, San Antonio, Jamboé, La Pituca, Sacantza, Numbami, Romerillos Alto, Romerillos Bajo, San Marcos, Los Almendros, Santa Rosa, Cuzuntza y Timbara, donde se ubica el área de estudio.

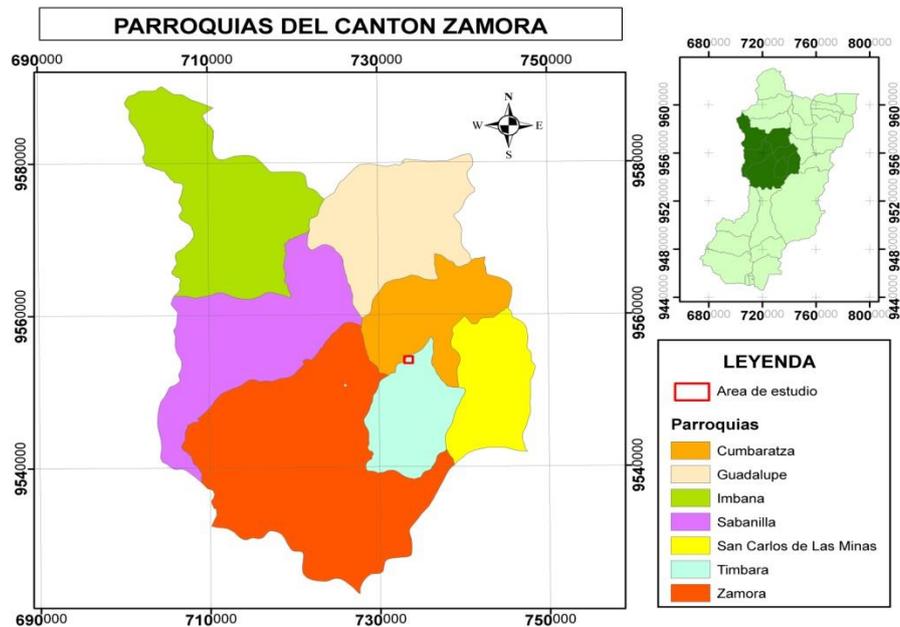


Fig. 1. División Político-Administrativa del Cantón Zamora.

13.1.3. Localización Geográfica.

El cantón Zamora geográficamente se encuentra ubicado al Sureste del Ecuador, al nor-occidente de la Provincia de Zamora Chinchipe limitando al Norte con el Cantón Yacuambi, al Sur con los Cantones Nangaritza y Palanda, al Este con los Cantones Yanzatza, Centinela del Córdor y Nangaritza, y al Oeste con la Provincia de Loja.

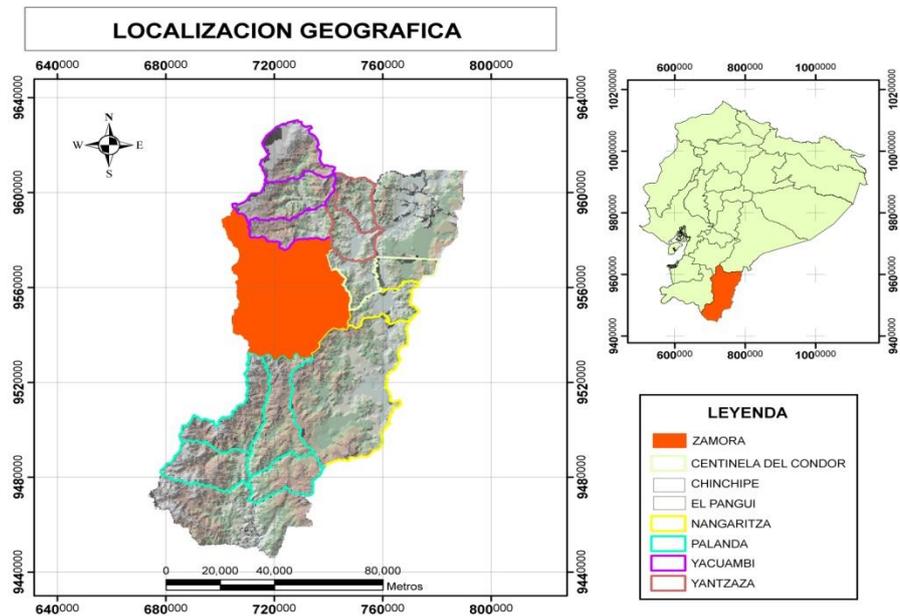


Fig. 2. Localización Geográfica del Cantón Zamora.

El área de estudio se encuentra dentro de la Parroquia rural Timbara enmarcando al Barrio del mismo nombre específicamente en las coordenadas geográficas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**: X=733124,529; Y=9554031,622; Z=886,786.

El área de estudio enmarca al Barrio Timbara en una superficie de 90 Ha., (*Véase Mapa Nro.02; Delimitación Área de Estudio*). Los límites corresponden:

Límite Norte: Con el Barrio de la Quebrada de Cumbaratza.

Límite Este: Con el Barrio Cuzuntza.

Límite Sur: Con el Barrio Romerillos Bajo.

Límite Oeste: Con el Barrio Los Almendros.

13.1.4. Clima.

En el cantón Zamora por tener la presencia de montañas, también conformado por valles, colinas y mesetas, prevalecen varios tipos de clima. No se tienen registros meteorológicos detallados de las variables

climáticas dentro del cantón; sin embargo, se ha identificado que su clima es: Templado, Subtropical Húmedo y su temperatura promedio anual de las zonas altas incluidas en los territorios del cantón, oscila entre 20 a 22 °C. Las diferencias entre las temperaturas de verano e invierno son prácticamente inexistentes.

Dentro del área de estudio las precipitaciones van de 1550-1700 milímetros por año con una media anual de 1625 mm/año. En el Barrio Timbara las temperaturas van de los 22– 22.2°C con una media anual de 22.1°C.

13.1.5. **Hidrología**

Las principales cuencas hidrográficas del Cantón Zamora son: el río Zamora y Yacuambi, además de las micro cuencas de: El Limón, Bombuscaro, Sabanilla, Jamboé entre otras, (*Véase Mapa Nro.03; Hidrografía del Cantón Zamora y Área de Estudio*).

El principal sistema hidrográfico del Área de Estudio es el gran río Zamora, también encontramos un sistema hidrológico adicional el cual alimenta al majestuoso en forma perpendicular; la cual toma el nombre de la Quebrada del Maní, ubicado en la parte Central Sur del área de estudio con dirección Este-Oeste. También existen una serie de vertientes las cuales alimentan a la anteriormente descrita.

13.1.6. **Condiciones Antrópicas**

Se refiere a la situación tanto socio-económica como de preparación con respecto a un evento, que se traduce como la condición de vulnerabilidad, en que se encuentra la población presente en la zona de estudio. Es así que se analizará las condiciones Socio-económicas en las que se encuentra la población perteneciente al sector de estudio, dicha información está basada en el IV Censos de Población y V de Vivienda realizado en el año 2001.

13.1.6.1. Condiciones socio-económicas

13.1.6.1.1. Población

La población del Cantón Zamora según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en base al IV Censo de Población y V de Vivienda realizado el 25 de noviembre del año 2001, representa el 28,4% del total de la población de la provincia de Zamora Chinchipe; con un total de 21.791 habitantes; ha crecido en el último periodo intercensal 1990-2001, a un ritmo de crecimiento del 0,2% promedio anual. El 52,5% que corresponde a 11.440 habitantes de su población reside en el Área Rural; se caracteriza por ser una población joven, ya que el 51.8% son menores de 20 años, según se puede observar en la Pirámide de Población por edades y sexo.

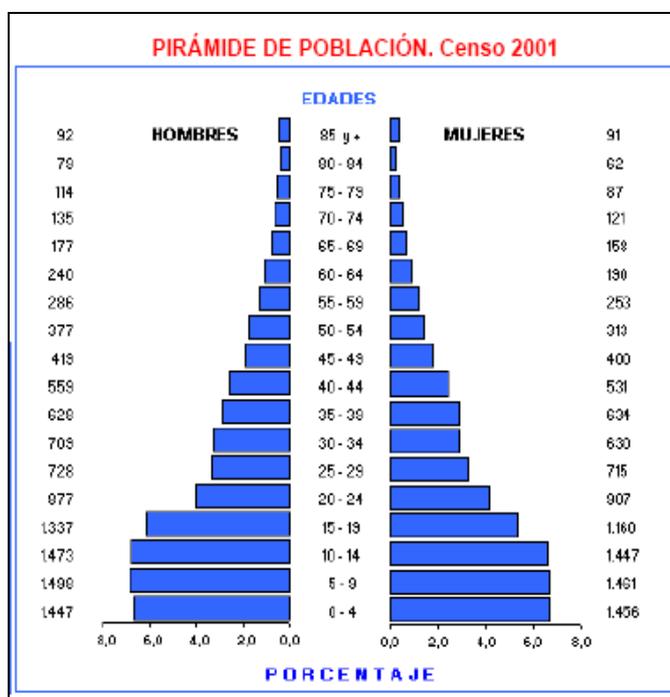


Gráfico 1; Pirámide de Población. Fuente: INEC

De la población total (21.799 hab.), el 48,7% son mujeres (10.616 hab.) y el 51,3% son hombres (11.182 hab.).

POBLACIÓN DEL CANTÓN ZAMORA CENSO 2001			
ÁREAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	21.791	11.175	10.616
URBANA	10.355	5.208	5.147
RURAL	11.436	5.967	5.489

Tabla 3; Población del Cantón Zamora. Fuente: INEC

La población se distribuye según sus parroquias: Zamora en su parte urbana 10.355 habitantes, en el área rural 11.436 habitantes y en la Periferia 620 habitantes; así también, Cumbaratza 3.736 habitantes, Guadalupe 2.572 habitantes, Imbana 1.300 habitantes, Sabanilla 507 habitantes, San Carlos de las Minas 1.997 habitantes y Timbara 704 habitantes que es el lugar donde se ubica el área de estudio.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN ZAMORA, SEGÚN PARROQUIAS			
PARROQUIAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	21.791	11.175	10.616
ZAMORA (URBANO)	10.355	5.208	5.147
ÁREA RURAL	11.436	5.967	5.489
PERIFERIA	620	319	301
CUMBARATZA	3.736	1.937	1.799
GUADALUPE	2.572	1.304	1.268
IMBANA	1.300	658	642
SABANILLA	507	286	221
TIMBARA	704	388	336
SAN CARLOS DE LAS MINAS	1.997	1.095	902

Tabla 4; Distribución de la Población del Cantón Zamora, según Parroquias.

13.1.6.1.2. Composición Demográfica.

PEA de 5 años y más, por sexo; Según ramas de actividad: La Población Económicamente Activa por ramas de actividad en el cantón Zamora es de 7.613 personas siendo la Agricultura, Ganadería, Caza, Pesca, Silvicultura la más representativa, conjuntamente con otras actividades: con 2.789 y 2793 personas dedicadas a estas actividades respectivamente; el resto se dedican a la Manufactura, Construcción, Comercio, Enseñanza y otras actividades.

SEGÚN RAMAS DE ACTIVIDAD			
RAMAS DE ACTIVIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	7.613	5.735	1.878
AGRICULTURA, GANADERÍA			
CAZA, PESCA, SILVICULTURA	2.789	2.458	333
MANUFACTURA	282	218	64
CONSTRUCCIÓN	555	537	18
COMERCIO	644	374	270
ENSEÑANZA	550	230	320
OTRAS ACTIVIDADES	2.793	1.920	873

Tabla 5; PEA mayores a 5 años por sexo, según Ramas de Actividad.

PEA de 5 años y más, por sexo; Según grupos ocupacionales: La Población Económicamente Activa según grupos ocupacionales lo representan en su mayor parte Trabajadores No calificados, Operarios y Operadores de Maquinarias y Agricultores con 1.923, 1.394 y 1.506 personas respectivamente; existen Miembros Profesionales Técnicos, Empleados de Oficina, Trabajadores de los Servicios, y otros constituyen el porcentaje restante del total ya mencionado.

SEGÚN GRUPOS OCUPACIONALES			
GRUPOS DE OCUPACIÓN	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	7.613	5.735	1.878
MIEMBROS, PROFESIONALES			
TÉCNICOS	738	381	377
EMPLEADOS DE OFICINA	533	287	286
TRAB. DE LOS SERVICIOS	829	485	344
AGRICULTORES	1.508	1.304	202
OPERARIOS Y OPERADORES			
DE MAQUINARIAS	1.394	1.280	114
TRAB. NO CALIFICADOS	1.923	1.480	443
OTROS	690	568	132

Tabla 6; PEA según grupos Ocupacionales. Fuente: INEC

PEA de 5 años y más, por sexo; Según Categoría de Ocupación: La Población Económicamente Activa según la Categoría de Ocupación en el cantón Zamora son Empleados, Trabajos por cuenta Propia y Trabajos Familiares sin Remuneración 3.020, 2.961 y 719 personas respectivamente conformando la gran mayoría, la población restante es Patrono o Socio Activo, Trabajador No Declarado y Trabajador Nuevo.

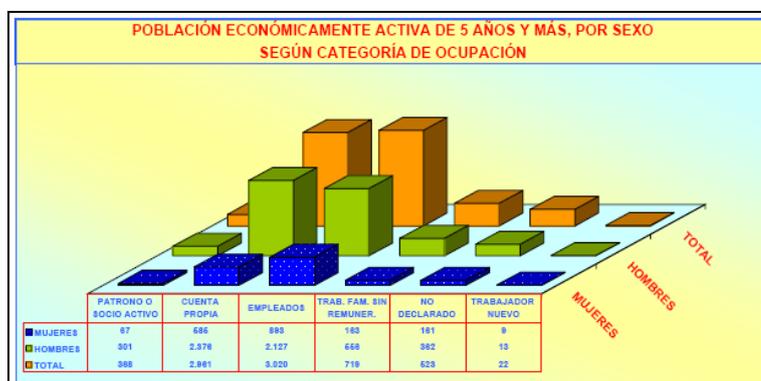


Gráfico 2; PEA, según Categoría de ocupación. Fuente: INEC

13.1.6.2. Condiciones de Vulnerabilidad.

Consiste en el nivel de preparación académica de la población presente en el área de estudio, lo cual influye directamente en la forma de reaccionar ante un evento geológico producto de una inestabilidad en los terrenos.

Tasa de Analfabetismo, por Sexo y Áreas: En el Cantón Zamora existe una tasa de analfabetismo de 7,3; lo cual corresponde a un porcentaje medio.



Gráfico 3; Tasa de Analfabetismo, por sexo y áreas. Censo 2001.

Población de cinco años y más, por sexo y áreas según niveles de instrucción: El promedio de años aprobados por la población de 10 años y más (*escolaridad media*) para el cantón Zamora es de 6,7 años; para la población del área urbana es de 8,3 años y para el área rural es de 5,1 años. Para hombres 6,7 y para mujeres 6,8 años.

NIVELES DE INSTRUCCIÓN	TOTAL			HOMBRES			MUJERES		
	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL
TOTAL	18.888	9.140	9.748	9.728	4.610	5.118	9.160	4.530	4.630
NINGUNO	1.029	206	823	443	81	362	586	125	461
CENTRO ALFAB.	63	23	40	31	10	21	32	13	19
PRIMARIO	10.500	4.085	6.415	5.559	2.099	3.460	4.941	1.986	2.955
SECUNDARIO	3.979	2.619	1.360	2.073	1.388	685	1.906	1.231	675
POST BACHILLERATO	157	122	35	58	43	15	99	79	20
SUPERIOR	1.758	1.489	269	802	680	122	956	809	147
POSTGRADO	11	9	2	5	4	1	6	5	1
NO DECLARADO	1.391	587	804	757	305	452	634	282	352

Tabla 7; Población de 5 años y más, por sexo y áreas por niveles de instrucción.

13.1.6.3. Infraestructuras Lineales.

La infraestructura lineal en el Barrio Timbara se caracteriza por la presencia de construcciones de orden civil principalmente como vías, viviendas, puentes, muros de contención, alcantarillado,

postes de electrificación, entre los principales. En el área de estudio se puede distinguir todas estas infraestructuras lineales.



FOTO 02. Infraestructura presente en el Área de Estudio.

De acuerdo al IV Censo de Población y V de Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos el 25 de noviembre del año 2001, existe un total de 6.719 viviendas en todo el cantón. En el área de estudio existen 246 viviendas de las cuales 90% se encuentran ocupadas.

13.1.7. Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar la zonificación de amenazas geológicas en el Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chichipe.

Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento Topográfico y Geológico a detalle, escala 1:1000 del Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chichipe.

- Obtener un Mapa de susceptibilidad del Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia Zamora Chinchipe.
- Definir la zonificación sobre la base de los factores de precipitación, uso de suelo y condiciones geológicas.
- Valorar zonas de amenazas geológicas en miras a identificar zonas propensas a movimientos en masa.

13.2. Topografía y Geología

13.2.1. Topografía.

Topográficamente el cantón Zamora se caracteriza por la presencia de importantes ramales de la cordillera de Los Andes y cordillera Oriental, mismos que producen un relieve variado en cuanto a la elevación con alturas que van desde 970 hasta los 2500 m.s.n.m.; se caracteriza también por poseer pendientes abruptas que superan los 50° de inclinación, pero por la gran cantidad de vegetación existente en este sector Oriental no se evidencia fácilmente zonas de erosión.

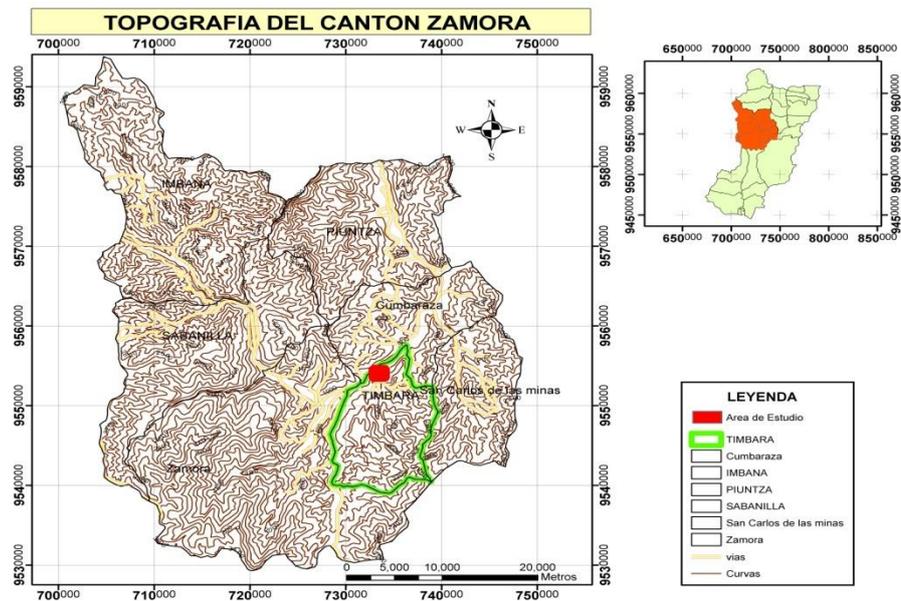


Fig. 3. Topografía del Cantón Zamora.

El área de estudio se caracteriza por poseer laderas inclinadas a suavemente inclinadas, se caracteriza por poseer un relieve variado con

alturas que van desde 805 hasta 1031 m.s.n.m. También posee en algunos sitios pendientes más pronunciadas que forman escarpes, (*Véase Mapa Nro.04; Topografía del Área de Estudio*).

13.2.2. Geología

13.2.2.1. Geología Regional

El Ecuador está dividido en tres provincias geológicas que corresponden aproximadamente a las tres regiones fisiográficas. Estas tres regiones son, de Oeste a Este. La Costa, la Sierra dividida en dos cordilleras separadas por el Valle Interandino en el Norte del país y el Oriente separado en dos regiones: la zona subandina y la Cuenca Oriental, en esta Cuenca se encuentra el sector de estudio, (*Véase Mapa Nro.05; Geología Regional*).

El oriente puede ser geológicamente subdividido en dos; la plataforma tectónicamente más estable del oriente, y la zona subandina estratigráficamente similar, la que está ligada a Los Andes.

Todo el oriente a profundidad es subyacente por rocas cristalinas arcaicas del Escudo Guayanés, sobre el cual se depositaron los sedimentos del paleozoico y mesozoico inferior de la plataforma epicontinental (*formaciones Pumbuiza, Macuma y Santiago, actualmente expuestas en la zona subandina*), durante varias transgresiones marinas de diferente extensión.

En el mesozoico superior las condiciones continentales fueron sucedidos por una transgresión marina cretácica, durante la cual se depositaron los sedimentos delgados (*miogeosinclinal*) (*Hollin, Napo, Tena*). Los sedimentos del cenozoico llegan a un espesor de 1.500 a 2.000 metros, en una cuenca alargada Tras Arco con rumbo Norte-Sur. La cuenca se profundiza hacia el norte y más

evidentemente hacia el sur del oriente central y es precisamente a lo largo de este eje que se ha descubierto los pozos petrolíferos del nororiente Ecuatoriano.

El cantón Zamora está constituido por cuatro formaciones geológicas entre las que se distinguen notablemente son: Unidad Chiguinda, Batolito de Zamora, Formación Chapiza, Formación Hollín y algunos depósitos Cuaternarios como coluviales y aluviales.

❖ **Unidad Chiguinda** (200-220 Ma.) *Paleozoico*

Comprende de cuarcitas, filitas negras, esquistos grafiticos, pizarras y escasas metagreywackes.

Forma un cinturón de hasta 30 km de ancho en la parte sur de la Cordillera. Está flanqueada hacia el W por metagranitos de **Tres Lagunas** y hacia el E por migmatitas de **Sabanilla** y esquistos de **Upano**. Se acuña hacia el N. Aflora en las carreteras Cuenca- Limón, Catamayo - Loja - Zamora, Loja - Zumba y Sigsig - Chiguinda.

También aflora en la parte N de la Cordillera sobre el complejo de napas **Cuyuja**. Se desconoce su espesor pero se supone que supera los 1 000 km. Minerales metamórficos observados incluyen stiplnomelano, cloritoide y granate.

Se asume que se deriva de una cuenca intracratónica y se la considera similar a rocas Carboníferas y Devónicas de la Depresión Perú – Bolivia.¹⁰

¹⁰ DUQUE, P. 2000. “Léxico Estratigráfico del Ecuador”. CODIGEM.

❖ **Batolito de Zamora** (170-190 Ma.) *Jurásico*¹¹

La región oriental de Zamora se encuentra atravesada por **El Batolito de Zamora** (*Litherland et al., 1994*). Es el más extenso que se extiende en una dirección Norte – Sur formando parte de la cordillera del Cóndor, incluye extensiones mayores descubiertas al N y al E. Es un batolito elongado (~200 km de largo por ~50 km de ancho). Forma la parte sur de la Unidad Granitoides Zamora.

La litología comprende de facés de Diorita Hornblenda, Monzonita y Sienita; con diques porfiríticos y aplíticos localizado así como zonas de brecha, también está dominada por granodioritas de hornblenda-biotita y dioritas. Granitos verdaderos son raros. La edad es incierta. Valores más recientes que caen en el campo del Cretácico sugieren reinicio de las dataciones por causas tectónicas.

❖ **Formación Chapiza** (*Jurásico*)

Comprende una sucesión de sedimentos continentales clásticos, no metamorfizados, de bajo buzamiento, sobreyacidos por la **Unidad Misahuallí**. Forma parte de la Cordillera Cutucú donde sobreyace a la **Fm. Santiago**. En dicha cordillera aflora como pizarras y areniscas, grises y rosadas, con finos horizontes de anhidrita, dolomita y yeso (*Tschopp, 1953*). Hay fuerte evidencia de que al menos parte de la secuencia es equivalente a la **Formación Santiago**. En las dos unidades hay canales turbidíficos de 10 a 20 m de profundidad y 100

¹¹ DUQUE, P. 2000. “Léxico Estratigráfico del Ecuador”. CODIGEM.

m de ancho que contienen material pobremente sorteado rico en volcanoclastos (*Litherland et al., 1994*). La localidad tipo se localiza entre los ríos Chapiza y Yapi y a lo largo del río Chapiza, unos 28 km al NNW del pueblo de Yaupi.¹²

❖ **Formación Hollín** (145 Ma.) *Cretácico-Temprano*

Constituida por areniscas de grano medio a grueso, maciza o con estratificación cruzada, con intercalaciones escasas de lutitas arenosas, localmente micáceas o carbonatadas tiene de 80 a 240 m de potencia. En la zona de estudio estas rocas forman prominentes mesetas (*cerro Plateado*) y estructuras monoclinales. Sobreyacen discordantemente al Batolito de Zamora, a la Unidad Misahuallí y otras unidades antiguas. Son relativamente comunes las impregnaciones de asfalto y es parte de los reservorios petroleros principales del Oriente.

En varios ríos aparece encima de la *Fm. Misahuallí*. Alcanza hasta 200m de espesor. Estudios palinológicos señalan la base de edad Aptiana y la mayoría de la formación data del Albiano. Una serie de lavas y piroclastos que comprende esencialmente la parte inferior de la formación podrían ser del Cretácico inferior.¹³

❖ **Depósitos Aluviales y Coluviales** (*Holoceno-Cuaternario-Cenozoico*)

Amplias zonas a lo largo de drenajes principales en la Cordillera Occidental se encuentran cubiertos por terrazas aluviales. Adicionalmente, depósitos aluviales de origen

¹² DUQUE, P. 2000. "Léxico Estratigráfico del Ecuador". CODIGEM.

¹³ DUQUE, P. 2000. "Léxico Estratigráfico del Ecuador". CODIGEM.

fluvial cubren principalmente las riveras de los ríos: Zamora, Bombuscaro, Jamboé, Timbara, Cumbaratza entre otros, así como abanicos aluviales importantes, depósitos coluviales son visibles en toda el área. Por último, deslizamientos diversos son evidentes en zonas de alta pendiente, concentrándose mayormente en los sectores a lo largo de la vía Zamora- Yanzatza.

❖ **Terrazas**

Forma un relieve ondulado a ligeramente inclinado, el área más extensa se encuentra en las partes bajas como es la parte central entre la ciudad de Zamora y Yanzatza.

Los depósitos aluviales se encuentra conformados con grava, arena y arcilla, los procesos activos se manifiestan en erosión vertical y lateral, y/o acumulación de detritos¹⁴.

❖ **Coluviales**

“Generalmente expuestos en la mayor parte de los pendientes y al pie de los taludes, están constituidos por materiales heterogéneos, donde existe una mezcla de productos arcillosos con rocas de tamaño variable desde centímetros hasta varios metros de diámetro.”¹⁵

13.2.2.2. Geología Estructural.

Regionalmente presenta una geología estructural bastante compleja debido principalmente a fenómenos de carácter tectónico que produjeron enormes fallamientos acompañados de intrusiones

¹⁴ Zonificación ecológica y socioeconómica del cantón Zamora

¹⁵ Mapa geológico del Ecuador escala 1: 100 000

de magma que dieron lugar a la formación del gran batolito de Zamora, así como de fenómenos de metamorfismo de contacto y posteriores procesos de metazomatismo, generadores de intrusiones metazomáticas y zonas de skarn aurífero.

La zona correspondiente a la estructura mineralizada conocida como Skarn de Nambija, está delimitada por dos fallas de tipo regional de rumbo Norte-Sur, muy importantes, ya que alinea a los sitios de explotación de Nambija, Campanilla y Campana, sentido casi Norte- Sur ($10^{\circ} E$), otra factura de carácter regional, paralela a la cordillera de Tzunantza es la falla de la quebrada de El Oro con una dirección NE-SO. También tenemos la zona inferida de Zamora en sentido Este-Oeste, que controla la litología en la parte norte con los Volcánicos de edad Jurasico-Cretácico (*Chapinza-Misahualli*).

En la parte occidental de la hoja existe la gran falla de cabalgamiento de carácter regional que atraviesa la zona de norte a sur para luego dirigirse con un rumbo Noroeste sirviendo de contacto entre el metamórfico de la Unidad Chiguinda y el Batolito de Zamora. ¹⁶

Las estructuras generan áreas en las que las rocas son más susceptibles a derrumbarse, en el caso de las fallas geológicas cuando están activas producen nuevas formas en el terreno; Así el Área de Estudio posee una falla cubierta que la atraviesa de SW a NE en dirección del río Zamora.

13.2.2.3. Geología Local.

¹⁶ Mapa geológico de Zamora escala 1: 100 000

En el área de estudio se realizó el levantamiento a detalle de su geología en la cual encontramos rocas intrusivas como es el Batolito de Zamora de edad Jurásico, aflora en la mayor parte del área de estudio, conformado en una sola capa de color rojizo debido a su alteración, las litologías principales generalmente muy meteorizadas contienen feldespatos, plagioclasas, biotita, anfíbol; y tienden a ser monzonitas biotíticas ricas en feldespatos potásicos y granodioritas.

Los depósitos cuaternarios se encuentran formando terrazas aluviales en las partes más bajas debido a los acarrees continuos de los afluentes que atraviesan el área de estudio, gradualmente delimitado en la mayor parte por las pendientes, están constituidos por materiales heterogéneos, donde existe una mezcla de productos arcillosos-limosos, grava y arena, dando así zonas aptas para los cultivos en el sector.

Seguidamente encontramos un depósito sedimentario que corresponde a la Formación Hollín de edad Cretáceo Temprano, la cual se ha depositado sobre el Batolito de Zamora, donde se ha consolidado a tal punto que se logra distinguir microscópicamente, en algunos sitios está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas de color blanco, de grano fino a grueso, encontrándose estas dispuestas en capas cruzadas a intervalos más delgados de arenisca entre-cruzadas, las cuales forman un relieve inclinado, cubriendo parcialmente al Batolito en la parte Noreste del área de estudio, la presencia de esta depositación evita el crecimiento de las especies arbóreas debido a la poca presencia de humus en su mayor parte de 30 a 40cm, logrando así una cobertura arbustiva y chaparra, (*Véase Mapa Nro.06; Geología del Área de Estudio*).

A continuación se hace una descripción de estas unidades desarrollada a partir de la observación directa de los afloramientos,

y calicatas, (*Véase Mapa Nro.07; Afloramientos y Calicatas del Área de Estudio*).

Afloramiento 1

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733522; Y: 9554061; Z: 893

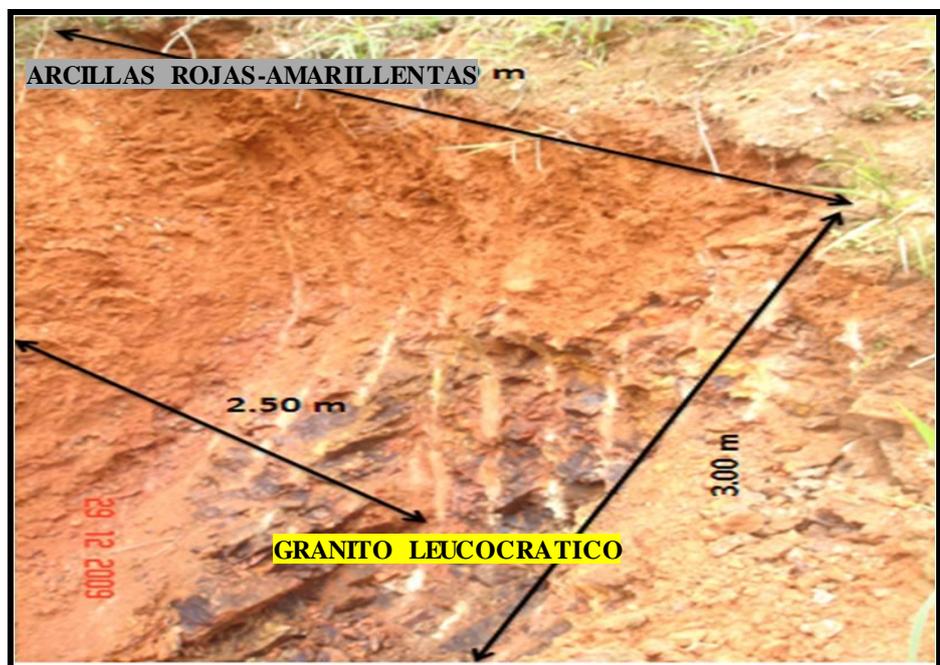


FOTO 3. Afloramiento del Área de Estudio.

Afloramientos de 3m. de potencia, se puede distinguir arcillolitas con presencia de tierra roja amarillenta tipo casajosa con presencia de feldespatos y plagioclasas en abundancia de coloración blanca a gris sumamente alterado convirtiéndose en partículas de caolín, estas contienen horblenda de color negro, con mezclas de óxidos de hierro, presencia de piroxeno, y biotita de coloración oscuro, que son de la disgregación del Batolito de Zamora, las rocas presentes son parte del Batolito las cuales se encuentran en su mayor parte muy alteradas, con minerales claros de granito leucocrático a una profundidad de 2m., de

coloración negro que corresponden a las concentraciones de óxidos. Este afloramiento se encuentra en la vía Timbara-Tunantza. Sus medidas estructurales son: N56°W/66°SW.

Afloramiento 2

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733813; Y: 9553667; Z: 931

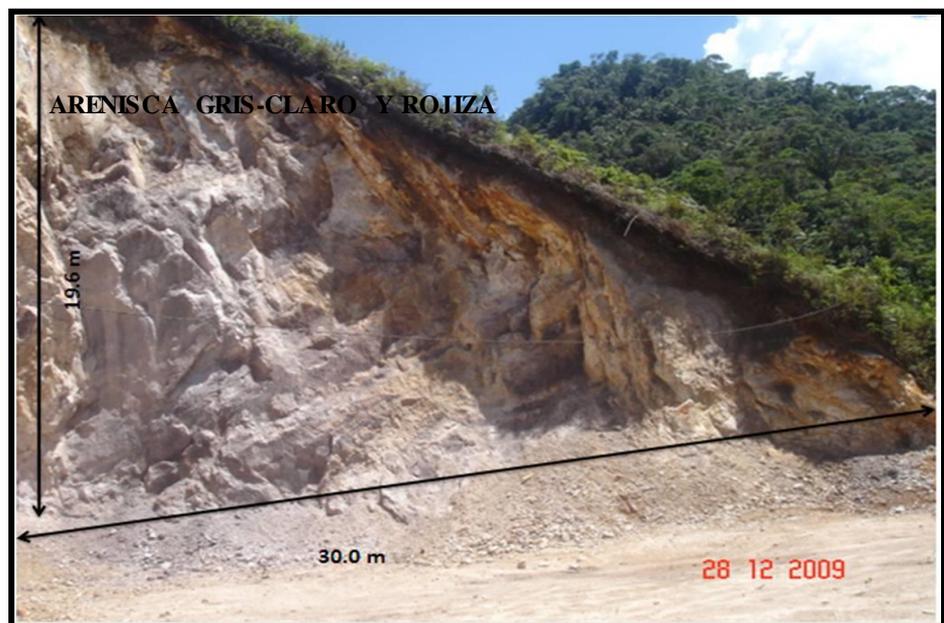


FOTO 04. Afloramiento del Área de Estudio

Afloramiento con una potencia de 19.60m; Capa muy fina de suelo compuesta por arcillas y limos. Se distingue la presencia de arenisca de grano grueso consolidada contiene cuarzo, feldespato, presencia de diaclasamiento por ser meteorizada, toma una coloración gris claro y rojiza por presencia de óxidos, en partes más profundas se encuentra tipo riolita muy compacta en observación directa, y microscópicamente es una

arenisca de color gris claro, se determinó con estas características que esta depositación pertenece a la formación Hollín de edad Cretácea Temprano. Este afloramiento se encuentra ubicado en la vía Timbara-Tunantza sobre el Batolito de Zamora. No se pudo obtener las medidas estructurales ya que la roca está muy fracturada.

Afloramiento 3

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 734116; **Y:** 9554014; **Z:** 1039



FOTO 05. Afloramiento del Área de Estudio

Afloramiento con una potencia de 2.50m; Capa muy fina de suelo compuesta por arcillas y limos. Se distingue la presencia de arenisca de grano grueso consolidada contiene cuarzo, feldespatos, presencia de

diaclasamiento por ser meteorizada, toma una coloración rojiza por presencia de óxidos. Se determinó con estas características que esta depositación pertenece a la formación Hollín de edad Cretácea Temprano. Este afloramiento posee las siguientes medidas estructurales N58°W/66°N-E.

Afloramiento 4

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733599; Y: 9553415; Z: 934

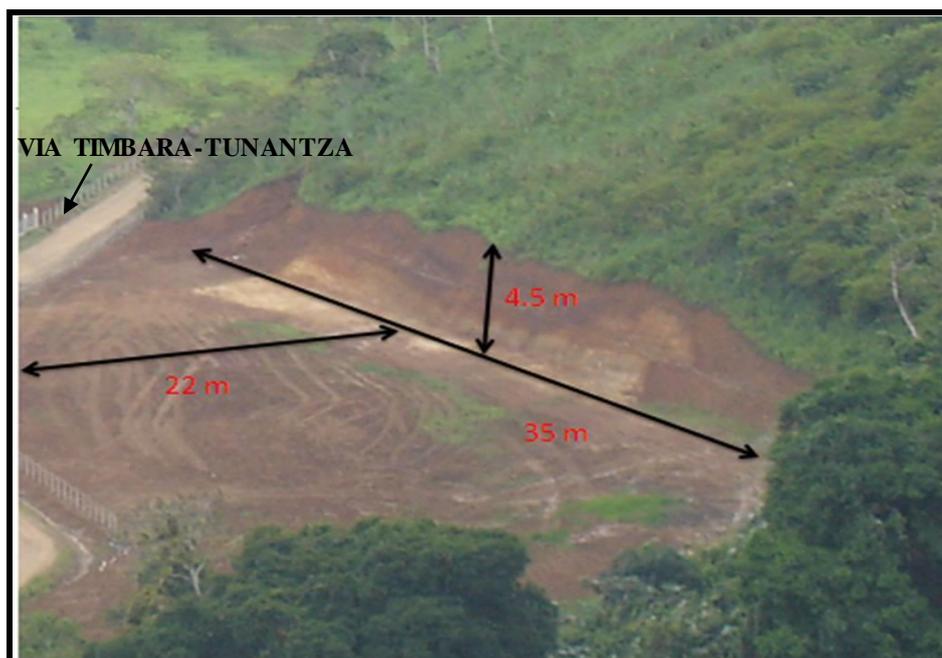


FOTO 06. Afloramiento del Área de Estudio

Afloramientos de 4,50m. de potencia, se puede distinguir arcillolitas con presencia de tierra roja amarillenta tipo casajosa con presencia de feldespatos y plagioclasas en abundancia de coloración blanca a gris sumamente alterado convirtiéndose en partículas de caolín, estas contienen horblenda de color negro, con mezclas de óxidos de hierro,

presencia de piroxeno, y biotita de coloración oscuro, que son de la disgregación del Batolito de Zamora, las rocas presentes son parte del Batolito las cuales se encuentran en su mayor parte muy alteradas, con minerales claros de granito leucocrático a una profundidad de 4m., de coloración negro que corresponden a las concentraciones de óxidos. Este afloramiento se encuentra en la vía Timbara-Tunantza. Sus medidas estructurales son: N11°E/57°S-E.

Calicata 1

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733507; Y: 9554411; Z: 874

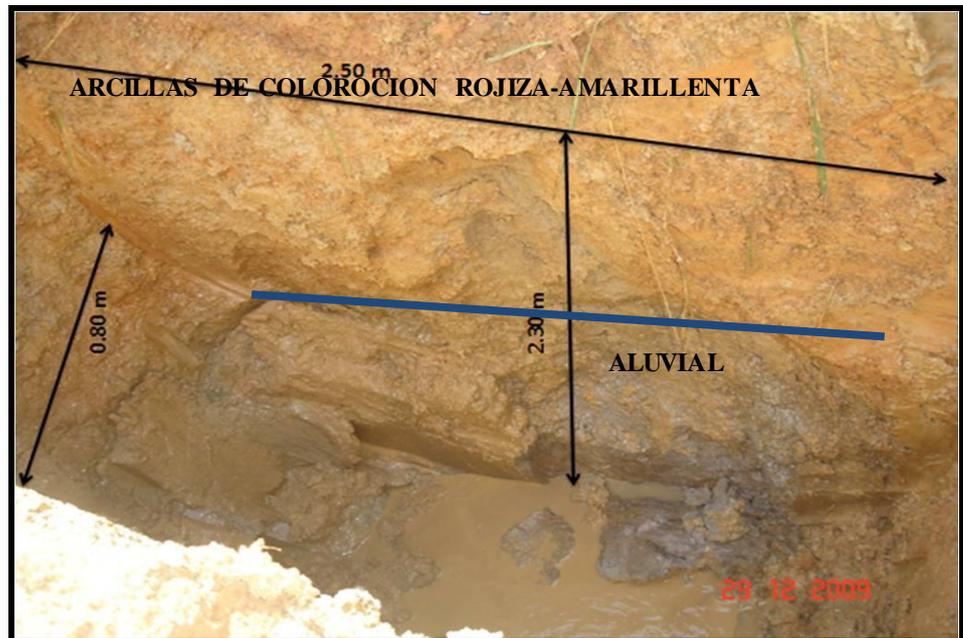


FOTO 07. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica con un espesor de 30 cm, en la parte superior, posteriormente se pudo distinguir presencia de arcillolitas, tierra de coloración rojiza con rocas dispersas, también grava limosa de

coloración amarillo rojizo. Con una potencia de 1m. A partir de esta profundidad se encontró material aluvial arrastrado por el río como arena gravas y limos de color gris oscuro, cementado con material orgánico (*Humus*).

La explicación de esta calicata debido a que el intrusivo se encuentra sobre material aluvial es, que visiblemente en su topografía se logra apreciar claramente que el material intrusivo ha sido desplazado hace mucho tiempo sobre el aluvial ya existente en ese entonces. Las medida estructurales corresponden a: N40°E/65N-W.

Calicata 2

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733199; Y: 9554169; Z: 878

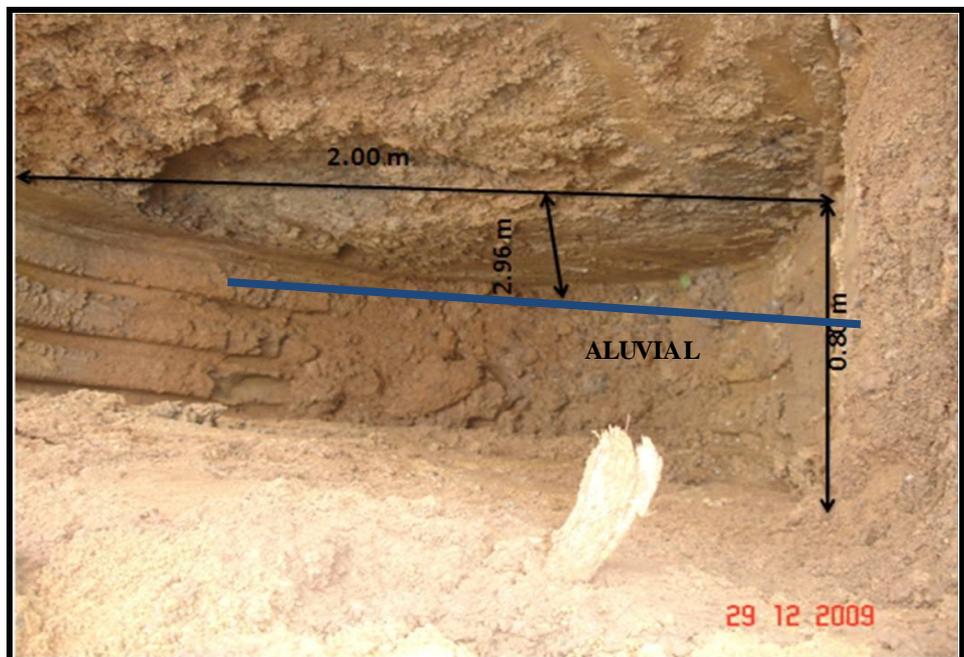


FOTO 08. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica con un espesor de 10 cm, posteriormente se encontró material de relleno con granulometría variada de color café claro, luego de material aluvial como arena, gravas y limos de color gris oscuro cementado con materia orgánica, también se determinó la presencia de rocas dispersas en un cementante de arcillas rojizas que varían de 2 mm a 4 cm, de diámetro. Presencia de agua subterráneas a 3m de profundidad

Calicata Nro. 3

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733643; **Y:** 9554340; **Z:** 892



FOTO 09. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica en la parte superior con un espesor de 120 cm, seguidamente encontramos una capa de arcilla de coloración rojiza amarillenta, con presencia de feldespatos altamente meteorizados y a continuación encontramos arcillas con minerales claros, de coloración amarillenta producto de la meteorización de las rocas preexistentes, como son la dioritas y granodioritas con un espesor de 3.30 m. No posee medidas estructurales por ser un suelo muy compacto.

Calicata Nro. 4

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733447; Y: 9554127; Z: 904

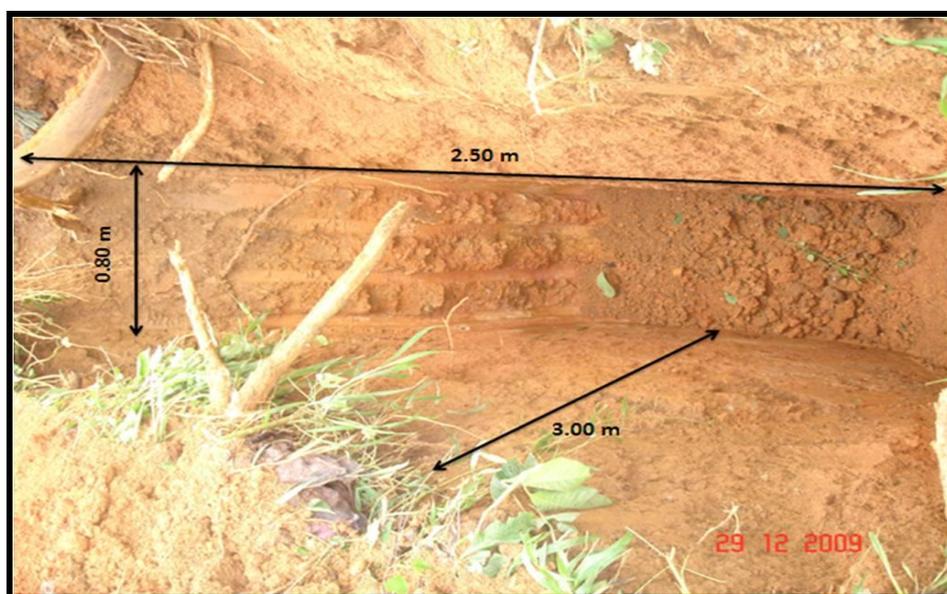


FOTO 10. Calicata del Área de Estudio

Se puede evidenciar la presencia de materia orgánica con un espesor de 0,40 cm, posteriormente en el orden descendente encontramos arcillas amarillo rojizas tipo cascajosas con fragmentos de roca madre, con una potencia de 2,60 m. no posee por ser arcilla muy compacta.

Calicata Nro. 5

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733705; Y: 9554348; Z: 933

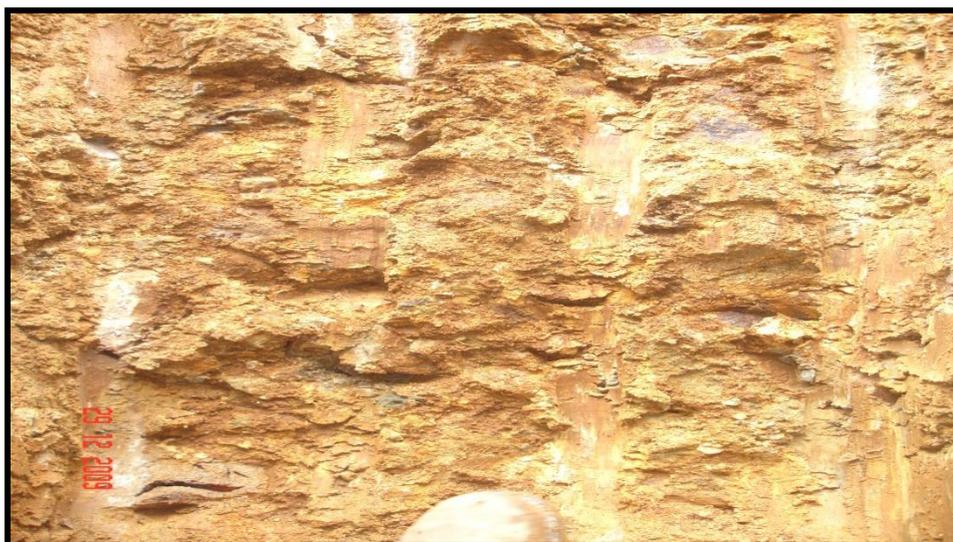


FOTO 11. Calicata del Área de Estudio

Existe la presencia de materia orgánica compuesta por arcillas y limos con un espesor de 0,50 cm, posteriormente en el orden descendente encontramos arcillas de color café claro con rocas dispersas de potencia 0.70 cm., también se presentaron arcillas de color rojo amarillento con rocas angulosas dispersas con potencia de 0,56 cm. no tiene por ser arcilla.

Calicata Nro. 6

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733333; Y: 9553988; Z: 886

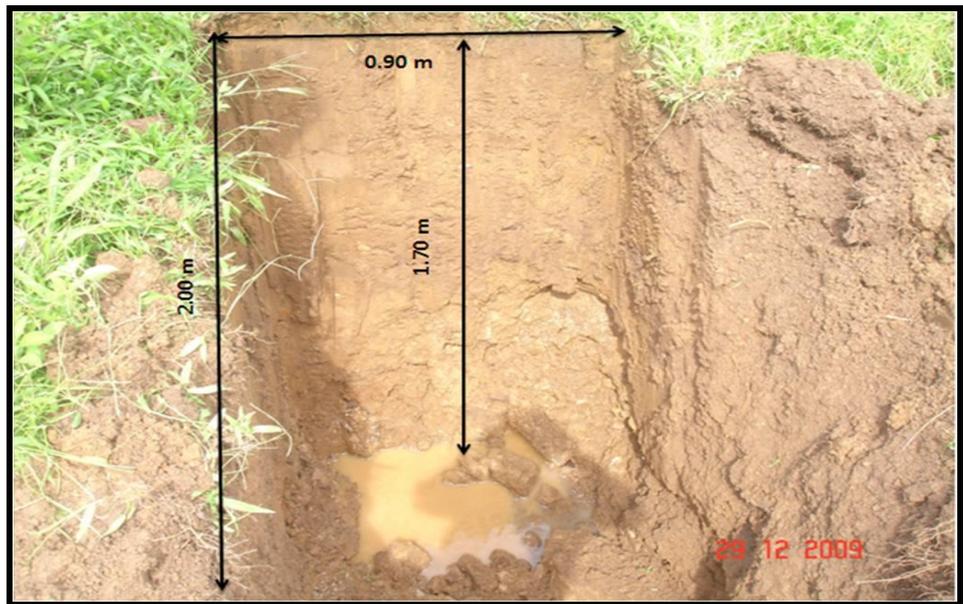


FOTO 12. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica con un espesor de 1,20 cm compuesta por arcillas y limos, posteriormente se encontró material aluvial arrastrado por la quebrada del Maní como arena, gravas y limos de color gris oscuro cementado con materia orgánica, también se determinó la presencia agua subterránea a 1,76m de profundidad. Las medidas estructurales son: N80°E/62°S-E.

Calicata Nro. 7

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 734089; **Y:** 9554016; **Z:** 1027

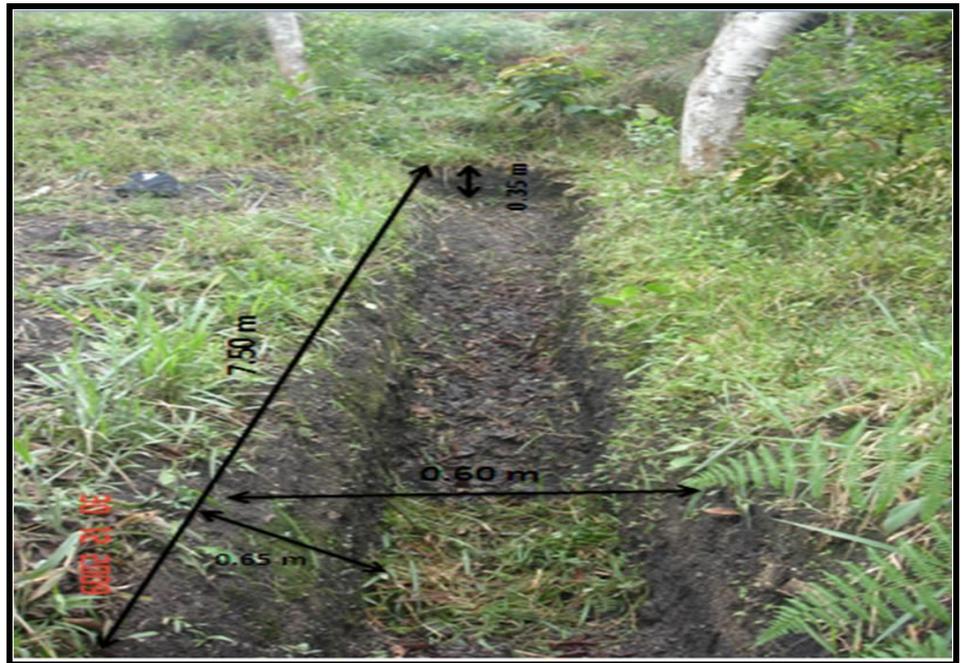


FOTO 13. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica con un espesor de 35 a 40 cm compuesta por arcillas y limos, posteriormente se encontró Areniscas muy consolidadas, rocas meteorizadas de coloración gris claro rojiza por la abundancia de óxidos, descendiendo un poco más se encuentra la arenisca tipo riolita muy compacta típico de una arenisca silíceas de la depositación Hollín. Las medidas estructurales son: N10°E/26°N-W.

Calicata Nro. 8

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733759; Y: 9554034; Z: 960

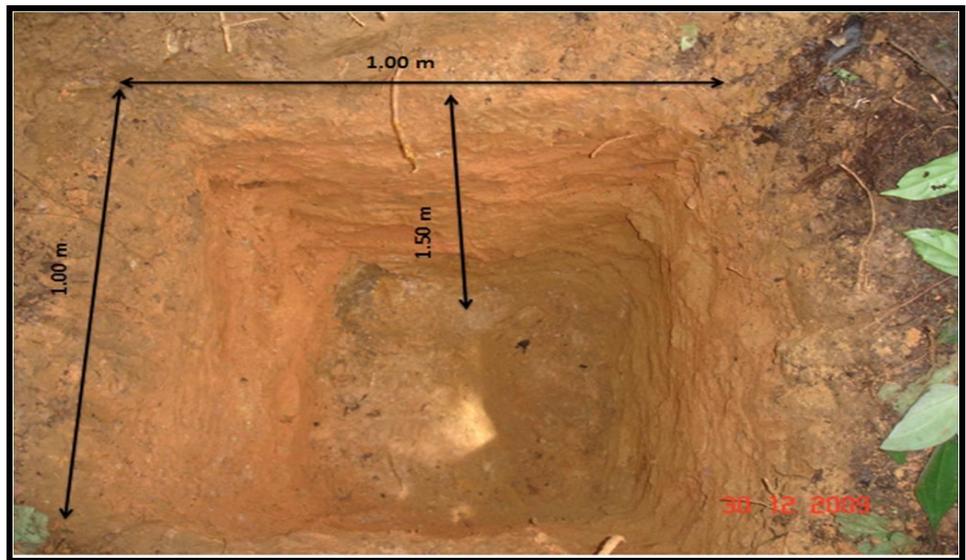


FOTO 14. Calicata del Área de Estudio

Existe la presencia de materia orgánica compuesta por arcillas y limos con un espesor de 0,30 cm, posteriormente en el orden descendente encontramos arcillas de color roja amarillenta tipo casajosa con fragmentos de roca madre de potencia 0.80 cm., también se presentaron arcillas de color rojo amarillento con rocas alteradas con minerales claros, de granito leucocrático con alteraciones de agua y óxidos a una profundidad de 1,10 m. sus medidas estructurales son: N23°E/35°S-E.

Calicata Nro. 9

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733544; Y: 9554095; Z: 944

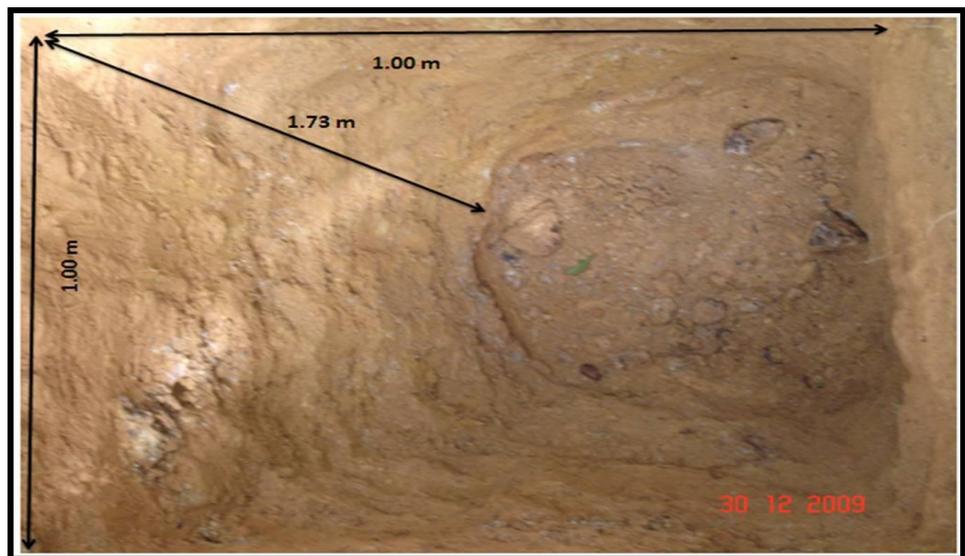


FOTO 15. Calicata del Área de Estudio

Existe la presencia de materia orgánica compuesta por arcillas y limos con un espesor de 0,25 cm, posteriormente en el orden descendente encontramos arcillas de color roja amarillenta con fragmentos de roca madre de potencia 1,28 cm., también se presentaron rocas alteradas con minerales claros, de granito leucocrático con alteraciones de agua y óxidos a una profundidad de 1,60 m. no tiene medidas estructurales.

Calicata Nro. 10

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733954; **Y:** 9554151; **Z:** 975



FOTO 16. Calicata del Área de Estudio

Existe la presencia de materia orgánica compuesta por arcillas y limos con un espesor de 0,80 cm, posteriormente en el orden descendente encontramos arcillas de color café oscuro con fragmentos de areniscas, también se presentaron areniscas alteradas por óxidos y agua de granulometría de 2mm a 2cm de espesor a 2,30 m. de profundidad, luego se pudo evidenciar las arcillas de coloración rojizas a 4.50 m. de profundidad, por lo que se determinó la presencia del contacto con el intrusivo de Zamora. Sus medidas estructurales son: N77°E/30S-E.

Calicata Nro. 11

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 733854; **Y:** 9553607; **Z:** 963



FOTO 17. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica con un espesor de 30 cm. compuesta por arcillas y limos, posteriormente se encontró Areniscas muy consolidadas de coloración gris claro rojiza por la abundancia de óxidos, descendiendo un poco más se encuentra la arenisca tipo riolita muy compacta típico de una arenisca silícea de la depositación Hollín. Y sus medidas estructurales son: N10°E/27°N-W

Calicata Nro. 12

Se encuentra en las coordenadas UTM, con **Datum Horizontal WGS84**:

X: 732915; **Y:** 9554128; **Z:** 887

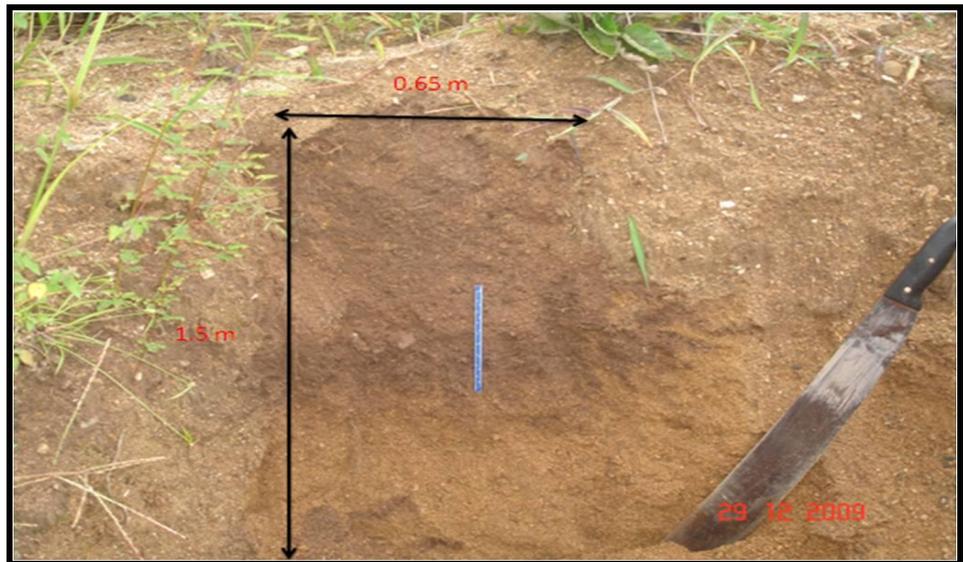


FOTO 18. Calicata del Área de Estudio

Presencia de materia orgánica con una capa muy fina compuesta por arcillas y limos, posteriormente se encontró material aluvial arrastrado por el río Zamora como arenas, gravas y limos de color gris oscuro amarillento.

En base al levantamiento geológico y al resultado de laboratorio de suelos se obtuvo que las muestras obtenidas de las respectivas formaciones y calicatas, así el afloramiento N° 1-4; y las calicatas N° 3, 4-5-8-9 contienen arcillolitas con presencia de tierra roja amarillenta tipo cascajosa con presencia de feldespatos y plagioclasas en abundancia de coloración blanca a gris sumamente alterado convirtiéndose en partículas de caolín, estas contienen horblenda de color negro, con mezclas de óxidos de hierro, presencia de piroxeno, y biotita de coloración oscuro, que son de la

disgregación del Batolito de Zamora, las rocas presentes son parte del Batolito las cuales se encuentran en su mayor parte muy alteradas, con minerales claros de granito leucocrático de coloración negro que corresponden a las concentraciones de óxidos. Por ser aluvial no posee medidas estructurales.

El afloramiento N° 2-3; y las calicatas N° 7-11 poseen una capa muy fina de suelo compuesta por arcillas y limos. Se distingue la presencia de arenisca de grano grueso consolidada contiene cuarzo, feldespatos, presencia de diaclasamiento por ser meteorizada la cual toma una coloración gris claro y rojiza por la presencia de óxidos, en partes más profundas se encuentra tipo arenisca muy compacta en observación directa, y microscópicamente es una arenisca de color gris claro, se determinó con estas características que esta depositación pertenece a la formación Hollín de edad Cretácea Temprano.

La calicata N° 1, la explicación de esta calicata debido a que el intrusivo se encuentra sobre material aluvial es, que visiblemente en su topografía se logra apreciar claramente que el material intrusivo ha sido desplazado hace mucho tiempo sobre el aluvial ya existente en ese entonces.

Las calicatas N° 2-6-12 se evidenció la presencia de materia orgánica en algunos casos y en otros material de relleno con granulometría variada de color café claro, seguidas de material aluvial como arena, gravas y limos de color gris oscuro cementado por los mismos, también se determinó la presencia de rocas dispersas en un cementante de arcillas, arenas y limos que varían de 2 mm a 4 cm, de diámetro. Presencia de agua subterráneas.

13.3. Pendientes y Aspectos.

El área de estudio se caracteriza por tener o predominar las pendientes Muy Bajas las cuales ocupan el 50,57% del total del área de estudio que equivale a 45,11 Ha. Las pendientes Bajas ocupan el 11,14% del total del área de estudio que corresponde a 9,93 Ha.; las pendientes Medianas ocupan el 16,86% del total del área de estudio que corresponde a 15,04 Ha.; las pendientes Altas ocupan el 20,80% del total del área de estudio que corresponde a 18,55 Ha. Y finalmente las pendientes Muy Altas ocupan el 0,63% del total del área de estudio que corresponde a 0,57 Ha. La zona de interés de nuestro estudio como es donde se ubica el tanque de abastecimiento de agua del barrio Timbara se encuentra de media a alta pendiente, (Véase Mapa Nro.08; Pendientes del Área de Estudio).

CLASIFICACIÓN	PENDIENTE (%)	ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)	ÁREA OCUPADA (%)
Muy Baja	0 a 15	0 a 8,5	50.57
Baja	15 a 30	8,5 a 16,7	11.14
Mediana	30 a 50	16,7 a 26,6	16.86
Alta	50 a 100	26,6 a 45	20.80
Muy Alta	Más de 100	Más de 45	0.63

Tabla 8; Clasificación utilizada para elaborar el Mapa de Pendientes del Área de Estudio (SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo)

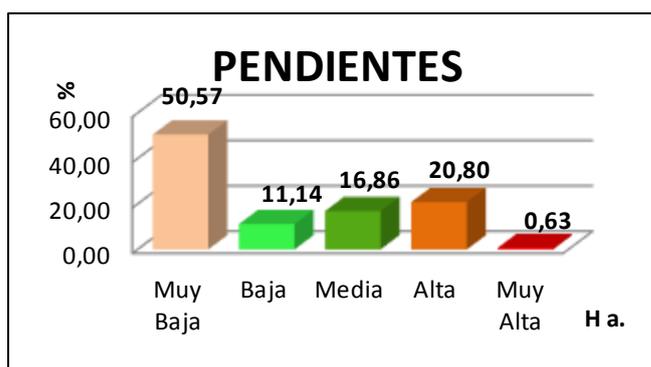


Gráfico 4; Relación Pendiente-Área Ocupada

13.4. Geomorfología.

La acción antrópica da como resultado la modificación de las geoformas o relieve que se encuentran en estado natural, así mismo los procesos geomorfológicos han sido desarrollados por el tectonismo, la meteorización y la erosión.

El cantón Zamora y principalmente la parroquia de Timbara pertenecen a la cordillera Oriental de Los Andes, conformado por importantes sub provincias fisiográficas; la cordillera de Tzunantza y Nanguipa. Posee Zonas de llanuras planas-semiplanas aluviales, también tiene zonas de lomas medias y bajas.

El área de estudio se ha determinado que el 54,10% con 48,68 Ha. posee un relieve de disección moderada y aguda desarrollado sobre rocas sedimentarias; el 27,67% con 24,9 Ha. posee un relieve de disección aguda desarrollado sobre rocas intrusivas y el 13,35% con 12,01 Ha. son partes bajas de las vertientes y flancos coluviales de los valles del área de estudio, (*Véase Mapa Nro.09; Geomorfología del Área de Estudio*).

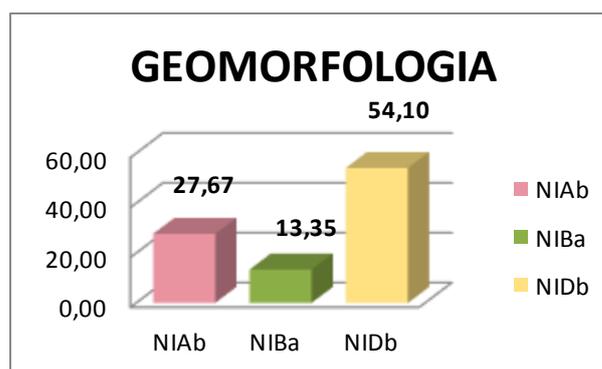


Gráfico 5; Geomorfología del Área de Estudio.

13.5. Geotecnia

13.5.1. Muestreo de Rocas y Suelos.

Para el muestreo de rocas se recolectó las muestras de roca MRx1, MRx2 a lo largo de los afloramientos antes descritos específicamente en los afloramientos 1 y 2; ya que el trabajo de análisis de muestras de rocas se lo determinó de acuerdo a las formaciones presentes en el Área de Estudio.

Para el muestreo de suelos se elaboró un detalle de las formaciones geológicas presentes en el Área de Estudio, donde se definió la realización de 5 análisis respectivos, ubicándolos en el mapa correspondiente (*Véase mapa Nro.10; Muestreo de Rocas y suelos del Área de Estudio*).

13.5.1.1. Resultados.

El muestreo de Rocas, tuvo como objetivo la obtención de muestras de roca representativas que nos muestren las propiedades físico-mecánicas de la roca. A las muestras recolectadas se le realizó el respectivo análisis en los que se determinó que la MRx1 tiene una excelente resistencia por ende su estructura presenta una buena estabilidad, donde su contenido de humedad es del 5,47%, su carga total de resistencia a la compresión es de 230,81 Kg/cm², su cohesión de 115,00 Kg/cm² y su densidad seca es: 2.374 gr/cm³, donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una grava mal graduada con limo con arena GP GM, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-1-a fragmentos de roca, grava y arena.

La MRx2 es muy frágil y así mismo su resistencia es baja, esto afecta a su estabilidad, donde su contenido de humedad es del 1,79%, su carga total de resistencia a la compresión es de 67,20 Kg/cm², su cohesión de 33,60 Kg/cm² y su densidad seca es: 2.483 gr/cm³, donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una arena limosa SM, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-1-b fragmentos de roca, grava y arena.

En base al análisis de las muestras de suelos se pudo determinar que las resistencias son muy bajas, debido a que en su mayoría son arcillas de media y alta plasticidad, y su gran contenido de humedad presente en condiciones naturales, a excepción de la muestra N°3 que es una arena bien graduada, pero que su soporte es muy bajo. Así se detalla:

La muestra N° 1 posee un Contenido de Humedad es: 23,99%; Límite Líquido de 37%; Límite Plástico de 21%; Índice de Plasticidad de 15%; su carga total de resistencia a la compresión es de 2,83 Kg/cm², su cohesión de 1,42 Kg/cm²; donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una arcilla media plasticidad arenosa CL, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-6 Suelo arcilloso. La muestra N° 2 posee un Contenido de Humedad es: 44,12%; Límite Líquido de 59%; Límite Plástico de 30%; Índice de Plasticidad de 30%; su carga total de resistencia a la compresión es de 1,37 Kg/cm², su cohesión de 0,68 Kg/cm²; donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una arcilla alta plasticidad arenosa CH, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-7-5 Suelo arcilloso. La muestra N° 3 posee un Contenido de Humedad es: 07,63%; su carga total de resistencia a la compresión es de 1,02 Kg/cm², su cohesión de 0,51 Kg/cm²; donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una arena bien graduada con limo con grava SW SM, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena.

De los resultados obtenidos de las rocas del Barrio Timbara y de la calificación R.M.R. de Bieniawsky, se pueden definir tres tipos de rocas; muy mala de clase V con 31,87 Ha. que representa el 35,41%, mala de clase IV con 13,16 Ha. que representa el

14,62% y media de clase III con 44,96 Ha. que representa el 49,96% del total del área de estudio, de la cual se deriva su respectivo mapa, (*Véase mapa Nro.11; Geotecnia del Área de Estudio*).

Tipo de roca	Clase	Área (Ha).
Muy Mala	V	31,87
Mala	IV	13,16
Media	III	44,96

Tabla 9; Características geotécnicas de área de estudio.

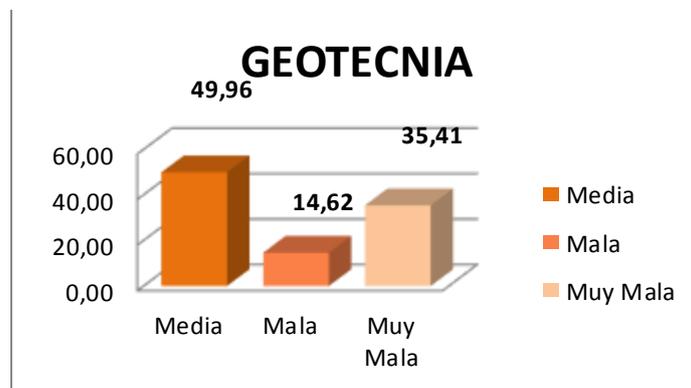


Gráfico 6; Geotecnia del Área de Estudio.

El cantón Zamora cuenta con importantes áreas donde la presencia de suelos bien formados es predominante, los mismos que han sido destinados para diferentes usos dependiendo de composición, así también guardan estrecha relación con el clima.

Por la precipitación y la temperatura, en el Área de Estudio predomina un ambiente de meteorización ferralítica, que consiste con una composición química variada, con acumulación residual de óxidos de hierro.

Los suelos desarrollados sobre granitos y granodioritas del Batolito de Zamora; las cuales están ubicados en laderas con pendiente variable, son muy utilizados para la siembra de

productos de ciclo corto y también para los pastizales de los bovinos, (*Véase mapa Nro.12; Suelos del Área de Estudio*).

Los suelos de las terrazas aluviales se manifiestan en forma de pantanos en algunos sitios y en otros bien drenados son los mas acogidos para la siembra de productos de ciclo corto, por sus características limo-arenoso.

Los suelos del depósito de areniscas son muy ricos en humus pero debido a su escasa potencia los cultivos de ciclo corto no se adaptan ya que necesitan espacio donde plantar sus raíces. Es por esta razón que esta parte del sector existe la presencia de especies arbustivas que rodean a todo el depósito.

13.6. Cobertura Vegetal.

Zona Poblada.-

Comprende las áreas en donde se encuentra todo tipo de construcciones civiles tales como; casas, vías complejos deportivos, canchas, entre otros los cuales corresponden a un área de 18,15 Ha. que presentan el 20,17% con respecto al área total de estudio, (*Véase mapa Nro.13; Cobertura Vegetal del Área de Estudio*).



FOTO 19. Vista Panorámica del Área de Estudio.

Cultivos.-

Existen áreas pequeñas cultivadas principalmente por maíz, yuca en su mayor proporción, café, arveja, poroto, col, plátano, guineo, tomate, limones dulces y caña de azúcar los cuales corresponden a un área de 07,73 Ha. que presentan el 08,59% con respecto al área total de estudio.



FOTO 20. Cultivos del Área de Estudio.

Complejo Bosque semi-denso Pastizal-Matorral.-

Existe una cobertura vegetal permanente, debido fundamentalmente a las condiciones climáticas existentes en este lugar como; la disponibilidad de agua permanente necesaria para el desarrollo de vegetales arbóreos, arbustivos y herbáceo; como es la presencia de montículos que están compuestos de matico, laritacos, guarumbo, sierras y pastizales, los cuales corresponden a un área de 11,88 Ha. que presentan el 13,20% con respecto al área total de estudio.



FOTO 21. Complejo Pastizal-Matorral del Área de Estudio.

Pastizales.-

Hace mención a los sitios ocupados por pastos cultivados en el área de estudio, los cuales están destinados a la ganadería que existe en el sector, estos pastos por lo general son gramalote, mequeron y elefante; dicha área ocupa un área de 25,74 Ha que presentan el 28,60% con respecto al área total de estudio.



FOTO 22. Pastizales del Área de Estudio.

Bosque Denso.-

Al presentar una cobertura vegetal permanente y al existir excelentes condiciones climáticas para el desarrollo de la vegetación, hace la presencia exclusiva de una gran diversidad de especies, lo que caracteriza entonces un desarrollo de bosques densos naturales con un tipo característico de vegetación en su mayoría arbóreo, arbustiva y con algunos parches herbáceos.

Compuesto principalmente por árboles de laurel costeño, cedro, zeique, guararo, faique, los cuales corresponden a un área de 21,86 Ha. que presentan el 24,29% con respecto al área total de estudio.



FOTO 23. Bosque Denso del Área de Estudio.

13.7. Uso Actual del suelo

En el cantón Zamora podemos encontrar diferentes tipos de uso de suelo los cuales se encuentran influenciados por los diferentes procesos erosivos ya sean de origen natural o antrópico.

El Área de estudio posee distintos usos de suelos debido a las diferentes actividades a las que se dedican sus terratenientes, (*Véase mapa Nro.14; Uso Actual de los suelos del Área de Estudio*). A continuación podemos detallar algunos de sus usos:

Urbano

Se refiere a las áreas ocupadas por la población en donde se encuentra el asentamiento de todo tipo de construcciones civiles tales como; casas, vías complejos deportivos, canchas, entre otros los cuales corresponden a una área de 18,15 Ha que representan el 20,17% con respecto al área total de estudio.

Cultivos

Se refiere a las áreas ocupadas por los diferentes cultivos como son los de ciclo corto y los extensivos los cuales corresponden a un área de 33,47 Ha que representan el 37,18% con respecto al área total de estudio.

Áreas Verdes

Se refiere a las áreas ocupadas por los diferentes tipos de bosques en el sector, los cuales corresponden a un área de 33,78 Ha. que representan el 37,48% con respecto al área total de estudio.

13.8. Uso Potencial del suelo.

En el cantón Zamora se encuentran diferentes aptitudes agrícolas que determinan la aptitud potencial de los suelos en donde la predominancia está claramente definida por los sectores ocupados por bosques, cultivos y pastos, con porcentajes superiores al 75% del total del Cantón.

El sector de estudio se caracteriza por poseer una agricultura racional y sustentable para ello es necesario realizar una planificación del uso agrícola de

la tierra que relacionen y sintetizen las características de relieve (*pendientes*), clima y las condiciones físico-químicas de los suelos, (*Véase mapa Nro.15; Uso Potencial de los suelos del Área de Estudio*). por lo que se puede determinar:

Urbano

El crecimiento urbanístico se desarrollara especialmente hacia el sector Norte y Sureste central, por consiguiente existe la pertinencia de establecer líneas bases sobre las cuales se tomen decisiones ayudando a encaminar a la población hacia el Ordenamiento requerido. Ya que el lugar recomendado se encuentra ubicado en zonas planas.

Bosques protectores

Las características de los suelos, clima y especialmente las pendientes no son adecuadas para cultivos ni pastos, siendo el bosque y la vida silvestre los usos más adecuados. Deberán ser dedicadas al desarrollo de la silvicultura, teniendo el doble propósito (*protector-productor*), con especies nativas y exóticas adaptadas a la zona, de rápido crecimiento y de copa ancha.

Cultivos

Se conceptualiza en este nivel a todos aquellos elementos inertes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de sustento; pudiendo identificar tierras aptas para la agricultura (*anuales, temporales o de ciclo corto*).

En las zonas planas se recomienda debido a sus suelos limo-arenosos que se cultiven plátano, guineo, hortalizas y tubérculos.

En las zonas onduladas se recomienda el establecimiento de cultivos extensivos, temporales con precauciones antierosivas como: maíz, fréjol, arveja, hortalizas y tubérculos.

Pastizal

Son sectores establecidos para la determinación de las zonas agrícolas homogéneas, se ha considerado a las tierras que por una o varias razones, como: el clima, la pendiente y/o condiciones físicas del suelo deben ser utilizadas exclusivamente para pastizales, sin que esto impida alternar con agricultura o con sistemas de manejo (*Agro-silvopastoril, silvopastoril, entre otros*).

Las tierras de estas unidades presentan limitaciones permanentes por sus pendientes entre media y alta. Se recomienda el establecimiento de pasturas de rápido crecimiento, de gran cobertura del suelo y mejoramiento de los pastos naturales existentes así como: mequeron, gramalote y elefante.¹⁷

13.9. Análisis de Susceptibilidad.

Una vez realizada la suma y unión de cada uno de los mapas base con los mapas temáticos se obtuvo el mapa de susceptibilidad (*Véase mapa Nro.16; Susceptibilidad del Área de Estudio*), el que nos arrojó los siguientes datos:

SUSCEPTIBILIDAD		
Susceptibilidad	Área (Ha)	Área %
Muy Baja	8.53	9.62
Baja	18.39	20.74
Moderada	41.77	47.10
Alta	19.69	22.20
Muy Alta	0.30	0.34

Tabla 10; Susceptibilidad del Área de Estudio.

Áreas de Muy Baja Susceptibilidad: Son áreas planas poco habitadas, y cubiertas por pastizales, cultivos y áreas verdes, abarcan un área total de 8,53 Ha., que corresponde al 9,62% del total del área de estudio.

¹⁷ CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN-EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN.

Áreas de Baja Susceptibilidad: En el Barrio Timbara de acuerdo a los estudios realizados se ha determinado que del total del área de estudio, el 20,74% que corresponde a 18,39 Ha. presentan este grado de susceptibilidad, asentados sobre estas áreas viviendas, pastizales y cultivos.

Áreas de Moderada Susceptibilidad: Comprende el 47,10% del total del área de estudio, que corresponde a 41,77 Ha. Estas zonas actualmente están siendo utilizadas por cultivos, pastizales y en menor proporción de infraestructura, aquí se encuentra el tanque de abastecimiento de agua del barrio Timbara y otros.

Áreas de Alta Susceptibilidad: Son áreas poco habitadas y denudadas, ocupa el 22,20% del área total de estudio que corresponde a 19,69 Ha.

Áreas de Muy Alta Susceptibilidad: Comprende a zonas denudadas y no habitadas con el 0,34% que corresponde a 0,30 Ha.

13.10. Datos Referidos de los Escenarios de Precipitación

En lo referido a escenarios de precipitación se tomó como base la información referida a las precipitaciones (*Isoyetas*) y temperatura (*Isotermas*) obtenida en base digital del CINFA (*Centro Integrado de Geomática Ambiental*); así como la interpretación de datos estadísticos obtenidos en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

La triangulación se la realizó con las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, enmarcando el sector de estudio, esto se logro refiriéndose con las estaciones de Zamora, Cumbaratza y Guaysimi.

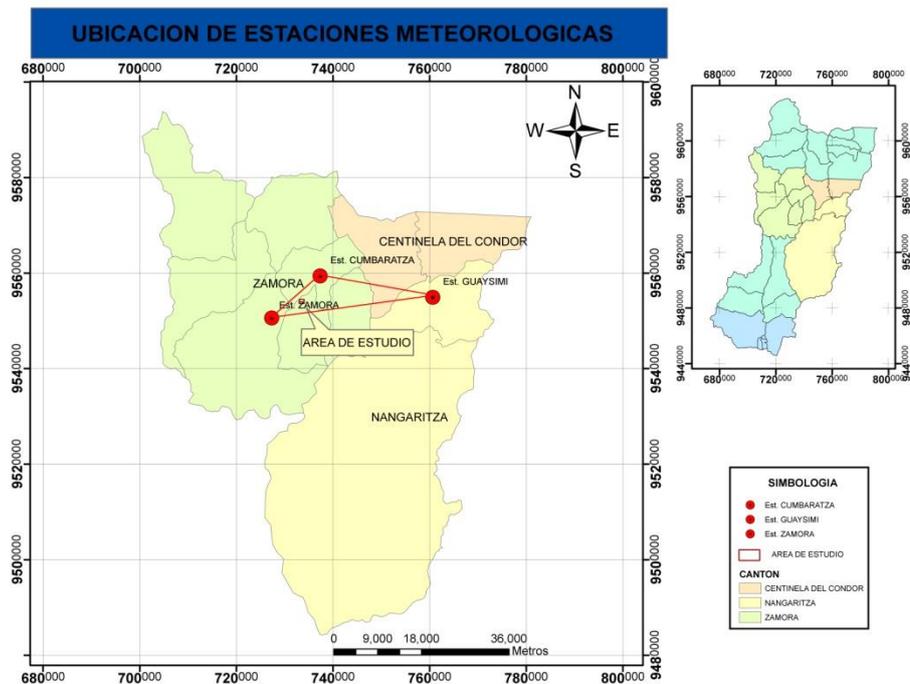


Fig. 4. Ubicación de Estaciones Meteorológicas.

13.10.1. Isoyetas.

En el cantón Zamora las precipitaciones van de los 1361-2393 milímetros por año, con una media anual de 1877 mm/año.

En el Barrio Timbara las precipitaciones van de 1550-1700 milímetros por año con una media anual de 1625 mm/año, (*Véase mapa Nro.17; Isoyetas del Área de Estudio*). De acuerdo a los registros del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y la base digital del CINFA determina que la mayor precipitación registrada en esta zona fue en el año de 1982 con 394,9 mm/año; por el contrario en el año 1988 se registró la menor precipitación con un valor de 0,00 mm/año; durante el periodo 1971-1998.

En el área de estudio, de acuerdo a datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y de la base digital del CINFA, durante el periodo 1971-1998 tenemos los siguientes datos en cuanto a Precipitaciones:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media:	152.6	163.6	191.7	229.6	209.1	206.6	168.8	140.8	153.0	160.3	159.8	147.4
Máxima:	326.3	294.6	331.6	394.9	412.7	383.1	259.6	233.8	299.3	316.2	306.3	313.0
Mínima:	43.6	30.7	46.7	97.6	73.7	46.9	58.0	56.1	26.1	51.4	51.7	0.0

Tabla 11; Precipitación Mensual (mm) en el Área de Estudio; Periodo 1971-1998.

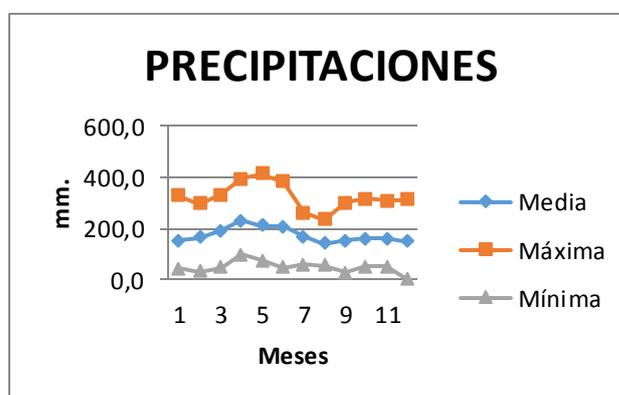


Gráfico 7; Precipitación Mensual (mm) en el Área de Estudio; Periodo 1971-1998.

13.10.2. Isotermas.

En el cantón Zamora las temperaturas oscilan de los 21.8-22.5°C con una media anual de 22.1°C.

En el Barrio Timbara las temperaturas van de los 22– 22.2°C con una media anual de 22.1°C, (Véase mapa Nro.18; Isotermas del Área de Estudio). De acuerdo a registros en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y la base digital del CINFA; determina que la mayor temperatura registrada en esta zona fue en el año 1998 con una temperatura de 24,9°C; y en el año 1988 se registro la temperatura más baja en la zona con 17,7°C, durante el periodo 1971-1998.

En el área de estudio, de acuerdo a datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la Estación y la base digital del CINFA, durante el periodo 1971-1998 tenemos los siguientes datos en cuanto a Temperatura:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Media	22.6	22.7	22.8	22.7	22.3	21.4	20.8	21.3	22.2	22.9	23.4	23.4
Máxima	24.3	24.5	24.3	24.5	23.9	23.4	22.8	23.6	24.2	24.4	24.9	25.3
Mínima	20.3	20.8	20.7	21.0	20.2	17.7	18.7	19.3	19.9	20.7	21.2	21.3

Tabla 12; Temperatura (°C) del Área de Estudio, Periodo 1971-1998

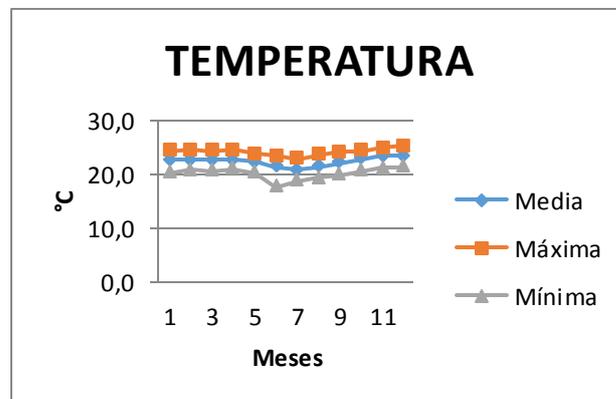


Gráfico 8; Temperatura (°C) del Área de Estudio, Periodo 1971-1998.

13.11. Erosión.

Contemplando las tareas de oficina se supo obtener el mapa de erosión, esto con la ayuda de los sistemas de Información Geográfica, así se sumó el mapa de uso actual de suelo y el mapa de pendientes para lo que arrojó los siguientes resultados; erosión muy baja el 34,52% con 30,66 Ha.; baja el 24,21% con 21,50 Ha.; moderada el 40,68% con 36,13 Ha.; alta el 0,44% con 0,39Ha. y muy alta el 0,15% con 0,13 Ha., predominando en el área de estudio la erosión moderada, (Véase mapa Nro.19; Erosión del Área de Estudio).

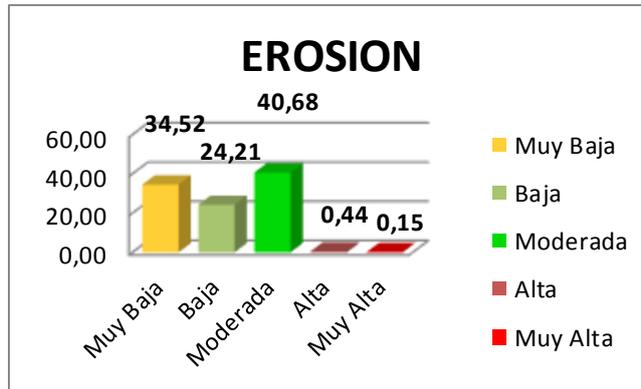


Gráfico 9; Erosión del Área de Estudio.

13.12. Sismos.

El mapa de zonas sísmicas del Ecuador, así como también ciertos criterios adicionales que tienen que ver principalmente con la uniformidad del peligro de ciertas zonas del país. El mapa reconoce el hecho de que la subducción de la Placa de Nazca dentro de la Placa Sudamericana es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador. A este hecho se añade un complejo sistema de fallamiento local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano.

El estudio de peligro sísmico fue realizado de manera integral para todo el territorio nacional, de acuerdo con las metodologías actuales usadas a nivel mundial y a la disponibilidad de la información a nivel local.

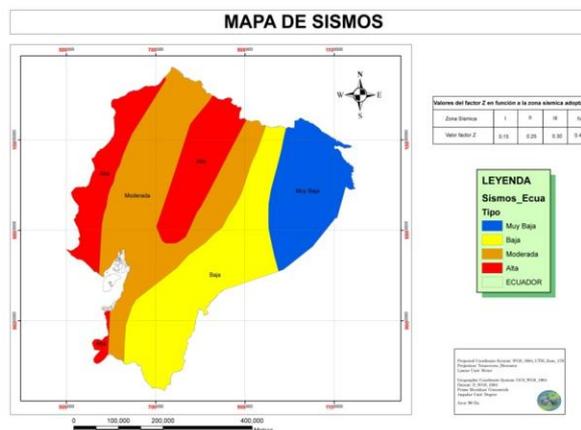


Fig. 5. Mapa sísmico del Ecuador.

El área de estudio por encontrarse al suroccidente del país se la a valorado como baja de acuerdo a los datos del estudio de peligro sísmico que fue realizado de manera integral para todo el territorio nacional, determinando así la sismicidad de la zona, (*Véase mapa Nro.20; Sismos del Área de Estudio*).

13.13. **Análisis de Factores Condicionantes.**

Son cada uno de los elementos naturales o artificiales que, en relación a un fenómeno pueden provocar una actividad total o parcial.

Cada uno de estos factores se interrelacionan entre sí y deben ser estudiados en conjunto para una correcta interpretación. Es así que se han definido los siguientes factores condicionantes para el área de estudio:

Suelos.-

El análisis de la textura y profundidad de los suelos se relaciona directamente con la inestabilidad en los terrenos. En base al análisis de las muestras de suelos se pudo determinar que las resistencias son muy bajas, debido a que en su mayoría son arcillas de media y alta plasticidad, y su gran contenido de humedad presente en condiciones naturales, a excepción de la muestra N°3 que es una arena bien graduada, pero que su soporte es muy bajo. Así se detalla:

La muestra N° 1, el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una arcilla media plasticidad arenosa CL, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-6 Suelo arcilloso.

La muestra N° 2 el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*S.U.C.S.*) la clasifica como una arcilla alta plasticidad arenosa CH, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (*AASHTO*) la clasifica como A-7-5 Suelo arcilloso.

La muestra N° 3 el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) la clasifica como una arena bien graduada con limo con grava SW SM, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO) la clasifica como A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena.

Pendientes.-

Se refiere al grado de inclinación que se constituye como la expresión de la inestabilidad, según Varnes (1984–1988) define que toda superficie de talud $>60^\circ$ es inestable. En esta consideración el relieve debe estar sumado al tipo de material a deslizarse.

Ejemplo:

Rocas ígneas = 70° Estable

Rocas/Suelos = 10° Inestable

En el Barrio Timbara la zona de interés para este proyecto según las características del terreno tenemos pendientes de media a alta en un rango de 15 a 45° , por tal razón es uno de los factores condicionantes a sufrir inestabilidad en los terrenos que tengan este tipo de pendiente, también dependiendo de su litología.

Litología.-

Las características litológicas son uno de los principales factores condicionantes para la estabilidad o inestabilidad del terreno, en nuestra área de estudio la litología es fundamental ya que se constituye principalmente de rocas intrusivas antiguas (*Batolito de Zamora*), las cuales se han transformado en suelos arcillosos debido al intemperismo y la meteorización y las partes donde están presentes rocas estas están demasiado alteradas, en tanto que se fracturan solas.

Propiedades Geotécnicas.-

Se refiere a todos los datos referentes a rocas y suelos.

Rocas: propiedades físicas, dureza, fortaleza, propiedades mecánicas.

Suelos: permeabilidad, compactación, infiltración.

Las propiedades geotécnicas del sector basándose en los análisis y las descripciones de RMR de Bienawsky se determinaron que existen tres tipos de rocas; muy mala de clase V con 31,87 Ha. que representa el 35,41%, mala de clase IV con 13,16 Ha. que representa el 14,62% y media de clase III con 44,96 Ha. que representa el 49,96% del total del área de estudio, las cuales pueden ser una condición para que en estos terrenos se produzcan movimientos en masa.

Meteorización.-

Se basa en el comportamiento tanto de rocas y suelos ante el agua, en casos más extremos se analiza que ocasiona el agua superficial y aguas subterráneas.

La meteorización considera zonas de inestabilidad las cuales suelen dividir a la roca en cuatro.¹⁸

Tipo I: roca sana, poca agua, agua solo en los pozos, baja porosidad y baja permeabilidad.

Tipo II: rocas relativamente sana, cuando no tiene contacto con los agentes de meteorización, las aguas desintegran minerales no metálicos.

Tipo III: rocas meteorizadas se mezcla agua + viento + temperatura = desintegración del 90% de las rocas.

En el área de estudio según la metodología propuesta por Varnes se determinó el grado de meteorización **Tipo III**. De acuerdo a las formaciones geológicas presentes en la zona; como es el Batolito de

¹⁸ Varnes D. J. 1988, Zonación de Peligro. UNESCO

Zamora, constituidos por granodioritas altamente meteorizadas, por la acción del agua, viento, vegetación y los cambios de temperatura.

Cobertura Vegetal.-

La estabilidad o inestabilidad están íntimamente relacionados con la cobertura vegetal ya que existe generación de mayores problemas de inestabilidad en terrenos desnudos o cubiertos con vegetación herbácea, lo contrario ocurre en zonas con vegetación boscosa en donde las raíces contribuyen a la estabilidad del suelo ya que actúan en forma de ancla, pero en sitios con pendientes pronunciadas estas actúan como una carga haciendo que la inestabilidad de la zona aumente, esta última presente en el área de estudio.

13.14. Análisis de Factores Desencadenantes.

Llamados también factores activos, según la metodología de España los denominan “factores gatillo”.

Se refiere a cada uno de los agentes naturales o artificiales que actúan directamente en el proceso de activación de una zona susceptible, es así que en base a los datos referidos a escenarios de precipitación, y a las visitas técnicas de campo; correlacionando estos datos obtenidos y analizándolos en los Sistemas de Información Geográfica, se obtuvieron los siguientes factores desencadenantes:

Precipitación y Aportes de Agua.-

Que pueden influir directamente en la inestabilidad del subsuelo al aportar una cierta cantidad de agua al mismo, provocando que el líquido ejerza presión en las fisuras y poros del suelo, a esto se suma la escorrentía superficial que contribuye con los procesos de erosión.

El clima está en relación directa con las precipitaciones, ya que presenta una media anual en el área de estudio de 1625 mm/año en base a ello se pueden determinar meses de lluvia y meses secos.

En el área de estudio existe la presencia suelos arcillosos los mismos que pueden provocar una inestabilidad en los terrenos, debido a la presión que ejerce el agua sobre estos; Así tenemos en el sector un Tanque de Abastecimiento de Agua, el cual por el mal mantenimiento del mismo existen fugas de agua, la cual se infiltra en los suelos de esta colina por lo que se evidencia la inestabilidad, ya que partes de sus paredes están fisuradas debido al desplazamiento del terreno.

13.15. **Análisis de Factores Antrópicos.**

La principal actividad antrópica que incrementan la inestabilidad del terreno en el Barrio Timbara es:

Aplicación de Sobrecargas Estáticas (Q) y Cargas Dinámicas (Q`)-

Tanto las Q como las Q` definen cargas sobre la cabecera de los taludes y laderas, siempre están presentes en las expansiones cualitativos, definen un peso (W) y un asentamiento (s); se puede diferenciar en Q.

Las Q: Son pesos con fuerza perpendicular a la trayectoria está definido por el W de estructuras; edificios, viviendas, escombreras, rellenos y como es nuestro caso el Tanque de Agua, estos definen un W que a la final se traduce en Q (Ton/m²). Las Q dependen del sitio en donde esta.

En el área de estudio mediante los análisis de Laboratorio, se determinó que la zona donde se ubica el Tanque de abastecimiento de Agua del Barrio Timbara y otros, arrojó los siguientes resultados:

El suelo de la parte superior de la colina donde se ubica el Tanque de Abastecimiento de Agua; su Contenido de Humedad es: 44,12%; Límite Líquido de 59%; Límite Plástico de 30%; Índice de Plasticidad de 30%; **su carga total de resistencia a la compresión es de 1,37 Kg/cm²**, su cohesión de 0,68 Kg/cm²; donde el Sistema Unificado de Clasificación de

Suelos (S.U.C.S.) la clasifica como una arcilla alta plasticidad arenosa CH, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO) la clasifica como A-7-5 Suelo arcilloso.

La matriz rocosa de la colina donde se ubica el Tanque de Abastecimiento de Agua; tiene una excelente resistencia por ende su estructura presenta una buena estabilidad, donde su contenido de humedad es del 5,47%, **su carga total de resistencia a la compresión es de 230,81 Kg/cm²**, su cohesión de 115,00 Kg/cm² y su densidad seca es: 2.374 gr/cm³, donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) la clasifica como una grava mal graduada con limo con arena GP GM, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO) la clasifica como A-1-a fragmentos de roca, grava y arena.

La carga estática que representa el Tanque de Abastecimiento de Agua, es de **0,65 Kg/cm²**; que comprende la infraestructura del mismo más el peso del almacenamiento de agua que existe en el; esto relacionado con la resistencia a la compresión uniaxial del suelo que lo soporta que es de **1,37 Kg/cm²**; podemos relacionar estos valores y obtener el factor de seguridad que es 2,1, esto mediante la ecuación siguiente:

$$F_s = FE/FD \geq 1$$

$$F_s = 1,37 \text{ Kg/cm}^2 / 0,65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_s = 2,1$$

Por lo tanto la colina donde se ubica el tanque de abastecimiento de agua del barrio Timbara, es estable ante un posible desplazamiento del suelo que lo sostiene.

El suelo de la zona vulnerable o la parte baja de la colina posee las siguientes características su Contenido de Humedad es: 23,99%; Límite Líquido de 37%; Límite Plástico de 21%; Índice de Plasticidad de 15%; **su carga total de resistencia a la compresión es de 2,83 Kg/cm²**, su

cohesión de 1,42 Kg/cm²; donde el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) la clasifica como una arcilla media plasticidad arenosa CL, mientras que el Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO) la clasifica como A-6 Suelo arcilloso.

13.16. Análisis de Amenaza.

De la unión del mapa de inestabilidad por erosión, más el mapa de precipitaciones y el de sísmica del área de estudio, se obtuvo un mapa inicial de amenazas, mismo que al unir con el mapa susceptibilidad se obtuvo un mapa de amenazas total, (*Véase mapa Nro.21; Amenazas del Área de Estudio*), aportando los siguientes resultados.

AMENAZAS		
Amenaza	Área (Ha)	Área %
Muy Baja	7.10	8.01
Baja	16.78	18.93
Moderada	40.12	45.25
Alta	20.11	22.67
Muy Alta	4.56	5.14

Tabla 13; Amenazas del Área de Estudio.

Áreas de Amenaza Muy Baja: Son áreas planas poco habitadas, y cubiertas por pastizales, cultivos y áreas verdes, abarcan un área total de 7,10 Ha., que corresponde al 8,01% del total del área de estudio.

Áreas de Amenaza Baja: En el Barrio Timbara de acuerdo a los estudios realizados se ha determinado que del total del área de estudio, el 18,93% que corresponde a 16,78 Ha. presentan este grado de susceptibilidad, asentados sobre estas áreas viviendas, pastizales y cultivos.

Áreas de Amenaza Moderada: Comprende el 45,25% del total del área de estudio, que corresponde a 40,12 Ha. Estas zonas actualmente están siendo utilizadas por cultivos, pastizales y en menor proporción de infraestructura, aquí se encuentra el tanque de abastecimiento de agua del barrio Timbara y otros.

Áreas de Amenaza Alta: Son áreas poco habitadas y denudadas, ocupa el 22,67% del área total de estudio que corresponde a 20,11 Ha.

Áreas de Amenaza Muy Alta: Comprende a zonas denudadas y no habitadas con el 5,14% que corresponde a 4,56 Ha.

14. DISCUSIÓN

El estudio de Zonificación de Amenazas Geológicas realizada en Timbara, en el año 2010, y comparándolas con el estudio del Área de Conservación “Los Tepuyes” en mayo del 2005 en la Cuenca Alta del Río Nangaritza” ubicada en el Cantón Nangaritza en la Provincia de Zamora-Chinchipe, se pudo hacer un cálculo aproximado sobre los volúmenes de lluvia y la temperaturas de Zamora, para lo cual se consideró la precipitación del área de estudio con 1625mm, en el área “Los Tepuyes” es de 2500mm al año en cuanto la diferencia de precipitación es de 875mm, y la temperatura de Timbara es de 22.1 °C en cambio en el área de “los Tepuyes” es de 21 °C, (CINFA et al, 2003) mientras que los datos de Timbara fueron recogidos de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio como la Estación meteorológica de Zamora, Cumbaratza y Guayzimi; las estaciones meteorológicas que utilizaron para la determinación de las precipitaciones en el proyecto de “Los Tepuyes” fueron extraídos del CINFA en el 2003 basándose en los últimos 5 años, donde el mes que existió mas precipitación fue el mes de marzo y en el área de estudio es el mes de junio tomando en cuenta los últimos 10 años, por lo que no coinciden los resultados.

Complementariamente, se realizó una comparación sobre la geología descrita en el área de estudio realizada en el 2010, relacionándola con los estudios realizados sobre el Área de Conservación “Los Tepuyes” los cuales se encuentran sobre la misma Cordillera Oriental, lo que permitió inferir que su litología es semejante a la obtenida en el área de estudio estas son: el batolito de Zamora, la Formación Hollín y los depósitos Aluviales que afloran en el sector. (Bristow C, París 1977). Así también los suelos de los Tepuyes son de muy baja potencia con areniscas de grano medio a grueso al igual que en Timbara.

En el área de estudio se pudo establecer que las diferencias de alturas van desde 970 hasta los 2500 m.s.n.m.; se caracteriza también por poseer pendientes abruptas que superan los 50° de inclinación, pero por la gran cantidad de vegetación existente en este sector Oriental, en cambio en el Área “los Tepuyes” varía de 950 hasta 1650 metros sobre el nivel del mar donde posee pendientes abruptas al igual que en el área de estudio.

La Geomorfología y cobertura vegetal del Área “Los Tepuyes” es variada y está en dependencia con la geología, así tenemos; Bosque Chaparro, Bosque denso alto pie montano sobre laderas en colinas altas, en estas existen cuevas con pendientes de 16 al 25 y hasta mayor al 50%, con presencia de estructuras monoclinales. Poseen formas estructurales sedimentarias de la formación geológica Hollín. Bosque denso alto pie montano, sobre laderas en colinas bajas, pendientes de 16 al 25 con relieve estructural fluvio-erosional en el Batolito de Zamora. Mientras que en Timbara las condiciones geomorfológicas y de cobertura vegetal son muy parecidas, así registramos Zonas de Llanuras planas-semiplanas aluviales, con zonas de lomas medias y bajas cubiertas por Bosque Denso. El Área de Estudio se ha determinado que también posee un relieve de disección moderada y aguda desarrollado sobre rocas sedimentarias e intrusivas. La cobertura corresponde a un Complejo Bosque semi-denso Pastizal-Matorral y Pastizales. Las partes bajas de las vertientes y flancos coluviales de los valles del área de estudio ahí encontramos la Zona Poblada y Cultivos.

Las principales amenazas en el área protegida “Los Tepuyes” son la Investigación desordenada ya que es vista como una posible fuente de ingresos y empleo para los administradores afectando a la flora y fauna del sector. La explotación minera porque los suelos de los Tepuyes son muy ricos en diferentes minerales. En Timbara las amenazas probables son la inestabilidad de laderas con el crecimiento urbano sin estudios respectivos del suelo y la minería debido a que los suelos de Timbara son ricos en minerales, lo que podría inducir a la actividad minera.

15. CONCLUSIONES

- ✚ El levantamiento topográfico a detalle del Barrio Timbara, planteado como uno de los principales objetivos nos permitió representar adecuadamente el relieve, el que es muy variado y comprende desde plano o casi plano a muy escarpado con sus cargas porcentuales respectivas.
- ✚ El área de estudio comprende un área total de 90 hectáreas, donde la cota más baja es 805 msnm y la más alta 1057 msnm.
- ✚ La geología del área de estudio se constituye principalmente por rocas ígneas pertenecientes al Batolito de Zamora, areniscas consolidadas pertenecientes a la formación Hollín y depositaciones cuaternarias como gravas, arenas y limos en secuenciales acarreos de los afluentes presentes en el área de estudio.
- ✚ Se evidencia una geología muy compleja, como el batolito de Zamora que consta de meta-cuarcitas, biotitas, plagioclasas, granito leucocrático en su composición sana a 5 metros de profundidad en promedio, los estratos de arcillas limos y arenas de grano fino, y gravas bien angulosas que van hasta 30 cm de diámetros, ya que son de la degradación y alteración del intrusivo. Los estratos que se presentan bien clasificados y graduados en la parte este, pertenecen a la Formación Hollín, la cual es roca sedimentaria compuesta por arenas silíceas limosas con poca potencia de humus que varía entre 10 y 50 cm. Las arenas silíceas presentan buena calidad en pureza considerándose una importante reserva minera. En la parte oeste de área de estudio se encuentran los depósitos aluviales que son acarreados por el río Zamora y quebradas del sector como es el caso de la quebrada del Maní, los materiales están representados por arenas, limos y gravas bien graduadas de coloración gris oscuro moderadamente cementado con material orgánico.
- ✚ Dentro del área de estudio existen zonas con pendientes que van de Muy Bajas las cuales ocupan el 50,57% del total del área que equivale a 45,11 Ha. las pendientes Bajas ocupan el 11,14% del total del área que corresponde a 9,93

- ✚ Ha.; las pendientes Medianas ocupan el 16,86% del total del área que corresponde a 15,04 Ha.; las pendientes Altas ocupan el 20,80% del total del área que corresponde a 18,55 Ha. Y finalmente las pendientes Muy Altas ocupan el 0,63% del total del área de estudio que corresponde a 0,57 Ha.
- ✚ El Área de Estudio geomorfológicamente se ha determinado que el 54,10% con 48,68 Ha. posee un relieve de disección moderada y aguda desarrollado sobre rocas sedimentarias; el 27,67% con 24,9 Ha. posee un relieve de disección aguda desarrollado sobre rocas intrusivas y el 13,35% con 12,01 Ha. son partes bajas de las vertientes y flancos coluviales de los valles del área de estudio. Donde la predominancia del relieve de disección moderada y aguda desarrollado sobre rocas sedimentarias es notoria.
- ✚ Las características geotécnicas del sector son variadas y comprenden tres tipos de rocas; muy mala de clase V con 31,87 Ha. que representa el 35,41%, mala de clase IV con 13,16 Ha. que representa el 14,62% y media de clase III con 44,96 Ha. que representa el 49,96% del total del área de estudio, las cuales pueden ser una condición para que en estos terrenos se produzcan movimientos en masa.
- ✚ La zona de estudio se encuentra conformada por suelos que determinan resistencias muy bajas, debido a que en su mayoría son arcillas de media a alta plasticidad y su gran contenido de humedad presente en condiciones naturales, así como son: Arena limosa con un 14,1% del total del área, Arena bien graduada con limo orgánico y grava con un 35,2% del total del área y Arcilla con alta plasticidad arenosa con un 35,2% del total del área de estudio, estos últimos más susceptibles a los Movimientos en masa.
- ✚ En el Barrio Timbara no existe la presencia de deslizamientos superficiales.
- ✚ De acuerdo a los estudios realizados se ha determinado que el desarrollo urbanístico ha provocado cambios significativos en el uso del territorio ya que las áreas de pastizales vienen siendo remplazadas por nuevas urbanizaciones que se están desarrollando en el área de estudio.

- ✚ El suelo en la actualidad en el área de estudio está siendo usado por áreas verdes en un 37,48% con 33,73 Ha. seguido de los cultivos en un 37,18% con 33,47 Ha. y en menor proporción es utilizado para asentamientos poblacionales en un 20,17% con 18,15 Ha.
- ✚ La vegetación predominante en el área de estudio son los pastizales con más del 28,6% del total del área, destinándose las mismas al uso ganadero. Existe un 20,17% del total del área ocupado por una Zona Habitada; un 24,29% ocupada por un Bosque Denso; un 19,20% lo ocupa un Bosque Semi-denso pastizal-matorral.
- ✚ El área de estudio posee una Temperatura Media Anual de 22,1 grados centígrados y una Precipitación Anual de 1.625 mm.
- ✚ La erosión del área de estudio corresponde, muy baja el 34,52% con 30,66 Ha.; baja el 24,21% con 21,50 Ha.; moderada el 40,68% con 36,13 Ha.; alta el 0,44% con 0,39Ha. y muy alta el 0,15% con 0,13 Ha., predominando en el área de estudio la erosión moderada.
- ✚ El área de estudio esta valorado como baja de acuerdo a los datos del estudio de peligro sísmico que fue realizado de manera integral para todo el territorio nacional.
- ✚ La mayor parte de la población de la Parroquia Timbara, se dedica a la Ganadería y a la Agricultura. En la mencionada existen 704 habitantes de los cuales 368 son hombre y 336 son mujeres, de las cuales 270 son Personas Económicamente Activas.
- ✚ Dentro del área de estudio existen 246 viviendas de las cuales 90% se encuentran ocupadas.
- ✚ La presencia de agua, la litología y las pendientes altas, se constituyen como los factores “gatillo” o desencadenantes principales, causantes de los posibles

movimientos en masa, los cuales pueden hacer posible la presencia de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa, en la zona de estudio.

- ✚ Los procesos antrópicos se constituyen como los principales factores que contribuyen en la inestabilidad del terreno del área de estudio, destacándose entre ellas la construcción de obras civiles, como es el caso del Tanque de abastecimiento de agua del barrio Timbara y otros.
- ✚ La susceptibilidad del Barrio Timbara consta de zonas de muy baja susceptibilidad que corresponde al 9,62% del área de estudio, áreas de baja susceptibilidad el 20,74%, susceptibilidad moderada en un 47,20%, susceptibilidad alta el 22,20%, y susceptibilidad muy alta en un 0,34%, siendo en la zona de moderada susceptibilidad el lugar donde se ubica el tanque de abastecimiento de agua del sector.
- ✚ En el Barrio Timbara se determinó que en la parte Central existe la concentración de áreas de moderada amenaza principalmente donde se ubica el tanque de abastecimiento de agua y las viviendas que se ubican en el pie de esta colina.
- ✚ El Tanque de Abastecimiento de Agua, se encuentra estable ante alguna posible remoción en masa ya que su factor de seguridad es 2,1.
- ✚ El mapa de susceptibilidad y de amenazas permite desarrollar una aproximación del grado de peligrosidad dado por las zonas susceptibles a remociones en masa, a partir de los parámetros que presentan mayor influencia en las condiciones de inestabilidad.

16. RECOMENDACIONES

- ✚ De acuerdo a los estudios realizados es necesario dar a conocer a la población las condiciones en las que se encuentra el área de estudio para evitar el mal uso del terreno.
- ✚ Es necesario realizar estudios detallados de zonificación por amenaza a movimientos en masa para poder implementar medidas de control con el propósito de estabilizar las zonas inestables.
- ✚ Se debe dar a conocer este tipo de proyectos a instituciones públicas como: Municipio y Consejo Provincial, con el fin de que sigan con el desarrollo de los mismos y puedan evitar una expansión urbanística desorganizada así como también posibles amenazas a movimientos en masa.
- ✚ Se recomienda continuar con los estudios complementarios a éste, para establecer un correcto Ordenamiento Territorial, que esté destinado a establecer condiciones que conlleven a un Desarrollo Sustentable en área de estudio.
- ✚ Se recomienda realizar estudios de Geofísica en la colina donde se ubica el tanque de abastecimiento de agua, para establecer bases más sólidas que permitan una mejor valoración de esta y otras zonas de susceptibilidad; obteniendo una mejor calidad en lo que respecta a los resultados.
- ✚ Se recomienda realizar éste tipo de estudios en los diferentes barrios de la Parroquia, con la finalidad de poseer una información base que ayude a la toma correcta de decisiones con respecto al crecimiento urbano, contribuyendo así al Desarrollo Sustentable y Crecimiento Urbano Ordenado, teniendo como base el Ordenamiento Territorial.
- ✚ Se recomienda el establecimiento de un Plan de Ordenamiento Territorial por parte de las autoridades del sector, para así poder tomar una correcta decisión en cuanto a la expansión urbana de la zona; ya que en los últimos años la población del área de estudio ha ido creciendo notoriamente.

17. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- ✓ ABRAMSON, L. (1996): *Slope stability and stabilization methods*. New York, USA, John Wiley & Sons, Inc.
- ✓ Bristow C., Hoffstetter R. *Léxico Estratigráfico Internacional, Volumen V América Latina*, Ecuador, París 1977.
- ✓ González Moradas, M.R.; Lima de Montes. Dpto. de Explotación y Prospección de Minas. Área de Cartografía, Geodesia y Fotogrametría. Universidad de Oviedo, UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA VECTORIALES PARA GENERAR MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS Y MÉTODOS DE VALIDACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA, Octubre de 2001.
- ✓ Paladines A., Zonificación Geotectónica y Metalogenia del Ecuador, Editado por la D.G.G.M. en el año 1998.
- ✓ Scarlet Cartaya, Williams Méndez y Henry Pacheco; Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica.
- ✓ SUAREZ DÍAS Jaime; METODOLOGÍA DE ANÁLISIS, Capítulo 11. Zonificación de Amenaza y Riesgo, 2006.

Revistas:

- ✓ CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN- EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN.
- ✓ I.M.CANTÓN ZAMORA; Departamento de Planificación.

- ✓ LIMA DE MONTES, (1999): *Generación de mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos mediante un SIG aplicado a la Zona Central de Asturias*. Universidad de Oviedo. España.
- ✓ MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE, secretaria de estado para las políticas del agua y el medio ambiente, *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*, España, 1992.

Páginas Web:

- ✓ www.defensacivil.gov.ec
- ✓ www.inec.gov.ec.
- ✓ www.municipiodezamora.com ec.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla; Puntos de Estación.

N° PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	DESCRIPCIÓN
1	9553752.904	731803.267	923.761	ESTACION
2	9554057.940	733508.502	907.411	ESTACION
3	9554181.418	733398.431	898.548	ESTACION
4	9554040.047	733667.990	914.664	ESTACION
5	9553847.851	733855.792	966.257	ESTACION
6	9553714.439	733865.056	987.401	ESTACION
7	9554039.054	733668.591	914.610	ESTACION
8	9553913.723	734106.428	1095.174	ESTACION
9	9553913.746	734106.458	1095.187	ESTACION
10	9553714.398	733865.005	987.195	ESTACION
11	9553934.836	734085.216	1091.616	ESTACION
12	9553913.862	734106.288	1095.145	ESTACION
13	9554018.993	734022.675	1046.226	ESTACION
14	9553934.943	734085.136	1091.660	ESTACION
15	9554034.144	734020.039	1038.726	ESTACION
16	9554019.044	734022.724	1046.150	ESTACION
17	9554049.057	734017.010	1031.486	ESTACION
18	9554034.160	734020.033	1038.331	ESTACION
19	9554412.648	733555.586	898.415	ESTACION
20	9554349.937	733565.015	900.369	ESTACION
21	9554405.365	733536.193	895.141	ESTACION
22	9554237.946	733118.073	883.970	ESTACION
23	9554024.577	732997.141	887.899	ESTACION
24	9554031.621	733124.490	886.696	ESTACION
25	9554041.390	733243.070	894.360	ESTACION
26	9554000.286	733299.494	896.620	ESTACION
27	9554121.657	733294.561	895.670	ESTACION
28	9554046.960	733390.280	900.496	ESTACION
29	9554183.178	733345.506	897.469	ESTACION
30	9554158.545	733415.363	900.448	ESTACION
31	9554181.507	733398.353	899.053	ESTACION
32	9554350.389	733565.035	900.379	ESTACION
33	9554057.940	733508.502	907.411	ESTACION

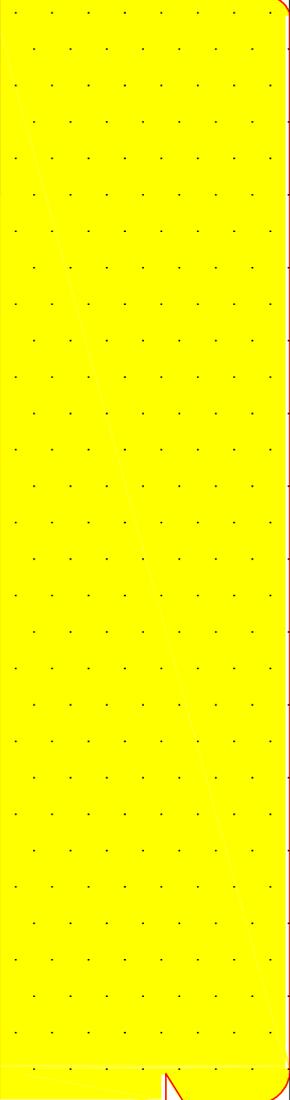
Anexo 2. Tabla; Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico.

SIGNIFICADO	CODIGO
Vereda	VE
Cementerio	CE
Estación	EST
Extremo	EXTRE
Parque	PARQ
Poste	PO
Puente	PU
Quebrada	QUE
Relieve	RE
Relleno	REL
Rio	RIO
Tanque	TANQ
Tanque1	TAN1
Techo	TEC
Vía	VIA

Anexo 3; Tabla: Capas creadas en AutoCad para el Levantamiento Topográfico

NOMBRE DE LA CAPA	SIGNIFICADO
Área de estudio	Área de estudio
Descriptions	Descripción de los puntos
Elevations	Elevación de los puntos
Infraestructura	Construcciones civiles
Pointnumbers	Numero de punto
Points	Puntos
Points_con	Curvas secundarias
Points_icon	Curvas principales
Ríos y quebradas	Ríos y quebradas
Vías	Vías

Anexo 4. Ficha; Descripción de Afloramientos

LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO											
PROYECTO: Zonificación de Amenazas Geológicas en el Barrio Timbara del Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe.											
DESCRIPCION DE CALICATAS								ESQUEMA			
CALICATA Nro: 14				CORDENADAS: X = 733813							
DIMENSIONES: 15.5 * 10.60 m.				Y = 9553849							
FECHA: 30 - 12 - 2009				Z = 925							
Nro DE CAPAS	POTENCIA(m)	LITOLOGIA	GRANULOMETRIA				ORIENTACION		PALEO-CORRIENTES	FOSILES	DESCRIPCION
			ARCILLAS	LIMOS	ARENAS	GRAVAS	RUMBO Y BUZAMIENTO				
2	0.60										Capa de suelo vegetal muy fina, suelo compuesto por arcillas y limos.
1	14.9						NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE		Arenisca:- Roca meteorizada de color gris claro y rojisa por presencia de oxidos, mas al fondo se encuentra la arenisca tipo riolita muy compacta a simple vista, y microscopicamente es una arenisca silicia de color gris claro.

Anexo 5. Ficha; Descripción de Geomorfología.

PAISEJES (ORIGEN) Y SUBPAISAJES GEOMORFOLOGICOS			
GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	
Formas estructurales	Estructuras monoclinales	Superficie plana ondulada	
		Rellano	
		Laderas convexas	
		Laderas irregulares escarpadas	
		Laderas cóncavas escarpadas	
		Laderas cóncavas suaves	
		Laderas cóncavas saturadas y dinámicas	
		Laderas cóncavas escalonadas	
		Laderas cóncavas e irregulares muy erosionadas	
		Laderas plano convexas	
		Superficies de cuestras	
		Superficie de cuestras superiores	
		Superficie de cuestras muy erosionadas	
		Laderas rectas escarpadas	
		Laderas cóncavas escarpadas	
		Frente de cuesta	
		Espinazo morfológico de cimas agudas	
		Superficie de cuestras superiores	
		Hogbacks	
		frente de Hogbacks	
	Reverso de Hogbacks		
	Pico		
	Formas montañosas y colinadas	Pico	
Mesetas controladas estructuralmente		Cimas aterrazadas y plano convexas	
		Superficie plana ondulada	
		Laderas cóncavas e irregulares	
		Cimas convexas	
Formas de Origen Estructural _fluvio erosional	Estructuras monoclinales	Escarpe de talud de vía	
		Escarpe erosional de cabecera de deslizamientos	
		Escarpe erosional	
		Escarpes	
	Formas montañosas y colinadas	Escarpes	
	Valles estrechos		Valle erosional con o sin fondo aluvial y vertientes fuertes
			Encañonado

Formas de origen fluvial	Cuerpos	Depresión
	Lagunas	Cuerpos de agua
	Llanuras de inundación y terrazas	Terrazas fluviales interiores
		Cauce de río
	Pie de ladera	Valle coluvio aluvial
	Valles aluviales	Terrazas fluviales superiores
	Valles estrechos	Valle erosional con o sin fondo aluvial y vertientes fuertes
Formas denudacionales	Abanicos	Abanico aluvial
	Pie de ladera	Cuerpos coluviales
	Cuerpos agradacionales	Cuerpos en forma de herradura
		Depresión

Anexo 6. Ficha; Descripción de Geotecnia RMR Bieniawski, 1989.

LASIFICACION GEOMECANICA RMR (BIENIAWSKI, 1989)									
Parámetros de clasificación									
	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	> 10	10-4	04-2	02-1	Compresión simple (Mpa)		
		Compresión simple	> 250	250 - 100	100-150	50-25	25-4	05-1	< 1
1	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90 % - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Puntuación		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		> 2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	< 0.06 m		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3m	3 - 10m	10 - 20 m	< 20 m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0.1mm	0.1 -1.0 mm	1 -5 mm	> 5mm		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5mm	Relleno Blando > 5 mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	< 10 litros/min	10-25 litros/min	25 - 125 litros/min	< 125 litros/ min		
		Relación: Presión de agua/ Tención principal mayor	0	0 - 0.1	0.1- 0.2	0.2 - 0.5	< 0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación		15	10	7	4	0	

Corrección por la orientación de las discontinuidades						
Dirección y Buzamiento		Muy favorable	Favorables	Medidas	Desfavorables	Muy desfavorables
Puntuación	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-2	-25	-50	-60

Clasificación					
Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	buena	Media	Mala	Muy mala
Puntuación	100-81	80 - 61	60 - 41	40-21	< 20

Características geotécnicas					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 15 m de vano	6 meses con 8 m de vano	1 semana con 5 m de vano	10 horas con 2.5 m de vano	30 minutos con 1 metro de vano
Cohesión	> 4Kp /cm ²	3 - 4 Kp/cm ²	2-3 Kp/cm ²	1.2Kp/ cm ²	< 1 Kp/cm ²
Angulo de rozamiento	> 45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

Orientación de las discontinuidades en el túnel						
dirección perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje de túnel		Buzamientos 0° - 20° cualquier dirección
Excavación con buzamiento		Excavación contra buzamiento		Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Buz.45 -90	Buz. 20 - 45	Buz.45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	desfavorable

Calidad de macizos rocosos en relación al índice RMR				
Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión	Angulo de rozamiento
I	Muy Buena	100-80	>4 Kg/cm ²	> 45°
II	Buena	80-61	3-4 Kg/ cm ²	35° - 45°
III	Media	60-41	2-3 Kg/cm ²	25° - 35°
IV	Mala	40-21	1-2 Kg/cm ²	15° - 25°
V	Muy Mala	<20	< 1 Kg/cm ²	< 15°

**ANEXO 8. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE
LABORATORIO**

MAPAS