

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN



INFORME FINAL DEL TRABAJO FINAL DE CAMPO
GEOLOGÍA EN ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y
FRÁGIL DE UN ÁREA DE 20KM², AL SUR DEL MUNICIPIO DE
HUITÉ.

ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, FEBRERO DE 2 016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME FINAL DEL TRABAJO FINAL DE CAMPO, GEOLOGÍA DE
ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y FRÁGIL DE UN ÁREA
DE 20KM², AL SUR DEL MUNICIPIO DE HUITÉ.

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR:
ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA
200840416

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TITULO DE TÉCNICO EN
GEOLOGÍA

COBAN, ALTA VERAPAZ, FEBRERO DE 2 016

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj
REPRESENTANTE DOCENTES: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTE EGRESADOS: Lic. admón. Fredy Fernando Lemus Morales
REPRESENTANTE ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián
PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Fernando Monterroso Trujillo

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geólogo Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR: Ing. Geólogo Sergio David Moran Ical
SECRETARIO: Ing. Geólogo César Fernando Monterroso Rey
VOCAL: Ing. Geólogo Luis Gustavo Chiquin Marroquín

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. *M.Sc.* Bernnie Gamaliel Castillo Moeschler

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geólogo Sergio David Morán Ical

ASESOR

Ing. Geóloga Silvia Cortes Bendfeldt

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-279/2015
21 de agosto de 2015

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
E-mail: geologiausac@gmail.com

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

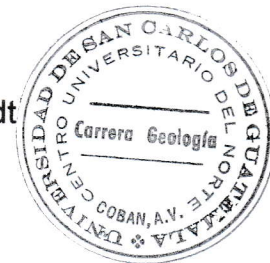
Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel técnico, del estudiante **ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA**, carné No. **200840416**, titulado: **“GEOLOGÍA EN ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y FRÁGIL DE UN ÁREA DE 20 KM², AL SUR DEL MUNICIPIO DE HUITÉ”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Geol. Silvia Frine Cortez Bendfeldt
Docente Asesora
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-23/2016
26 de enero de 2016

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.

E-mail: geologiausac@gmail.com


Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

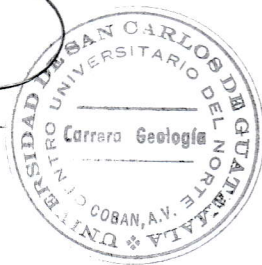
Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA**, carné No. **200840416**, titulado: **“GEOLOGÍA EN ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y FRÁGIL DE UN ÁREA DE 20 KM², AL SUR DEL MUNICIPIO DE HUITÉ”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geol. Sergio David Morán Ical
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-61/2016
22 de febrero de 2016

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
E-mail: geologiausac@gmail.com

Señores Miembros
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Respetables Señores:

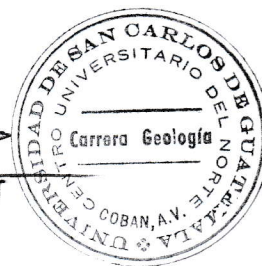
Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“GEOLOGÍA EN ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y FRÁGIL DE UN ÁREA DE 20 KM², AL SUR DEL MUNICIPIO DE HUITÉ”**, del estudiante **ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA**, carné No. **200840416**, el cual ya fue revisado como miembro de la Comisión de Redacción y Estilo de la Carrera de Geología, quien considera llena los requisitos establecidos para su aprobación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Comisión de Redacción y Estilo
Carrera Geología

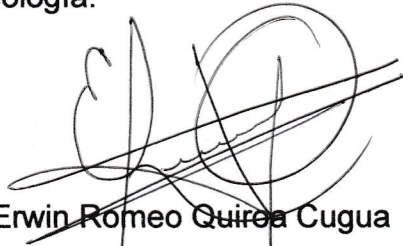

Ing. M.Sc. Bernnie Gamaliel Castillo Moeschler
Docente Carrera Geología
CUNOR



c.c. Archivo.

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por el estatus de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado: LA GEOLOGÍA DE ZACAPA: Dinámica del Dominio Dúctil y Frágil de un área de 20 km², al Sur del municipio de Huité, Zacapa, como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Geología.



Erwin Romeo Quiroa Cugua
200840416

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Mi Padre Celestial que me dio la vida, la sabiduría, la fuerza para seguir adelante y poder los obstáculos que encontré en mi camino.
- A MIS PADRES:** Por ser mi ejemplo de vida, de superación, y de guiarme por un camino lleno de amor y gracias al apoyo de ustedes yo pude cumplir mi sueño.
- A MIS HERMANOS:** Jorge Mario y Erika, por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos de mi vida.
- A MIS TÍOS:** A Tío Alfredo y Tía Maira, que me brindaron todo su apoyo en mi estancia en Huité al realizar mi Trabajo Final de Campo.
- A MI PRIMA:** Elena Hurtado por tus consejos y tu apoyo incondicional como familia y como una gran amiga.
- A MI DEMÁS FAMILIA:** A mis Abuelos, Tíos, Primos y demás familia que me acompañó todo el tiempo y que me brindaron su cariño y amor en toda mi etapa formativa.
- A LA UNIVERSIDAD:** A la Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente al Centro Universitario del Norte por acogerme en mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A mi Tío Alfredo, a mi Tía Maira por brindarme todo su apoyo, su cariño al recibirme con los brazos abiertos para que realizara y cumpliera uno de mis sueños.

A mis Abuelos, a mis Tíos, a mis Primos, especialmente a mi Tío Aníbal, por su apoyo incondicional, al estar siempre para mí y al ayudarme en todo momento.

A los ingenieros de la Carrera de Geología, que me compartieron sus conocimientos, experiencias y especialmente su amistad.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	vii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1

Marco conceptual

1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	
1.2.2. Específicos	
1.3. Hipótesis	3
1.4. Justificación	4

CAPÍTULO 2

Descripción general de la unidad práctica

2.1. Localización Geográfica	5
2.2. Vías de Acceso	5
2.3. Geología Regional	6
2.3.1. Litoestratigrafía	6
2.3.2. Marco Tectónico	7
2.3.3. Geomorfología	8
a. Hidrología	8
b. Erosión	10
c. Meteorización	10
d. Clima	11
e. Vegetación	12
f. Suelo	12
g. Relieve	12

CAPÍTULO 3

Descripción de las actividades realizadas

3.1. Metodología	13
3.1.1. Etapa de Recopilación y Análisis Bibliográfica	13
3.1.2. Etapa de Campo	13
3.1.3. Etapa de Laboratorio	14
3.1.4. Etapa de Gabinete	14

3.1.5. Técnicas a utilizar en el proceso de Investigación	14
a. Recolección de Datos	14
b. Análisis de Datos	15

CAPÍTULO 4

Desarrollo de la investigación

Resultados

4.1. Geología Local	17
4.1.1. Litoestratigrafía	17
a. Gneiss (Gn)	18
b. Anfibolita (Anf)	19
c. Esquisto (Esq)	20
d. Meta-Arenisca (Mt-Arn)	22
e. Aluvión (Qal)	23
4.2. Geología Estructural	24
4.2.1. Lineamientos	24
4.2.2. Estructuras del Dominio Frágil	27
a. Fallas	27
1) Normales	
2) Inversas	
b. Fracturas	30
c. Grietas de Tensión	31
4.2.3. Estructuras del Dominio Dúctil	34
a. Pliegues	34
b. Ejes de Pliegue	34
c. Foliación	36
1) S₁	
2) S₂	
4.3. Geomorfología Local	41
4.3.1. Unidades Geomorfológicas	41
a. Unidad de Origen Agradacional	43
1) Subunidad de Llanura de Inundación	
b. Unidad de Origen Denudacional	44
1) Subunidad de Colinas y Lomas	
2) Subunidad de laderas suaves y abruptas	
3) Surcos	
4) Cárcavas	

c. Unidad de Origen Antrópico	45
1) Cantera	
4.3.2. Movimiento de Laderas	45
a. Traslacional	46
b. Rotacional	47
c. Reptación	48
4.4. Mapa Geomorfológico Local	48

CAPÍTULO 5

Análisis y discusión de resultados

4.5. Análisis e Interpretación Litológica	51
4.6. Análisis e Interpretación Estructural	54
4.6.1. Interpretación del Dominio Frágil	54
a. Fallas	54
b. Grietas de Tensión	58
c. Modelo Estructural del Dominio Frágil	61
4.6.2. Interpretación de Dominio Dúctil	62
a. Pliegues	62
b. Foliación S_1 y S_2	63
c. Modelo Estructural del Dominio Dúctil	67
4.6.3. Modelo Estructural	68
4.7. Análisis e Interpretación Geomorfológica	70

CONCLUSIONES 73

- Conclusión General
- Conclusiones Específicas

RECOMENDACIONES 75

BIBLIOGRAFÍA 77

ANEXOS 79

- Guía de Observación Estructurada de Laboratorio (Anexo 1) 81
- Guía de Observación Estructurada de Campo (Anexo 2) 97
- Base de datos de la roseta de fracturas de la Grafica 4 (Anexo 3) 99
- Base de datos de las foliaciones S_1 de la Grafica 7 (Anexo 4) 100
- Mapa Geológico (Anexo 5) 102
- Perfil Litológico del área de estudio (Anexo 6) 103

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1. ESCALA DE METEORIZACIÓN DE ROCAS.	11
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES.	41
TABLA 3. RELACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.	43
TABLA 4. ESFUERZOS PRINCIPALES DE LAS ESTRUCTURAS DEL DF Y DD.	69
TABLA 5. DIRECCIÓN RESULTANTE DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES.	70

ÍNDICE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE GNEISS (MQ-02).	19
FOTOGRAFÍA 2. SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE ANFIBOLITA (MQ-05).	20
FOTOGRAFÍA 3. SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE ESQUISTO (MQ-03).	21
FOTOGRAFÍA 4. SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE META-ARENISCA (MQ-06).	23
FOTOGRAFÍA 5. FRACTURAMIENTO DE UN AFLORAMIENTO DE GNEISS Y ESQUISTO.	31
FOTOGRAFÍA 6. GRIETA DE TENSIÓN EN UN AFLORAMIENTO DE GNEISS.	32
FOTOGRAFÍA 7. PLIEGUE ASIMÉTRICO EN LA UNIDAD DE GNEISS.	36
FOTOGRAFÍA 8. FOLIACIÓN PRINCIPAL (S1) EN UN AFLORAMIENTO DE GNEIS Y ESQUISTO	37
FOTOGRAFÍA 9. FOLIACIÓN (S2) DE UN PLIEGUE ASIMÉTRICO, EN UN AFLORAMIENTO DE GNEIS.	39
FOTOGRAFÍA 10. MOVIMIENTO DE TIPO TRASLACIÓN.	46
FOTOGRAFÍA 11. MOVIMIENTO DE TIPO ROTACIONAL.	47
FOTOGRAFÍA 12. MOVIMIENTO DE TIPO REPTACIÓN.	48

ÍNDICE GRAFICAS

GRAFICA 1. DIAGRAMA DE ROSAS DE LOS LINEAMIENTOS.	25
GRAFICA 2. ESTEREOFALSILLAS DE LAS FALLAS NORMALES	28
GRAFICA 3. ESTEREOFALSILLAS DE LAS FALLAS INVERSAS.	30
GRAFICA 4. ROSETA DE FRACTURAS.	31
GRAFICA 5. ESTEREOFALSILLAS DE LAS GRIETAS DE TENSIÓN	33
GRAFICA 6. REPRESENTACIÓN ESTEREOGRÁFICA DE LOS EJES DE PLIEGUE.	35
GRAFICA 7. ESTEREOFALSILLAS DE LAS FOLIACIONES (S1)	38
GRAFICA 8. FOLIACIONES S ₂ EN CADA UNA DE LAS LITOLOGÍAS.	40
GRAFICA 9. ESTEREOFALSILLAS DE FALLAS NORMALES.	55
GRAFICA 10. ESTEREOFALSILLAS DE FALLAS INVERSAS.	57
GRAFICA 11. ESTEREOFALSILLAS DE LAS GRIETAS DE TENSIÓN CON LOS ESFUERZOS PRINCIPALES.	59
GRAFICA 12. MODELO ESTRUCTURAL LOCAL DEL DOMINIO FRÁGIL.	61
GRAFICA 13. MODELO DE DEFORMACIÓN LOCAL DEL DOMINIO FRÁGIL.	62
GRAFICA 14. ORIENTACIÓN DE FOLIACIONES PRINCIPALES (S1)	63
GRAFICA 15. ORIENTACIÓN DE FOLIACIONES SECUNDARIAS (S2)	65
GRAFICA 16. MODELO ESTRUCTURAL LOCAL DEL DOMINIO DÚCTIL.	67
GRAFICA 17. MODELO DE DEFORMACIÓN LOCAL DEL DOMINIO DÚCTIL	68

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
FIGURA 2. PATRÓN DE LA RED DE DRENAJE QUE CARACTERIZA EL ÁREA	9
FIGURA 3. MAPA DE LINEAMIENTOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	26
FIGURA 4. MODELO DE ANDERSON PARA UNA FALLA NORMAL	27
FIGURA 5. MODELO DE ANDERSON PARA UNA FALLA INVERSA	29
FIGURA 6. MAPA DE PENDIENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO	42
FIGURA 7. MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	49
FIGURA 8. COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA LOCAL	53
FIGURA 9. ELIPSE DE DEFORMACIÓN TEÓRICA DE UNA CINEMÁTICA SINISTRAL	70

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Gn	Gneiss
An	Anfibolita
Mt-Ar	Meta-arenisca
Eq	Esquisto
Qal	Aluvión
Rx	Roca
FN	Falla Normal
FI	Falla Inversa
GT	Grieta de Tensión
EP	Eje de Pliegue
PA	Plano Axial
σ	Sigma
ϵ	Deformación
θ	Ángulo
MQ	Muestra
Qz	Cuarzo
Plg	Plagioclasa
Bt	Biotita
Fd	Feldespato
Clpx	Clinopiroxeno
Hrn	Hornblenda
PPL	Luz Polarizada Plana
XPL	Luz Polarizada Cruzada
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
DEM	Modelo de Elevación Digital
N	Norte
E	Este
W	Oeste
S	Sur
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m	Metro
km	Kilómetro

RESUMEN

El proyecto se elaboró en el departamento de Zacapa en el Municipio de Huité, donde se realizó un estudio geológico que tuvo como principales puntos, el análisis de la geología local, geología estructural y geomorfología. Esta investigación tiene como objetivo primordial el enriquecer la información que se tiene a una escala de mayor detalle.

Estratigráficamente se tienen 5 Unidades litológicas, el basamento está conformado por una Unidad de Gneiss (Gn), sobre esta se encontró la Unidad de Anfibolita (An) en contacto fallado con la Unidad de Gneiss; sobre esta Unidad se determinó la Unidad de Esquistos (Eq) y sobre esta una Unidad de Metarenisca. Todas las unidades mencionadas tienen contacto con la Unidad de Aluvión (Qal) y de la cual se ubica en las partes más bajas del área de estudio.

Las estructuras geológicas tanto del dominio dúctil como del dominio frágil, poseen una cinemática de tipo sinistral, esto se encontró debido al análisis e interpretación de proyecciones estereográficas como también de un análisis estadístico de datos e información recopilada del análisis de las estructuras de los dos dominios (DD y DF), con el fin de indicar las orientaciones de los esfuerzos principales (σ_1 y σ_3), para el dominio frágil se tiene una orientación de σ_1 : 69°/N047° y σ_3 : 07°/N139° y para el dominio dúctil se tiene una orientación de σ_1 : N052° y σ_3 : N143°.

La geomorfología de la zona se clasificó en unidades de acuerdo a su origen, siendo estas agradacional, denudacional y antrópico, se analizó cada una de ellas y se dividió en subunidades que ayudan a delimitar las formas o geoformas representativas que tiene el relieve del área de estudio.

INTRODUCCIÓN

La investigación se fundamentó en un cartografiado geológico a una escala 1:25 000 de la zona de estudio con el objetivo primordial, de determinar la geología estructural, sin restarle importancia a la litoestratigrafía y a la geomorfología.

La litología se definió como unidades informales en base a los datos recolectados en la etapa de campo y en la etapa de laboratorio. Los resultados de la información de campo se describieron y se plasmaron en un mapa geológico a escala 1:25 000, dicho mapa representa la litología y estructuras presentes dentro del área, así mismo la confección de un perfil geológico que permite representar un corte longitudinal subterráneo, con ello permite un análisis e interpretación de las estructuras internas del área.

En el análisis estructural se tomaron en cuenta los datos recolectados en el campo para ser analizados e interpretados por estereofalsillas y diagramas de rosas con el objetivo de determinar, la dirección de los esfuerzos de deformación que afectan el área de estudio.

CAPÍTULO 1

MARCO CONCEPTUAL

1.1 Planteamiento del Problema

¿Cuál es la dinámica de las estructuras del dominio dúctil y frágil en un área de 20 km², al sur del Municipio de Huité?

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Determinar la geología estructural de un área de 20 km².

1.2.2 Específicos

- Comprobar la formación de las estructuras del dominio dúctil y frágil a partir de los esfuerzos ejercidos por el sistema de fallamiento del Motagua.
- Describir las estructuras geológicas dentro de la litología presente en el área de estudio.
- Proponer un modelo estructural local del área y contrastarlo con el modelo establecido del fallamiento del Motagua.

1.3 Hipótesis

El área de estudio se localiza al Sur del Valle del Motagua, donde las estructuras geológicas, son el resultado de los esfuerzos ejercidos por el movimiento sinestral que presenta el Sistema de Fallamiento del Motagua; la cercanía que tiene dicho fallamiento con un plutón, las unidades litológicas se ven afectadas por un metamorfismo regional, por lo que se modificada la mineralogía y otros aspectos geológicos.

1.4 Justificación

El área de estudio se localiza al Sur del Valle del Río Motagua, por lo que la zona se ubica a 3 km del Sistema de Fallamiento del Motagua y a pocos km del Graben de Ípala y de la Falla de Jocotán-Chamelecón, regionalmente se encuentran dos formaciones geológicas, el Complejo Las Ovejas y la Formación Filita San Diego, de las cuales no hay precedentes de un análisis geológico de dichas unidades para el área de estudio, por lo que se necesita de una investigación más detallada.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1 Localización Geográfica

El área de estudio se encuentra localizada en el departamento de Zacapa, específicamente en el municipio de Huité. Las vías de acceso que se encontraron en el Municipio de Huité hacia la zona de trabajo todas las vías de acceso son de terracerías en su totalidad. Las carreteras que se internan en el polígono de trabajo no se mantienen en buen estado ya que el clima de la zona es muy variado.

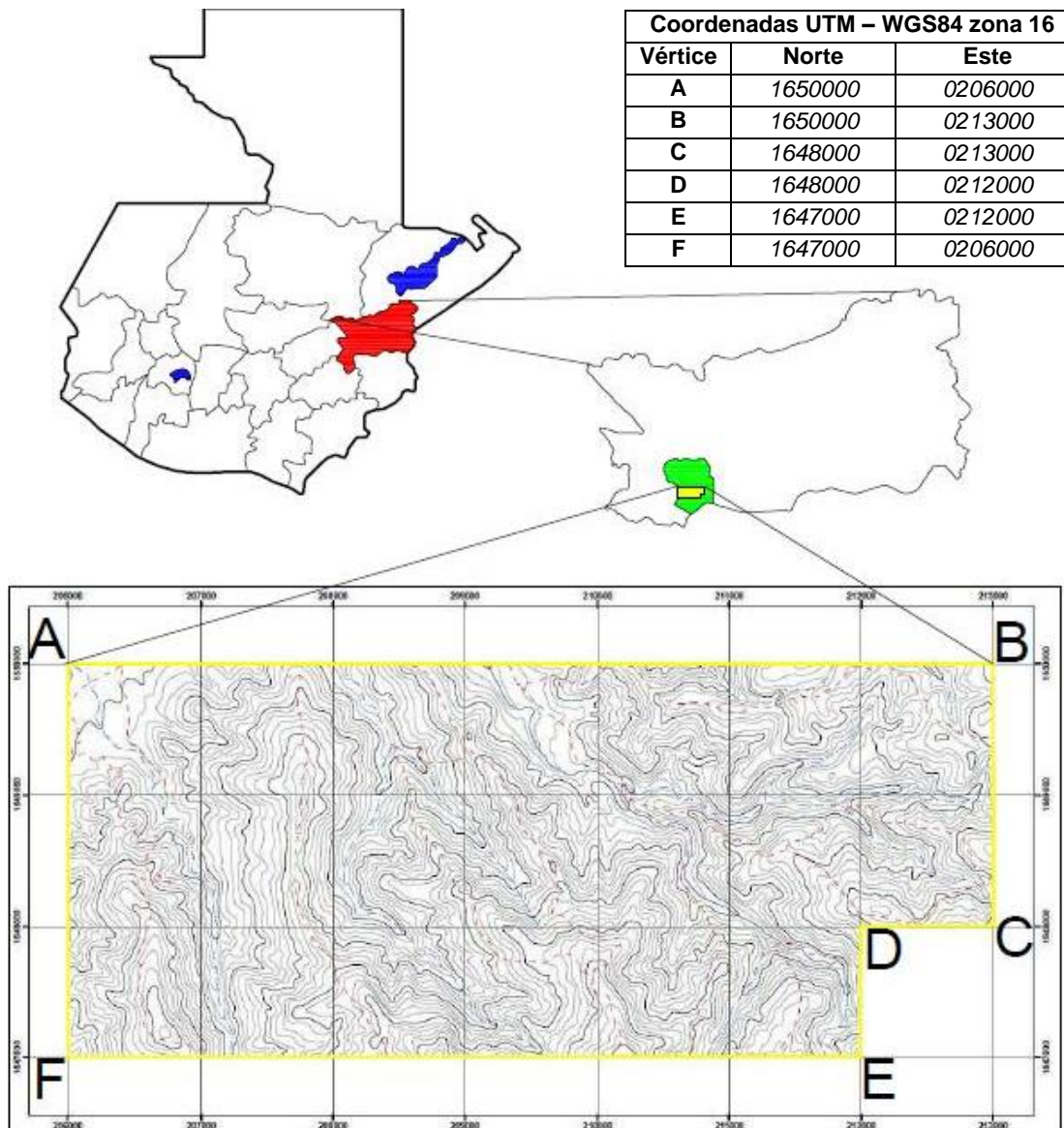
El área se ubica al Sur a kilómetro y medio del municipio de Huité, el área consiste en 20 km², formando una figura poligonal con seis vértices que la delimitan, como se muestra en la FIGURA 1.

2.2 Vías de Acceso

El acceso principal hacia el municipio es la carretera CA-9, para llegar al municipio de Huité puede ingresarse por tres vías, pero la más conocida es por la carretera de Teculután a Rio Hondo a 126 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 183 kilómetros de la ciudad de Cobán, Alta Verapaz; consiste en una vía asfaltada que tiene paso por la aldea La Reforma, Huité, hasta llegar a la cabecera municipal del municipio.

Las vías de acceso de mayor relevancia dentro del área de estudio, son las carreteras que van hacia las Aldeas El Encinal, La oscurana, San Miguel, El Jute, El Paraíso, Santa Cruz y El Palmo.

FIGURA 1
MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

2.3 Geología Regional

2.3.1 Litoestratigrafía

a) Complejo Las Ovejas

“Descrita por Bosc, E. (1971) y Lawrence, D. (1975); este complejo originalmente fue de nombre Migmatitas Las Ovejas, para describir una secuencia interestratificada de mármol, gneiss cuarzo feldespático, anfibolita y

diorita foliada que aflora a lo largo de los ríos Las Ovejas y el Tambor en el cuadrángulo de San Agustín Acasaguastlán”.

*“Las exposiciones más occidentales del complejo están localizadas en la parte NE del cuadrángulo San Pedro Ayampuc, donde gneiss cuarzo feldespático y anfibolita cizallada, con evidencias de metamorfismo retrogrado afloran en un área de 6 km²”.*¹

b) Filita San Diego

*“Lawrence, David (1975): detallo una característica generalizada a través de la franja de afloramientos, la existencia de secciones con alto contenido de pirita y material grafitoso. La Formación San Diego es distinguible claramente de las filitas El Tambor, mediante que la primera meteoriza rojo, a medida que los óxidos e hidróxidos de hierro son producidos de la pirita, tiene moscovita más gruesa y obvia y algo menos de grafito que la filita el Tambor. Las vetas de cuarzo no se desarrollan tan marcadamente en la Formación San Diego como en la Formación El Tambor. Las cuarcitas son menos comunes en las filitas El Tambor y los conglomerados bastante raros, mientras que en la Formación San Diego ambas unidades son relativamente comunes”.*²

c) Unidad de Aluvión

“Esta unidad conforma un gran porcentaje de la porción central del área estudiada, correspondiente al valle del río Motagua. En las extensiones de esta depresión, también se encuentran depositados, generados por la acción de los tributarios del Motagua”.

*“Estos depósitos polimictos, de fragmentos bien redondeados con alta esfericidad y una granulometría que va de arenas finas hasta bloques. La composición varía dependiente del área pero dominan los fragmentos enlongados de origen metamórfico”.*³

2.3.2 Marco tectónico

a) Falla Motagua-Chamelecón

“La falla de Motagua es una falla transformante en Guatemala, localizada en el sur de Chiapas, que sigue el curso del río Motagua desde la

¹ Perez Bol, Edgar Rolando. *Léxico Estratigráfico del Bloque Chortis en Guatemala*. Tesis de grado. Pag. 14.

² Ibidem. Pag. 125.

³ Ibidem. Pag. 12.

costa del mar Caribe hasta Chichicastenango en el departamento El Quiché, cruzando por cruza por Guatemala y Belice. Forma parte del sistema de fallas Motagua-Polochic, y tiene un movimiento de rumbo lateral izquierdo, haciendo parte del sistema de fallas que forman el límite entre la placa Norteamericana y la placa del Caribe. Esta falla divide dos terrenos muy diferentes: el Bloque Maya al Norte y el bloque Chortís al Sur.

El desplazamiento de rumbo total a lo largo de la falla de Chixoy-Polochic es cercano a los 130 km (Burkart, 1978), y ha ocurrido en los últimos 10.3 millones de años. Con base en estos valores, esta falla tiene una tasa de desplazamiento (promedio sobre largo periodo) de 13 mm por año. Poco se conoce sobre el desplazamiento de la falla de Motagua, sin embargo, el desplazamiento de depósitos sedimentarios recientes sugiere un desplazamiento entre 6 y 10 mm por año”.⁴

b) Graben de Ípala

“El graben de Ípala se localiza al sur del gran valle del Rio Motagua. Otra unidad morfo tectónica de gran importancia es el graben, o de presión geológica de Ípala y lago de Guija. El cual tiene una orientación norte sur y ha sido rellenado por abundantes productos volcánicos provenientes de varios edificios como el volcán de Ípala, Suchitan, Metalpete, San Diego y numerosos conos adventicios. Las montañas al este y noreste del graben de Ípala – lago de Guija presentan una geomorfología joven con ríos de valles estrechos y fuertes gradientes y drenajes de carácter dendríticos sobre rocas homogéneas.”⁵

2.3.3 Geomorfología

a) Hidrología

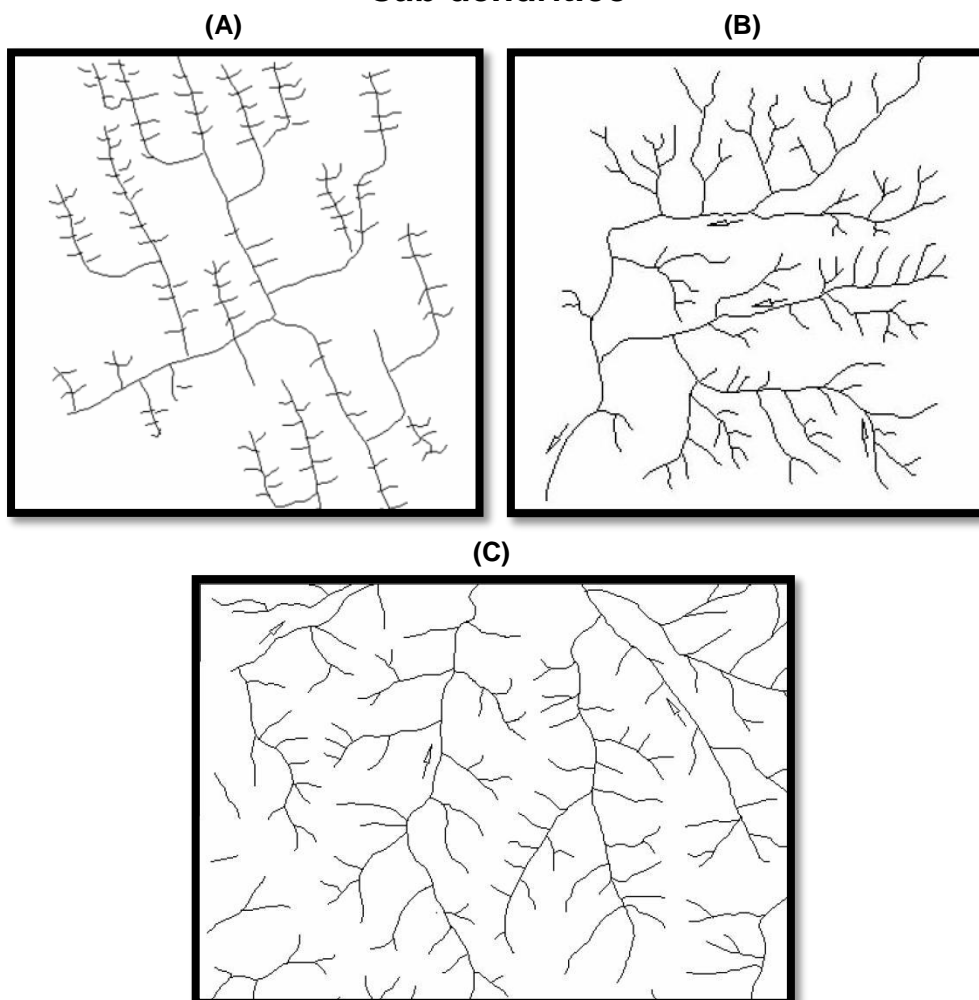
El área de estudio se encuentra en un drenaje dominado por el Rio Huité, el cual fluye con sentido SE a NW, en donde se tienen como principales afluentes, las quebradas La Oscurana, El Zapote, El Jute y El Palmo, donde dichas quebradas tienen un sentido sub perpendicular al Rio de W–E.

⁴ *Falla del Motagua*. Wikipedia enciclopedia libre. Página visitada 09/03/2013

⁵ Plan de Desarrollo Regional Fronterizo Trinacional Trifinio, convenio Guatemala-El Salvador-Honduras, Septiembre 1988. Página Visitada 10/03/2013.

Al Oeste del área se tienen dos quebradas importantes, Piñuelas y las Cabras, que drenan en la misma dirección que el Río Huité. Se analizaron los afluentes que se incorporan al río y a las quebradas, determinando tres tipos de corrientes: permanentes, intermitentes y efímeras, por lo que se analizaron los patrones de drenajes, distinguiendo tres tipos: paralelo, dendrítico y sub dendrítico, como se muestra en la FIGURA 2.

FIGURA 2
Patrón de la red de drenaje que caracteriza al área. (A) Drenaje de enrejado, (B) drenaje dendrítico y (C) drenaje sub dendrítico



Fuente: Fernández, Gabriela. Geomorfología fluvial. I.P.A., 2 005. (10 de septiembre 2013).

b) Erosión

Dentro del área de estudio, se determinaron dos tipos de erosión; erosión hídrica y gravitacional. En áreas como los alrededores de las quebradas la Oscurana, el Palmo, el Guayabo, Piñuelas y las Cabras; y las del Rio Huité, se puede encontrar una diversidad de plantas que forman una cubierta vegetal, en donde existe un grado de meteorización bajo, que por lo tanto da origen a un tipo de suelo de origen vegetal.

La erosión hídrica se deriva del desgaste de la roca producida por el agua, teniendo como factores el desgaste, transporte y deposición de las partículas; se observó principalmente en las zonas relacionadas a las quebradas Piñuelas y las Cabras, como también en el Rio Huité.

La erosión gravitacional se debe al desgaste de una roca con otra influenciadas por la pendiente; se observó en las zonas aledañas a las aldeas la Oscurana y el Jute, ya que están localizadas en las partes de mayor altitud del área de estudio, donde también se tomó como referencia las quebradas y el río, porque son el lugar donde terminan depositándose los bloques o partículas erosionadas.

c) Meteorización

El área de estudio está sujeta por la meteorización mecánica, esto se determinó observando y analizando la actividad biológica, el tipo de roca, la pendiente, el grado de fracturamiento y otros factores físicos o químicos que influyen en la descomposición de la roca.

El grado de meteorización se estableció mediante una escala de meteorización de rocas (TABLA 1), según las características descritas en la escala de meteorización, se determinó que todas las unidades litoestratigráficas varían de un grado II a un grado V.

TABLA 1
ESCALA DE METEORIZACIÓN DE ROCAS

GRADO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CAMPO
<i>I</i>	<i>ROCA FRESCA</i>	Sin signo visible de meteorización de la roca.
<i>II</i>	<i>DÉBILMENTE ALTERADO</i>	La decoloración indica meteorización de la roca y superficies de discontinuidad. Cualquier roca puede descolorarse por meteorización y llega a ser más débil que cuando está fresca.
<i>III</i>	<i>MODERADAMENTE ALTERADO</i>	Menos del 50% de la roca alterada y/o desintegrada en suelo. La roca fresca y descolorida se presenta como una trama continua o bolos (corestone).
<i>IV</i>	<i>MUY ALTERADO</i>	Más del 50% de la roca meteorizada y/o desintegrada en suelo. La roca fresca y descolorida se presenta como una trama discontinua o bolos (carestone).
<i>V</i>	<i>COMPLETAMENTE RESIDUAL</i>	Toda la roca alterada y/o desintegrada en suelo. La estructura original se conserva intacta.
<i>VI</i>	<i>SUELO RESIDUAL</i>	Toda la roca convertida en suelo, destruida la fábrica. Cambio de volumen significativo.

Fuente: Gutiérrez Elorza, Mateo. *Geomorfología*. Prentice hall. Pearson educación, 2 008.

d) Clima

“Su clima es vegetal cálido seco y su temperatura varía de 25° a 31°C. La zona de vida varía de tropical muy seca a Sub-tropical seca y esto obedece a la variación de su altura ya que la cabecera municipal se encuentra a 320 msnm; en tanto que las comunidades de la oscurana, San Miguel, El Jute, El Guacamayo, Filo el Mecate, están a más de 800 msnm. La topografía es muy irregular o quebradiza, por lo que se presentan variaciones climáticas.

*Posee un promedio de 66% de humedad relativa; su presión atmosférica media anual, es de 748.5 mm de mercurio. La precipitación pluvial se enmarca muy tardía como lo es común en el área del departamento de Zacapa, debido a la gran deforestación que afecta a la zona”.*⁶

⁶ OMP. Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de Huité, Zacapa

e) Vegetación

“Huité es un municipio que cuenta con suelos de vocación forestal en la parte alta; esto ha permitido desarrollar proyectos de agro-forestaría en aldea El Jute. Actualmente en el Municipio se encuentran zonas boscosas de tipo natural y otras de tipo artificial.

El total de la zona boscosa en el Municipio es de 942 Manzanas, de las cuales el 89% son bosques naturales (bosque espinoso), con la participación del INAB, se ha logrado crear 102 Manzanas de bosque artificial que representa el 11% de total de Bosques del municipio de Huité”.⁷

f) Suelo

Dentro del área de estudio se determinaron dos grupos de tipos de suelo: grupo IB (suelos sobre materiales volcánicos) y IIB (suelos poco profundos sobre esquisto arcilloso y caliza).

“En el subgrupo B. Suelos poco profundos en relieve escarpado están en los suelos Jalapa, Jigua y Zacapa. Se diferencian principalmente en la clase de material madre y, en parte, en la profundidad del suelo. No son recomendables para cultivos limpios, pero pueden usarse para praderas y bosques. En el subgrupo B. Suelos poco profundos sobre esquisto arcilloso y caliza, están los suelos Capucal, Subinal, Talquesal, Tamahu y Zarzal. Se cultiva el maíz y otras cosechas, con más o menos intensidad en algunos de los nombrados en este subgrupo”.⁸

g) Relieve

La fisiografía de Guatemala está delimitada por 12 regiones que la diferencian según el tipo de roca. El área de estudio se localiza dentro de la región de Tierras Altas Cristalinas, que tiene un relieve accidentado que muestra una topografía muy quebrada y la zona de Inundación del Río Motagua, como el rasgo geomorfológico más resaltante dentro de la zona de estudio.

⁷.Ibidem.

⁸ Simmons, Charles. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Metodología

3.1.1 Etapa de Recopilación y Análisis Bibliográfico

Se obtuvo la información de diferentes fuentes como artículos, documentos, mapas geológicos, fotografías aéreas y libros relacionados al área de estudio. Se generó un mapa de lineamientos con la ayuda de fotografías aéreas y de un análisis de un DEM del área de estudio, con el fin de observar y analizar los rasgos lineales. También se consultaron las tesis relacionadas con el área de estudio.

3.1.2 Etapa de Campo

Para realizar esta etapa se programó un tiempo estimado de 45 días, donde se realizaron caminamientos para el reconocimiento del área de estudio (vías de acceso, carreteras, quebradas, ríos, aldeas, topografía, entre otras).

Para esta etapa se procedió a realizar un cartografiado geológico (litoestratigráfico, geomorfológico y estructural) a una escala 1:25 000, con el método caminamiento-afloramiento con el fin de ubicar los afloramientos en un mapa base de igual escala; las estructuras geológicas que se encontraron dentro del área de estudio se recolectaron por medio del método rumbo-buzamiento.

En esta etapa se observaron, describieron y midieron las principales características de las litologías encontradas dentro del área, donde se recolectaron datos del tipo de roca, color, textura, mineralogía y datos estructurales de pliegues, fallas, entre otras estructuras; por ello se estableció una base de datos por medio de una Guía de Observación Estructura de Campo (Anexo 2).

3.1.3 Etapa de Laboratorio

Esta etapa consistió en la elaboración y preparación de secciones delgadas para un análisis microscópico. En cada sección delgada se describió la composición mineralógica, la textura, estructuras, porcentaje de minerales y otras características que ayudarían a nombrar con mayor exactitud la roca. Toda la información de las secciones delgadas fue introducida en una Guía de Observación Estructurada de Laboratorio (Anexo 1).

3.1.4 Etapa de Gabinete

Esta etapa consistió en el análisis e interpretación de la información recolectada de las etapas anteriores, donde se tiene como fin, el relacionar y comparar los datos litológicos, geomorfológicos y estructurales. El objetivo principal de esta etapa consiste en formular un informe, que este respaldado por un mapa y perfil geológico a una escala 1:25 000, creado en un software GIS.

3.1.5 Técnicas a utilizar en el Proceso de Investigación

a) Recolección de Datos

Los datos que fueron recolectados por medio del caminamiento-afloramiento, determinaron la relación que tienen las estructuras con las litologías presentes en el área de estudio. Los datos que se obtuvieron de los afloramientos fueron tomados en Dip-

Dir (dirección del buzamiento) que fueron plasmados en la libreta de campo como también en la guía de observación estructura de campo (Anexo 2), con el único fin de crear una base de datos del área de estudio.

b) Análisis de Datos

Posteriormente a la recolección de los datos se procedió a registrar y examinar la información mediante un análisis estadístico. También se realizó un análisis macroscópico como microscópico a las muestras que se recolectaron en el campo, para determinar las características físicas de la roca (color, textura, mineralogía, tamaño, forma, etc).

Con ello se trabajó conjuntamente el análisis estructural, mediante fotografías aéreas, patrones de drenaje y otras estructuras que ayudasen a determinar la cinemática y dinámica de la zona.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Geología local

El área de estudio está conformada principalmente por un grupo de rocas metamórficas, con cuerpos ígneos y depósitos aluvionales que cubren a los distintos tipos de roca, cubriéndolas en las partes bajas del área, conformada por fragmentos o restos de roca provenientes de las partes altas de la zona.

4.1.1 Litoestratigrafía

El área de estudio se conforma básicamente de un basamento de rocas metamórficas. En la etapa de campo se determinó que dicha área está afectada por un metamorfismo regional, que se estableció por la presencia de rocas características de dicho metamorfismo, como gneiss, esquisto y principalmente anfibolita.

Se tiene la presencia de macro pliegues que forma el relieve de la zona, así como fallas geológicas que modifican levemente la morfología del terreno, esto debido a la cercanía que se tiene con el Sistema de Fallamiento del Motagua.

Se determinó que la Unidad de Gneiss (Gn) es la base del basamento, donde se estableció que dicha unidad esta subyacente a la Unidad de Anfibolita (An), donde se encuentra en contacto fallado con la Unidad de Esquisto (Eq) y con la Unidad de Metarenisca (Mt-Arn), así como también en contacto fallado con el Gneiss.

a) Gneiss (Gn)

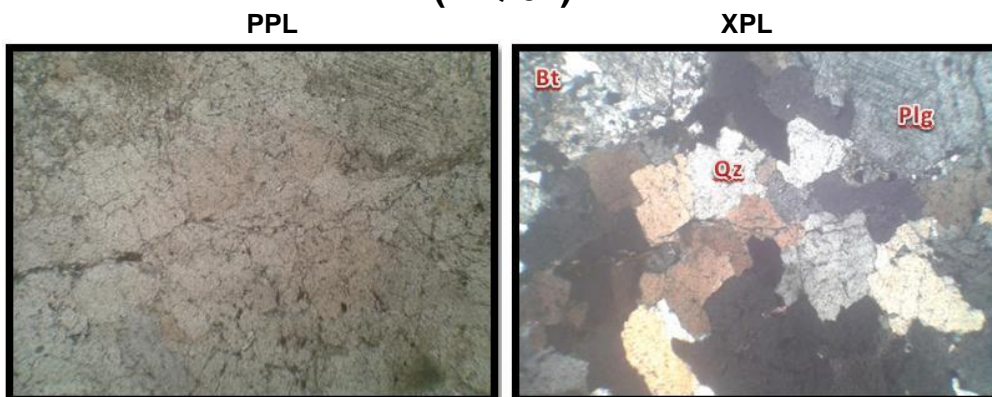
Es una roca metamórfica rica en cuarzo, feldespato y micas, producto de un metamorfismo regional, que comprende el 40% de la relación espacial del área de estudio. Los afloramientos observados presentan una foliación promedio de $36^{\circ}/N224^{\circ}$, aflorando en los alrededores de las aldeas: El Jute, San Miguel, El Palmo, El Encinal, La Oscurana y a lo largo del Rio Huité.

Se determinó que la meteorización que afecta a dicha unidad es baja, variando del grado I a II, definido con la escala de meteorización. Las características físicas que se observaron fueron el cambio de coloración de la roca que vario de tonalidades rojizas a amarillentas, principalmente en el contorno de las fracturas.

Dentro de la Unidad de Gneis se ubicaron lentes de metagabro, donde presentaba una tonalidad que variaba de verde a negro; con referencia al análisis de secciones delgadas, se observó la presencia de minerales de piroxenos (clinopiroxenos) (Cpx) específicamente Augita y pequeñas cantidades de plagioclasas (*bitownita*) (Plg).

En la Fotografía 1, se observa una sección delgada realizada en el laboratorio de la carrera de Geología, de una muestra de Gneiss (MQ-02), siendo esta analizada en vistas de PPL y XPL, con un aumento de 40x; donde se observó la presencia de cuarzo (Qz) en un 50%, plagioclasa (*bitownita*) (Plg) en un 40% y micas (biotita) (Bt) en un 10%. Los colores que se observan en dicha sección son tonalidades claras (leucocráticos).

FOTOGRAFÍA 1 SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE GNEISS (MQ-02)



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

b) Anfibolita (Anf)

Es una roca metamórfica rica en hornblendas. Dicha roca comprende el 15% de la distribución espacial dentro del área de estudio, esta unidad presenta una foliación preferencial en la orientación $56^{\circ}/N231^{\circ}$ y llega a aflorar en la carretera que conduce hacia las aldeas San Miguel y El Jute.

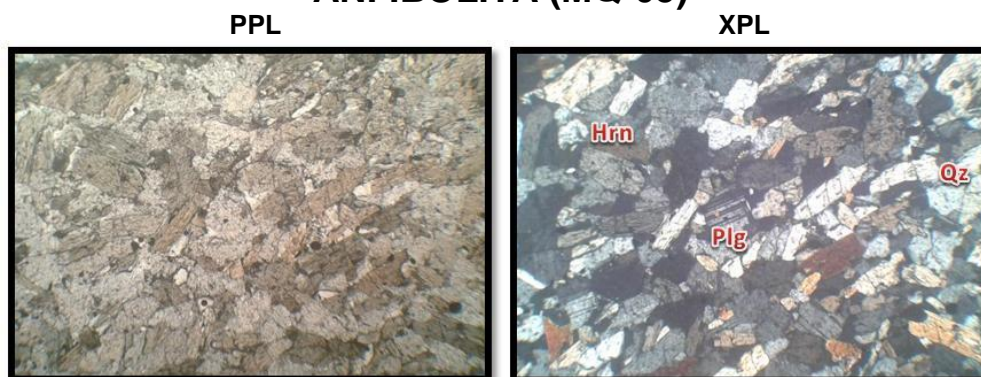
Las características físicas que presenta dicha unidad de roca, fueron analizadas desde el punto de vista del afloramiento como también de la muestra de mano, donde el color varía en tonalidades que van del verde oscuro a negro; presentando un grado de meteorización moderado a bajo, según la escala de meteorización, muestra un grado III a un grado II.

Los afloramientos presentaban poca presencia de vetillas, en donde la mejor exposición de la unidad se presentó en el camino que conduce hacia la aldea El Jute, especialmente en una cantera, donde dicha unidad está en contacto fallado con una unidad de gneis (Gn).

Se evidenció una variación lateral, con un contacto discordante a 55°. Dicha unidad se observó y determinó la presencia de movimientos masales de tipo traslacional y rotacional, ubicados en la carretera que conduce a la aldea El Jute.

En la Fotografía 2, se observa una sección delgada de una muestra de anfibolita (MQ-05), siendo esta analizada en vistas de PPL y XPL, con un aumento de 40x, en dicha sección se observó principalmente su contenido mineral, donde se visualizó hornblenda (Hrn) en un 70% de la sección delgada, pequeñas concentraciones de plagioclasas (Plg) en 20% y cuarzo (Qz) en un 10%.

FOTOGRAFÍA 2 SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE ANFIBOLITA (MQ-05)



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

c) Esquisto (Esq)

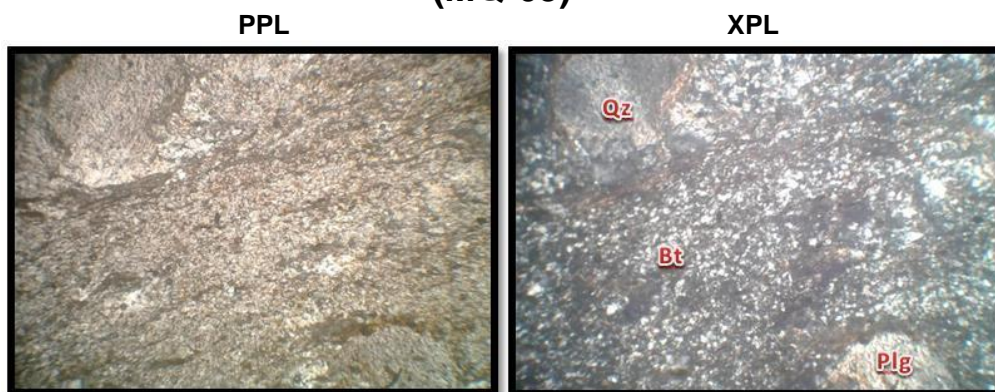
Es una roca metamórfica rica en micas, comprende el 20% de la distribución espacial dentro del área de estudio. Dicha unidad de roca presenta una foliación preferencial en la orientación 52°/N235°; llegando a aflorar a los alrededores de las aldeas La Oscurana, El Encinal, Corralitos y El Palmo, teniendo la mejor exposición en la carretera que conduce hacia la aldea Corralitos, con coordenadas UTM N: 1647918 y E: 0209559.

El análisis de la muestra de mano, presentó un color que variaba de gris a café oscuro, con una granulometría fina, por lo que dificultó su visualización con una lupa (20x). Dicho afloramiento presentó un grado de meteorización alto, según la escala de meteorización, una meteorización de grado IV a V.

La variación de una unidad con otra se dio de forma lateral, teniendo un θ de 60° , es decir, que la unidad cambió hacia un lado con cierto θ de inclinación, los cambios que presentaba la unidad se dan por lentes de gneiss y anfíbolita.

En la Fotografía 3, se observa una sección delgada de una muestra de esquisto (MQ-03), siendo esta analizada en vistas PPL y XPL, con aumento de 40x. En dicha sección se analizó el contenido mineralógico, presentando principalmente micas (Biotitas) (Bt) en un 60% de la sección delgada, también se encontraron concentraciones de cuarzo (Qz) en un 20%, feldspatos (Feld) en un 15% y otros como minerales metálicos en un 5%.

FOTOGRAFÍA 3 SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE ESQUISTO (MQ-03)



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

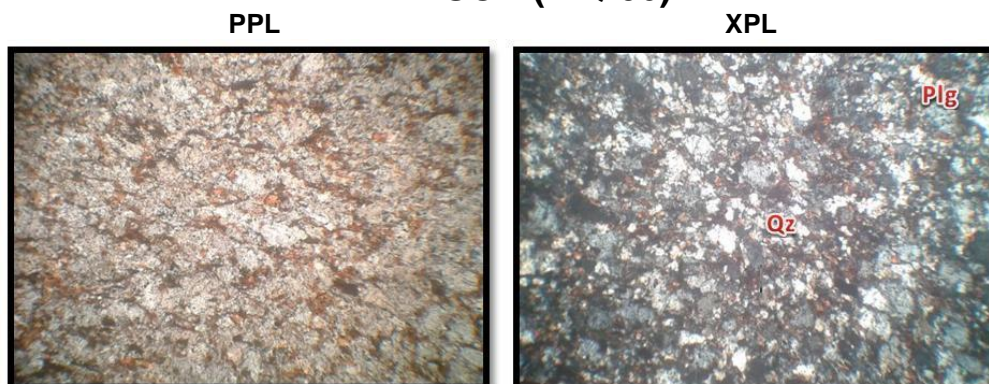
d) Metarenisca (Mt-Ar)

Es una roca metamórfica rica en cuarzo, comprende el 15% de la distribución espacial dentro del área de estudio. Dicha unidad presenta una foliación preferencial $52^{\circ}/N224^{\circ}$, donde aflora en los alrededores de la aldea Santa Cruz y la carretera que conduce a la misma.

La descripción de la muestra de mano, presenta una coloración de café oscuro. Dicha unidad presenta una meteorización alta, según la escala de meteorización, la unidad en general presenta una meteorización de grado IV. Los afloramientos observados presentaban un contacto discordante con una variación lateral con un θ de 45° .

En la Fotografía 4, se observa una sección delgada de una muestra de metarenisca (MQ-06), siendo analizada en vista de PPL y XPL, con un aumento de 40x. En dicha sección se observa la mineralogía presente, observando los minerales de cuarzo (Qz) en un 60% de la sección delgada, concentraciones de plagioclasas (Plg) (Anortita) en un 30% y una matriz de granos soportados que tienen una alteración por oxidación que afecta a toda la sección.

FOTOGRAFÍA 4 SECCIÓN DELGADA DE UNA MUESTRA DE META- ARENISCA (MQ-06)



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

e) Aluvión (Qal)

Esta unidad comprende el 10% de la distribución espacial del área de estudio. Dicha unidad no presenta afloramientos que puedan caracterizarse por sus propiedades físicas, sino por su contenido de fragmentos de las rocas preexistentes, provenientes de las partes altas del área y depositándose en las partes más bajas, dicha unidad se caracteriza por la forma resultante del clasto, esta tiene una forma esférica, debido al transporte que sufrió en su recorrido.

Los fragmentos encontrados de dicha unidad presentan un diámetro variable de 5 cm a 15 cm en su mayoría, pero también se encontraron bloques mayores a 1 m de diámetro con las mismas características de redondez y esfericidad.

La unidad de aluvión (Qal) se localizó dentro del límite de la zona de Inundación del Rio Motagua, esta unidad aflora en la parte más baja del área de estudio y se observó en los alrededores de la carretera que conduce a la aldea de San Vicente, del municipio de Cabañas, Zacapa.

4.2 Geología Estructural

Las estructuras que se midieron dentro del área de estudio, corresponden a foliaciones, lineaciones minerales, pliegues (ejes de pliegue, planos axiales), fallas, fracturas y grietas de tensión, donde estas estructuras pertenecen a los dominios dúctil y frágil.

El análisis se inició con un reconocimiento de los rasgos estructurales dentro del área de estudio, se observó con la ayuda del método e instrumentos como el modelo de elevación digital (DEM), mapa geológico (contactos litológicos y trazas de falla) y también la utilización de fotografías aéreas.

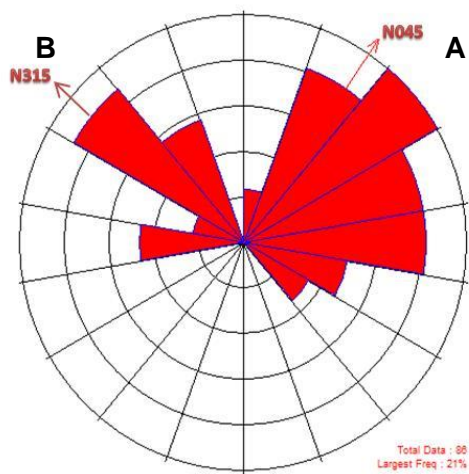
4.2.1 Lineamientos

Los patrones estructurales se identificaron por medio del modelo de elevación digital (DEM), que fue la base para la obtención de los datos de direcciones, analizando los resultados en un diagrama de rosas.

En la Figura 4, se muestran las direcciones o patrones lineales indicativos de un dominio frágil, para cada lineamiento se está relacionado con el Sistema de Fallamiento del Motagua, por su cercanía a pocos kilómetros del área de estudio.

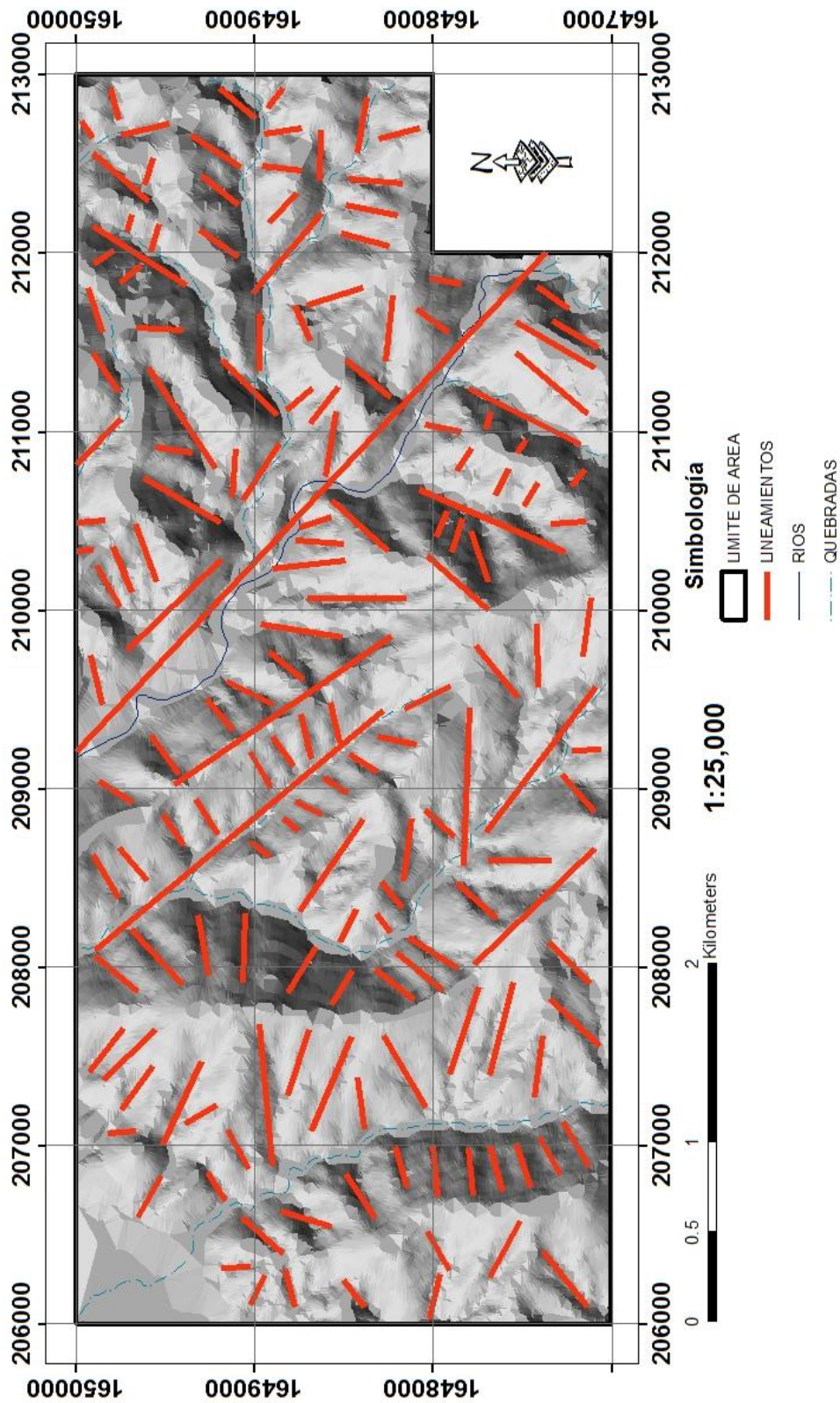
En la Gráfica 1, se plasmaron los datos de las direcciones encontradas en el mapa de lineamientos, determinándose 2 direcciones preferenciales, siendo estas: A) N045° y B) N315°.

GRAFICA 1 DIAGRAMA DE ROSAS DE LOS LINEAMIENTOS



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

FIGURA 3
MAPA DE LINEAMIENTOS DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: investigación de campo. Año 2015.

4.2.2 Estructuras del Dominio Frágil

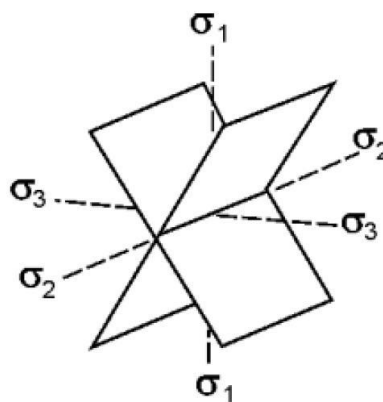
a) Fallas

Se identificaron fallas pertenecientes al dominio frágil, de las cuales se determinó una cinemática inversa y normal. Para la identificación de dichas fallas se determinó la presencia de un indicador de su movimiento, como lo son las estrías. Según lo observado y analizado, las fallas que se encontraron, son de tipo normales e inversas.

1) Fallas Normales

Se visualizó la interacción de 2 bloques (techo y base), observándose y determinándose que el bloque techo se desliza sobre el bloque base hacia abajo, con dicho movimiento se determinaron los esfuerzos principales para cada una de las fallas normales (FIGURA 4), para ello se utilizó como referencia el modelo de *Anderson*.

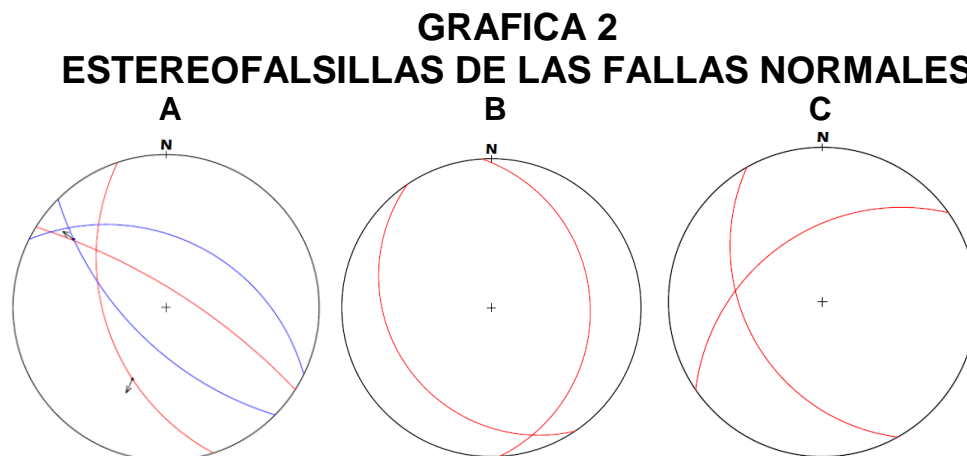
FIGURA 4
MODELO DE ANDERSON PARA UNA FALLA NORMAL



Fuente: Ken McClay, The Mapping of Geological Structures. Año 2013.

Las fallas normales que se encontraron dentro del área de estudio, están involucradas con las unidades de gneis, anfibolita y meta-arenisca; para cada falla se le obtuvo la orientación del plano (dirección del buzamiento), como también la información de las estrías.

En la Grafica 2, se muestran las representaciones estereográficas de las fallas normales presentes dentro del área de estudio, para ello se clasifico según las unidades litológicas y con la mayor agrupación de fallas se clasifico por familia. (A) Fallas normales ubicadas en gneis; (B) Fallas normales ubicadas en esquisto; y (C) Fallas normales ubicadas en meta-arenisca.



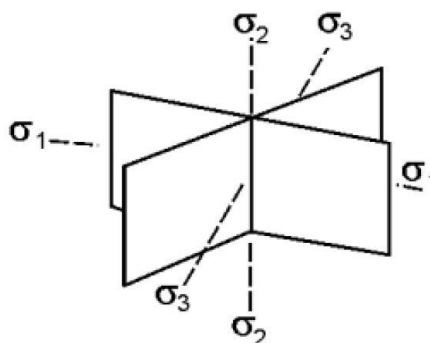
BASE DE DATOS			
/	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN	CABECEO
A	70°	N225°	28NE
	53°	N026°	--
	80°	N032°	--
	57°	N252°	60SE
B	34°	N086°	--
	32°	N237°	--
C	48°	N241°	--
	53°	N325°	--

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

2) Fallas Inversas

Se visualizó la interacción de 2 bloques (techo y base), observándose y determinándose que el bloque techo se deslizo sobre el bloque base hacia arriba, con dicho movimiento se determinaron los esfuerzos principales que afectan a cada falla inversa (FIGURA 5), para ello se utilizó como referencia el método de *Anderson*.

FIGURA 5
MODELO DE ANDERSON PARA UNA FALLA INVERSA

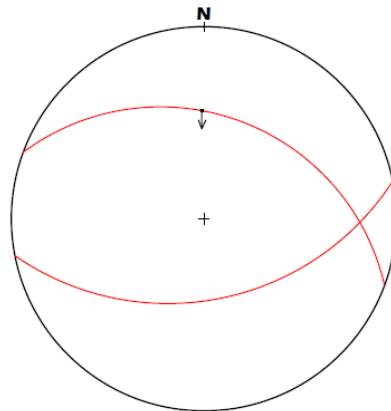


Fuente: Ken McClay, *The Mapping of Geological Structures*. Año 2013.

Las fallas inversas encontradas dentro del área de estudio están involucrados con las unidades de meta-arenisca y gneis; para cada falla se le obtuvo la orientación del plano (dirección del buzamiento) como también la información de las estrías.

En la Grafica 3, se observa la representación estereográfica de las fallas inversas encontradas dentro del área de estudio, donde se clasifico por familias.

GRAFICA 3 ESTEREOFALSILLAS DE LAS FALLAS INVERSAS



BASE DE DATOS			
	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN	CABECEO
FI	45°	N020°	75NW
	55°	N169°	--

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

b) Fracturas

Dicha estructura afecta a todas las unidades litológicas presentes dentro del área de estudio (Gn, Anf, Eq y Mt-Ar). Se determinó el patrón de la dirección preferencia, de donde se elaboró un diagrama de rosas con los datos recolectados en el campo.

Con los datos obtenidos en el campo, se determinó 2 familias de fracturas, como se puede observar en la Fotografía 5, en un afloramiento de un contacto de gneis y esquisto, con coordenadas UTM: N1649888 y E0210372.

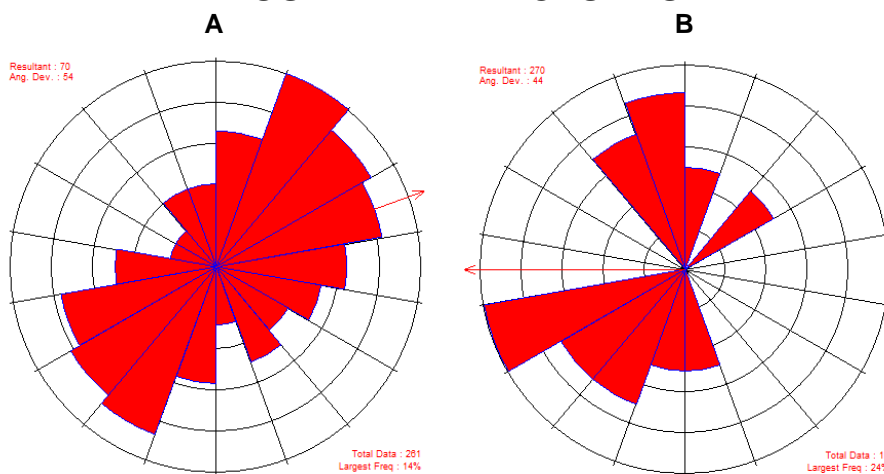
En la Grafica 4, se muestran las direcciones de los planos de fracturamiento, en la gráfica A están plasmadas las fracturas principales (familia 1), determinándose una dirección de N070° y la gráfica B, están plasmadas las fracturas secundarias (familia 2), determinando una dirección de N270°.

FOTOGRAFÍA 5 FRACTURAMIENTO EN UN AFLORAMIENTO DE GNEIS Y ESQUISTO



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

GRAFICA 4 ROSETA DE FRACTURAS



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

c) Grietas de Tensión

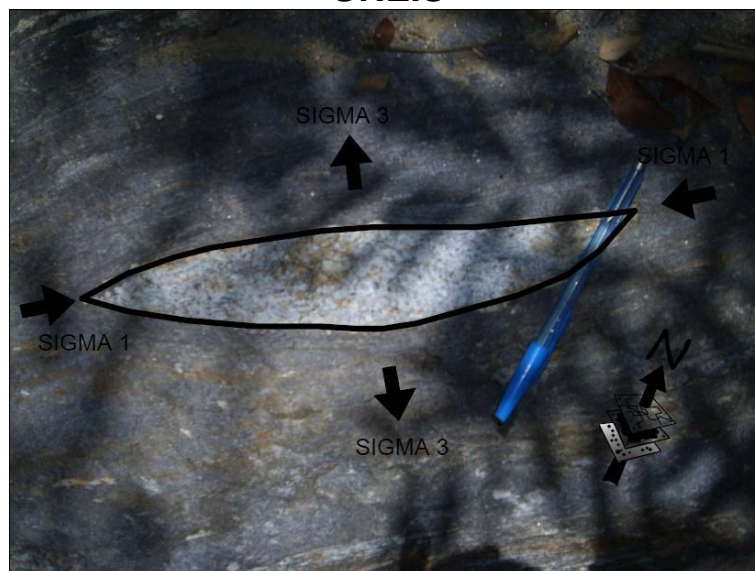
Las grietas de tensión son estructuras derivadas de las grandes presiones que son ejercidas por el movimiento sinistral del Sistema de Fallamiento de Motagua. Las grietas de tensión tienen en sus

extremos o puntas, orientadas al esfuerzo principal (σ_1) y generalmente rellenas con minerales fibrosos de origen granítico.

Perpendicularmente al esfuerzo principal (σ_1) se encuentra la dirección del σ_3 o esfuerzo tensional. Las grietas de tensión se observaron en las unidades de gneiss, esquisto, meta-arenisca y anfibolita, de modo que las grietas que se midieron, se encontraban paralelas a la foliación.

En la Fotografía 6, se observa una grieta de tensión de un afloramiento de gneis, dicha grieta esta rellena de calcita, donde se demuestra la ubicación de los esfuerzos principales (σ_1 y σ_3).

FOTOGRAFÍA 6 GRIETA DE TENSION EN UN AFLORAMIENTO DE GNEIS

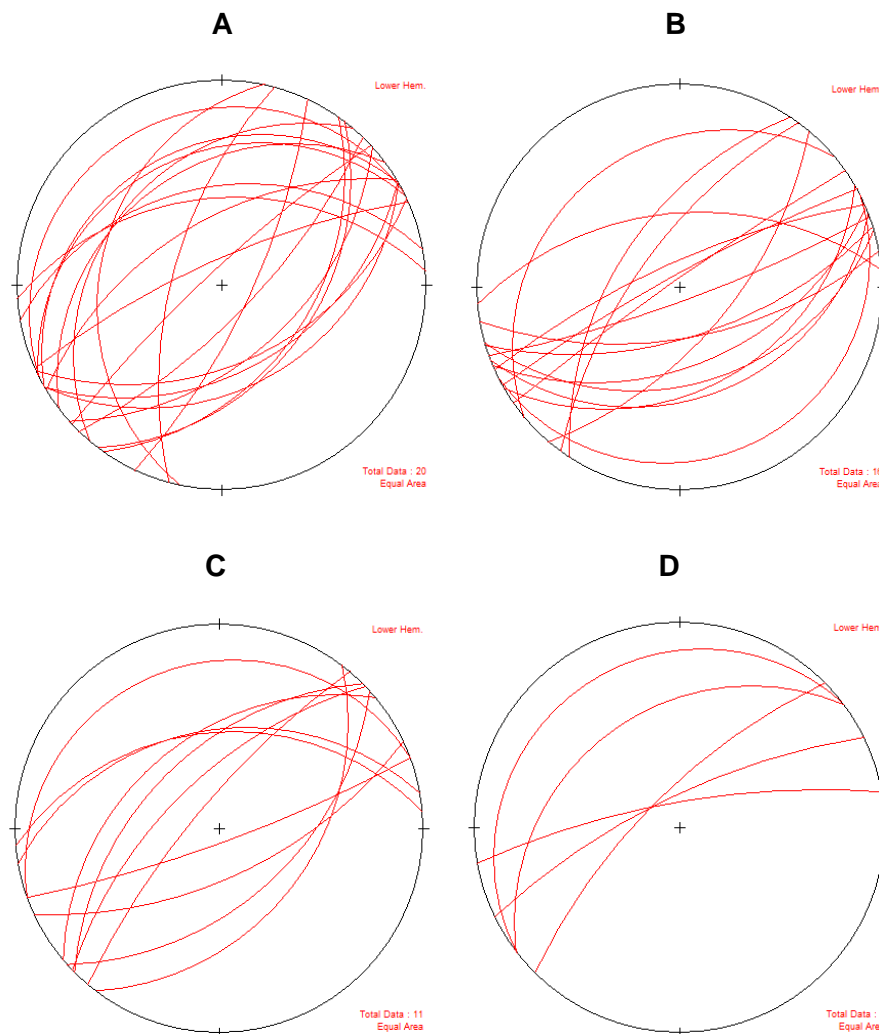


Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

En la Gráfica 5, se muestran las representaciones estereográficas de las grietas de tensión. En la gráfica A, se tienen a las grietas de tensión, en la unidad de gneis, σ_1 : N044° y σ_3 : N314°; la

gráfica B, se tienen las grietas de tensión, en la unidad de esquisto, σ_1 : N059° y σ_3 : N329°; la gráfica C, se tienen las grietas de tensión, en la unidad de anfibolita, σ_1 : N051° y σ_3 : N321°; y la gráfica D, se tienen las grietas de tensión, en la unidad de meta-arenisca, σ_1 : N055° y σ_3 : N325°.

GRAFICA 5 ESTEREOFALSILLAS DE LAS GRIETAS DE TENSION



BASE DE DATOS										
	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.
A	16°	N333°	40°	N310°	60°	N138°	84°	N317°	48°	N150°
	55°	N150°	70°	N285°	80°	N336°	50°	N350°	54°	N125°
	52°	N127°	55°	N356°	77°	N134°	40°	N282°	35°	N334°
	32°	N330°	64°	N329°	58°	N155°	42°	N323°	78°	N115°
B	16°	N153°	69°	N170°	69°	N163°	48°	N150°	85°	N331°
	58°	N157°	84°	N160°	80°	N336°	73°	N306°	87°	N325°
	50°	N164°	44°	N159°	32°	N320°	60°	N355°	64°	N303°
C	20°	N340°	60°	N315°	70°	N155°	50°	N350°	80°	N310°
	52°	N127°	53°	N320°	60°	N138°	70°	N316°	51°	N355°
	84°	N160°	--	--	--	--	--	--	--	--
D	18°	N322°	76°	N315°	78°	N334°	80°	N350°	42°	N323°

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

4.2.3 Estructuras del Dominio Dúctil

a) Pliegues

Son estructuras originadas por la deformación de una roca debido a los esfuerzos compresivos. Los pliegues pueden tener dimensiones de mm hasta km de longitud. Estas estructuras están divididas en: flancos, plano axial, charnela y ejes de pliegue, de las cuales ayudan a determinar el tipo de pliegue como también de los esfuerzos principales. Dentro del área de estudio los pliegues se encontraron en todas las unidades litológicas (Gn, Anf, Eq y Mt-Ar).

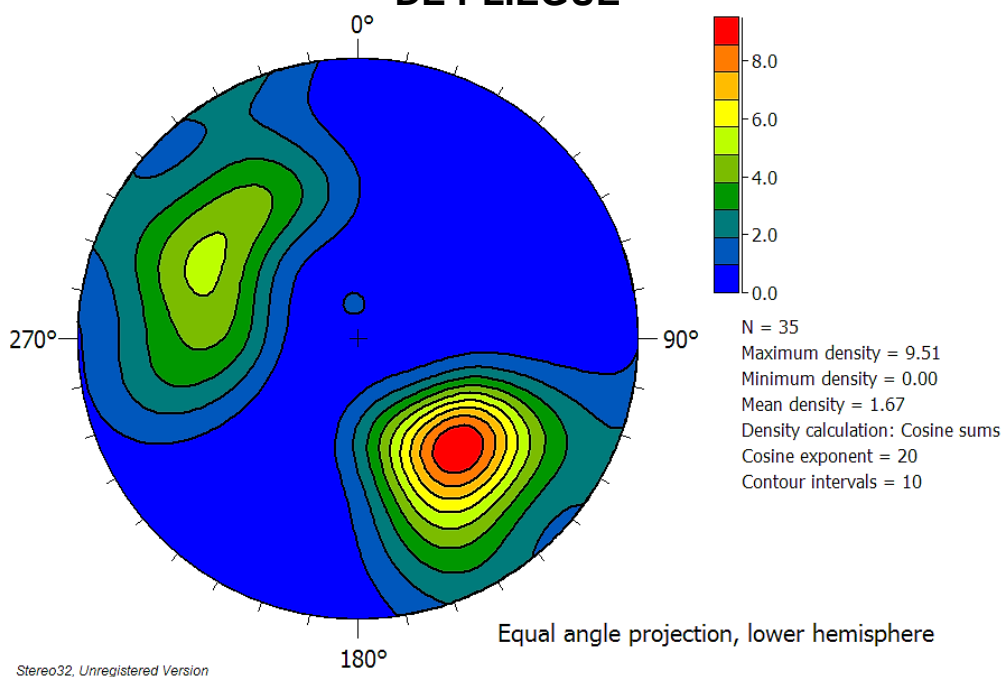
b) Ejes de Pliegues

Línea que une los puntos de mayor curvatura en la charnela del pliegue, esta estructura se observa en las unidades de gneiss, esquisto, meta-arenisca y anfibolita. Los datos obtenidos en el campo de los ejes de pliegue tienen una orientación preferencial de 49°/N151°, este dato es determinado mediante un análisis estadístico.

La Grafica 6, muestra las concentraciones de los polos de los datos de ejes de pliegue. La mayor concentración se visualiza de color rojo, donde se colocó una guirnalda que atravesó la mayor

concentración, del cual se obtuvo la dirección de N151° por la ubicación de la concentración de los ejes de pliegue se determinó que tiene una vergencia en sentido SE de un pliegue asimétrico.

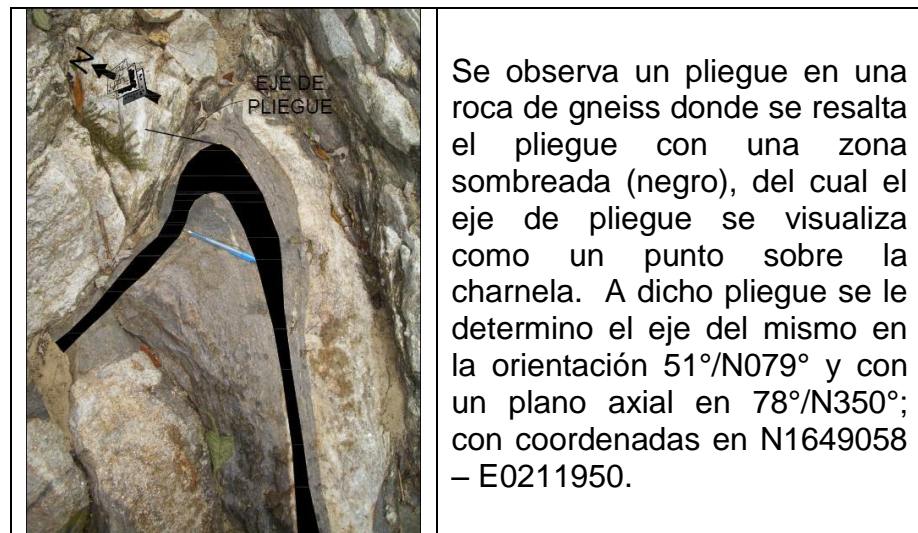
GRAFICA 6 REPRESENTACIÓN ESTEREOGRÁFICA DE LOS EJES DE PLIEGUE



BASE DE DATOS									
Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.
37°	N125°	33°	N277°	31°	N140°	37°	N152°	19°	N260°
54°	N149°	44°	N271°	26°	N313°	16°	N118°	31°	N126°
39°	N302°	35°	N255°	24°	N296°	20°	N296°	29°	N280°
39°	N129°	27°	N146°	51°	N169°	41°	N279°	07°	N154°
30°	N130°	34°	N349°	34°	N137°	39°	N142°	16°	N258°
20°	N165°	30°	N331°	28°	N148°	12°	N155°	11°	N115°
18°	N290°	45°	N163°	23°	N330°	76°	N355°	26°	N318°
36°	N122°	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

FOTOGRAFÍA 7 PLIEGUE ASIMÉTRICO EN LA UNIDAD DE GNEISS



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

c) Foliación

Esta estructura únicamente se presenta en las unidades metamórficas donde tiene una similitud a una disposición en láminas. Se pueden distinguir varios tipos de foliación, dependiendo del tipo de la roca y del grado de metamorfismo, de los cuales se observaron los tres tipos de foliación: pizarrosidad (meta-arenisca), esquistosidad (esquistos) y bandeo gneísico (gneis).

1) Foliación S_1

Es una estructura que se ve sometida a grandes presiones que tiene como resultado el alineamiento mineral y que proporciona a la roca una textura característica. Las unidades litológicas encontradas en el área de estudio, se les observó la presencia de la foliación principal o S_1 . La dirección preferencial de dicha estructura se ubica en $N049^\circ$, siendo esta dirección la indicadora del esfuerzo principal (σ_1), como se observa en la Grafica 7.

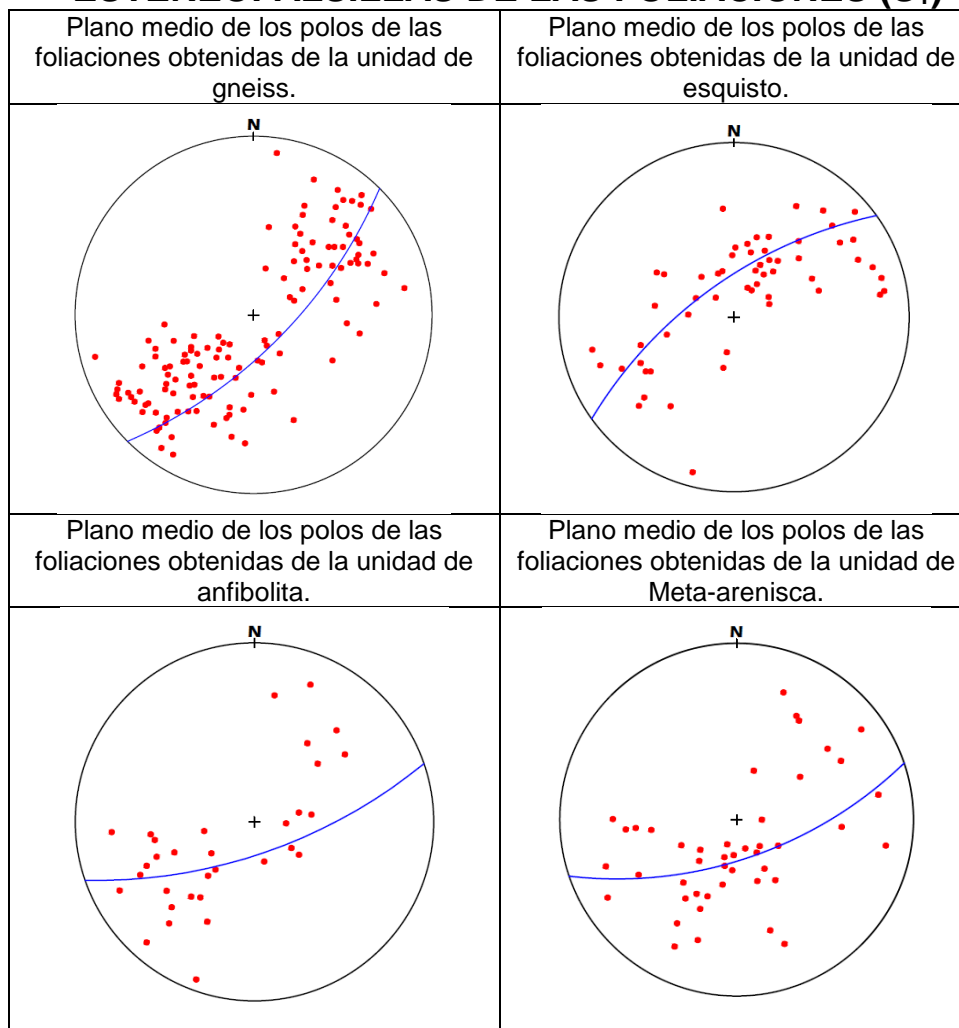
En la Fotografía 8, se observa la presencia de la foliación principal en un afloramiento de gneis con intercalaciones de esquisto; las líneas de la fotografía únicamente indican la dirección de la foliación; el afloramiento tiene coordenadas UTM: N1649715 y E0210447.

FOTOGRAFÍA 8 FOLIACIÓN PRINCIPAL (S_1) EN UN AFLORAMIENTO DE GNEISS Y ESQUISTO



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

GRAFICA 7 ESTEREOFALSILLAS DE LAS FOLIACIONES (S_1)



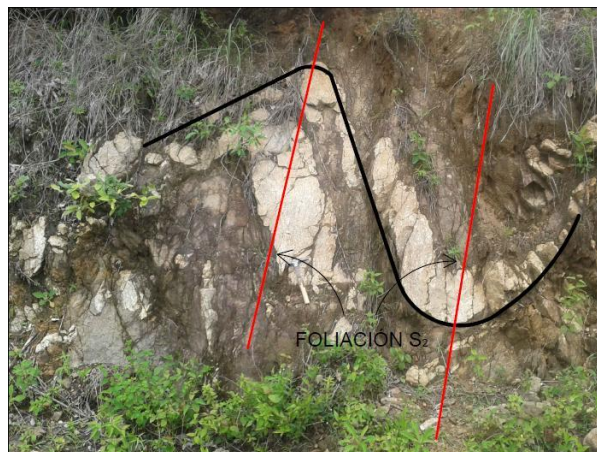
Fuente: investigación de campo. Año 2013.

2) Foliación S_2

En la generación de una foliación secundaria o S_2 , deriva de las presiones ejercidas en la foliación principal como lo son los planos axiales de los pliegues. Esta foliación de planos axiales se observó en cada una de las unidades litológicas encontradas en el área de estudio, teniendo en la unidad de gneiss la mayor cantidad y las mejores exposiciones de dichas estructuras.

En la Fotografía 9, se observa un pliegue de gneis (línea negra), mostrando la ubicación de los planos axiales o foliación S_2 (línea roja).

FOTOGRAFÍA 9 FOLIACIÓN (S_2) DE UN PLIEGUE ASIMÉTRICO, EN UN AFLORAMIENTO DE GNEIS

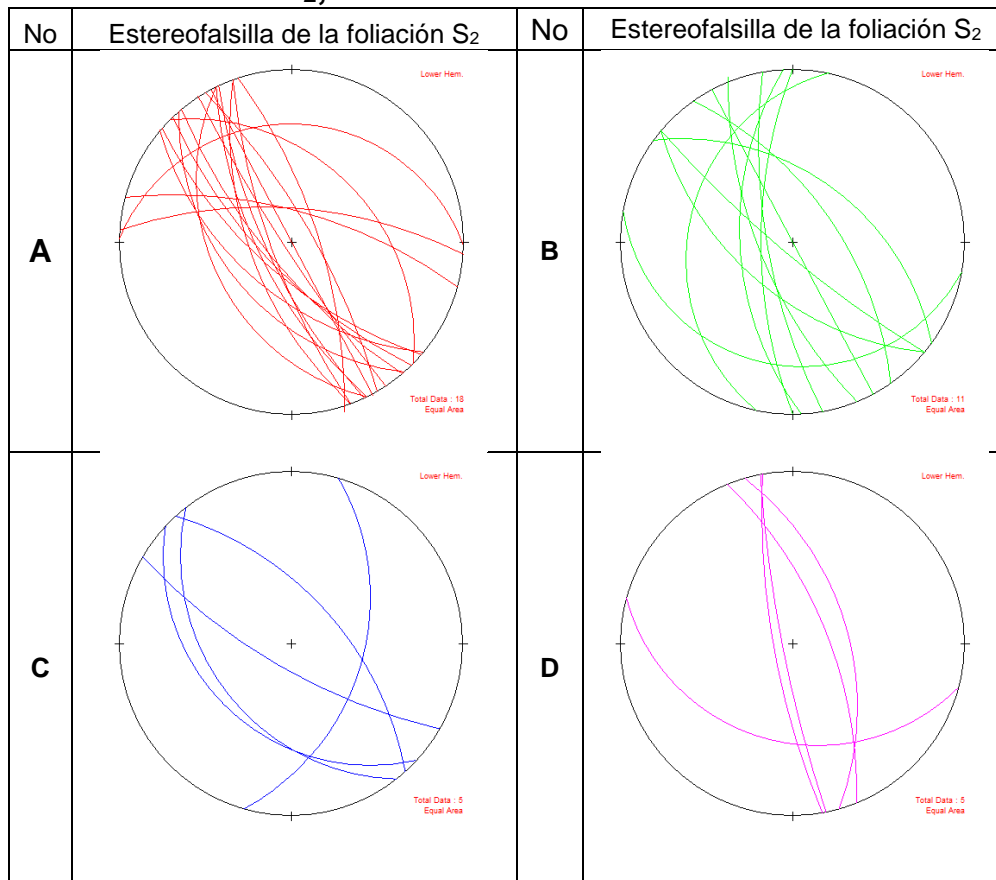


Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

En la Gráfica 8, se observan las estereofalsillas de la foliación de plano axial para cada una de las unidades litológicas; en la gráfica A, se observa la foliación de plano axial, en gneis con 3 familias; la gráfica B, tiene una foliación de plano axial, en esquisto con 3 familias; la gráfica C, tiene una foliación de plano axial, en anfíbolita con 1 familia; y la gráfica D, tiene una foliación de plano axial en meta-arenisca con 1 familia.

GRAFICA 8

FOLIACIONES S₂, DE CADA UNA DE LAS LITOLOGÍAS



BASE DE DATOS										
	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.	Buz.	Dir.
A	76°	N226°	78°	N230°	32°	N001°	80°	N070°	51°	N225°
	74°	N244°	70°	N250°	74°	N221°	89°	N242°	58°	N049°
	74°	N004°	78°	N245°	51°	N064°	80°	N330°	77°	N252°
	65°	N220°	75°	N015°	86°	N237°	--	--	--	--
B	58°	N036°	89°	N062°	65°	N220°	65°	N197°	74°	N248°
	78°	N260°	39°	N282°	29°	N190°	84°	N220°	69°	N235°
	75°	N270°	--	--	--	--	--	--	--	--
C	51°	N052°	55°	N206°	46°	N223°	78°	N210°	67°	N048°
D	42°	N195°	73°	N068°	63°	N074°	81°	N220°	85°	N259°

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

4.3 Geomorfología Local

4.3.1 Unidades Geomorfológicas

Para la descripción de las unidades geomorfológicas se creó un mapa de pendientes (FIGURA 7), del cual se deriva de las curvas de nivel a cada 20 metros.

En la Tabla 2, se muestra una clasificación de pendientes, propuesta en grados, con su respectiva descripción. Esta clasificación se utilizó para crear un mapa de pendientes (FIGURA 6) que fungió como una herramienta, utilizada para crear un segundo mapa, el geomorfológico (FIGURA 7).

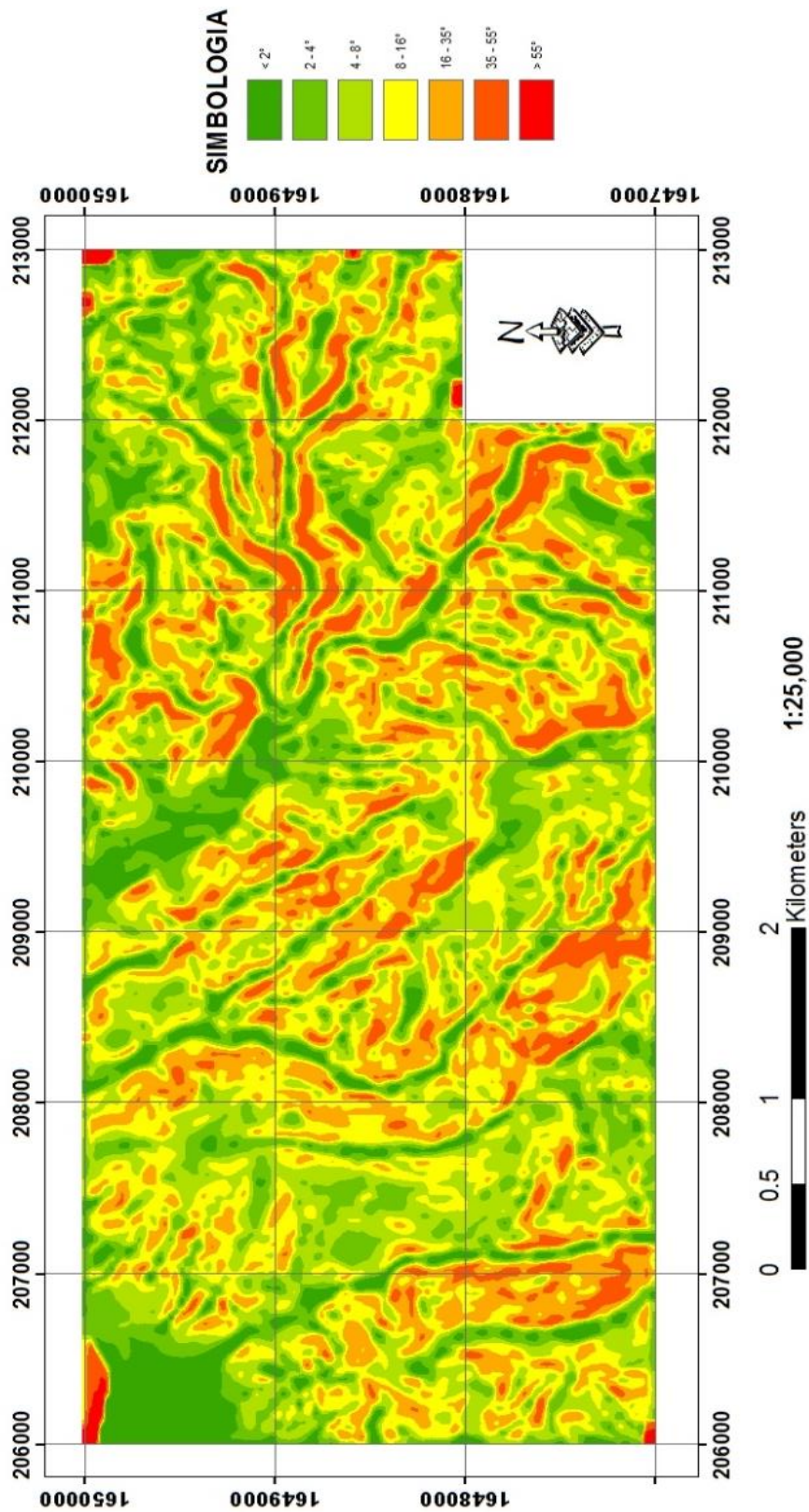
TABLA 2
CLASIFICACIÓN DE PENDIENTES

GRADO	DESCRIPCIÓN
0° – 2°	Plana o casi plana
2° – 4°	Suavemente inclinada
4° – 8°	Inclinada
8° – 16°	Moderadamente pendiente
16° – 35°	Pendiente
35° – 55°	Mucha pendiente
>55°	Extremadamente pendiente

Fuente: Guía de Descripción de Suelos. Roma 2009. Año 2013.

FIGURA 6

MAPA DE PENDIENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: investigación de campo. Año 2015.

Las unidades geomorfológicas se dividieron en 3 caracteres: de origen agradacional, denudacional y antrópico. En la Tabla 3, se determinaron las unidades, subdividiéndolas según las características de cada unidad y estas en las geoformas correspondientes.

TABLA 3
RELACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	GEOFORMAS
De origen Agradacional	Valle Aluvial	Llanura de inundación
De origen Denudacional	Colinas y Lomas	Colinas y lomas Laderas suaves- abruptas Surcos Cárcavas
De origen Antrópico	-----	Cantera

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

a) Unidad de Origen Agradacional

Conformada por las formas originadas de procesos geomorfológicos que a través de la depositación y acumulación de materiales sólidos, resultado de la erosión de las laderas. En el área de estudio se identificó una geoforma correspondiente al proceso agradacional: llanura de inundación.

1) Subunidad de Llanura de Inundación

De acuerdo con la definición de Zinck (1980, en Villota, 1991) *“corresponde a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje en curso de agua. El relieve encajante puede ser cordilleras, colinas o planicies a través de los cuales el valle deposicional se va entallando. Dentro del valle aluvional pueden existir subunidades como la llanura de inundación, uno o varios niveles de terrazas, escarpes y/o taludes de terraza, que muchas veces por la escala de mapeo no pueden ser separados cartográficamente”*.

Esta unidad es identifico en el valle aluvial correspondiente a la llanura de inundación del río Motagua y que lo complementa la llanura de inundación del río Huité, dicha geoforma se ubicó en las partes más bajas del área de estudio.

b) Unidad de Origen Denudacional

Conformada por los procesos, cuya expresión está definida por la acción combinada de procesos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional e hídrico que han moldeado las formas morfo-estructurales existentes y además la creación de nuevas geoformas por la acumulación de sedimentos. Dichas geoformas están plasmadas en el mapa geomorfológico (FIGURA 7).

1) Subunidad de Colinas y Lomas

Estas geoformas tienen la característica de ser semiesférica y para ser delimitadas se utilizó el mapa topográfico, como el DEM.

2) Subunidad de laderas suaves y abruptas

Estas geoformas tienen la característica de depender del ángulo de inclinación de las laderas, estas fueron diferenciadas con la ayuda del mapa topográfico, observando las separaciones que tienen las curvas de nivel que están a cada 20 m.

3) Surcos

Los surcos son un tipo de erosión hídrica, que forman estructuras en forma de zanja, siendo las características más resaltantes sus dimensiones que no sobrepasan los 30 cm de ancho como de profundidad. Dicha estructura se observó principalmente en los alrededores de las carreteras que conducen a las aldeas La Oscurana y El Encinal.

4) Cárcavas

Las cárcavas son un tipo de erosión hídrica, que forman estructuras en forma de zanjas, teniendo en cuenta la característica más resaltante que son sus dimensiones ya que sobrepasan 1 m de ancho como de profundidad. Dicha estructura se observó principalmente en los alrededores de la carretera que conduce hacia las aldeas El Jute, San Miguel y Corralitos.

c) Unidad de Origen Antrópico

Esta unidad se refiere únicamente a la interacción del ser humano con el espacio que lo rodea, llegándolo a modificar a su conveniencia. En la mayor parte del área de estudio, la población practica la agricultura y en un punto en específico está ubicada una cantera. Dicha geofoma está plasmada en el mapa geomorfológico (FIGURA 7).

1) Cantera

La cantera está ubicada a un lado de la carretera que conduce a la aldea El Jute, específicamente en las coordenadas UTM: N1648606 y E0209673, donde se extrae gneis y anfibolita, con fines para la construcción. Las dimensiones de la cantera varían desde los 50 m de longitud a 10 m de alto.

4.3.2 Movimiento de Laderas

Los movimientos masales son materiales inestables dispuestos en una ladera, que generalmente requieren de un detonador que nazca un movimiento, para ello dicho detonador ocurra se necesita de otros factores como los presentes dentro del área de estudio, que son la ausencia de una cubierta vegetal, una pendiente abrupta, materiales alterados, una alta fracturación, entre otros.

Con lo observado en el área de estudio, se determinaron 3 tipos de movimientos: el de tipo traslacional, rotacional y de reptación.

a) Traslacional

Este tipo de movimiento tuvo lugar a lo largo de una superficie plana u ondulada, donde fragmentos del mismo afloramiento se deslizan sobre ella, creando una acumulación de dichos fragmentos al pie de la ladera.

Este proceso se observó generalmente en afloramientos de gneis, por ser una roca poco meteorizada pero con un moderado fracturamiento. En la Fotografía 10, se puede observar el movimiento de tipo traslacional, en la quebrada Las Cabras, en un afloramiento de gneis.

FOTOGRAFÍA 10 MOVIMIENTO DE TIPO TRASLACIONAL



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

b) Rotacional

Este tipo de movimiento tiene lugar a lo largo de una superficie curva, una característica de dicho movimiento, que es susceptible a la reactivación del material, debido al plano que lo contiene, al no termina de deslizarse por completo.

Dicho movimiento se observó en suelos no consolidados y en afloramientos de esquistos muy meteorizados, como se muestra en la Fotografía 11, un cuerpo de suelo no consolidado deslizándose sobre un plano curvo, ubicado en la carretera que conduce a la aldea San Miguel.

FOTOGRAFÍA 11 MOVIMIENTO DE TIPO ROTACIONAL



Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

c) De Reptación

Este tipo de movimiento se diferencia de los anteriores, porque el tiempo de movimiento es demasiado lento y corto, por lo que se dificulta su visualización y se necesita de otros factores para ser analizados, como se muestra en la Fotografía 12, se necesitó observar la forma que tenían los árboles, una forma curva, debido al deslizamiento lento, esto ocurre a un lado de la carretera que conduce a la aldea El Palmo.

FOTOGRAFÍA 12 MOVIMIENTO DE TIPO REPTACIÓN

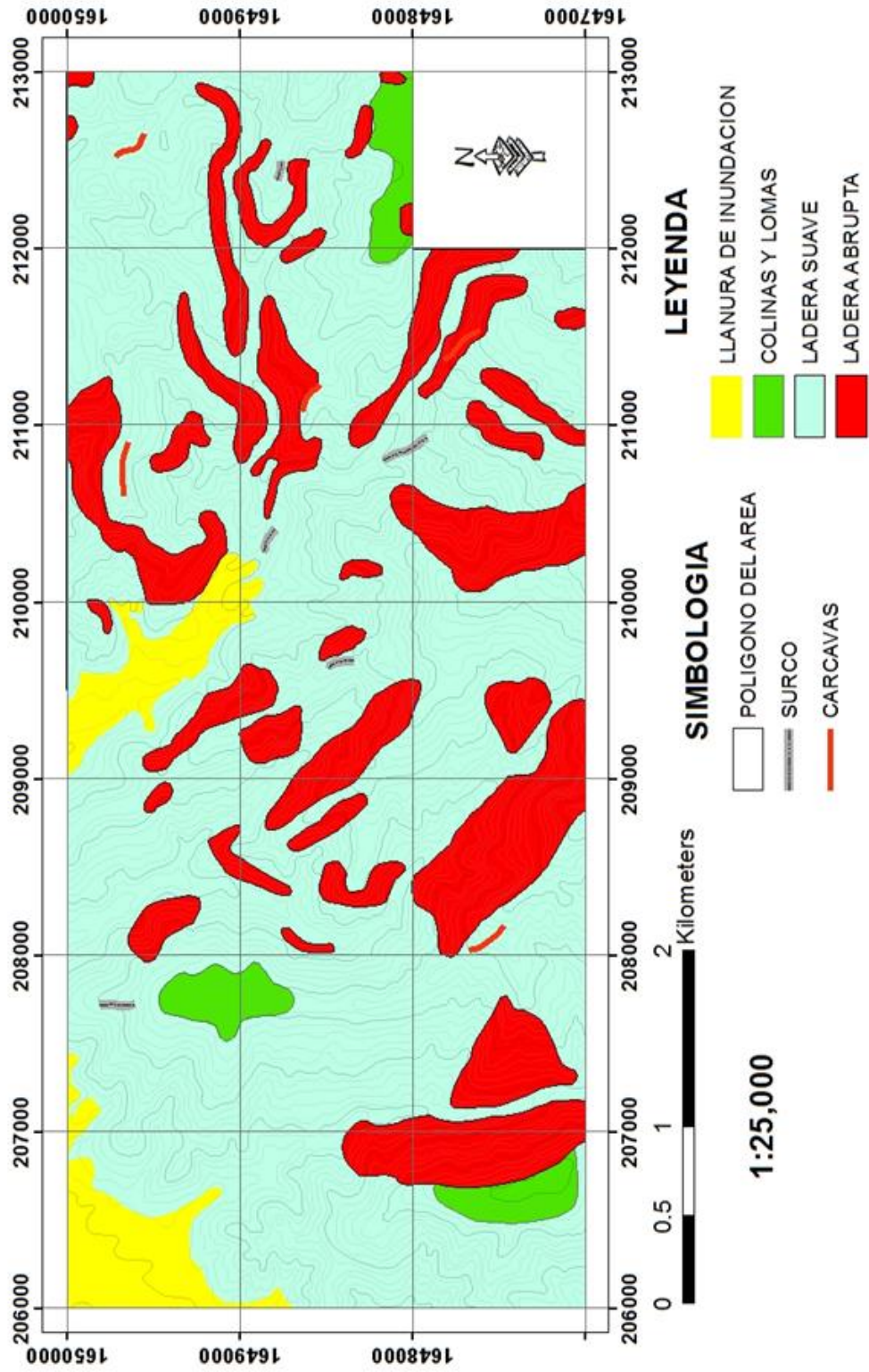


Tomada por: Erwin Quiroa. Año 2013.

4.4 Mapa Geomorfológico Local

Representa el intervalo de espacio de las unidades geomorfológicas, estas unidades se delimitaron en el área de estudio (FIGURA 7).

FIGURA 7
MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis e Interpretación Litológica

La distribución de las unidades litológicas presentes dentro del área de estudio, están conformados principalmente de rocas metamórficas y de depósitos aluvionales.

Las litologías se definieron como unidades informales en base al análisis de campo y laboratorio, donde estratigráficamente se definió al Gneis como la unidad más antigua, entrando en un contacto fallado con la Unidad de Anfibolita y Meta-arenisca y siempre teniendo un contacto discordante con las demás unidades.

El metamorfismo que afecto a las unidades litológicas es a nivel regional, siendo la Unidad de Gneiss la más predominante sobre las otras unidades litológicas en cuanto a la extensión y a las mejores exposiciones. Sin embargo las condiciones están probablemente afectadas por el Sistema de Fallamiento del Motagua, que esta exactamente en el choque de dos bloques o placas, entre la placa Norteamericana y la placa del Caribe.

La anfibolita es una roca metamórfica de origen básico que ha sufrido un metamorfismo regional, roca que está compuesta principalmente de hornblenda, cuarzo y plagioclasas. Tanto la unidad de Anfibolita como la unidad de gneiss pueden pertenecer al Complejo Las Ovejas, ya que está comprendida básicamente de rocas metamórficas.

La Unidad de Anfibolita presenta pequeñas variaciones texturales observadas tanto macro- como microscópicamente pero se mantiene la composición mineralógica esperada de hornblendas con respecto al porcentaje de los minerales. Las muestras obtenidas de la unidad de anfibolita muestran una mínima alteración en su color y textura, esto debido al grado III de meteorización, que dificulta la visualización en una muestra de mano (macro-) como en sección delgada (micro-).

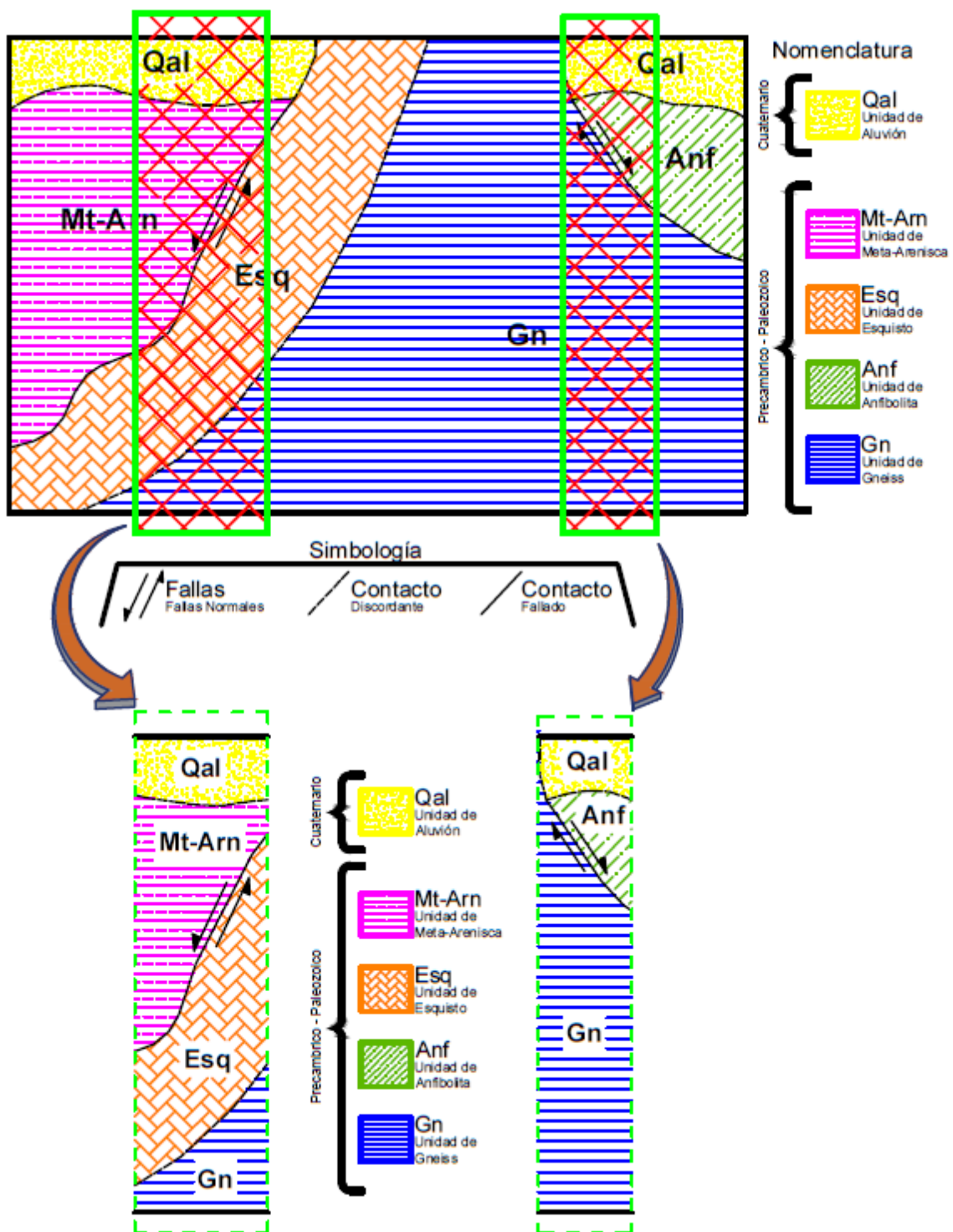
La Unidad de Esquisto deriva del metamorfismo regional que afecta el área y que se forma a partir de lutitas (rocas sedimentarias que también puede dar origen a filitas, esto según la temperatura y a presiones a las que esté sometida). También se observa una variación mínima en la textura como en los minerales de cuarzo y biotita de tamaños variables.

Según lo visto en el campo, la Unidad de Meta-arenisca, es la más afectada por la meteorización, de grado IV. En esta unidad se observan minerales de cuarzo y feldespato en una sección delgada, como clastos soportados en una matriz cuarzosa con una alteración de oxidación, que dificulta la visualización de cualquier otro mineral.

La Unidad de Aluvión es estratigráficamente la unidad más reciente, formada por los restos o fragmentos transportados tanto por el río Huité como por las quebradas Piñuelas y Las Cabras que depositan los sedimentos en la llanura de inundación del Río Motagua.

En la Figura 8, se observa la interpretación de la lito estratificación de las unidades litológicas presentes dentro del área de estudio. Donde se tiene la interpretación de dos columnas para dicho perfil.

FIGURA 8
COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA LOCAL



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

5.2 Análisis e Interpretación Estructural

5.2.1 Interpretación del Dominio Frágil

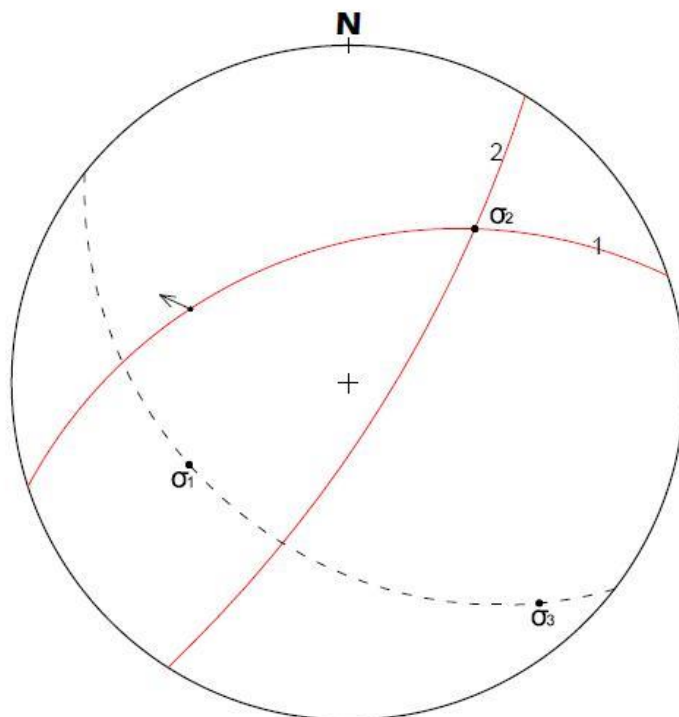
a) Fallas

En base al análisis e interpretación de las estereofalsillas con la base de datos de campo, se determinaron familias y sistemas de fallas que evidencian la presencia de paleo-esfuerzos de un evento de deformación estructural. Por medio de las estereofalsillas de la Gráfica 9, se observa un sistema de fallas normales que tienen una dinámica en sus esfuerzos con direcciones en: sigma uno (σ_1) 61°/N218° y sigma tres (σ_3) 07°/N132°.

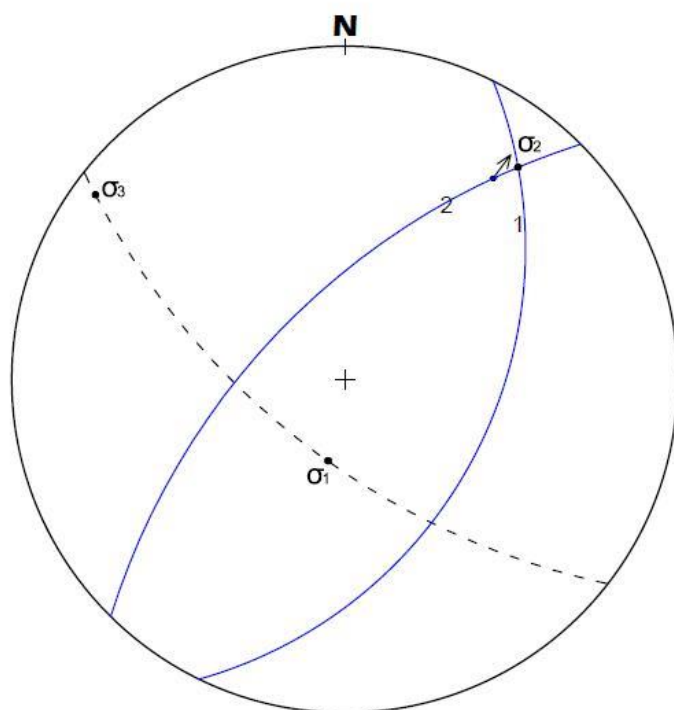
En la Grafica 9, se muestran las estereofalsillas que representan las fallas normales con sus respectivas direcciones de esfuerzos principales (σ_1 y σ_3).

En la gráfica 9-A, se muestran dos estereofalsillas de fallas normales en la Unidad de Gneiss, siendo está clasificada en 2 familias; la gráfica 9-B, muestra una estereofalsilla de fallas normales en la Unidad de Esquisto; la gráfica 9-C, muestra una estereofalsilla de fallas normales en la Unidad de Metarenisca.

GRAFICA 9 ESTEREOFALSILLAS DE LAS FALLAS NORMALES 9-A

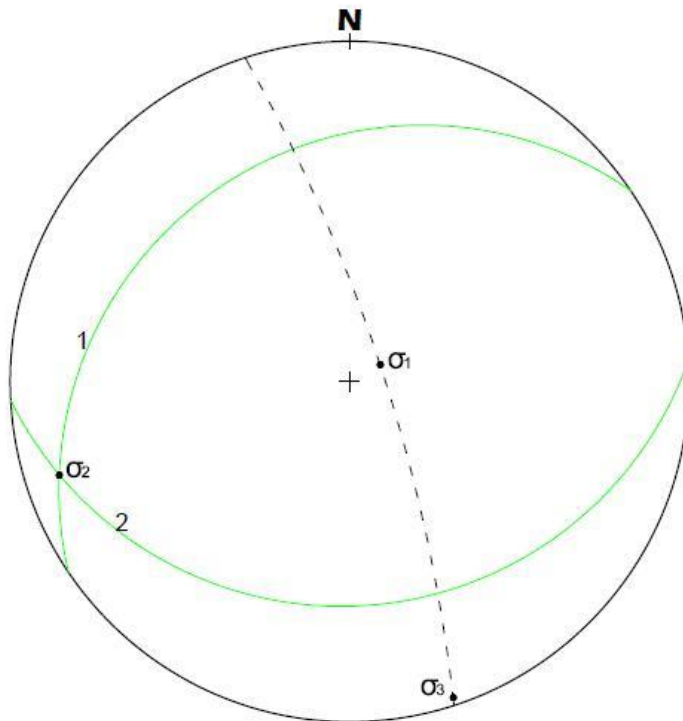


BASE DE DATOS	
FN-Gn Familia 1	
1	57°/N342° - 64NW
2	80°/N122°
σ_1	45°/N244°
σ_2	40°/N039°
σ_3	13°/N140°
ϕ interlimbal	29°



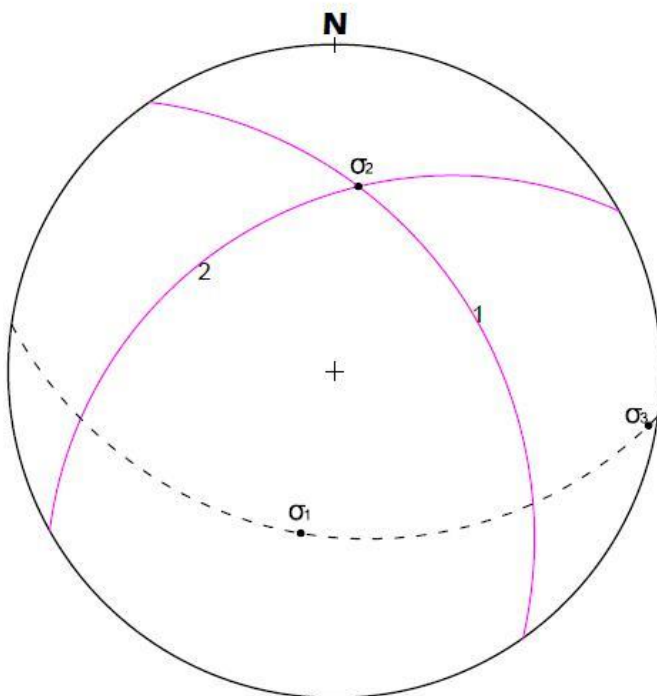
BASE DE DATOS	
FN-Gn Familia 2	
1	53°/N116°
2	70°/N315° - 37NE
σ_1	70°/N191°
σ_2	17°/N039°
σ_3	07°/N305°
ϕ interlimbal	29°

9-B



BASE DE DATOS	
FN-Eq Familia 1	
1	32°/N327°
2	34°/N176°
σ₁	80°/N064°
σ₂	09°/N252°
σ₃	02°/N162°
φ interlimbal	58°

9-C



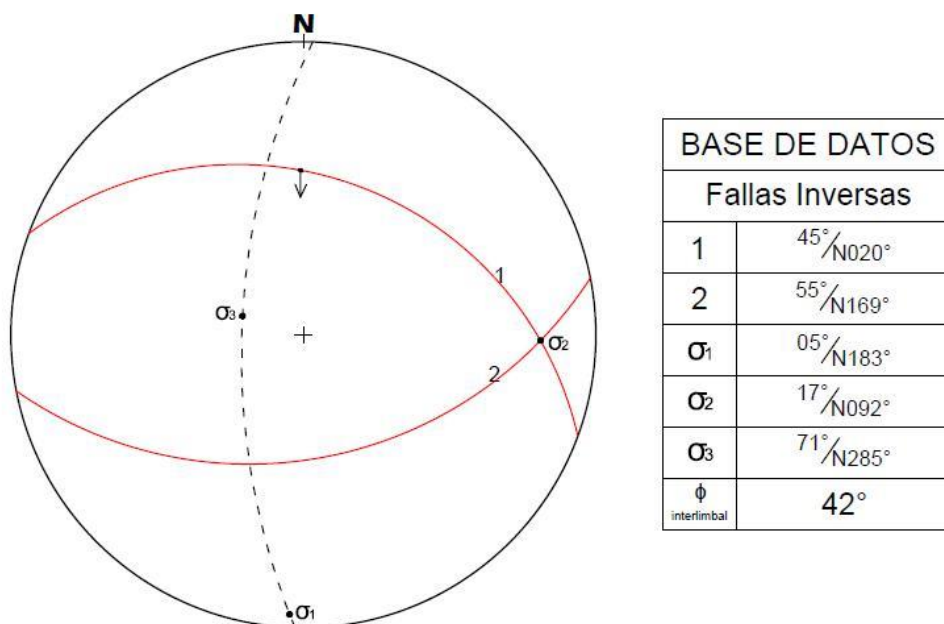
BASE DE DATOS	
FN-MtAr Familia 1	
1	53°/N055°
2	48°/N331°
σ₁	49°/N192°
σ₂	41°/N006°
σ₃	03°/N100°
φ interlimbal	58°

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

Con la misma metodología se determinó el sistema de fallas inversas que corresponden al sistema sinistral en donde se tienen las direcciones de los esfuerzos en: sigma uno $05^{\circ}/N183^{\circ}$ y sigma tres $71^{\circ}/N285^{\circ}$.

En la Grafica 10, se muestra la representación estereográfica de las fallas inversas, con sus respectivos esfuerzos principales (σ_1 y σ_3), del cual en el campo se encontraron 2 fallas inversas, una de ellas en la Unidad de Esquisto y la otra en la Unidad de Metarenisca.

GRAFICA 10
ESTEREOFALSILLA DE FALLAS INVERSAS



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

Dentro del área de estudio no se encontraron fallas de rumbo, por lo que se procedió a trabajar solo con las fallas normales e inversas. Para cada sistema de fallas se trabajó en relación al modelo de *Anderson*.

b) Grietas de Tensión

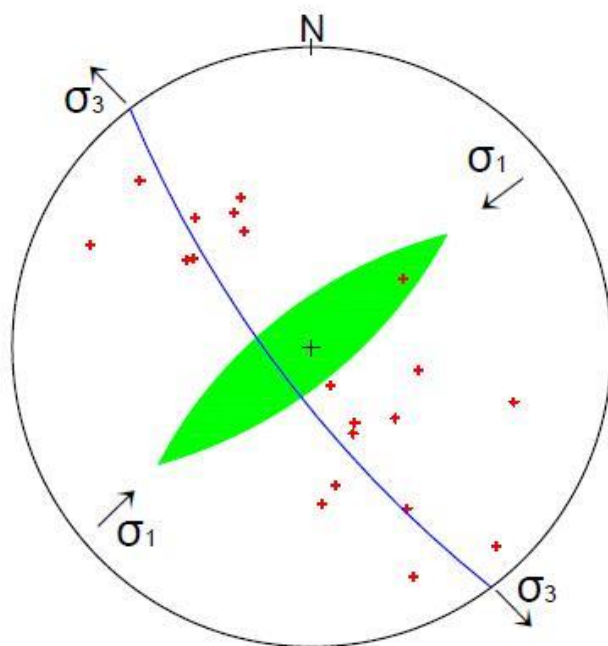
Las grietas de tensión son estructuras que forman parte del dominio frágil, por lo que son referentes del esfuerzo principal (σ_1). Dicha estructura se encontró en todas las unidades litológicas (Gn, Anf, Eq y Mt-Ar), se visualizó que dichas grietas de tensión están rellenas de material granítico (cuarzo, principalmente).

Los extremos de la estructura marcan la dirección del esfuerzo compresional (σ_1) y perpendicular se tiene la dirección del esfuerzo tensional (σ_3). Para el análisis estereográfico se determinó que la dirección del σ_1 es $77^\circ/N056^\circ$ y del σ_3 es $N146^\circ$.

En la Grafica 11, se muestran las estereofalsillas que representan las direcciones de los esfuerzos principales en las grietas de tensión. En la gráfica 11-A, se muestran las grietas de tensión presentes en la Unidad de Gneis; en la gráfica 11-B, se muestran las grietas de tensión, en la Unidad de Esquisto; en la gráfica 11-C, se muestran las grietas de tensión, en la Unidad de Anfibolita; y en la gráfica 11-D, se muestran las grietas de tensión en la Unidad de Metarenisca.

GRAFICA 11 ESTEREOFALSILLAS DE POLOS DE LAS GRIETAS DE TENSIÓN CON LOS ESFUERZOS PRINCIPALES

11-A

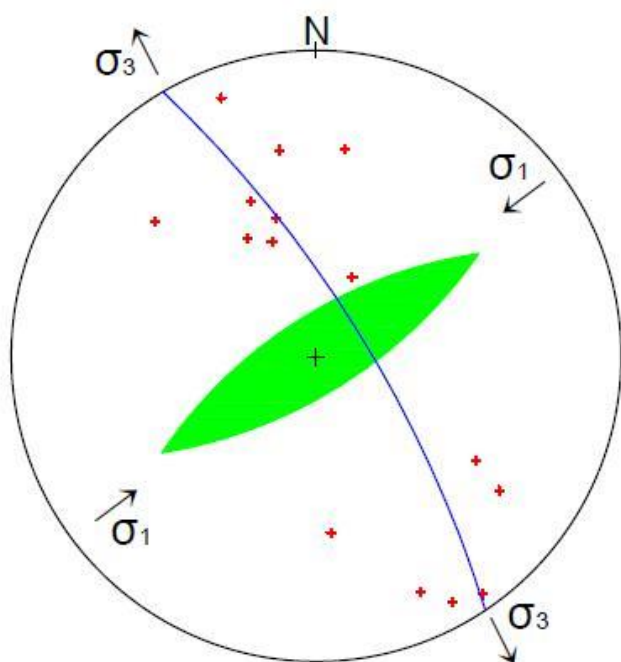


Base de Datos

Grietas de Tensión Gneiss

Sigma	Dirección
σ_1	$80^\circ / N226^\circ$
σ_3	$N316^\circ - N136^\circ$
σ_2	Centro de la Falsilla

11-B

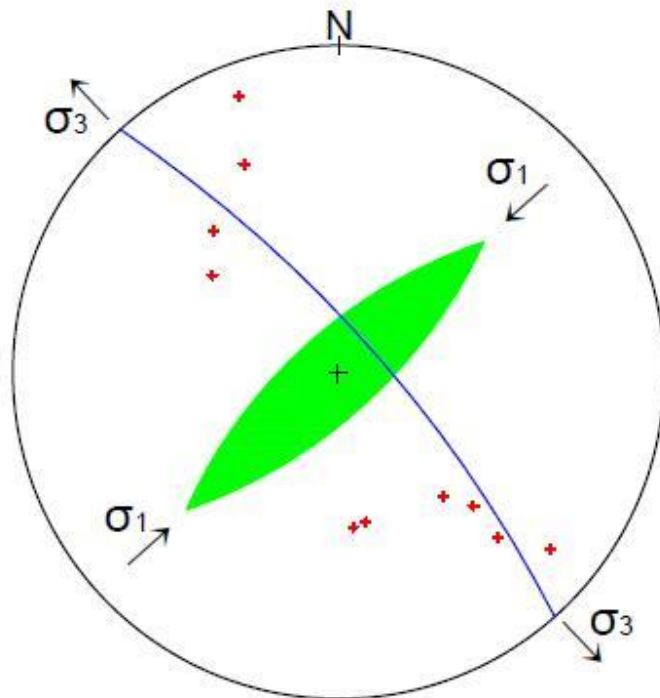


Base de Datos

Grietas de Tensión Esquisto

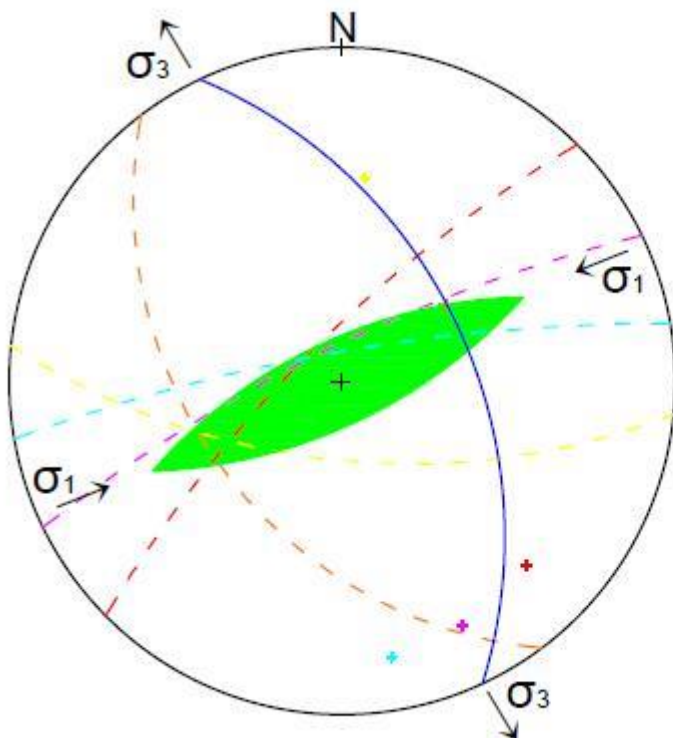
Sigma	Dirección
σ_1	$72^\circ / N064^\circ$
σ_3	$N334^\circ - N154^\circ$
σ_2	Centro de la Falsilla

11-C



Base de Datos	
Grietas de Tensión Anfibolita	
Sigma	Dirección
σ_1	$70^\circ/N048^\circ$
σ_3	N318° - N138°
σ_2	Centro de la Falsilla

11-D



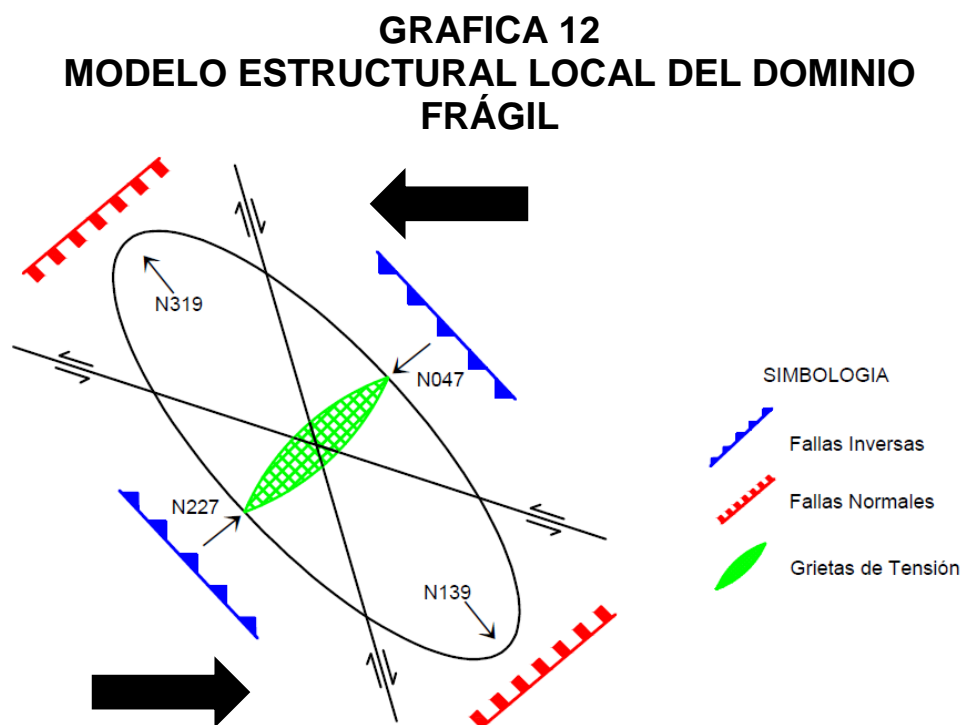
Base de Datos	
Grietas de Tensión Meta-Arenisca	
Sigma	Dirección
σ_1	$83^\circ/N065^\circ$
σ_3	N335° - N155°
σ_2	Centro de la Falsilla

Se colocaron los planos con sus respectivo polos, diferenciándolos por color respectivo de cada uno, se colocaron solamente para diferenciarlos, ya que son pocos datos de esta unidad sobre las grietas de tensión.

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

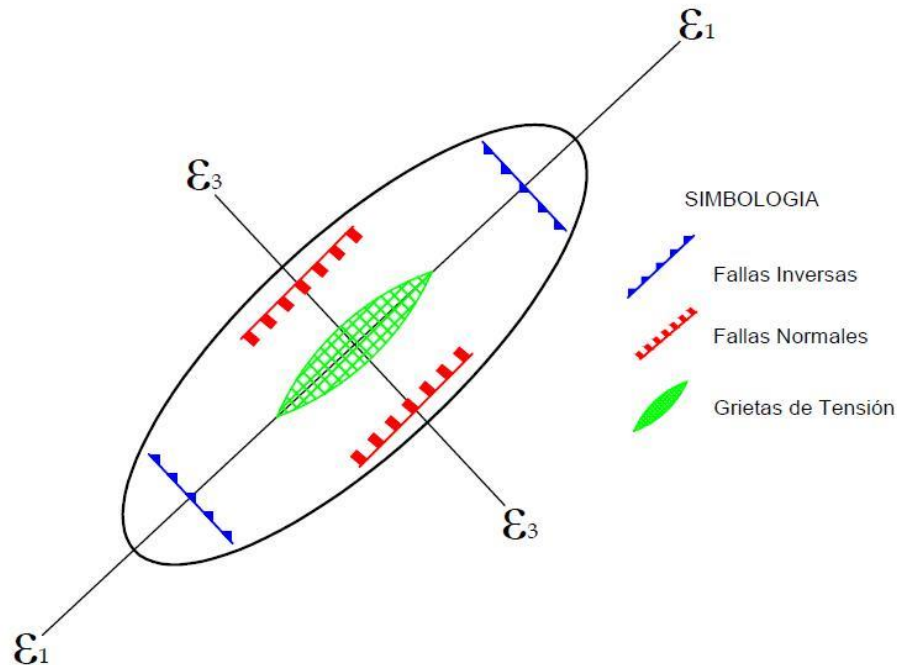
c) Modelo Estructural del Dominio Frágil

En la Grafica 12, se muestran el modelo estructural local del área de estudio del dominio frágil, en ella se observan las fallas normales están dominadas por el esfuerzo tensional (σ_3), mientras que las fallas inversas y las grietas de tensión son dominadas por el esfuerzo compresional (σ_1), por lo que se estableció la posición de los sigmas principales (σ_1 y σ_3), quedando en las direcciones de σ_1 en $69^\circ/N047^\circ$ y σ_3 en $07^\circ/N139^\circ$.



En la Grafica 13, se muestra el modelo de deformación local del área de estudio del dominio frágil. Según el modelo de deformación del área, presenta una cinemática dextral por la colocación de los ejes que son a la inversa del modelo estructural, fundamentado por las estructuras (fallas geológicas principalmente) que ayudaron a determinar su movimiento.

GRAFICA 13 MODELO DE DEFORMACIÓN LOCAL DEL DOMINIO FRÁGIL



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

5.2.2 Interpretación del Dominio Dúctil

a) Pliegues

Los pliegues son el resultado de una fuerza de compresión conocida como sigma uno (σ_1) de manera que estas estructuras se deforman según la dirección a las que se encuentre el esfuerzo principal, sigma uno. El eje de un pliegue, el plano axial y los flancos son las partes de un pliegue que se utilizan para analizar los esfuerzos principales (tensión y compresión).

Los ejes de pliegue fueron tomados como líneas y su interpretación de los datos, determinaron una dirección en el esfuerzo principal, sigma uno N061° y sigma tres N151°; mientras que los planos axiales de los pliegues fueron tomados como planos, determinando una dirección de los esfuerzos, sigma uno N063° y sigma tres N153°.

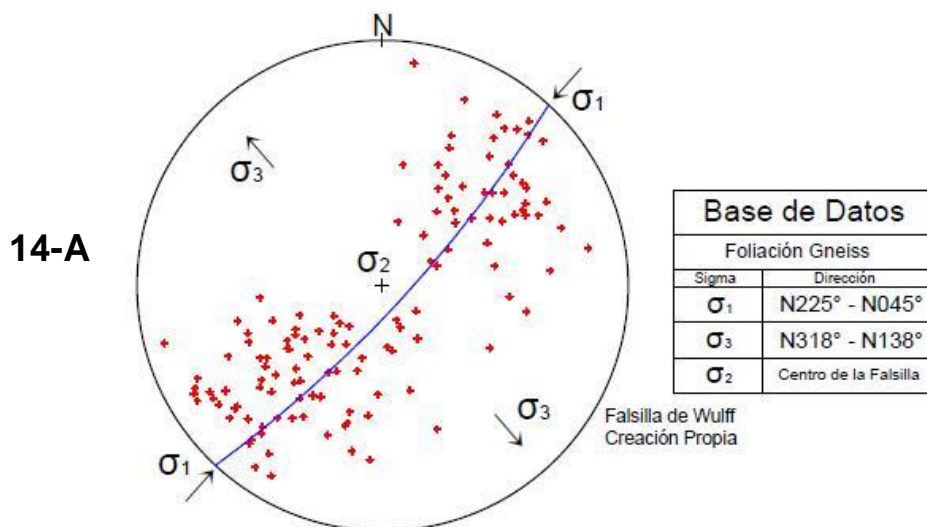
b) Foliación S_1 Y S_2

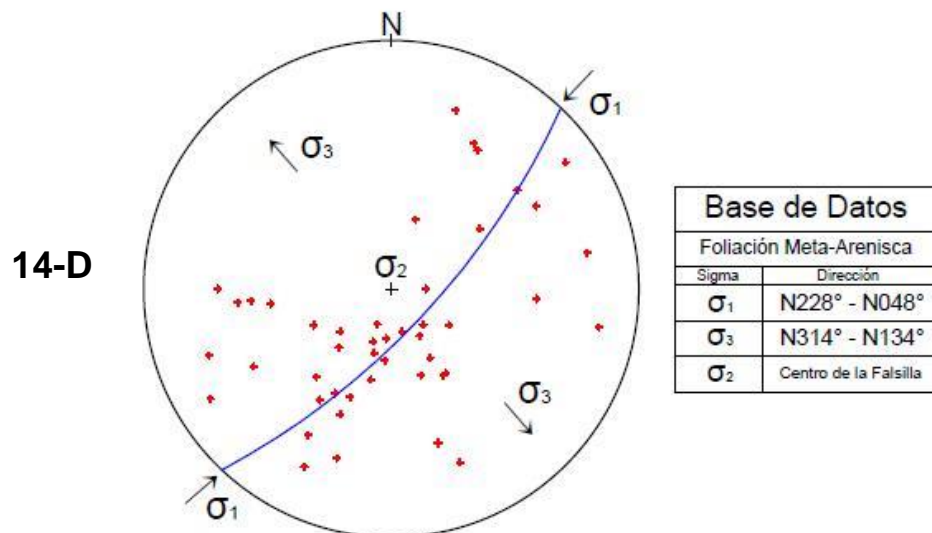
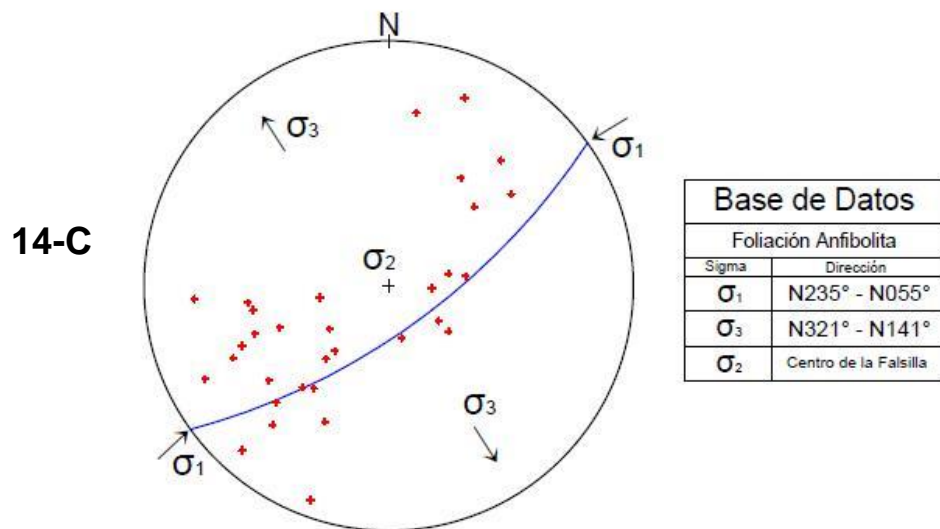
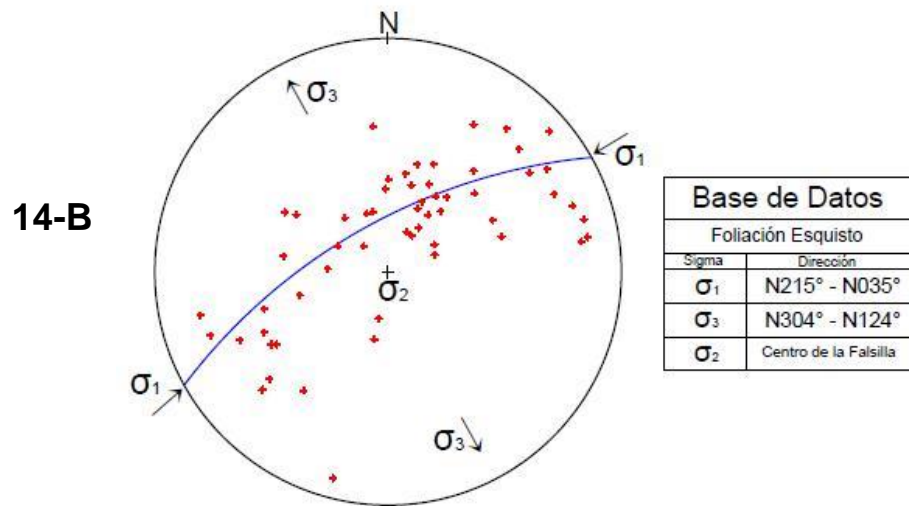
La foliación se ha producido por medio del esfuerzo principal (σ_1), teniendo como resultado una serie de capas planares que se asocian perpendicularmente al sigma uno y paralelo al sigma tres. En la interpretación de los planos de la foliación principal de la estereofalsilla se establece la dinámica de los esfuerzos principales (σ_1 y σ_3) que tienen una dirección en σ_1 : N046° y para σ_3 : N135°.

En la Grafica 14, se muestran las estereofalsillas que representan las orientaciones de foliaciones principales (S_1) donde se muestran las direcciones de los esfuerzos de σ_1 y σ_3 . Para cada unidad litológica se analizó por medio de los polos de los planos.

En la gráfica A, se muestran las foliaciones de la unidad de gneis; la gráfica B, muestra las foliaciones de la unidad de esquisto; la gráfica C, muestra las foliaciones de la unidad de anfibolita; y la gráfica D, muestra las foliaciones de la unidad de meta-arenisca.

GRAFICA 14 ESTEREOFALSILLAS DE POLOS DE LAS FOLIACIONES PRINCIPALES (S_1)





Fuente: investigación de campo. Año 2013.

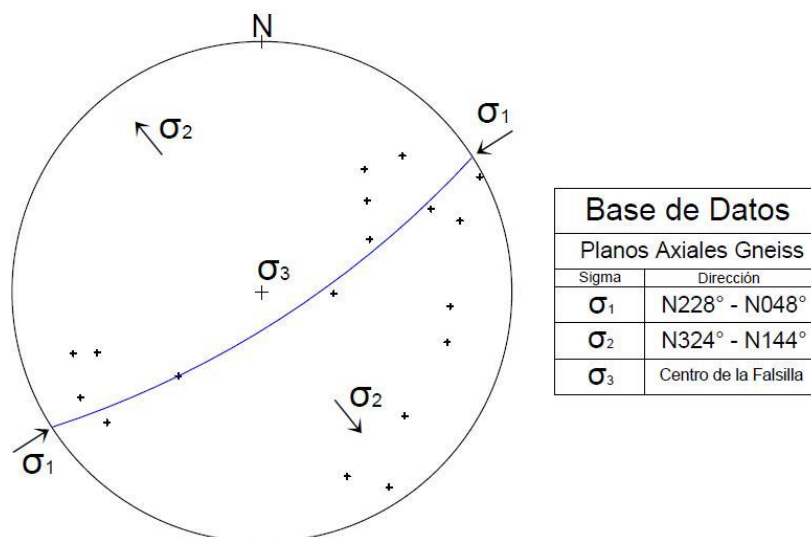
Con la misma metodología se determinó que los planos de foliación de plano axial (S_2) se originaron producto de la polideformación que sufre el área debido a la cercanía que se tiene con el sistema de fallamiento del Motagua. A partir de los planos axiales se tienen los esfuerzos principales en las direcciones de σ_1 : N050° y σ_3 : N140°.

En la Grafica 15, se observan las estereofalsillas que representan las foliaciones de planos axiales, determinándose las direcciones de los esfuerzos principales (σ_1 y σ_3).

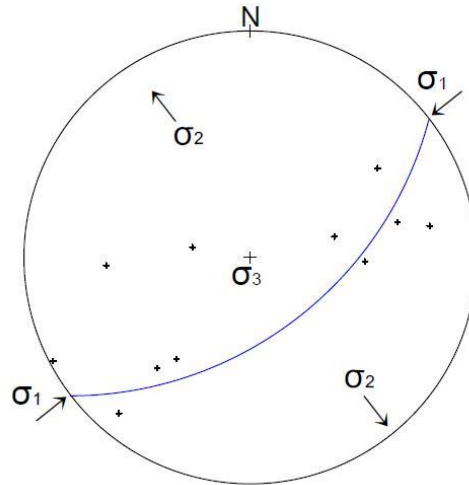
En la gráfica 15-A, se muestran las foliaciones de plano axial en gneis; en la gráfica 15-B, se muestran las foliaciones de los planos axiales en esquisto; en la gráfica 15-C, se muestran la foliaciones de los planos axiales en anfibolita; y en la gráfica 15-D, se muestra las foliaciones de plano axial en meta-arenisca.

GRAFICA 15 ORIENTACIÓN DE LA FOLIACIÓN SECUNDARIA (S_2)

15-A

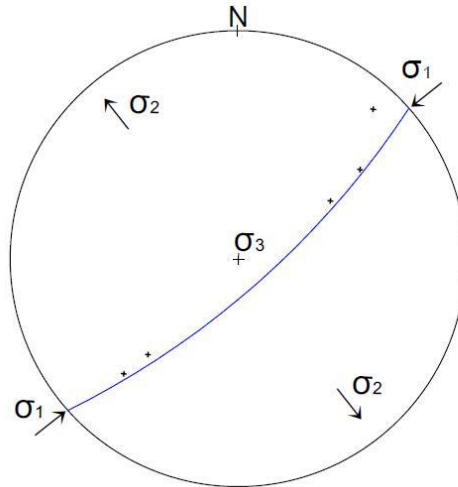


15-B



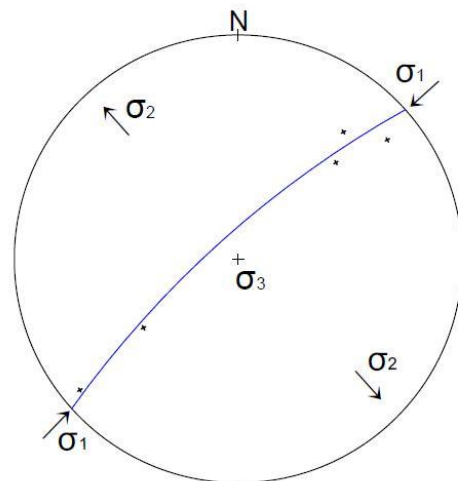
Base de Datos	
Planos Axiales Esquistoso	
Sigma	Dirección
σ_1	N225° - N045°
σ_2	N315° - N135°
σ_3	Centro de la Falsilla

15-C



Base de Datos	
Planos Axiales Anfibolita	
Sigma	Dirección
σ_1	N232° - N052°
σ_2	N320° - N140°
σ_3	Centro de la Falsilla

15-D



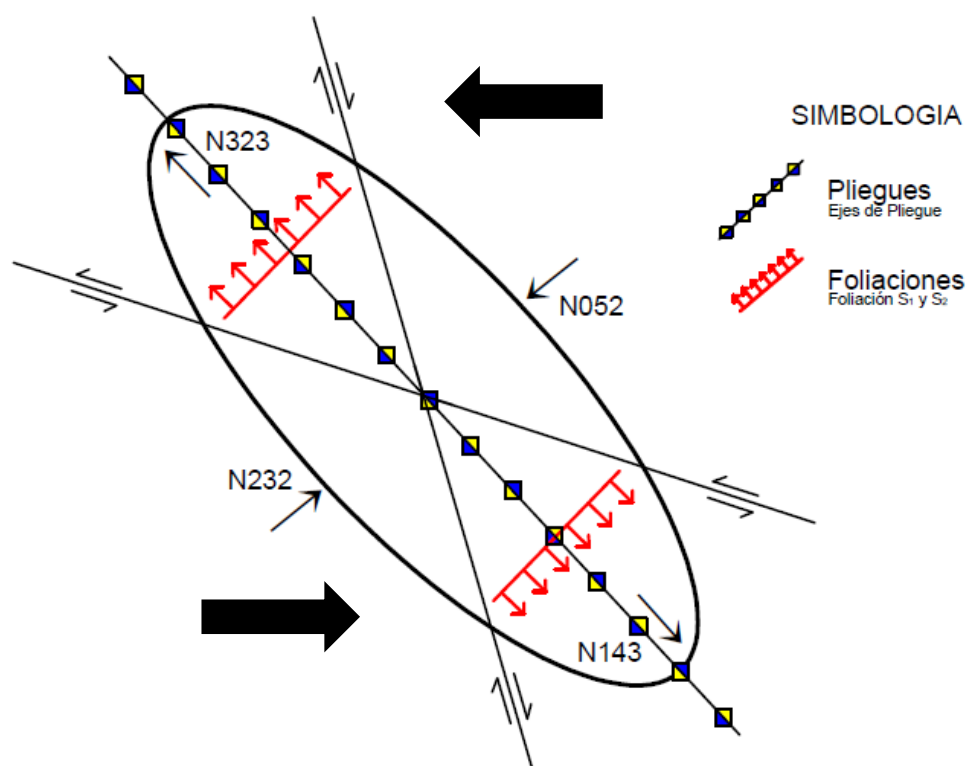
Base de Datos	
Planos Axiales Meta-Arenisca	
Sigma	Dirección
σ_1	N232° - N052°
σ_2	N322° - N142°
σ_3	Centro de la Falsilla

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

c) Modelo Estructural del Dominio Dúctil

En la Gráfica 16, se observa el modelo estructural del área de estudio del dominio dúctil, en ella se observaron las foliaciones principales y los ejes de pliegues, están dominadas por el esfuerzo compresional (σ_1), quedando las direcciones de σ_1 en N052° y σ_3 en N143°.

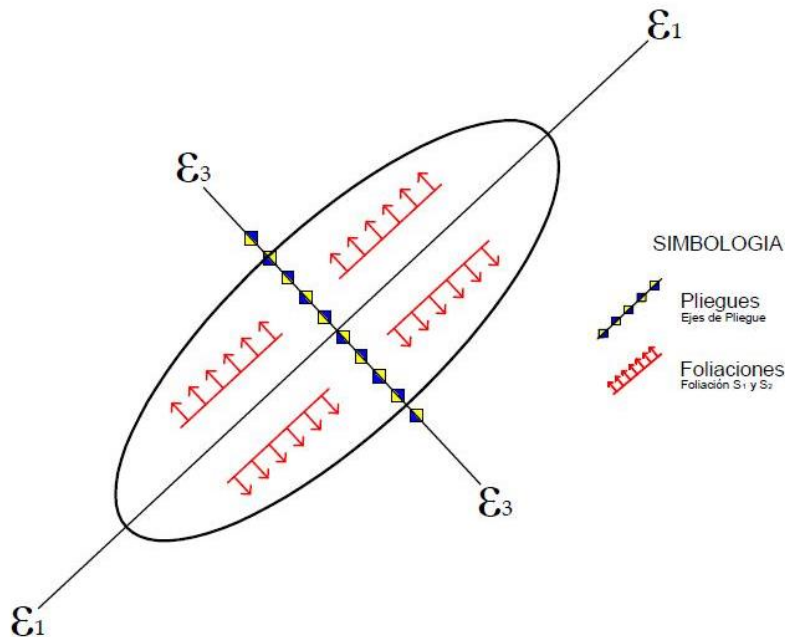
GRAFICA 16
MODELO ESTRUCTURAL LOCAL DEL DOMINIO DÚCTIL



Fuente: investigación de campo. Año 2013.

En la Gráfica 17, se observa el modelo de deformación local del área de estudio del dominio dúctil, según el modelo de deformación del área, presenta una cinemática dextral, por la colocación de los ejes, que es a la inversa al modelo estructural, fundamentado por las estructuras que ayudan a determinar su movimiento.

GRAFICA 17 MODELO DE DEFORMACIÓN LOCAL DEL DOMINIO DÚCTIL



5.2.3 Modelo Estructural

Se elaboró el modelo estructural local para cada dominio, se elaboró una variedad de modelos dependiendo de las estructuras que fueron encontradas en el área, donde se basó en la interacción de los esfuerzos con las estructuras indicando la relación dinámica de los esfuerzos principales (σ_1 y σ_3).

Para obtener la dinámica de los esfuerzos, teniendo en cuenta que todos forman parte de un mismo evento deformacional, se determinó los modelos de esfuerzo (Grafica 12 y 16), donde cada estructura queda orientada con una cinemática sinestral, tanto para el modelo del dominio frágil como dúctil. En la Tabla 4 se muestran las orientaciones y direcciones de las estructuras que fueron tomadas en el área de estudio.

TABLA 4
ESFUERZOS PRINCIPALES DE LAS ESTRUCTURAS DEL
DF Y DD

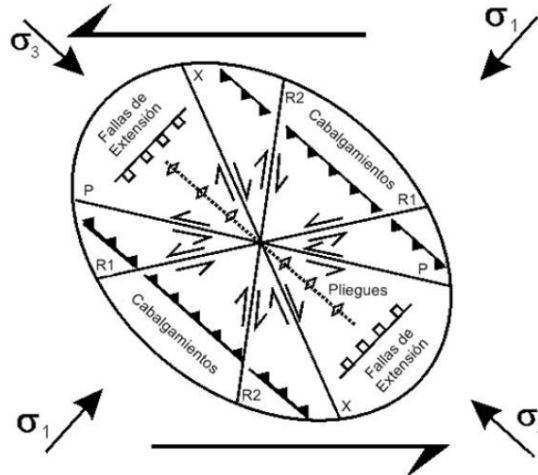
Estructura	Dominio Frágil		Dominio Dúctil	
	σ_1	σ_3	σ_1	σ_3
Fallas Normales	61°/N218°	07°/N132°	----	----
Fallas Inversas	05°/N183°	71°/N285°	----	----
Grietas de Tensión	77°/N056°	N146°	----	----
Eje de Pliegue	----	----	N061°	N151°
Foliación S ₁	----	----	N046°	N135°
Foliación S ₂	----	----	N050°	N140°

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

El modelo propuesto mediante el análisis e interpretación de las estructuras permite obtener una elipse de deformación, de cinemática sinistral, entre las fallas normales y las fallas inversas tienen casi una coincidencia en su perpendicularidad, lo que a nivel regional concuerda con el modelo estructural de la zona de fallamiento del Motagua.

En la Figura 9, se puede observar el modelo estructural dinámico teórico a partir de fallas normales e inversas que tienen relación con el modelo estructural local propuesto para el área de estudio.

FIGURA 9
ELIPSE DE DEFORMACIÓN TEÓRICO DE UNA
CINEMÁTICA SINISTRAL



Fuente: modificado de C. W. Passchier & R.A.J. Trouw.

Las fallas normales están sub-paralelas a las grietas de tensión y estas están sub-perpendiculares a las fallas inversas. Los ejes de pliegue se encuentran sub-paralelos a las orientaciones que presentan las fallas inversas, por lo que las direcciones de los esfuerzos principales quedan de la siguiente manera:

TABLA 5
DIRECCIÓN RESULTANTE DE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES

Esfuerzo	Dominio Frágil	Dominio Dúctil
Sigma Uno	69°/N047°	N052°
Sigma Tres	07°/N139°	N143°

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

5.3 Análisis e Interpretación Geomorfológica

La geomorfología del área de estudio se define según las pendientes, litologías y rasgos estructurales. Las áreas con mayor pendiente se asocian a litologías como gneiss, esquisto, meta-arenisca y

anfíbolita, siendo la meta-arenisca y el esquisto los más propensos a la erosión y meteorización, observado en las carreteras que conducen hacia las Aldeas El Encinal y Santa Cruz.

A lo largo del Río Huité se observa el transporte de sedimentos que crea a su vez terrazas aluviales de modo que se produce una erosión en las laderas que tienen contacto con dicho río. Se dan dos tipos de erosión, la erosión hídrica y la erosión gravitacional, cada una tiene un papel importante ya que moldea el relieve y crea geoformas que ayudan al análisis geomorfológico del área.

La unidad de origen agradacional consiste básicamente en planicies producto de la erosión como lo son las terrazas de río y las llanuras de inundación que son laderas suaves o con pendientes muy bajas.

La unidad de origen denudacional consiste básicamente en la erosión (gravitacional e hídrica), donde controla las laderas abruptas (de mayor pendiente), también se hacen socavaciones creando surcos y cárcavas, donde el proceso denudacional se da en rocas más susceptibles a la erosión. La unidad de origen antrópico consiste básicamente en la intervención del ser humano modificando el relieve y geoformas de la superficie del área.

El área de estudio está afectada por movimientos en masa, se encontraron tres tipos de deslizamientos y se identificaron por el tipo de movimiento, estos son: traslacional, rotacional y de reptación.

Los deslizamientos de translación tienen una mayor concentración en la carretera que conduce hacia la Aldea El Palmo, que se encuentra en la unidad de esquisto donde este tipo de movimiento se caracteriza por el

desplazamiento de una masa de suelo sobre una superficie plana con una alta pendiente.

Los deslizamientos rotacionales se observan en las unidades de gneiss y esquisto ya que se encuentran en las carreteras que conducen hacia las aldeas San Miguel y El Jute, también se observan en la Quebrada La Oscurana y el Rio Huité, este tipo de deslizamiento de una masa de suelo en una superficie curva cóncava hacia arriba donde este movimiento esta propenso a reactivarse.

Los deslizamientos de reptación se observan en las unidades de gneiss y anfibolita, que se caracteriza por un lento movimiento por lo que se produce una deformación del material y que se pudo identificar por la inclinación de los árboles y de la vegetación presentes en la zona de dicho movimiento.

En general los tres tipos de movimiento pueden presentarse en cualquier tipo de relieve, está dado que la meteorización es muy alta y además de estar influenciado por factores como la erosión que están susceptibles a que se produzcan dichos movimiento nuevamente.

CONCLUSIONES

Conclusión General

En el área de estudio se analizaron e interpretaron las estructuras pertenecientes a los dominios dúctil y frágil. Por parte del dominio dúctil se midieron estructuras como los pliegues y como parte del dominio frágil, estructuras como fallas, grietas de tensión y fracturas, que ayudaron a la creación de un modelo estructural local de cinemática sinistral.

Los esfuerzos principales (σ_1 y σ_3) se obtuvieron a partir de cada estructura analizada para el dominio dúctil se estableció un σ_1 : N052° y σ_3 : N143° y para el dominio frágil un σ_1 : 69°/N047° y σ_3 : 07°/N139°.

Conclusiones Específicas

- 1) Las estructuras que se formaron en el dominio dúctil fueron creadas a través de las fuerzas compresivas que no llegaron a fracturarse, según el análisis de las estructuras del dominio dúctil, los esfuerzos principales se encontraron a partir de métodos estereográficos en la dirección N052°, determinando una cinemática sinistral, dando lugar a la formación de montañas desde un enfoque regional.

Las estructuras formadas en el dominio frágil se crean a través de fuerzas compresivas como distensivas, creando la característica de un entorno de dos bloques, a cada falla, fractura u grieta de tensión, se le analizo por métodos estereográficos, determinando el σ_1 en la dirección 69°/N047° y σ_3 en la dirección 07°/N139°.

- 2) La presencia de las formas estructurales dentro de las unidades litológicas, tienen una gran importancia ya que dichas estructuras fueron deformadas por los esfuerzos ejercidos por el sistema de fallamiento del Motagua, determinando así su cinemática o movimiento, con el único fin de establecer los esfuerzos principales que afectan el área de estudio.

- 3) Las estructuras que se encontraron dentro del área de estudio, se analizaron para la creación de un modelo estructural local de cada dominio. Para el dominio frágil se tienen las direcciones de σ_1 en $69^\circ/\text{N}047^\circ$ y σ_3 en $07^\circ/\text{N}139^\circ$; para el dominio dúctil se tienen las direcciones de σ_1 en $\text{N}052^\circ$ y σ_3 en $\text{N}143^\circ$, dichas direcciones hacen que el modelo estructural local coincidan con el modelo sinistral del sistema de fallamiento del Motagua.

RECOMENDACIONES

- 1)** Realizar un estudio sobre la estabilidad de taludes en la carretera que conduce a las aldeas El Jute y El Palmo, por los deslizamientos constantes que obstaculizan dicha vía de acceso.
- 2)** Proponer un sistema de drenaje para aguas fluviales, acorde a la hidrología de la región, para la carretera que conduce a la aldea El Palmo, ya que se tienen problemas con las corrientes intermitentes y efímeras.
- 3)** Realizar un estudio de impacto ambiental, por la alta tasa de deforestación que hay en la zona, principalmente por la agricultura, afectando el caudal del Río Huité.

BIBLIOGRAFÍA

- Donnelly, Thomas. Et. Al. *Northern Central America; The Maya and Chortís Blocks*. United States of America: The geological society of America, 1 990.
- Gómez Jiménez, Javier. *Metamorfismo*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España: Departamento de Ciencias de la Tierra, 2 006.
- Gutiérrez Elorza, Mateo. *Geomorfología*. Madrid, España. Pearson Prentice Hall, 2 008.
- Instituto Geográfico Nacional -IGN-. *Hoja Topográfica Zacapa (2260 I)*. Guatemala: Escala 1:50 000 color, 1 987.
- Kussmaul, S. *Petrografía de rocas metamórficas*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Escuela Centroamericana de Geología, 1 976.
- McClay, K. *El Mapeo geológico de estructuras*. New York, Toronto. United States of America: John Wiley & Sons, 1 987.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. *Protocolo de acción del plan de emergencia por desastres naturales*. Guatemala: Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo, 2 003.
- Municipalidad de Huité, Zacapa, Guatemala. *Geografía municipal de Huité. Huité, Zacapa, Guatemala*: Oficina municipal de planificación, 2 013.
- Pérez Bol, Édgar Rolando. *Léxico estratigráfico del bloque Chortís en Guatemala*. Tesis Ingeniero Geólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2 000.
- Ragan, Donal M. *Geología estructural: Introducción a las técnicas geométricas*. Barcelona, España: Editorial Omega, 1 980.
- Simmons, Charles, Et. Al. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: Editorial José de Pineda Ibarra, 1 959.

Tarback, Edward y Frederick, Lutgens. *Ciencias de la tierra: Una introducción a la geología física*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall, 1 999.



V.ºB.º
[Handwritten signature]

Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario

Anexos

Anexo 1-A

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-
CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	01	IDENTIFICACIÓN:	MQ-01
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Carretera a la Aldea Santa Cruz		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0206567	1648571	----	-----

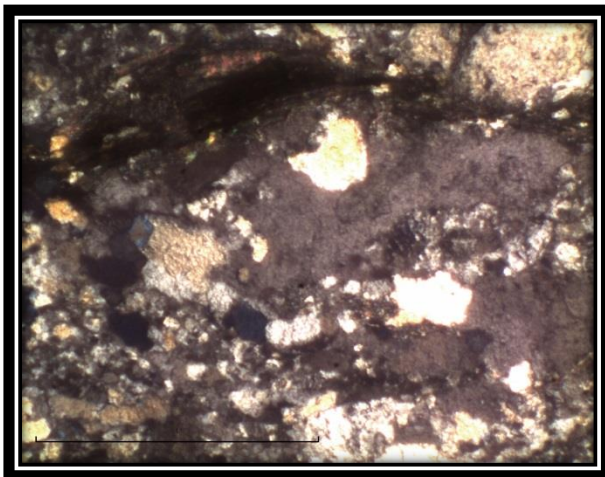
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	70%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Bajo
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (θ)	Ninguno
	EXTINCIÓN (θ)	79°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (BYTOWNITA)			
	PORCENTAJE (%)	25%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Subhedral	CLIVAJE (θ)	17°
	EXTINCIÓN (θ)	74°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 3 – BIOTITA			
	PORCENTAJE (%)	05%	COLOR	café claro
	RELIEVE	Alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Tabular	CLIVAJE (θ)	No se observa
	EXTINCIÓN (θ)	63°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
BIRREFRINGENCIA	Rojo 2do orden	MIN. OPACOS	----	
NOMBRE DE LA ROCA: GNEISS				

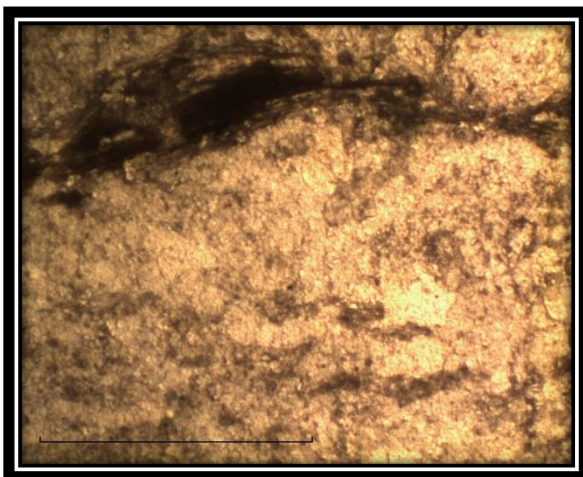
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS_X. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____. INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____. NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X. POIKILOBLASTICA____. CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____. IDIOBLASTICA____. XENOBLASTICA____. DIABLASTICA____. GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 1-B

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-
CARRERA DE GEOLOGÍA
TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013



GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO

DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	02	IDENTIFICACIÓN:	MQ-02
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Quebrada la Oscurana		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0210063	1649328	----	-----

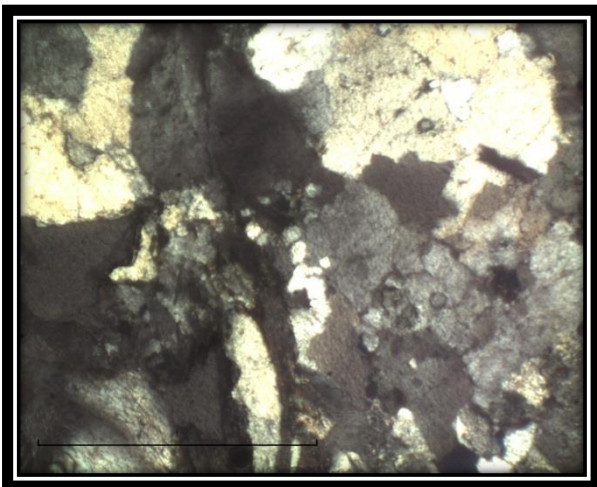
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	50%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	69°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	fuerte
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (BYTOWNITA)			
	PORCENTAJE (%)	40%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	66°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Débil
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 3 – BIOTITA			
	PORCENTAJE (%)	05%	COLOR	café claro
	RELIEVE	Medio a alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	No se observa
	EXTINCIÓN (\emptyset)	88°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Rojo 2do orden	MIN. OPACOS	----
NOMBRE DE LA ROCA: GNEISS				

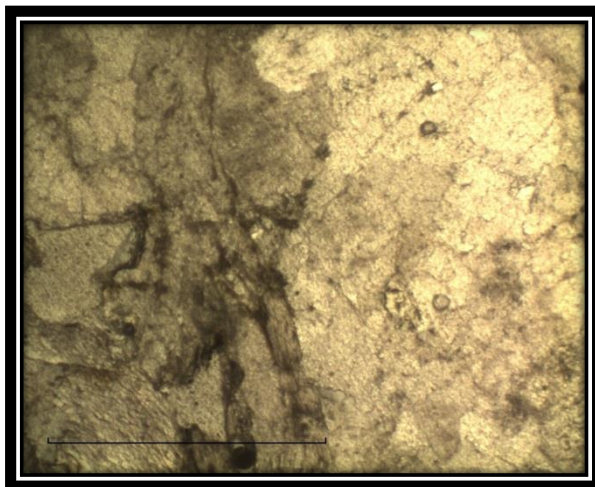
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____. INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____. NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X____. POIKILOBLASTICA____. CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____. IDIOBLASTICA____. XENOBLASTICA____. DIABLASTICA____. GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X



Anexo 1-C

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	03	IDENTIFICACIÓN:	MQ-03
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Carretera hacia la Aldea el Amatillo		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0209559	1647918	----	-----

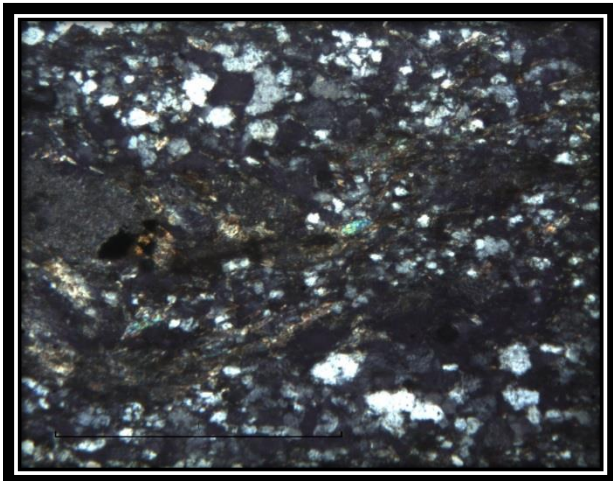
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – BIOTITA			
	PORCENTAJE (%)	60%	COLOR	Café claro
	RELIEVE	Medio a alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Fibroso	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	72°	MATRIZ	Granular fina
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Rojo 2do orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	20%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	40°	MATRIZ	Granular fina
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 3 – FELDESPATO			
	PORCENTAJE (%)	15%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Medio a alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	68°	MATRIZ	Granular fina
MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Débil	
BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----	
NOMBRE DE LA ROCA: ESQUISTO				

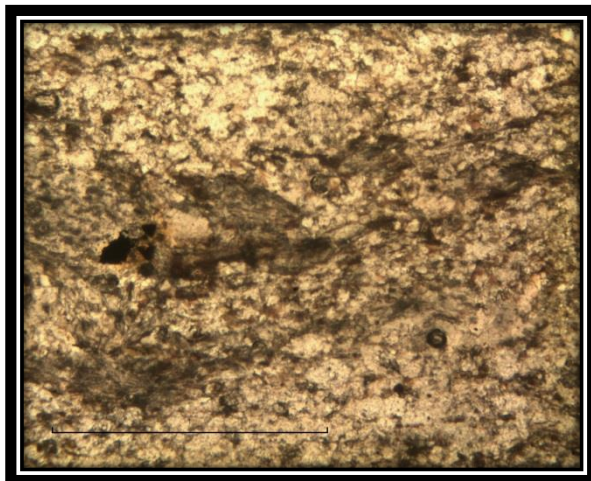
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____. INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____. NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X_. POIKILOBLASTICA_X_. CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____. IDIOBLASTICA____. XENOBLASTICA_X_. DIABLASTICA____. GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 1-D

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	04	IDENTIFICACIÓN:	MQ-04
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Carretera hacia la Aldea el Jute (exactamente en la cantera)		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0209673	1648606	----	-----

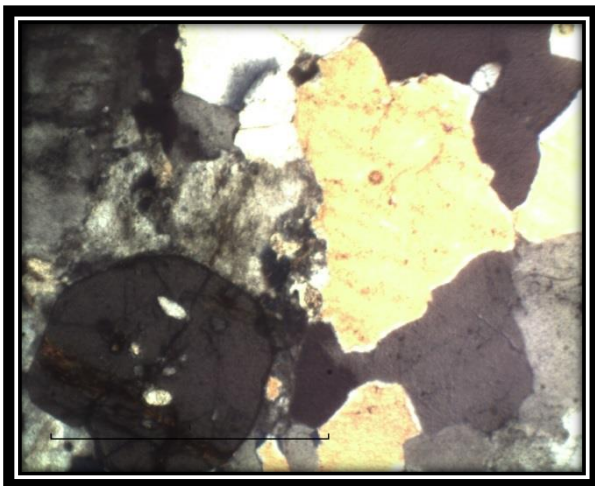
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	50%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	79°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (BYTOWNITA)			
	PORCENTAJE (%)	45%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	58°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Fuerte
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
NOMBRE DE LA ROCA: GNEISS				
OTROS MINERALES: PRESENCIA DE GRANATES (05%)				

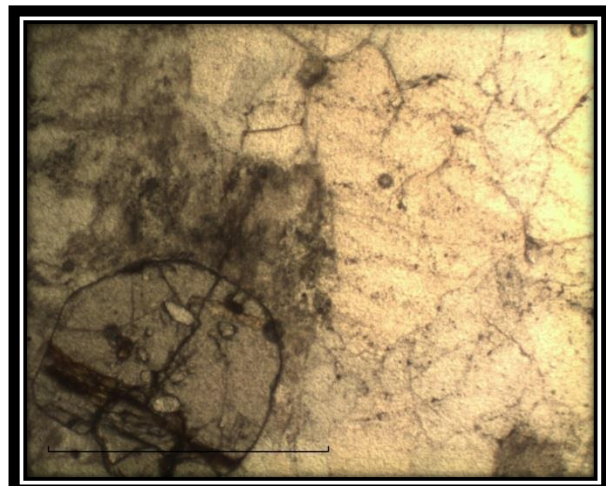
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____.
	INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____.
	NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X____. POIKILOBLASTICA____.
	CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____.
IDIOBLASTICA____. XENOBLASTICA____. DIABLASTICA____.	
GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.	
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 1-E

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	05	IDENTIFICACIÓN:	MQ-05
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Carretera hacia la Aldea el Jute (exactamente en la cantera)		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0209673	1648606	----	-----

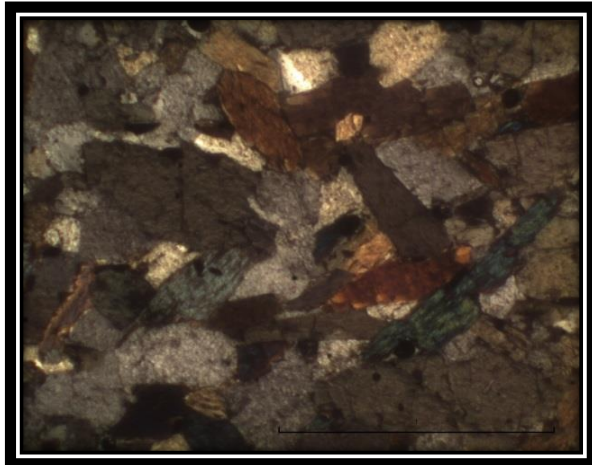
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – HORNBLENDA			
	PORCENTAJE (%)	70%	COLOR	Verde suave
	RELIEVE	Medio a alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Tabular	CLIVAJE (θ)	60°- 120°
	EXTINCIÓN (θ)	79°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Blanco 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (ANORTITA)			
	PORCENTAJE (%)	20%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (θ)	Ninguno
	EXTINCIÓN (θ)	78°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Débil
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 3 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	10%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (θ)	Ninguno
	EXTINCIÓN (θ)	60°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Débil
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
NOMBRE DE LA ROCA: ANFIBOLITA				

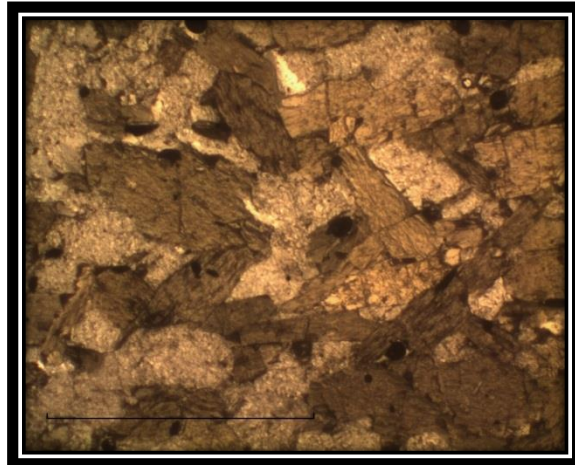
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS_X____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____. INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____. NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA____. POIKILOBLASTICA____. CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____. IDIOBLASTICA____. XENOBLASTICA____. DIABLASTICA____. GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 1-F

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	06	IDENTIFICACIÓN:	MQ-06
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Quebrada Las Cabras		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0207116	1648239	----	-----

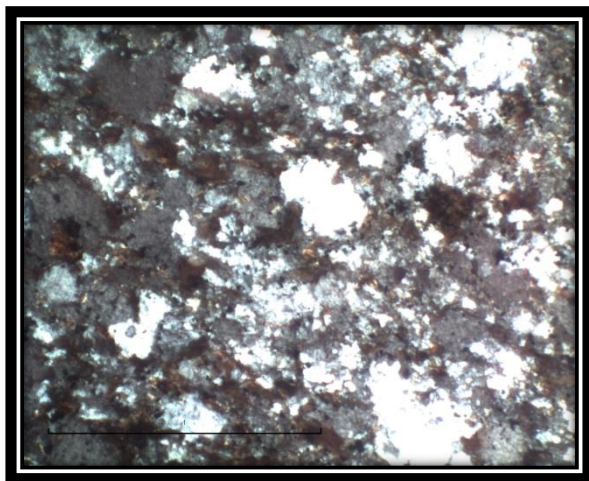
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	60%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	58°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	ninguna	ZONACIÓN	Débil
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (ANORTITA)			
	PORCENTAJE (%)	40%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	72°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Débil
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
NOMBRE DE LA ROCA: Meta-arenisca				
OTROS MINERALES:				

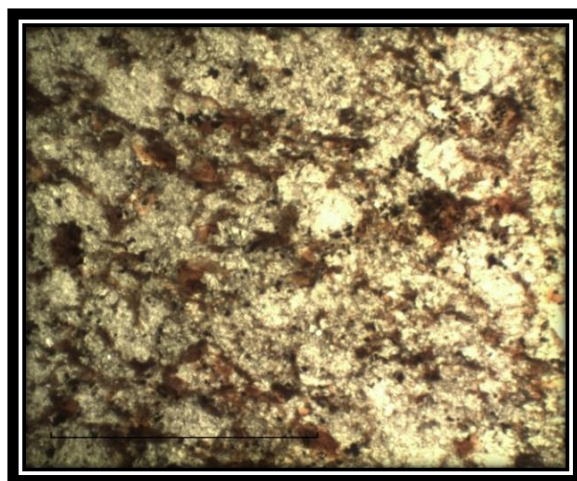
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____.
	INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____.
	NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X____. POIKILOBLASTICA____.
	CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____.
IDIOBLASTICA____. XENOBLASTICA____. DIABLASTICA____.	
GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.	
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 1-G

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	07	IDENTIFICACIÓN:	MQ-07
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Quebrada Las Cabras		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0207094	1647787	----	-----

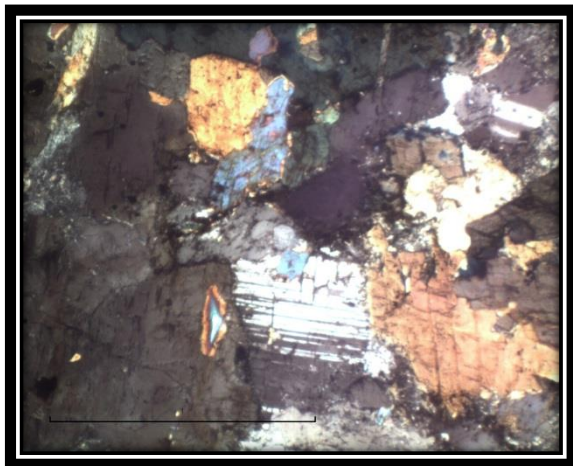
ROCAS METAMÓRFICAS

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – PIROXENO (CLINOPIROXENO) AUGITA			
	PORCENTAJE (%)	70%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Medio a alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (θ)	76°
	EXTINCIÓN (θ)	Oblicua - 67°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Verde 2do orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (BYTOWNITA)			
	PORCENTAJE (%)	30%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (θ)	Ninguno
	EXTINCIÓN (θ)	59°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Ninguno
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
NOMBRE DE LA ROCA: Meta-gabro				
OTROS MINERALES: presencia de minerales metálicos				

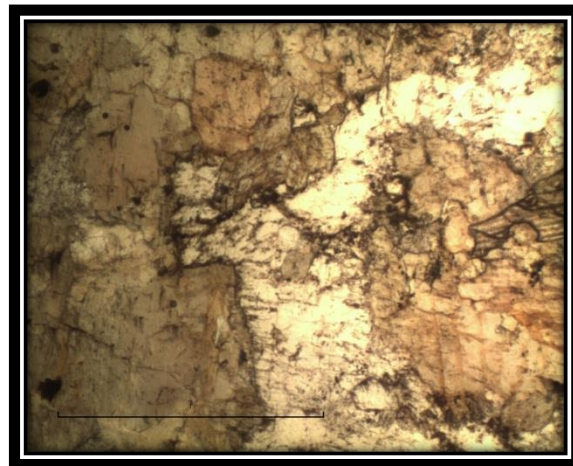
OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____. INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____. NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X____. POIKILOBLASTICA____. CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____. IDIOBLÁSTICA_X____. XENOBLÁSTICA____. DIABLASTICA____. GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

VISTA XPL
AUMENTO 40X.



VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 1-H

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-

CARRERA DE GEOLOGÍA

TRABAJO FINAL DE CAMPO 2013

GUÍA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA DE LABORATORIO



DATOS GENERALES			
No MUESTRA:	08	IDENTIFICACIÓN:	MQ-08
FECHA:	15 de octubre, 2013.	PROYECTO:	mapeo geológico
LOCALIDAD:	Carretera hacia la Aldea Corralitos		
COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA 16			
NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	ERROR (+/-)
0212002	1648933	----	-----

ROCAS METAMÓRFICAS

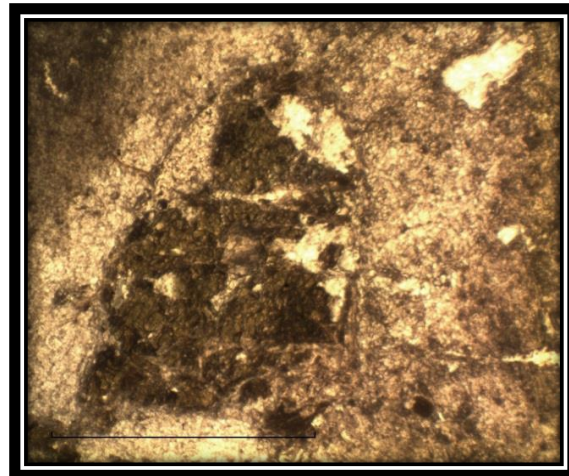
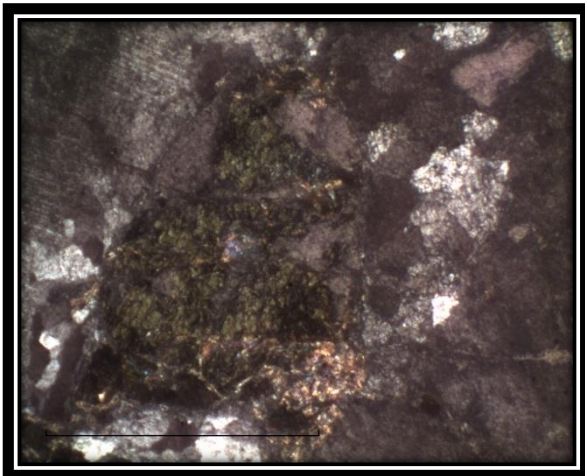
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS	MINERAL PREDOMINANTE No 1 – CUARZO			
	PORCENTAJE (%)	75%	COLOR	Blanco a gris
	RELIEVE	Bajo	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	62°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguna	ZONACIÓN	Débil
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 2 – PLAGIOCLASA (ANORTITA)			
	PORCENTAJE (%)	20%	COLOR	Incoloro
	RELIEVE	Bajo a medio	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	Ninguno
	EXTINCIÓN (\emptyset)	82°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Polisintética	ZONACIÓN	Fuerte
	BIRREFRINGENCIA	Gris 1er orden	MIN. OPACOS	----
	MINERAL PREDOMINANTE No 3 – TURMALINA			
	PORCENTAJE (%)	05%	COLOR	Verde claro
	RELIEVE	Medio a alto	PLEOCROÍSMO	Si
	FORMA O HABITO	Anhedral	CLIVAJE (\emptyset)	31°
	EXTINCIÓN (\emptyset)	69°	MATRIZ	Granular
	MACLAS	Ninguno	ZONACIÓN	Ninguna
	BIRREFRINGENCIA	Verde 2do orden	MIN. OPACOS	----
NOMBRE DE LA ROCA: GNEISS CON TURMALINA				

OTRAS ESTRUCTURAS	TEXTURAS
	GRANOBLASTICAS____. EQUIGRANULAR____. POLIGONAL____. INEQUIGRANULAR____. DECUSADA____. LEPIDOBLASTICA____. NEMATOBLASTICA____. PORFIROBLASTICA_X____. POIKILOBLASTICA____. CORONITICA____. NODULOSA____. CRISTALOBLASTICA____. IDIOBLÁSTICA____. XENOBLÁSTICA____. DIABLASTICA____. GRANULITICA____. HELICITICA____. PORFIROCLASTICO____.
	PRESENCIA DE RECRISTALIZACIÓN
	POST-OROGÉNICA____. SIN-OROGÉNICA____. PRE-OROGÉNICA____.
	OTRAS ESTRUCTURAS
	--- Ninguna ---

VISTA DE LA SECCIÓN DELGADA

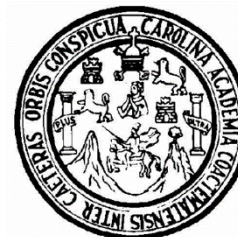
VISTA XPL
AUMENTO 40X.

VISTA PPL
AUMENTO 40X.



Anexo 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
-USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
-CUNOR-
CARRERA DE GEOLOGÍA
TRABAJO FINAL DE CAMPO TFC-2013
GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO



Datos Generales (Ubicación y Localización)			
Lugar o Localidad:			
Coordenadas UTM – WGS 84 Zona 16			
Norte:	Este:	MSNM:	Error (+/-):
Fecha	/	/	2013 # de Afloramiento:

ROCAS ÍGNEAS

Según su clasificación						
Según su contenido en sílice						
Nombre de la roca						
Textura						
Mineralogía Macro						
Estructuras						
Grado de Meteorización	I	II	III	IV	V	VI
Contacto litológico						

ROCAS METAMÓRFICAS

Textura						
Nombre de la roca						
Orientación de Foliación						
Tipo de clivaje						
Lineaciones						
Contacto litológico						
Grado de Meteorización	I	II	III	IV	V	VI

ROCAS SEDIMENTARIAS

Tipo de roca						
Nombre de la roca						
Mineralogía Macro						
Estructura sedimentaria						
Textura según Folk	mudstone	wackestone	packstone	grainstone	boundstone	cristalina
Contacto litológico						
Forma: esfericidad y redondez						
Grado de Meteorización	I	II	III	IV	V	VI

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Fracturas				
Fallas				
Tipo de falla				
Orientación				
Pitch o cabeceo				
otros				
Diaclasas				
# de familias				
Orientación	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{era}	4 ^{ta}
Otros				
Pliegues				
Tipo de pliegue				
Flancos de los pliegues	Flanco_1		Flanco_2	
Eje de pliegue				
Plano axial				

DESCRIPCIÓN DE LA METEORIZACIÓN

I	Sin signo visible de meteorización de la roca.
II	La decoloración indica meteorización de la roca y superficies de discontinuidad. Cualquier roca puede descolorarse por meteorización y llega a ser más débil que cuando está fresca.
III	Menos del 50% de la roca alterada y/o desintegrada en suelo. La roca fresca y descolorida se presenta como una trama continua o bolos (corestone).
IV	Más del 50% de la roca meteorizada y/o desintegrada en el suelo. La roca fresca y descolorida se presenta como una trama discontinua o bolos (carestone).
V	Toda la roca alterada y/o desintegrada en suelo. La estructura original se conserva intacta.
VI	Toda la roca convertida en suelo, destruida la fábrica. Cambio de volumen significativo.

OTRAS OBSERVACIONES

--	--

Anexo 3

Base de datos de la roseta de fracturas de la GRAFICA 4.

A									
Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.
84°	N273°	65°	N232°	62°	N210°	71°	N240°	69°	N088°
79°	N253°	72°	N018°	14°	N010°	85°	N256°	38°	N110°
75°	N070°	69°	N066°	88°	N026°	79°	N050°	68°	N100°
59°	N028°	84°	N200°	42°	N300°	85°	N088°	44°	N109°
65°	N227°	86°	N032°	58°	N330°	75°	N015°	78°	N102°
82°	N217°	83°	N036°	52°	N224°	53°	N008°	74°	N128°
75°	N199°	67°	N023°	57°	N250°	86°	N041°	66°	N262°
71°	N037°	68°	N025°	82°	N030°	35°	N073°	76°	N103°
78°	N263°	74°	N024°	60°	N345°	53°	N090°	80°	N218°
76°	N220°	67°	N031°	80°	N292°	81°	N338°	84°	N220°
74°	N021°	87°	N334°	83°	N178°	66°	N212°	63°	N211°
66°	N056°	75°	N341°	80°	N153°	83°	N255°	80°	N191°
71°	N066°	77°	N007°	55°	N139°	17°	N290°	72°	N200°
75°	N045°	88°	N005°	79°	N150°	71°	N244°	68°	N228°
75°	N052°	74°	N190°	88°	N185°	65°	N244°	89°	N035°
55°	N054°	76°	N030°	78°	N006°	78°	N225°	61°	N094°
56°	N040°	90°	N049°	31°	N150°	74°	N244°	84°	N242°
72°	N030°	69°	N045°	70°	N025°	87°	N248°	65°	N213°
64°	N029°	80°	N240°	89°	N219°	86°	N073°	38°	N224°
63°	N102°	59°	N241°	88°	N202°	83°	N072°	85°	N216°
76°	N022°	80°	N260°	88°	N212°	80°	N240°	66°	N030°
76°	N190°	79°	N060°	65°	N010°	89°	N081°	24°	N358°
69°	N062°	82°	N047°	66°	N060°	80°	N058°	89°	N255°
82°	N210°	88°	N260°	59°	N060°	78°	N070°	58°	N191°
84°	N008°	81°	N052°	75°	N332°	46°	N084°	61°	N182°
77°	N036°	46°	N252°	71°	N060°	83°	N264°	90°	N273°
58°	N010°	60°	N077°	79°	N220°	82°	N210°	49°	N355°
74°	N016°	64°	N059°	73°	N360°	78°	N231°	76°	N047°
80°	N107°	76°	N207°	76°	N035°	80°	N065°	88°	N033°
82°	N172°	88°	N204°	80°	N050°	87°	N231°	74°	N116°
71°	N046°	11°	N024°	81°	N060°	74°	N071°	66°	N092°
86°	N206°	54°	N226°	45°	N096°	81°	N031°	73°	N040°
41°	N063°	67°	N028°	56°	N340°	86°	N220°	78°	N341°
73°	N027°	58°	N020°	57°	N050°	75°	N056°	58°	N042°
84°	N215°	47°	N197°	74°	N020°	82°	N060°	84°	N219°
45°	N084°	77°	N007°	70°	N020°	80°	N220°	72°	N077°
83°	N061°	72°	N332°	72°	N025°	15°	N145°	67°	N223°
85°	N186°	69°	N222°	65°	N225°	84°	N245°	49°	N200°
83°	N020°	61°	N060°	54°	N050°	64°	N154°	62°	N214°
75°	N046°	72°	N070°	80°	N050°	85°	N235°	81°	N056°
81°	N012°	60°	N225°	34°	N221°	64°	N097°	68°	N360°
69°	N021°	77°	N032°	46°	N035°	87°	N020°	64°	N154°
83°	N269°	48°	N060°	75°	N061°	86°	N094°	78°	N195°
73°	N067°	36°	N127°	66°	N254°	60°	N092°	66°	N263°
80°	N120°	80°	N090°	82°	N210°	60°	N050°	69°	N140°
83°	N116°	83°	N242°	85°	N232°	70°	N085°	53°	N225°
82°	N225°	80°	N247°	83°	N095°	80°	N134°	86°	N310°
88°	N158°	81°	N054°	63°	N038°	52°	N046°	44°	N169°

62°	N324°	51°	N057°	86°	N115°	74°	N186°	86°	N037°
67°	N209°	86°	N208°	75°	N205°	77°	N194°	69°	N219°
74°	N213°	86°	N248°	69°	N045°	87°	N248°	81°	N236°
71°	N250°								
B									
42°	N054°	78°	N340°	82°	N257°	75°	N214°	13°	N354°
64°	N004°	68°	N347°	72°	N252°	09°	N329°	81°	N225°
44°	N257°	69°	N215°	72°	N189°	48°	N225°		

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

Anexo 4

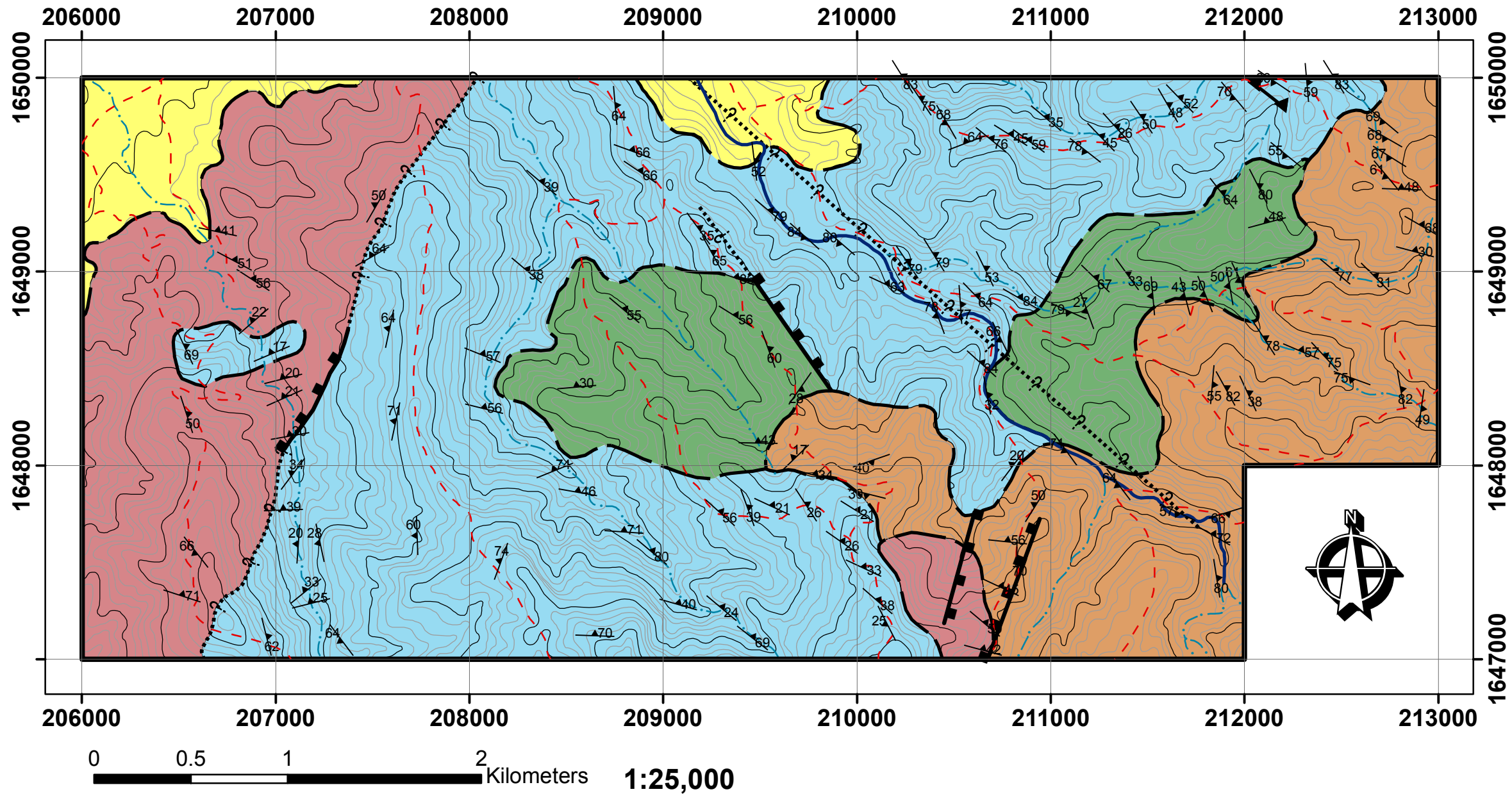
Base de datos de las foliaciones (S_1) de la GRAFICA 7.

Gneiss									
Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.	Buzam.	Direc.
62°	N346°	74°	N310°	83°	N138°	48°	N272°	55°	N117°
50°	N342°	64°	N249°	76°	N320°	61°	N140°	81°	N170°
69°	N335°	83°	N330°	79°	N324°	69°	N130°	50°	N158°
68°	N115°	60°	N325°	85°	N345°	34°	N152°	50°	N170°
64°	N301°	64°	N116°	70°	N156°	83°	N328°	59°	N320°
55°	N120°	85°	N130°	55°	N148°	80°	N124°	48°	N255°
30°	N260°	69°	N280°	66°	N152°	70°	N140°	80°	N333°
21°	N246°	49°	N143°	71°	N146°	26°	N318°	55°	N129°
17°	N247°	49°	N120°	28°	N275°	35°	N310°	46°	N134°
69°	N308°	68°	N150°	60°	N340°	52°	N316°	69°	N175°
24°	N310°	58°	N152°	56°	N302°	48°	N330°	27°	N160°
31°	N301°	75°	N326°	61°	N337°	50°	N326°	79°	N114°
40°	N286°	64°	N322°	49°	N325°	45°	N316°	81°	N134°
61°	N285°	30°	N130°	35°	N324°	78°	N128°	84°	N300°
71°	N274°	43°	N140°	66°	N320°	45°	N302°	71°	N136°
56°	N284°	83°	N328°	41°	N127°	60°	N284°	58°	N328°
31°	N315°	82°	N331°	66°	N304°	42°	N325°	79°	N328°
44°	N330°	64°	N316°	75°	N320°	59°	N306°	20°	N127°
66°	N290°	59°	N138°	84°	N305°	76°	N309°	56°	N276°
62°	N010°	75°	N315°	79°	N310°	71°	N144°	26°	N327°
74°	N127°	79°	N326°	55°	N299°	66°	N154°	54°	N310°
60°	N329°	80°	N310°	84°	N132°	34°	N285°	43°	N298°
25°	N153°	79°	N319°	74°	N153°	48°	N127°	39°	N340°
53°	N100°	57°	N115°	80°	N131°	29°	N236°	56°	N312°
30°	N104°	64°	N143°	75°	N162°	79°	N304°	53°	N354°
Esquisto									
62°	N346°	33°	N295°	49°	N128°	55°	N129°	42°	N302°
25°	N256°	26°	N330°	82°	N350°	33°	N305°	48°	N127°
33°	N281°	26°	N305°	73°	N325°	79°	N167°	42°	N285°
28°	N168°	21°	N302°	76°	N335°	59°	N147°	59°	N310°
39°	N278°	28°	N291°	85°	N319°	61°	N154°	45°	N295°
27°	N137°	24°	N339°	77°	N310°	58°	N163°	50°	N122°
51°	N285°	17°	N316°	85°	N105°	69°	N138°	30°	N160°
31°	N301°	43°	N271°	75°	N317°	61°	N148°	26°	N327°

30°	N130°	54°	N343°	53°	N318°	53°	N334°	44°	N308°
43°	N165°	35°	N324°	57°	N293°	70°	N155°	33°	N102°
29°	N183°	38°	N311°	37°	N296°	79°	N310°	21°	N295°
78°	N327°	51°	N137°	57°	N115°	30°	N166°	64°	N125°
80°	N351°	78°	N160°	23°	N101°	72°	N300°	73°	N137°
82°	N345°	80°	N340°	54°	N300°	64°	N174°		
Anfibolita									
62°	N346°	59°	N320°	28°	N035°	34°	N217°	70°	N335°
64°	N143°	79°	N112°	57°	N310°	35°	N173°	60°	N353°
56°	N124°	48°	N255°	60°	N340°	43°	N310°	33°	N324°
55°	N120°	80°	N333°	86°	N290°	38°	N310°	67°	N314°
25°	N256°	64°	N322°	69°	N132°	39°	N310°	59°	N350°
28°	N168°	66°	N338°	79°	N304°	81°	N170°	27°	N160°
20°	N184°	51°	N339°	71°	N144°	50°	N158°	79°	N114°
71°	N099°	55°	N306°	32°	N350°	77°	N356°	84°	N312°
73°	N310°	51°	N137°						
Meta-arenisca									
62°	N346°	30°	N285°	64°	N355°	35°	N312°	25°	N288°
71°	N288°	68°	N150°	81°	N329°	41°	N282°	65°	N331°
66°	N142°	67°	N122°	61°	N155°	74°	N248°	66°	N320°
35°	N240°	68°	N120°	44°	N058°	57°	N292°	76°	N340°
25°	N238°	59°	N355°	82°	N144°	68°	N300°	44°	N330°
20°	N256°	83°	N328°	33°	N110°	50°	N310°	81°	N010°
32°	N275°	38°	N335°	34°	N285°	30°	N320°	70°	N360°
16°	N181°	78°	N170°	50°	N291°	75°	N110°	44°	N237°
22°	N229°	52°	N353°	17°	N292°	47°	N146°	84°	N305°
56°	N303°	77°	N296°	51°	N298°	66°	N073°	40°	N071°

Fuente: investigación de campo. Año 2013.

MAPA GEOLOGICO



- LEYENDA**
- QUATERNARIO**
- Qa ALUVION
- PALEOZOICO**
- Mt-Arn META-ARENISCA
 - Esq ESQUISTO
 - Anf ANFIBOLITA
 - Gn GNEISS



0 0.5 1 2 Kilometers **1:25,000**

SIMBOLOGIA

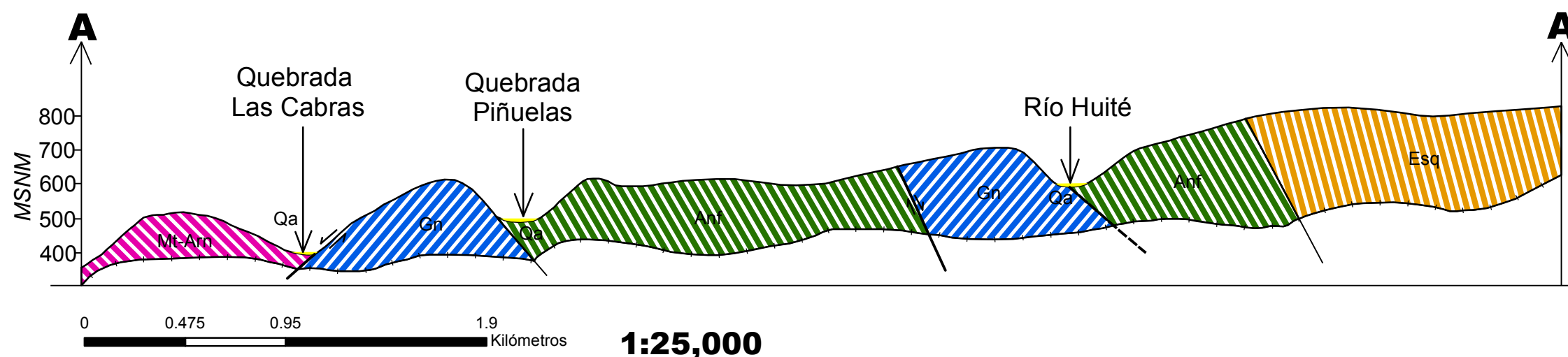
- LIMITE DEL AREA
- - -** ACCESOS
- RIOS
- · - · -** QUEBRADAS
-?** CONTACTO DE FALLA INFERIDO
- CURVAS A CADA 100 m
- FOLIACIONES
- ▲▲** FALLA INVERSA
- FALLA NORMAL
- CONTACTO DISCORDANTE
- CURVAS A CADA 20 m

INDICE DE HOJAS ADYACENTES

EL CIMIENTO 2261 III	RÍO HONDO 2261 II	GUALÁN 2361 III
SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN 2260 IV		LA UNIÓN 2360 IV
SAN DIEGO 2260 III	CHIQUIMULA 2260 II	JOCOTÁN 2360 III

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-	
	CARRERA DE GEOLOGÍA - MAPA GEOLOGICO TRABAJO FINAL DE CAMPO -TFC-	
ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA 200840416	ENERO 2016	1:25,000
GEOLOGÍA EN ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y FRÁGIL DE UN ÁREA DE 20KM2, AL SUR DEL MUNICIPIO DE HUITÉ.		01/02

PERFIL GEOLOGICO SECCION DE A - A'




LEYENDA UNIDADES LITOLÓGICAS

- Qa Aluvion
- Mt-Arn Meta-Arenisca
- Esq Esquisto
- Anf Anfibolita
- Gn Gneiss

SIMBOLOGIA

- FALLA NORMAL
- FALLA INFERIDA
- INFERIDO
- CONTACTO DISCORDANTE

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-		
	CARRERA DE GEOLOGÍA - PERFIL GEOLOGICO TRABAJO FINAL DE CAMPO -TFC-		
ERWIN ROMEO QUIROA CUGUA 200840416	ENERO 2016	1:25,000	
GEOLOGÍA EN ZACAPA: DINÁMICA DEL DOMINIO DÚCTIL Y FRÁGIL DE UN ÁREA DE 20KM2, AL SUR DEL MUNICIPIO DE HUITÉ.			02/02



CUNOR | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
Universidad de San Carlos de Guatemala

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 23 de febrero de 2016.

Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR

