

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**INFORME FINAL DE TRABAJO DE CAMPO
LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: ANÁLISIS DE LAS FACIES
METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS, EN UN
ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25 000, UBICADA EN LOS
ALREDEDORES DE LA FINCA SANTA ANA LA HUERTA,
MUNICIPIO DE MORAZÁN, EL PROGRESO.**

JOSÉ JUAN OCHOA QUEZADA

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, LA
GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: ANÁLISIS DE LAS FACIES
METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS, EN UN
ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25 000, UBICADA EN LOS
ALREDEDORES DE LA FINCA SANTA ANA LA HUERTA,
MUNICIPIO DE MORAZÁN, EL PROGRESO.

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR:
JOSÉ JUAN OCHOA QUEZADA
200915637

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE TÉCNICO
EN GEOLOGÍA

COBÁN, 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.* Bernie Gamaliel Castillo Moeschler

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geólogo Ricardo Enrique Milián de la Cruz

ASESOR

Ing. Geólogo Luis Gustavo Chiquin Marroquín

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-189/2015
29 de mayo 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: geologiasac@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 Intermedio, del estudiante **JOSÉ JUAN OCHOA QUEZADA**, carné No. **200915637**, titulado: **“LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: ANÁLISIS DE LAS FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS, EN UN ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25 000, UBICADA EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA SANTA ANA LA HUERTA, MUNICIPIO DE MORAZÁN, EL PROGRESO”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geol. Luis Gustavo Chiquín Marroquín
Docente Asesor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-418/2015
30 de noviembre 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 **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **JOSÉ JUAN OCHOA QUEZADA**, carné No. **200915637**, titulado: **“LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: ANÁLISIS DE LAS FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS, EN UN ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25 000, UBICADA EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA SANTA ANA LA HUERTA, MUNICIPIO DE MORAZÁN, EL PROGRESO”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geol. Ricardo Enrique Milián de la Cruz
Docente/Revisor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-52/2016
15 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: **“LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: ANÁLISIS DE LAS FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS, EN UN ÁREA DE 20 KM² A ESCALA 1:25 000, UBICADA EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA SANTA ANA LA HUERTA, MUNICIPIO DE MORAZÁN, EL PROGRESO”**, del estudiante **JOSÉ JUAN OCHOA QUEZADA**, carné No. **200915637**, 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 EL PROGRESO: ANÁLISIS DE LAS FACIES METAMÓRFICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS, EN UN ÁREA DE 20 KM2 A ESCALA 1:25 000, UBICADA EN LOS ALREDEDORES DE LA FINCA SANTA ANA LA HUERTA, MUNICIPIO DE MORAZÁN, EL PROGRESO, como requisito previo a optar al título profesional de Técnico en Geología.



Handwritten signature of José Juan Ochoa Quezada, consisting of stylized initials and a horizontal line with a small mark at the end.

José Juan Ochoa Quezada

200915637

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: Ser Supremo que me dio la vida, sabiduría y entendimiento para poder vencer cada uno obstáculos que en el camino encontré; y finalmente alcanzar una de las metas más soñadas.
- A MI MADRE: Enma Quezada, por ser ese ejemplo de lucha, valentía y superación, que con su gran esfuerzo supo enseñarme que la vida se trata de perseverar y nunca rendirse. Que a pesar del cansancio, los problemas o el trabajo siempre estas a mi lado apoyándome. ¡Gracias MAMI!
- A MI PADRE: Hugo Ochoa, que a pesar de la distancia que nos separaba siempre estaba apoyándome en cualquier momento y hoy te digo misión cumplida. Gracias mi Pelón.
- A MIS HERMANOS: Yensi, Alejandro y Milton, por ser el modelo a seguir, y apoyarme en todo momento.
- A MIS TIOS: Muy especialmente a Tía Chany, por ser una segunda madre para mí, ayudarme y apoyarme en todo momento; Su cariño es incomparable. Gracias por brindarme su hogar durante mis estudios.
- A MI SOBRINA: Alejandrita, la razón de mis sonrisas, mis carreras, convirtiéndome en un tío consentidor. Te quiero mucho.
- A MIS PRIMOS: Muy especialmente a Claudia, Alejandra y Allan por ese apoyo incondicional que me brindaron todo momento.
- A: LA GLORIOSA Y TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Mi Alma Mater Y AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE.

AGRADECIMIENTOS

A mis amigos y compañeros, muy especialmente a mis mejores amigos Cesar, Kevin y Charo, gracias por su amistad, apoyo incondicional y por culminar este viaje de la mejor manera.

A los Ingenieros de la carrera, por brindarme su conocimiento y amistad.

A Tía Edna y Tía Gladis, por siempre estar apoyándome e incentivándome a seguir adelante.

A la municipalidad de Morazán, departamento de El Progreso, especialmente a la Dirección Municipal de Planificación y su encargado Alejandro Santiago.

A la señora Luisa de Alvarado por recibirme en su hogar y tratarme como parte de su familia, durante el tiempo de la realización de la etapa de campo del TFC.

A los epesistas de la Facultad de Ciencias Económicas del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su amistad y apoyo en la movilización hacia algunos lugares del área de estudio.

ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
MARCO CONCEPTUAL	
1.1 Antecedentes del Problema	3
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Específicos	4
1.4 Hipótesis y Variables	5
1.5 Justificación	5
CAPÍTULO II	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA	
2.1 Localización Geográfica	7
2.2 Vías de Acceso	9
2.3 Geología Regional	9
2.3.1 Litoestratigrafía Regional	9
2.3.2 Geología Estructural Regional	13
2.3.3 Geomorfología Regional	17
a. Condiciones Climáticas	17
b. Meteorización	18
c. Erosión	20
d. Suelo	21
e. Relieve	22
f. Hidrología	25
CAPÍTULO III	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS	
3.1 Marco Metodológico	29
3.1.1 Fase de Planificación	29
3.1.2 Fase de Campo	29
3.1.3 Fase de Laboratorio	30
3.1.4 Fase de Gabinete	30
CAPÍTULO IV	
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1 Estratigrafía Local	31
4.2 Geología Estructural Local	46
4.3 Geomorfología Local	66

CAPÍTULO V
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	Análisis Litoestratigráfico Local	83
5.2	Análisis Estructural Local	88
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		97
BIBLIOGRAFÍA		99
ANEXOS		101

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Coordenadas de ubicación	7
2. Escala de meteorización física	20
3. Mineralogía del Esquisto Granatífero	34
4. Mineralogía del Esquisto Micáceo	37
5. Mineralogía de la Serpentinita	41
6. Mineralogía de la Anfibolita	44
7. Base de datos de foliaciones	48
8. Base de datos de ejes de pliegues	51
9. Base de datos de grietas de tensión	55
10. Base de datos de boudines	57
11. Base de datos de fallas normales	59
12. Base de datos de fallas normales dextrales	61
13. Base de datos de fallas inversas puras	62
14. Base de datos de fallas de rumbo tipo sinistral normal	64
15. Base de datos de fallas de rumbo tipo sinistral inversa	65
16. Datos de estructuras orientadas con cinemática dextral	89
17. Datos de estructuras y esfuerzos dextral	90
18. Datos de estructuras orientadas con cinemática sinistral	91
19. Datos de estructuras y esfuerzos sinistral	92

ÍNDICE DE FIGURAS Y MAPAS

	Pagina
1. Ubicación del área de estudio	8
2. Mapa de accesos	10
3. Elipse de deformación de la falla Cuilco-Chixoy-Polochic	14
4. Elipse de deformación de la falla de Jalpatagua	15
5. Elipse de deformación del graben de Guatemala e Ipala	16
6. Mapa tectónico regional	17
7. Mapa climatológico de la región	20
8. Tipo de suelo del departamento	22
9. Mapa de relieve	23
10. Mapa fisiográfico regional	24
11. Mapa de vertientes de Guatemala	26
12. Mapa hidrológico	27
13. Mapa de cuencas	28
14. Estereograma general de foliaciones	49
15. Diagrama de rosa para ejes de pliegue	52
16. Diagrama de rosa para fracturas	53
17. Diagrama de rosa para grietas de tensión	56
18. Estereograma de ejes de boudines	57
19. Estereograma de fallas normales	60
20. Estereograma de fallas normales dextrales	61
21. Estereograma de fallas inversas puras	63
22. Estereograma de fallas de rumbo tipo sinestral normal	64
23. Estereograma de fallas de rumbo tipo sinestral inversa	66
24. Columna litoestratigráfica	83
25. Determinación de la facies de la Unidad de Esquistos Granatíferos	85
26. Determinación de la facies de la Unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos	86

27. Determinación de la facies de la Unidad de Anfibolita	88
28. Elipse de deformación dextral	90
29. Elipse de deformación sinestral	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Página
1. Unidad de Esquisto Granatífero	32
2. Muestra de Esquisto Granatífero	33
3. Sección delgada de Esquisto Granatífero XPL	34
4. Sección delgada de Esquisto Granatífero PPL	35
5. Unidad de Esquisto Micáceo	36
6. Sección delgada de Esquisto Micáceo	38
7. Unidad de Serpentinita	40
8. Sección delgada de Serpentinita	41
9. Sección delgada de Peridotita Serpentinizada	42
10. Unidad de Anfibolita	43
11. Sección delgada de Anfibolita	44
12. Unidad de Coluvión	46
13. Foliación en las unidades litológicas	47
14. Pliegues	50
15. Fracturas en la Unidad de Serpentinita	53
16. Falla normal	58
17. Fallas normales dextrales	60
18. Falla de rumbo sinestral inversa	65
19. Colinas y lomas	67
20. Depresión denudacional	68
21. Canteras	69
22. Cárcavas y surcos	70
23. Laderas de acumulación	71
24. Valle en V	73

25. Valle en U	74
26. Caída de bloques	75
27. Deslizamiento traslacional	76
28. Deslizamiento rotacional	77
29. Deslizamiento de flujo	78
30. Valles Coluvión-Aluvión	79
31. Llanura aluvial	81

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

°C	Grados Centígrados	Hb	Hornblenda
An	Anfibolita	Kbar	Kilobar
Bt	Biotita	Mop	Minerales Opacos/ Óxidos
Cl	Clorita	Msnm	Metros sobre el nivel del mar
Cm	Centímetro	Mv	Moscovita
Col	Coluvión	Plg	Plagiclasa
Cpx	Clinopiroxeno	PPL	Luz polarizada plana
Crs	Crisotilo	Qz	Cuarzo
Dip	Inclinación	Sn	Serpentinita
Dir	Dirección	Srp	Serpentina
Eg	Esquistos Granatíferos	UTM	Universal Transversal Mercator
Em	Esquistos Micáceos Biotíticos	XPL	Luz polarizada cruzada
Epd	Epidota		
Gt	Granate		

RESUMEN

Este informe contiene los datos recopilados durante el cartografiado geológico de superficie, realizado en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, departamento de El Progreso, al norte del municipio de Morazán. Con el fin de construir un mapa geológico a escala 1: 25 000, como también tres perfil geológico.

Se decidió trabajar el problema: Facies Metamórficas en relación a las asociaciones minerales, texturas y microestructuras de las unidades litodémicas. Debido a la ausencia de información geológica a detalle en el área, se vió la necesidad de hacer una exploración de la misma, tomando en cuenta los aspectos litológicos, estructurales y geomorfológicos.

Como resultado de esta investigación se reconocieron cinco unidades litológicas: a Unidad de Anfibolita (An), Unidad de Esquistos Granatíferos (Eg), Unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos (Em), Unidad de Serpentinita (Sn) y a lo largo de los ríos del área se encuentra localizada la Unidad de Coluvión (Col). Todas éstas se describen conforme a sus características mineralógicas, texturales y estructurales. Se enfocó más en la litología metamórfica del área. A su vez se tomó en cuenta el grado (según la temperatura y presión), las zonas (según los minerales más abundantes en la unidad) y finalmente la identificación de las facies metamórficas. Dando como resultados finales que las unidades estudiadas poseen dos tipos diferentes de Facies, Facies de Esquistos Verdes, la cual abarca el 80% del área total; y el 20% restante pertenece a la Facies de Anfibolita.

Para analizar la geología estructural se han descrito, analizado e interpretado los esfuerzos que afectan la zona mediante sus estructuras tales como, lineación mineral, foliación, plegamientos, etc.

En este estudio se ha realizado una clasificación geomorfológica, delimitando unidades de origen agradacional como planicies de inundación, unidades de origen denudacional que incluyen colinas altas y baja, montañas, etc., y unidades de origen antrópico como canteras. Esta clasificación se realizó basándose en aspectos como depositación, erosión y modificación del relieve por el hombre. También se mencionan los movimientos de ladera rotacionales y traslacionales, así como, las surgencias y cárcavas.

Siendo la geológica estructural que da a conocer los modelos de movimiento que afectan el área. Existiendo un modelo dextral donde el esfuerzo compresivo es de N320 y un modelo sinestral, este se puede relacionar con el movimiento que posee la falla del Motagua; ya que el esfuerzo compresivo (σ_1) se encuentra orientado en una dirección N033. El esfuerzo sinestral es el modelo dominante del área.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presenta tiene por título LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.

El principal objetivo de realizar el trabajo de investigación es determinar las diferentes facies metamórficas de las unidades litodémicas encontradas, todo ello en base a las características observadas, tanto mineralógicas, texturales y estructurales. Con los objetivos planteados se ha llegado a la conclusión de que las principales facies encontradas en el área de estudio son de Esquistos Verdes y Anfibolitas.

Se presenta la parte conceptual, donde se especifica el problema, objetivos justificación, antecedentes y la hipótesis del trabajo con el fin de conocer la problemática del área. Se presenta toda la descripción general del área, incluyendo la información geográfica y la información geológica, uniéndolo para realizar un aporte geológico a la comunidad en la cual se realizó el trabajo final de campo. A su vez se presenta la descripción de las actividades realizadas, así como también la metodología utilizada

Se conocen los datos Litoestratigráfico, estructurales y geomorfológicos del área y a su vez la interpretación de los mismos, respectivamente.

CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El área de estudio se encuentra al norte del municipio de Morazán, El Progreso, esta región pertenece al Bloque Maya. De acuerdo al mapa geológico de Guatemala escala 1:500 000 (IGN Septiembre de 1970) se encuentran contenidas rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Se hará mayor énfasis en la litología metamórfica del área, tomando en cuenta el grado, las zonas y finalmente las facies metamórficas, los cuales son conceptos básicos y comunes para describir y clasificar los procesos metamórficos, debido a que los eventos cuaternarios son depósitos de coluvión por lo que no nos pueden dar a conocer mayor información. El grado metamórfico se refiere a la intensidad del metamorfismo, que ha influido en una roca. Generalmente nombra la temperatura o la presión máxima a la que se encuentra sometida la roca.

Las facies metamórficas se distinguen a través de grupos de minerales, que se observan en rocas de composición basáltica y se determinan a través de la identificación de los grupos de minerales formados simultáneamente.

También Donnelly (1990) determinó la serie compuesta por rocas metamórficas de edad Paleozoica, y consiste en la Sierra de Chuacus al Oeste y la Sierra de las Minas en el Este. También

describe al Grupo El Tambor como una asociación anfibolítica desmembrada, extendida y conspicua en Guatemala central¹.

1.2 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cuáles son las facies metamórficas en relación a las asociaciones minerales, texturas y microestructuras de las unidades litodémicas encontradas en un área de 20km², en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Analizar las facies metamórficas, mediante un cartografiado a escala 1:25 000 con una extensión de 20km², al norte del municipio de Morazán.

1.3.2 Específicos

- a. Describir las principales texturas y microestructuras que poseen los minerales dentro de las unidades descritas, para ayudar a determinar los factores por los cuales han sido afectadas las rocas.
- b. Identificar los minerales índices de las unidades rocas encontradas para definir las facies metamórficas, en base a su paragénesis.
- c. Comparar y analizar los resultados con los modelos de las principales facies metamórficas con base a la presión y temperatura.

¹ Donnelly, Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks, 1990.

1.4 VARIABLES E HIPÓTESIS

Se encontraron en el campo asociaciones minerales, a las cuales se les asignaron las condiciones de presión y temperatura. Con las asociaciones minerales se pudieron determinar las facies metamórficas a la que pertenecen las unidades de rocas a estudiar.

Los límites entre las facies son graduales, las asociaciones minerales se desarrollan de una manera gradual con respecto a las demás. Por lo que se conocieron las asociaciones minerales y además se determinaron las facies a la que pertenecen.

Las facies metamórficas de las unidades que se estudiaron son las de sub- esquistos verdes, esquistos verdes o anfibolita, donde la temperatura oscila de baja a moderada y de presión intermedia. Entre los minerales observados durante la visita del diagnóstico están el cuarzo y clorita.

Las variables a trabajar serán las litofacies y las texturas; en las primeras, se realizará un análisis petrográfico para con ello determinar las asociaciones minerales de las rocas y en consecuencia las facies metamórficas. En lo textural, se determinaron las texturas y microestructuras en las rocas.

1.5 JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, aunque existen mapas geológicos de diferentes regiones, es evidente la falta de una caracterización geológica a mayor detalle. Así también el conocimiento de la geología del norte del municipio de Morazán, El Progreso, es muy poco y no se cuenta con información detallada y reciente, por lo que es importante empezar a generar investigaciones que nos provean información.

A su vez como el área no posee hoja geológica a escala 1:50 000, es un aporte geológico, geomorfológico y lito-estructural, se contribuirá al cartografiado de la hoja geológica El Progreso, el cual sea útil para futuros estudios, sean estos en entidades públicas o privadas. Las facies metamórficas dependen del metamorfismo por el cual la roca este afectada.

Por lo tanto, el estudio en el área es importante, para una mejor comprensión de las facies, tomando en cuenta el grado, las zonas y finalmente las facies metamórficas, los cuales son conceptos básicos y comunes para describir y clasificar los procesos metamórficos.

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA

2.1 Localización geográfica

El área donde se realizó el Trabajo Final de Campo se encuentra localizada al Noroeste del departamento de El Progreso, en el municipio de Morazán, en la hoja topográfica 1:50 000 El Progreso, siendo las coordenadas UTM de los vértices las que encontramos en la Tabla 1.

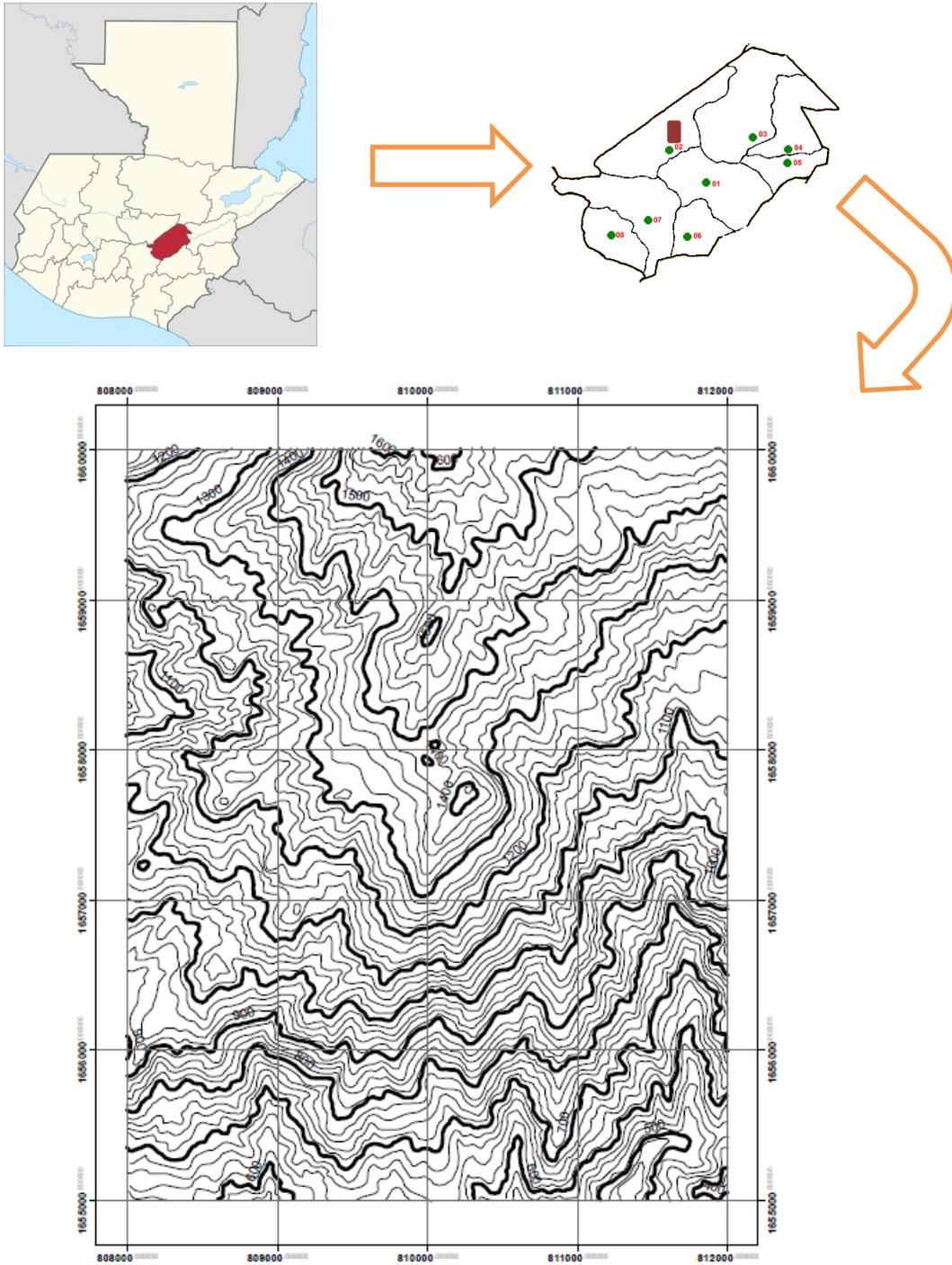
**TABLA 1
COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

PUNTO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
A	1 660 000	808 000
B	1 660 000	812 000
C	1 655 000	812 000
D	1 655 000	808 000

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

El polígono de estudio cuenta con área de 20 km² (Figura 1) y se encuentra delimitada al Norte con el municipio de San Jerónimo, al Este con la aldea La Laguna, al Oeste con la aldea El Moral y al Sur con el área urbana del Municipio de Morazán.

FIGURA 1
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

2.2 Vías de acceso.

La distancia entre el área de estudio en el Trabajo Final de Campo y la ciudad capital de la República de Guatemala es de aproximadamente 102 km, utilizando la carretera al Atlántico (CA-14) y la ruta No.17; mientras que la distancia establecida entre Cobán, Alta Verapaz y el área estudiada es de 110 km aproximadamente.

El ingreso al área se encuentra ubicado en el municipio de Morazán, El Progreso; la carretera de Morazán al área de estudio que se encuentra a unos kilómetros del mismo es de terracería (Figura 2).

Las vías de acceso que se encuentran en el área son predominantemente veredas, con escasas vías de acceso para vehículos y únicamente se encuentran en la parte noreste del área.

2.3 Geología regional

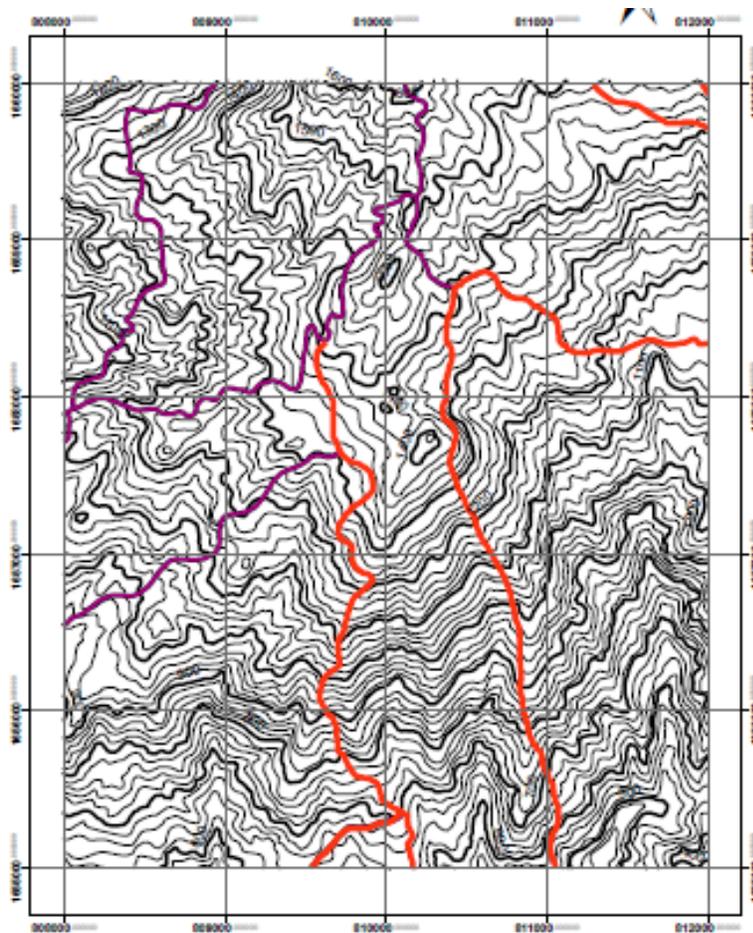
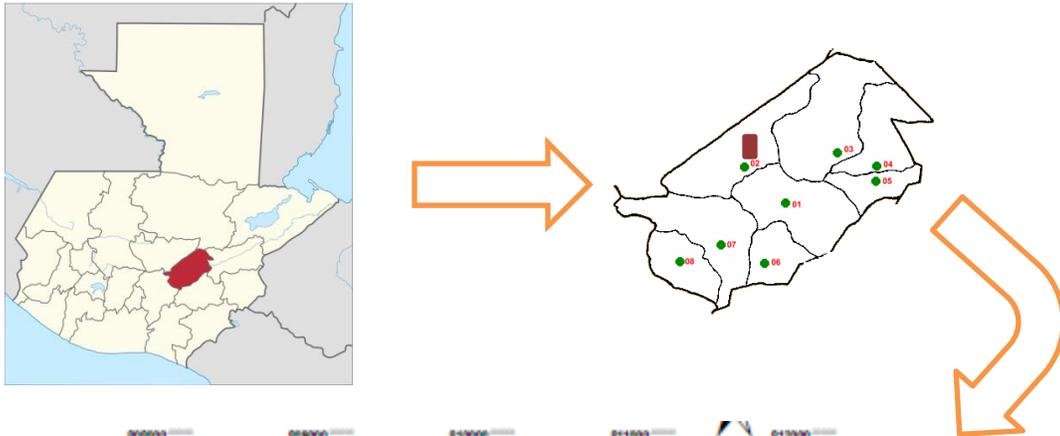
2.3.1 Litoestratigrafía Regional

a. Esquistos Granatíferos, Esquistos Micáceos y Cuarcita

Según Chiquin Yoj (2002), no da a conocer que esta es la unidad más extensa del cuadrángulo El Progreso, la cual consiste en una secuencia metasedimentaria que incluye esquistos micáceos granatíferos, esquistos anfibolítico-granatíferos, gneises, mármoles y cuarcitas aflora únicamente al norte de la Falla San Agustín Acasaguastlán, sobre el Bloque Maya².

² Mauricio Chiquin Yoj, Geología del Cuadrángulo El Progreso, año 2002.

**FIGURA 2
ACCESOS AL ÁREA DE ESTUDIO**



Leyenda

Carreteras
Veredas

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

b. Peridotita Serpentinizada

En la parte central y norte del área de estudio se presentan extensamente afloramientos de peridotitas con diferente grado de serpentinización. Estas se diferencian claramente en el campo por un pobre desarrollo de suelos, por lo que no son aptas para cultivos.

En ocasiones, cuando se encuentran afloramientos sin serpentinización o no afectadas por las estructuras, las rocas se presentan un color verde oscuro o negro, opacas, y de textura granular gruesa.

Según Millan (1965), dice que esta unidad se caracteriza por encontrarse siempre en contacto por falla, principalmente con rocas del Grupo Chuacús³.

Así mismo basados en Chiquin Yoj (2002), los afloramientos de peridotita serpentinizada existentes en el departamento de El Progreso afloran al norte de la Falla Cabañas, en el margen sur del área. De acuerdo a rasgos fisiográficos y relaciones de campo, se observa que muchos cuerpos de peridotita serpentinizada se encuentran cabalgando sobre el basamento que variablemente pueden ser filitas, esquistos, gneises u otras unidades de carácter ofiolítico.

Existen variaciones mineralógicas y por ende texturales en la petrografía de los cuerpos serpentiniticos del cuadrángulo; esto permite sugerir que el grado de serpentinización no es uniforme y aparentemente es mayor a lo largo de la Zona de Falla del Motagua, mientras que en sitios más hacia el norte, sobre la Sierra de Las Minas,

³ En Léxico Estratigráfico Del Norte y Centro de Guatemala, S.M. Millan, 1965

existe una mejor conservación de la litología peridotítica original⁴.

c. Anfibolita

Según Chiquin Yoj (2002), da a conocer que el origen de estas inclusiones (anfibolita) podría explicarse al considerar que dentro de una sección ofiolítica típica se incluyen gabros, diabasas y finalmente basaltos; y que estas rocas por metamorfismo pueden convertirse en anfibolitas⁵.

d. Coluvión

Debido a la variación entre las diferentes pendientes existen muchos depósitos recientes que son producto de deslizamientos o derrumbes, se encuentran asociados a los aluviones que son los depósitos más recientes del área.

En el área de estudio para el Trabajo Final de Campo se tiene solamente una pequeña porción de este material.

Según Chiquin Yoj (2002), explica que los coluviones se reconocen por estar constituidos por bloques de roca de diverso tamaño, desde suelo y arena hasta bloques de metros cúbicos; otro rasgo es la angularidad de estos, lo cual delata su limitado transporte.

Dentro del área del departamento de El Progreso se ubicaron diferentes tipos de depósitos coluvionales y en diversos tipos de roca⁶.

⁴ Mauricio Chiquin Yoj, Geología del Cuadrángulo El Progreso, año 2002.

⁵ *Ibíd.*

⁶ *Ibíd.*

2.3.2 Geología Estructural Regional

a. Zona de Subducción

La placa de cocos es una placa tectónica que se encuentra debajo del océano pacífico en la costa oeste de América Central. En el Nor-Oeste la placa de Cocos limita con la placa Norteamericana y placa del Caribe debajo de las cuales tiene una zona de subducción provocando el vulcanismo del arco volcánico de toda la región centroamericana. Las placas de Cocos y Nazca provienen de una placa antigua denominada Farallón, que se fragmento en placas menores más o menos hace 23 millones de años (Mioceno-Oligoceno)⁷.

b. Falla Cuilco-Chixoy-Polochic y Motagua-Chamelecón

Algunos autores como Bosc (1971) definen la zona de Fallamiento de Motagua como las partes bajas del Valle del Río Motagua, una depresión estructural localizada entre la Sierra de Las Minas, al norte, y una serie de montañas bajas entre los 0 y los 400 msnm al sur⁸.

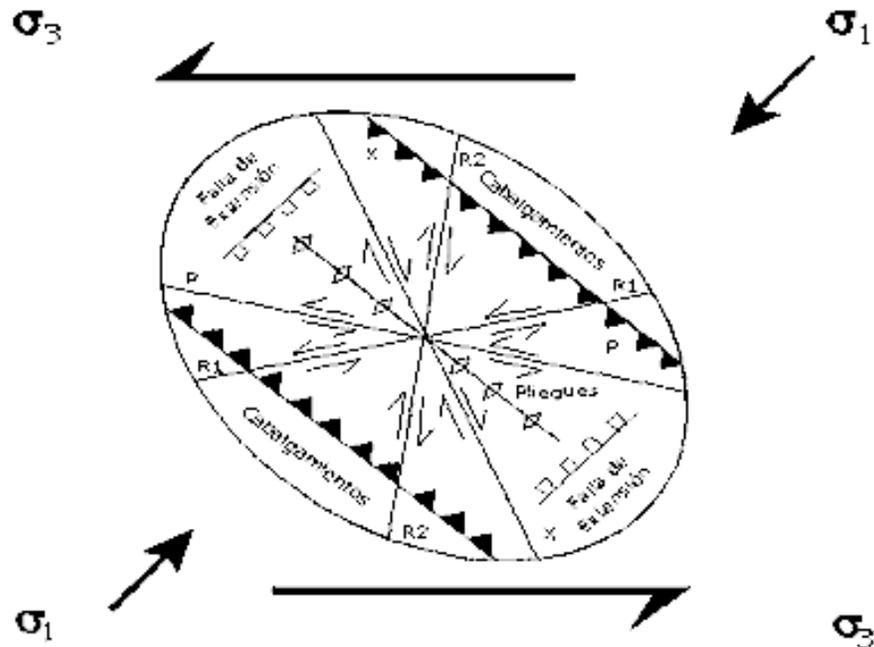
Ésta zona está ligada a dos fallas sub-paralelas de orientación N80°E, llamadas San Agustín Acasaguastlán y Cabañas. Las fallas principales del sistema asumen un rumbo más hacia el noreste al aproximarse al Golfo de Honduras y dirección más al noroeste en su prolongación hacia el altiplano. Esto forma una estructura arqueada con la parte cóncava hacia el norte.

⁷ McClay, K. El Mapeo Geológico De Estructuras; Sociedad Geológica De Londres. Serie de Manuales; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto. (1987).

⁸ Ibid.

Ésta estructura marca la zona de convergencia de las Placas Norte América y Caribe, separando los segmentos estructurales conocidos como Bloque Maya y Bloque Chortís. La falla Cuilco-Chixoy-Polochic es de tipo sinestral y posee el siguiente modelo representado en una elipse de deformación. (Figura 3)

FIGURA 3
ELIPSE DE DEFORMACION DE LA FALLA
CUILCO-CHIXOY-POLOCHIC



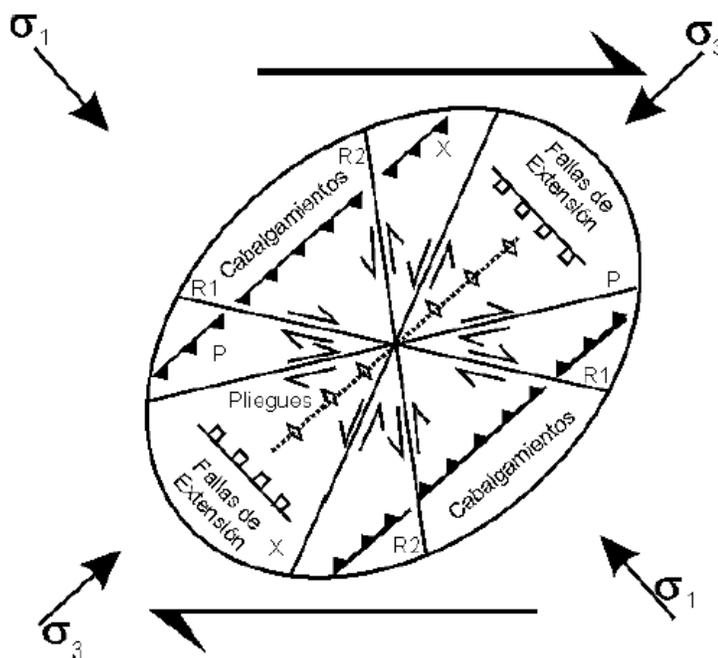
Fuente: McClay, K. El Mapeo geológico de estructuras. New York, Toronto. United States of America: John Wiley & Sons, 1987.

c. Falla de Jalpatagua

Carr (1976) hace constar que la falla Jalpatagua posee una orientación dextral y demostró que las estructuras Neógenas habían sido compensadas por un

máximo de 9 km en sentido lateral derecho⁹. Aproximadamente en la frontera que existe entre Guatemala y El Salvador, la falla de Jalpatagua se extingue y la línea de origen volcánico se tiende a convertirse en un rift intra-arco. En la figura 4 se observa el modelo representado en la elipse de deformación.

**FIGURA 4
ELIPSE DE DEFORMACION DE LA FALLA
DE JALPATAGUA**



Fuente: McClay, K. El Mapeo geológico de estructuras. New York, Toronto. United States of America: John Wiley & Sons, 1987.

La zona de falla Jalpatagua tiene un límite al sur con el Graben de Guatemala y al norte con la pared de la Caldera de Amatitlán.

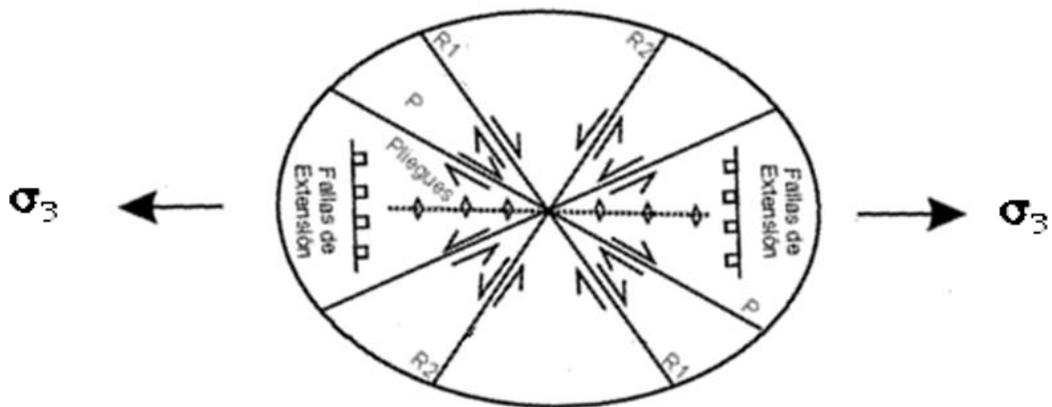
⁹ McClay, K. El Mapeo Geológico De Estructuras; Sociedad Geológica De Londres. Serie de Manuales; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto. (1987).

d. Graben de Guatemala e Ipala

Esta es una depresión estructural originada por el movimiento vertical sobre fallas normales de gran ángulo: Falla de Mixco y Falla de San José Pinula¹⁰. Topográficamente es un valle amplio en forma de “U” cuyo fondo ha sido rellenado por depósitos piroclásticos recientes.

De acuerdo al relieve que actualmente se encuentra, el desnivel entre los bloques levantados y el graben, donde se encuentra el valle tiene una distancia de 500m. El modelo que posee el graben de Guatemala e Ipala se representa en la figura 5.

FIGURA 5
ELIPSE DE DEFORMACION DEL GRABEN
DE GUATEMALA E IPALA



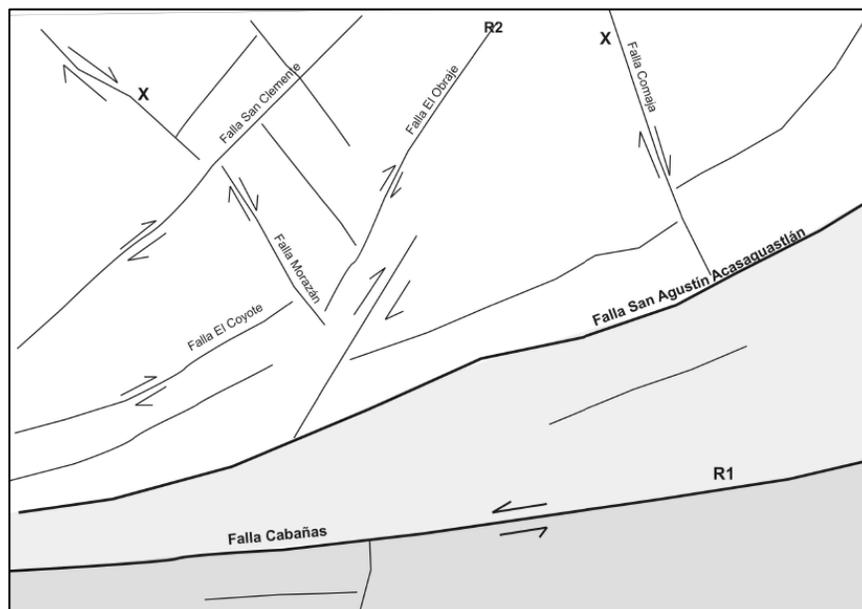
Fuente: McClay, K. El Mapeo geológico de estructuras. New York, Toronto. United States of America: John Wiley & Sons, 1987.

¹⁰ McClay, K. El Mapeo Geológico De Estructuras; Sociedad Geológica De Londres. Serie de Manuales; Ed. John Wiley & Sons; New York, Toronto. (1987).

e. Mapa tectónico regional

El mapa presentado (Figura 6) por Chiquin Yoj (2002), donde dan a conocer las principales fallas encontradas a grandes rasgos.

**FIGURA 6
MAPA TECTÓNICO REGIONAL**



Fuente: Chiquin Yoj, Mauricio. Geología del Cuadrángulo El Progreso, 2002

2.3.3 Geomorfología Regional

a. Condiciones climáticas.

El clima que abarca la República de Guatemala es muy variado, por lo cual se encuentra dividido en seis zonas con características geográficas y meteorológicas distintas.

El área de estudio se encuentra en la zona oriental, de donde posee características muy particulares en función a la geografía y al relieve de la zona.

La zona oriental a la que nos referimos comprende en su totalidad al departamento de Zacapa y algunos sectores de los departamentos de Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y El Progreso¹¹.

Las elevaciones son menores de 1 400 msnm. La principal característica es la diferencia de precipitación pluvial, ya que es la región donde menos hay precipitación y con los valores más altos de temperatura.

En el área de estudio predomina el clima cálido y posee un invierno seco (no hay precipitación pluvial). En la región donde se encuentra el departamento de El Progreso la temperatura mínima es de 19.7 °C y una máxima de 34.3 °C media al año es de 25 °C y posee un régimen escaso de precipitación, tiene un promedio de 1 000 mm al año¹². (Figura 7).

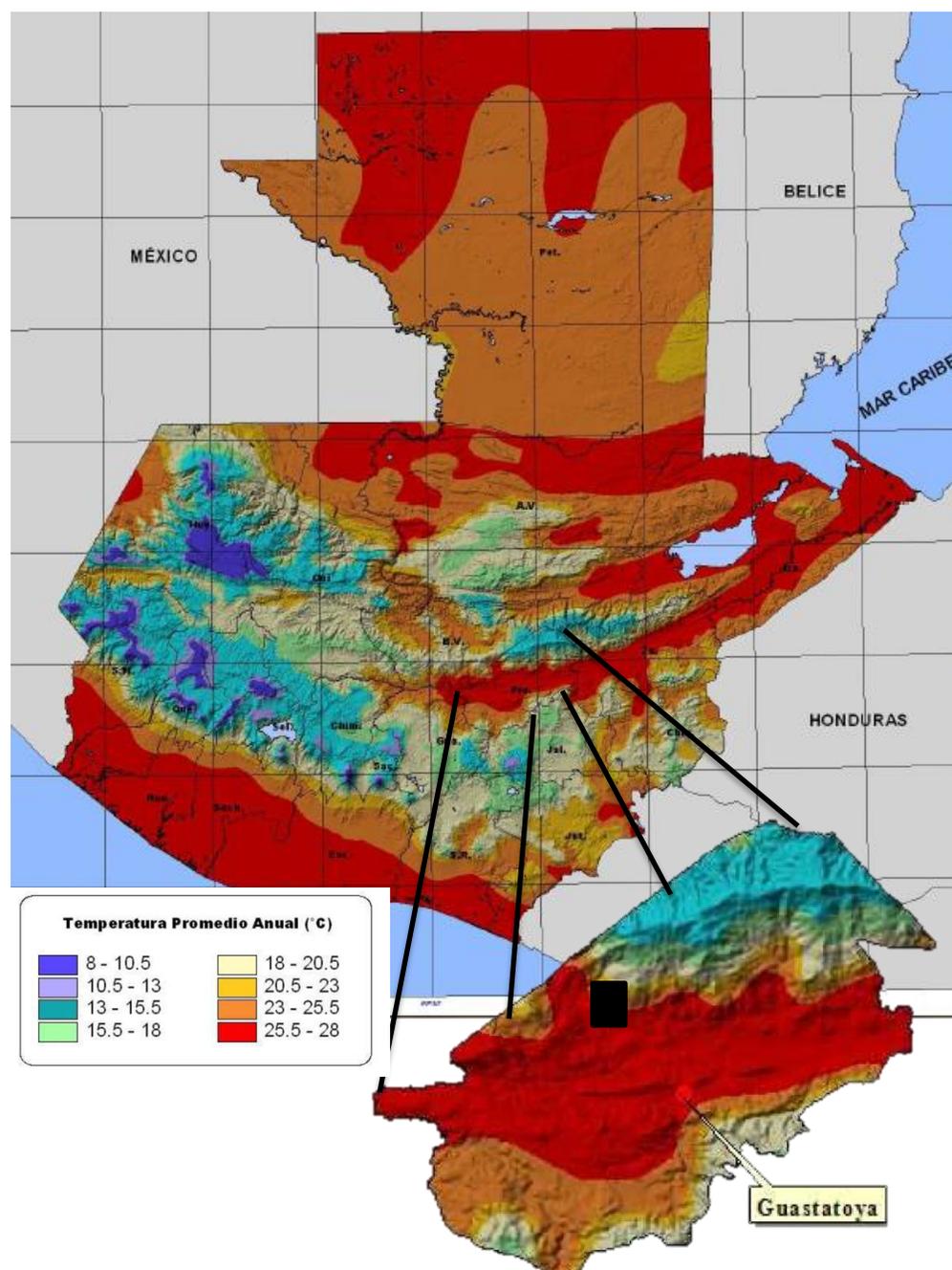
b. Meteorización

Para determinar el tipo de meteorización del área, se hizo un análisis de las características de la roca, como se observa en la Tabla 2. El grado de meteorización que predomina en el área es de tipo 3 y pertenece a una meteorización física.

¹¹ <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm> visita: 04/03/2012.

¹² *Ibíd.*

FIGURA 7
MAPA CLIMATOLÓGICO DE LA REGIÓN



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo temático de la república de Guatemala 2005

TABLA 2
ESCALA DE METEORIZACIÓN FÍSICA

GRADO	DENOMINACION	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO	RANGO DE METEORIZACIÓN	CALIFICATIVO
I	Sana	Roca no meteorizada, conserva el color y el lustre en toda la roca.	0-25%	Bajo
II	Sana con juntas teñidas de oxido	Las caras de las juntas están manchadas con oxido pero la masa rocosa mantiene su color.	26-50%	Moderado
III	Moderadamente meteorizada	Cambia de color la fábrica de los minerales y la roca se rompe en pedazos de área de 25 cm ² , se quiebra con la mano.	51-75%	Medio
IV	Muy meteorizada	Se rompe y se desmenuza con la mano pero toda vía se logra reconocer los minerales.	76-99%	Alto
V	Completamente meteorizada	Material completamente meteorizado in situ, donde se puede reconocer alguna estructuras que la roca conserva	100%	Muy alto

Fuente: <http://www.unasam.edu.pe/facultades/minas/pdfs/8Trabajo.pdf>

Visitado 10/04/2012 con una modificación realizada por Ing. Aroldo López (Geomorfología 2012)

c. Erosión

Existen dos grandes tipo de erosión: la erosión hídrica, que no solamente se da por el agua meteórica, sino también por las vertientes que corren por el área¹³. Mientras que por otro lado tenemos la gravitacional, que tienen como agente principal las grandes pendientes. En el área predominan ambos tipos de erosión.

La erosión hídrica es la causa principal de erosión, ya que el área se encuentra rodeada por diferentes riachuelos y quebradas. También el área posee zonas de

¹³ <http://www.wikipedia.com/erosion> visita: 06/03/12

pendientes muy abruptas, las cuales afectan con la ayuda del viento y del agua.

d. Suelo

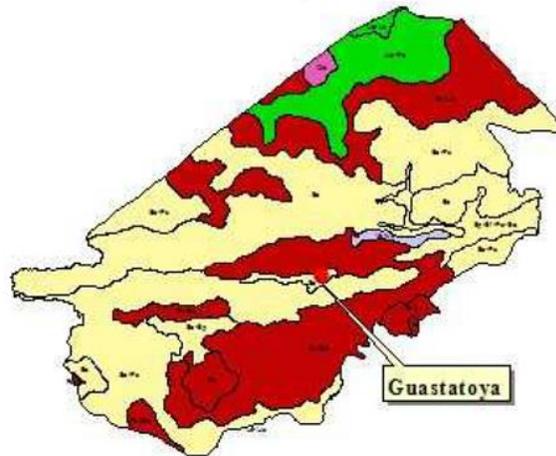
Los suelos del departamento de El Progreso han sido distribuidos en tres grandes grupos¹⁴ (Figura 8). Basados en un estudio realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), se da a conocer que los tipos de suelos del área son tres, que se resumen a continuación.

- ✓ Tipo I: Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos.: son los suelos del Sur-Oeste del departamento. (tipo de suelo que no abarca el área de trabajo).
- ✓ Tipo II: suelos desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos: este es el tipo de suelo más común en el departamento, ocupando, con pendientes inclinadas que no son cultivables. (encontrado en la parte noreste del área).
- ✓ Tipo III: suelos misceláneos de terreno: entre estos podemos encontrar los suelos aluviales, que son los suelos sobre cuales los ríos han depositado materiales recientemente y aún están sujetos a nuevas inundaciones¹⁵.

¹⁴ Simmons, Charles S. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala: Editorial del Ministerio de Educación Pública

¹⁵Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo temático de la república de Guatemala 2005

FIGURA 8 TIPO DE SUELO DEL DEPARTAMENTO



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

e. Relieve

El relieve terrestre presenta constantes modificaciones debido a dos tipos de fuerzas: las que proceden del interior de la Tierra generados por la tectónica de placas y las fuerzas que actúan en el exterior¹⁶.

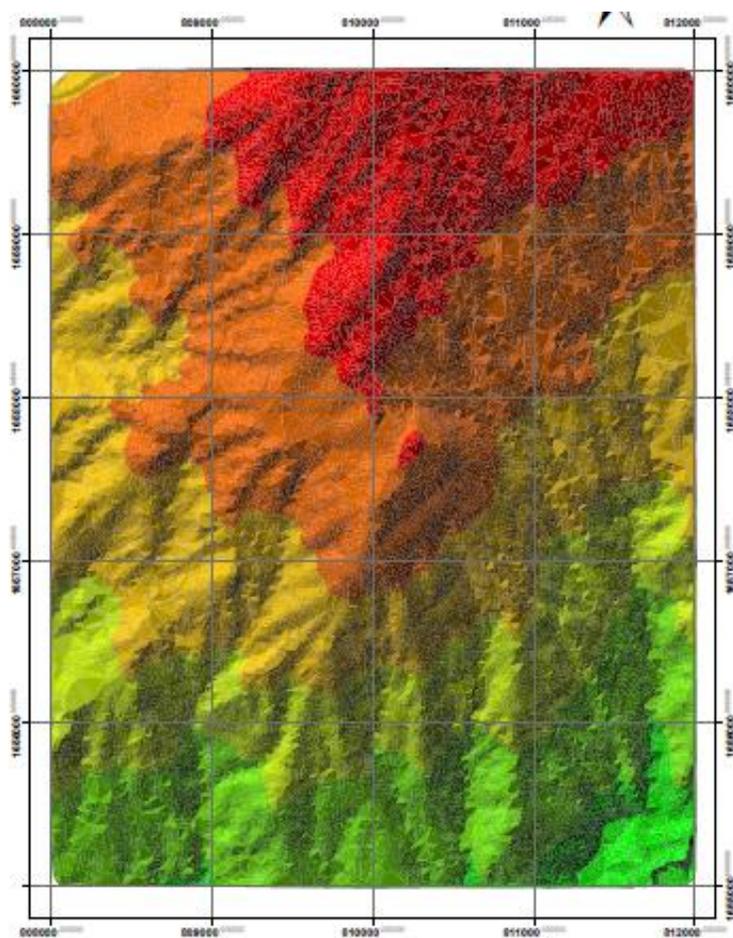
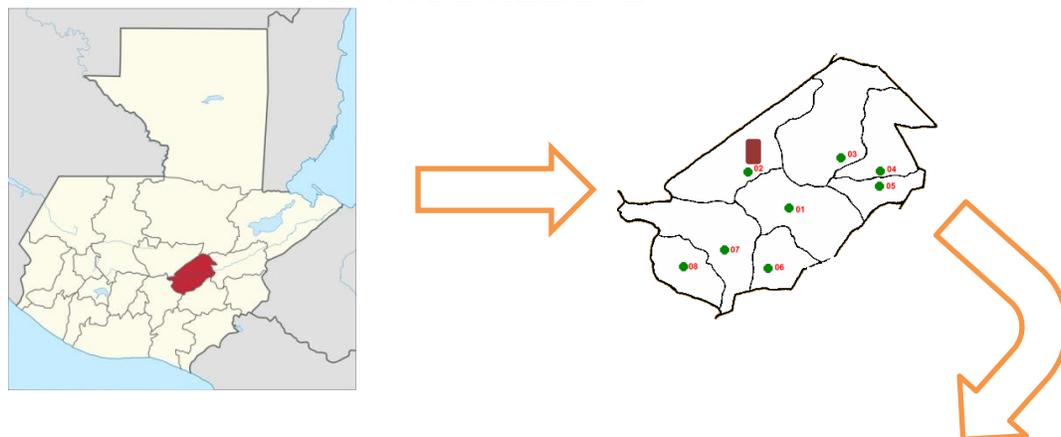
La región presenta una amplia variación del relieve. Hacia el norte del área se puede observar que existe un cambio abrupto en el relieve y es allí donde se encuentra ubicada la Sierra de Chuacus. Mientras que en el resto del área el relieve varía en porciones no muy pronunciadas; el municipio de Morazán posee una altura media que cubre desde los 1400-1600 msnm¹⁷ (Figura 9).

La diferencia del relieve en el área en función de la cota menor (600 msnm) y la cota mayor (1 600 msnm) es de 1 000 m.

¹⁶Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo temático de la república de Guatemala 2005

¹⁷ Ibíd.

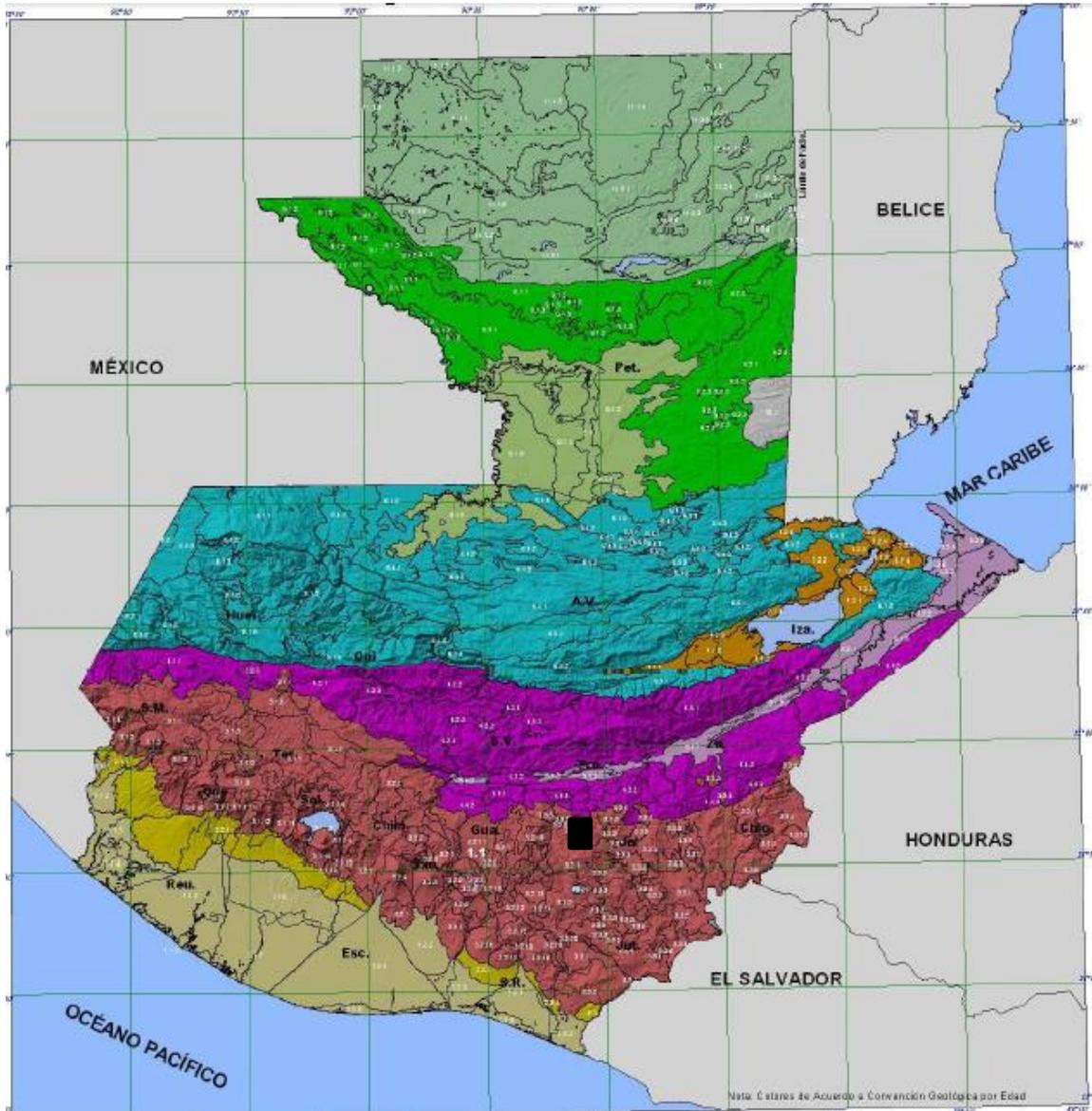
FIGURA 9
MAPA DE RELIEVE



Fuente; Investigación de Campo, 2013.

Para tener una idea de la fisiografía del área, podemos observar la Figura 10, la cual presenta el mapa fisiográfico regional.

FIGURA 10 MAPA FISIGRÁFICO REGIONAL



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo temático de la república de Guatemala 2005

f. Hidrología

Guatemala posee tres principales vertientes (Figura 11): Vertiente del Pacífico, Vertiente del Caribe y Vertiente del Golfo de México¹⁸.

En el área de estudio se presentan dos tipos de drenajes bien definidos, clasificados como sub-detrítico y paralelo a sub-paralelo. Estas redes de drenaje están controladas por estructuras tectónicas de la región. El drenaje sub-detrítico se extiende principalmente en la parte central del área de estudio. Está ubicado en las partes más altas. Por otro lado la red sub-paralela y paralela se distingue en el noreste y la parte sur del área.

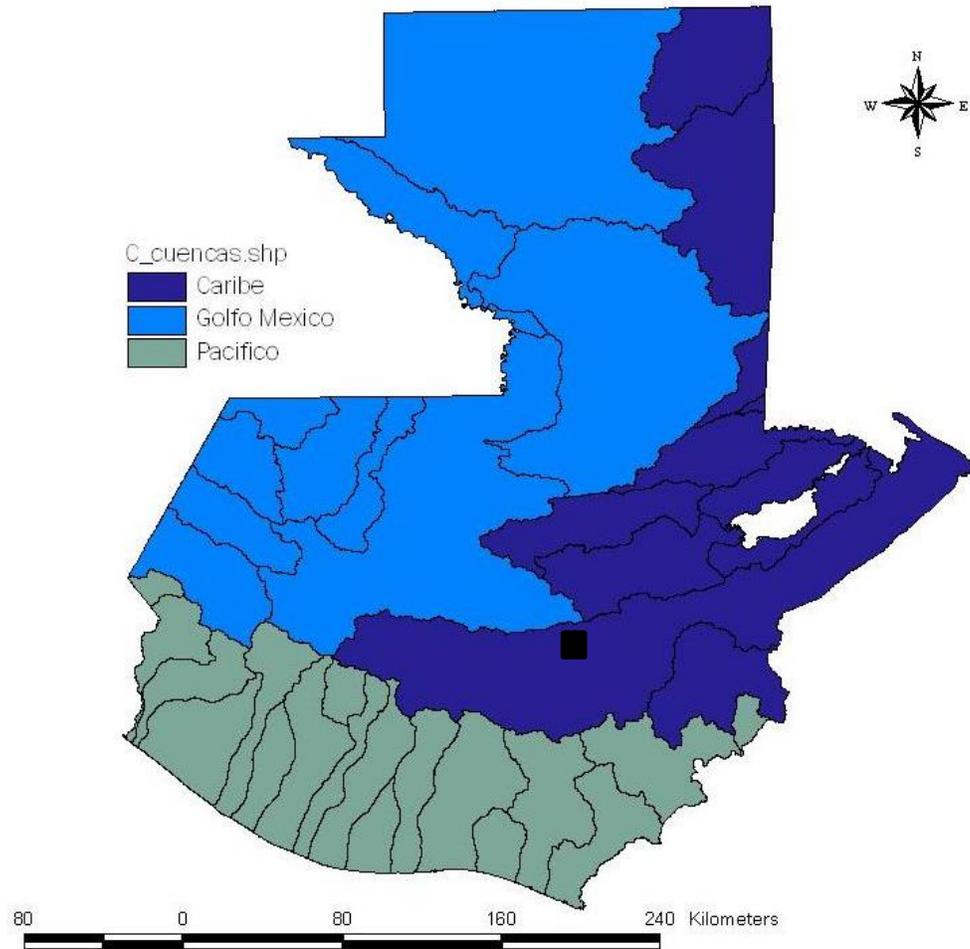
La corriente drena hacia La Vertiente del Caribe. En la Figura 12 se presenta el mapa hidrológico del área. Y en la Figura 13 se presenta el mapa de cuencas. El río Grande o Motagua es el río principal a donde los riachuelos y quebradas terminan¹⁹. Entre el drenaje del área se encuentran:

- ✓ Riachuelo San Clemente
- ✓ Quebrada Morazán
- ✓ Quebrada El Rosario
- ✓ Quebrada El Tigre
- ✓ Quebrada El Caco
- ✓ Quebrada el Obraje

¹⁸ http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios_de_guatemala.htm visita: 05/03/12

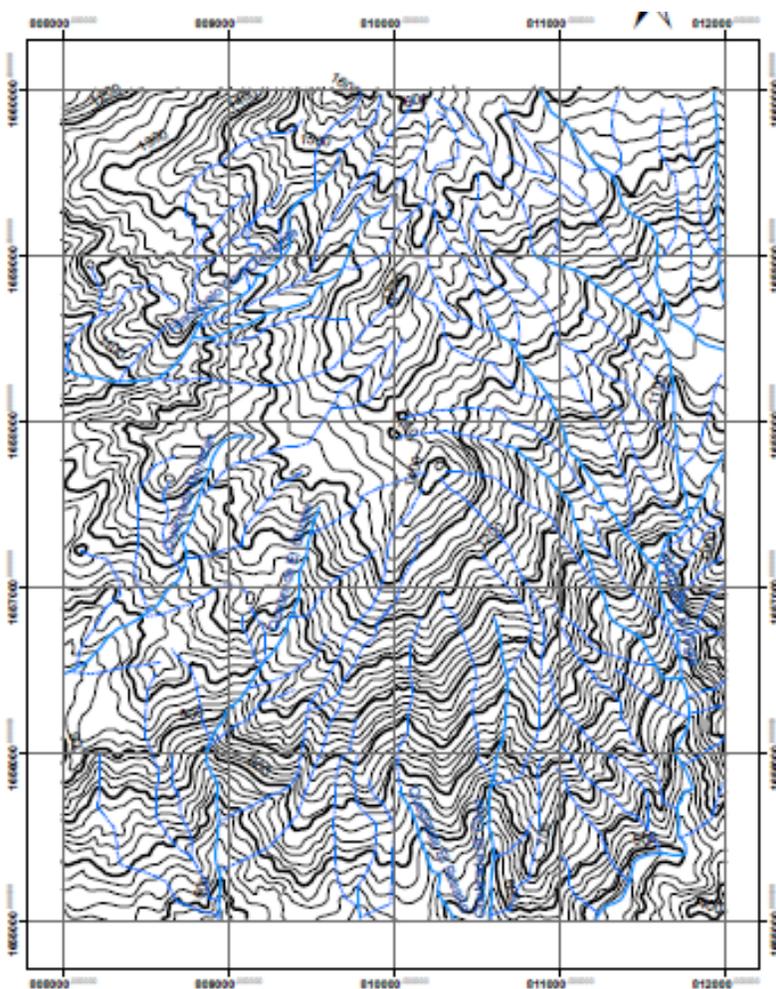
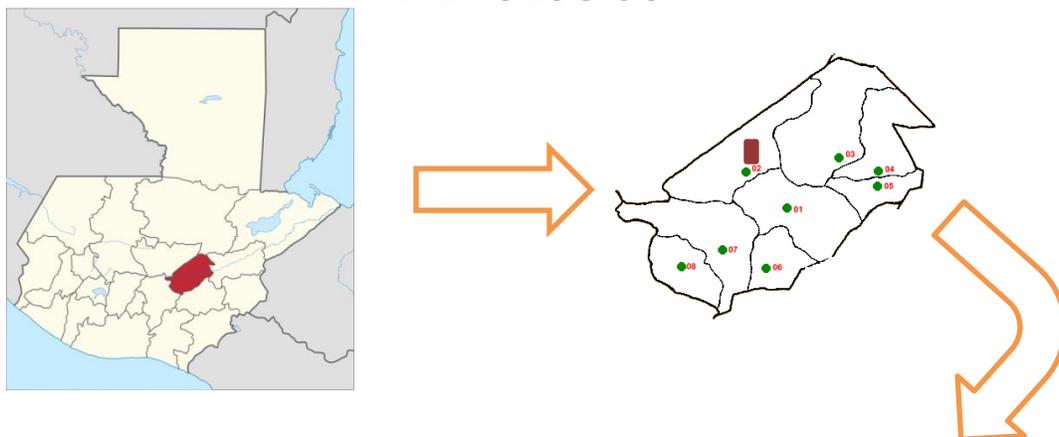
¹⁹ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo temático de la república de Guatemala 2005

FIGURA 11
MAPA DE VERTIENTES DE GUATEMALA



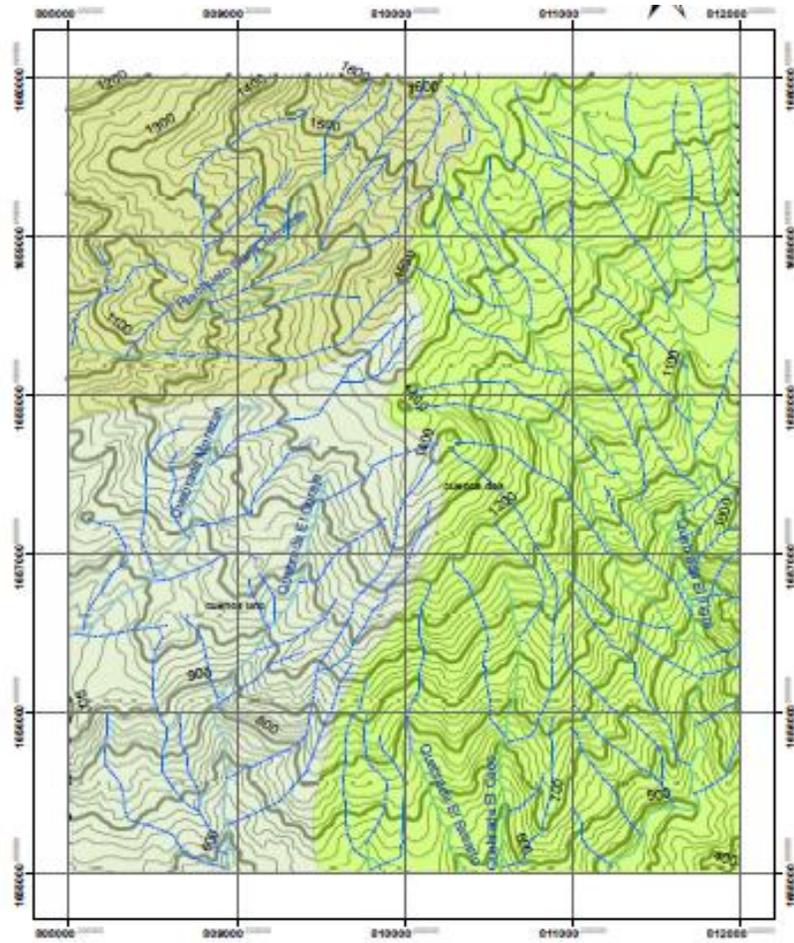
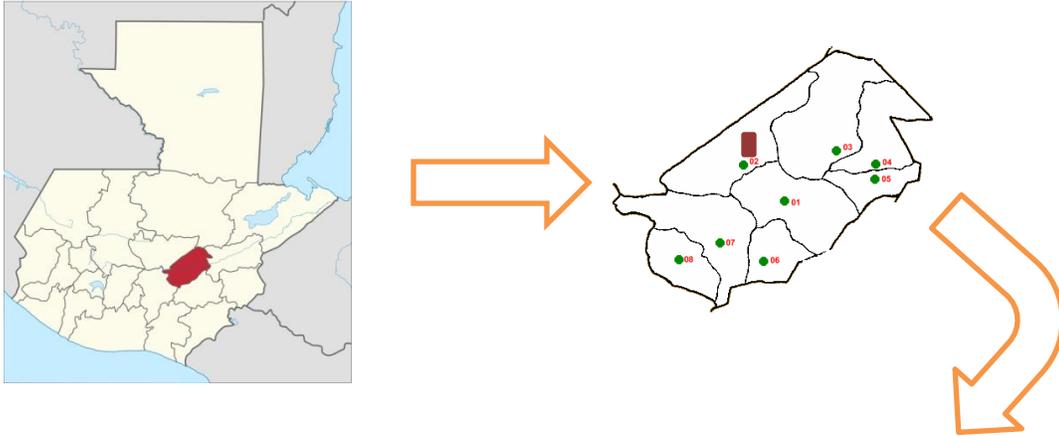
Fuente: http://fineans.usac.edu.gt/wiki/images/9/9e/Mapa_carmen_1.JPG visita: 06/03/12

FIGURA 12
MAPA HIDROLÓGICO



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FIGURA 13
MAPA DE CUENCAS



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Marco Metodológico

2.1.1 Fase de planificación

La realización de esta fase tuvo una duración de aproximadamente un mes que abarca desde el 18 de marzo al 28 de abril del presente año. Se realizó la recopilación de información en libros, fotografías aéreas, etc., esto se hizo con el fin de obtener información útil, para determinar las variables e indicadores sobre los cuales se estudió. Esta es una de las fases más importantes, porque es cuando se propone el problema de investigación en base a las características del área de estudio. .

2.1.2 Fase de campo

Esta fase se inició con el conocimiento y la visita al área de trabajo con el objetivo de tener una idea general de la región, luego se contó con un mes y medio, el cual se llevó a cabo del 01 de julio al 15 de agosto del año 2013. Luego se realizó una recopilación de datos estructurales, litológicos y geomorfológicos del área. Con la ayuda del método de caminamiento y afloramiento, basados en dos partes: topográficos y geológicos.

2.1.3 Fase de laboratorio

Se realizó en un mes y medio, empezando desde el 16 de agosto al 31 de septiembre del presente año. En esta fase se contempló el análisis petrográfico de las muestras de mano recolectadas durante la fase de campo, por medio de secciones delgadas de las diferentes muestras, esto con el objetivo de obtener una mejor interpretación textural y mineralógica de las rocas. Las descripciones de laboratorio se hicieron mediante una guía de observación de laboratorio estructurada.

2.1.4 Fase de gabinete

En esta fase, se procedió con la organización, estructuración e interpretación de los datos obtenidos tanto en la fase de campo, como en la fase de laboratorio. Con los datos obtenidos de las fases anteriores se procedió a construir un mapa geológico a escala 1:25 000, donde se presentaran los rasgos estructurales y litológicos del área. Esta última fase tuvo una duración de dos meses con quince días, desde el 18 de septiembre al 30 de noviembre de 2013. A la vez se realizaron tres cortes topográficos y una columnas lito-estratigráficas a escala 1:25 000.

CAPITULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo describe los principales rasgos estructurales, litológicos y geomorfológicos del área.

4.1 Litoestratigrafía Local

En el presente apartado se describen cada una de las unidades litológicas encontradas en el campo; dichas unidades se clasificaron según sus características texturales y mineralógicas. Para dar un mejor detalle con respecto a las características ya mencionadas. Fue necesario realizar láminas delgadas de las muestras de rocas recolectadas, para analizarlas y describirlas microscópicamente.

Las unidades litológicas encontradas en el área de estudio de la más antigua a la más reciente son: Esquistos Granatíferos (Eg), Esquistos Micáceos Biotíticos (Em), Serpentinita (Sn), Anfibolita (An) y Coluvión (Col).

A continuación se presenta una descripción de las unidades litológicas encontradas, tanto macroscópicamente como microscópicamente.

4.1.1 Unidad de Esquistos Granatíferos (Eg)

Esta unidad se encuentra ubicada en la parte este del área de estudio y abarca un 9% de la totalidad de la misma. Se encuentra ubicada en cercanías de la aldea La Laguna.

Se caracteriza por estar en una zona donde las pendientes de las laderas son abruptas y forman parte de la Quebrada El Tigre (Fotografía 1). Y la topografía varía entre 600 msnm a 1500 msnm.

La meteorización que presentan los afloramientos es de grado III, la cual los minerales se observan aun con sus características principales (color, dureza, etc.). Los granates poseen un tamaño de aproximadamente 0.6 cm a 1 cm.

FOTOGRAFÍA 1 UNIDAD DE ESQUISTO GRANATÍFERO



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

Esta unidad (Fotografía 2) se observa sobre veredas las cuales son difíciles de ingresar por las pendientes y vegetación. Posee mayoritariamente cuarzo con micas como biotita y moscovita (siendo esta última la más abundante).

FOTOGRAFÍA 2 MUESTRA DE ESQUISTO GRANATÍFERO



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

La orientación preferencial de la foliación en esta unidad es de $58^{\circ}/N225^{\circ}$. Está en contacto discordante con el coluvión, y con la serpentinita está en contacto fallado.

En sección delgada esta unidad litológica se caracteriza por presentar una textura nematoblástica, ya que se observa muy bien el arreglo de los minerales en una sola dirección. Los minerales característicos de la unidad son: granates, cuarzo moscovita y clorita muy escasa. En la tabla 4 se observa el porcentaje de cada uno de estos minerales descritos.

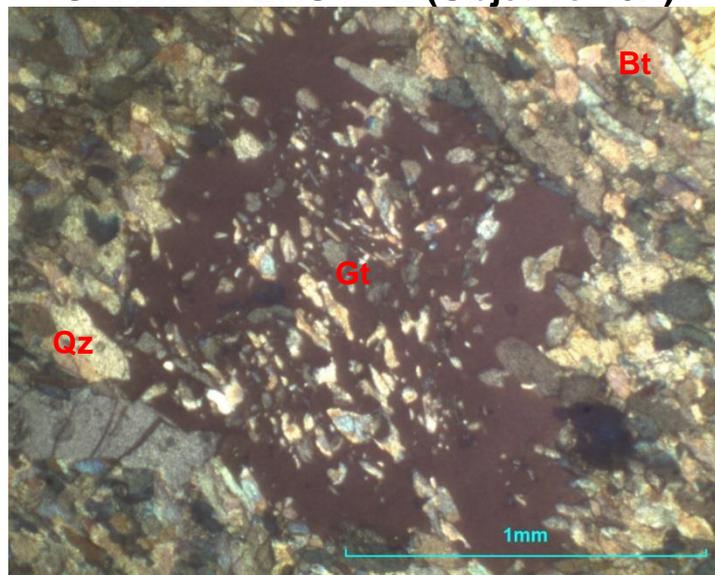
TABLA 3
MINERALOGÍA DE ESQUISTO GRANATÍFERO

MINERALES	PORCENTAJE EN LA SECCION (%)
Granate (Gt)	29
Cuarzo (Qz)	15
Moscovita (Mv)	18
Biotita (Bt)	13
Epidota (Epd)	11
Plagioclasas (Plg)	9
Otros	5

Fuente: Investigación de Campo

En la fotografía 3 se detallan cada uno de los minerales que se encuentran en la sección delgada, se puede observar que la orientación de los minerales es subparalela y rodea a los minerales de granates.

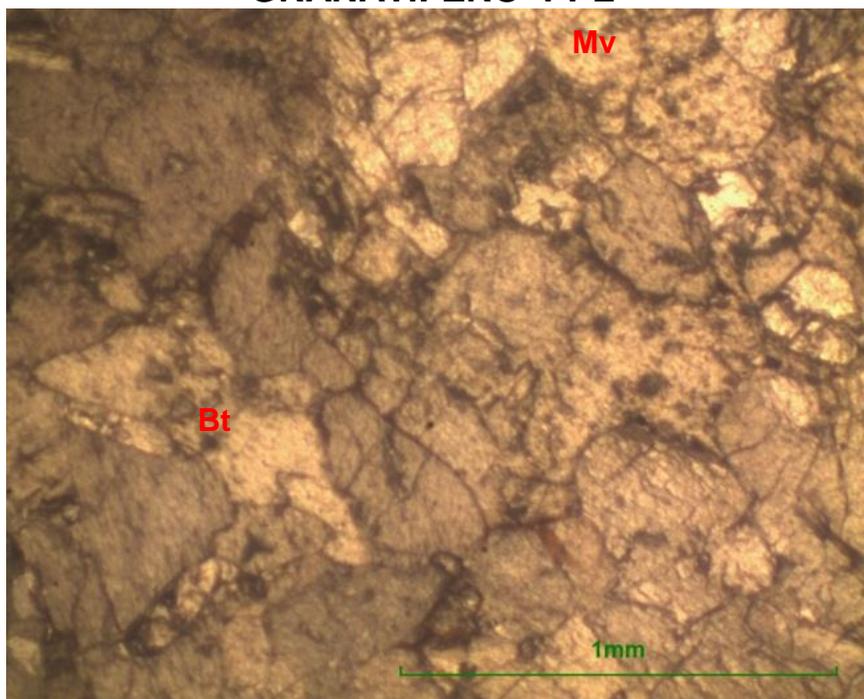
FOTOGRAFÍA 3
SECCIÓN DELGADA DE ESQUISTO GRANATÍFERO XPL (Objetivo 10X)



Qz (Cuarzo), Gt (Granate), Bt (Biotita)
Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

En la fotografía 4, se pueden observar con mayor claridad la moscovita y la biotita, ya que la fotografía se encuentra en PPL (Luz Polarizada Plana), donde son más visibles al estudiarlas, ya que las tonalidades son más fáciles de observar dentro de esta vista.

FOTOGRAFÍA 4 SECCIÓN DELGADA DE ESQUISTO GRANATÍFERO PPL



Bt (Biotita), Mv (Moscovita)

Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.1.2 Unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos (Em)

Esta unidad se puede encontrar al noroeste del polígono de estudio. Abarcando el 20% del área y se extiende del norte hacia el oeste. Los afloramientos más importantes, se encuentran en la carretera que comunica de la aldea El Pacayal y la aldea Piedras Grandes (Fotografía 5); siendo este último lugar donde se pueden apreciar mejor las características de la roca.

La topografía de esta unidad varía de 1600 a 1000 msnm. Esta unidad se encuentra afectada por procesos exógenos (Figura 5), siendo el más importante la erosión, ya que por la altura en la que se encuentra el clima varía en 5° con respecto al municipio de Morazán.

La meteorización en la roca es de grado II y III. La roca todavía se encuentra compacta.

FOTOGRAFÍA 5 UNIDAD DE ESQUISTO MICÁCEO



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

La foliación preferencial que se encuentra en la Unidad de los Esquistos Micáceos Biotíticos es hacia el sur. La foliación promedio tiene una orientación de 53°/N202° y de 49°/N144°. Esta unidad se encuentra en contacto gradual con la serpentinita así como también con la unidad de anfibolita.

Al igual que los esquistos granatíferos, posee una textura nematoblastica (Fotografía 6A), ya que los minerales presentan una sola dirección preferencial y se encuentran subparalelos entre sí.

Mientras que en la Fotografía 6B, observamos la sección delgada en PPL, esto para observar las características ópticas de la biotita y de la clorita, las cuales son más fáciles de observar al microscopio.

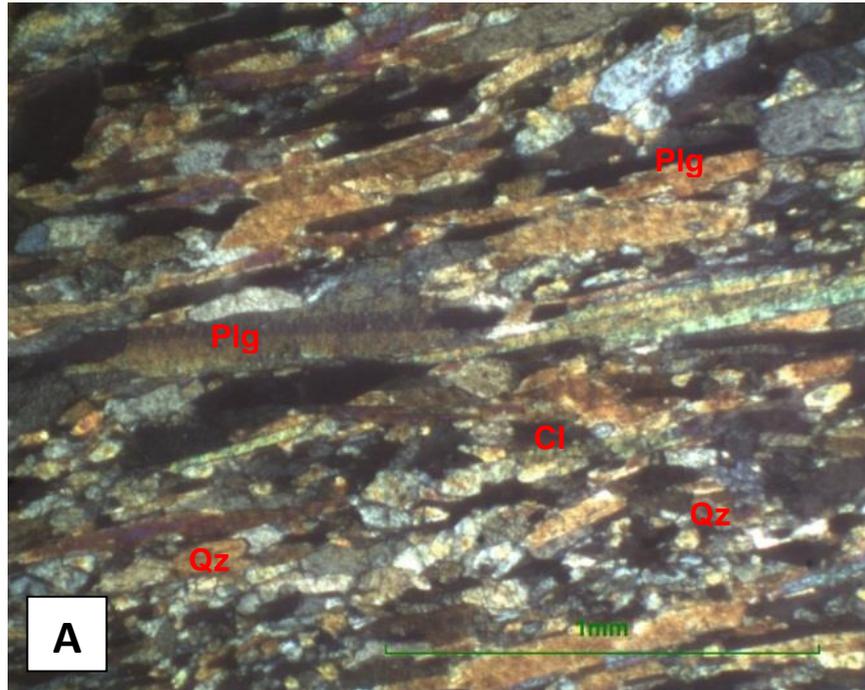
En la tabla 4, se observan los principales minerales observados con la ayuda del microscopio en nuestra sección delgada.

TABLA 4
MINERALOGÍA DE ESQUISTO MICÁCEO

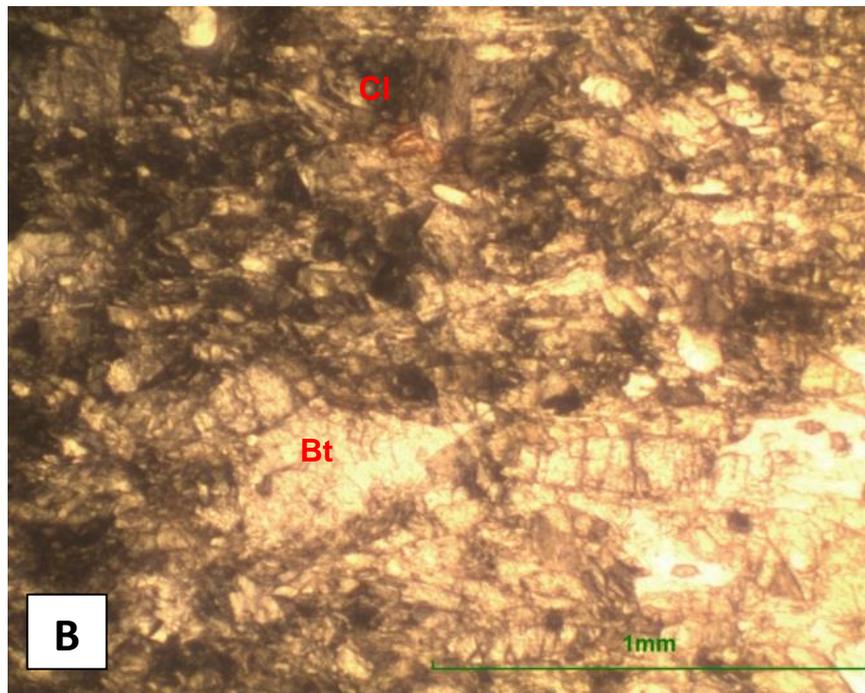
MINERALES	PORCENTAJE EN LA SECCION (%)
Biotita (Bt)	24
Clorita (Cl)	27
Cuarzo (Qz)	15
Clinopiroxeno (Cpx)	16
Plagioclasa (Plg)	7
Epidota (Epd)	5
Otros	6

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FOTOGRAFÍA 6 SECCIÓN DELGADA DE ESQUISTO MICÁCEO



Qz (Cuarzo), Cl (Clorita), Plg (Plagioclasa "Albita")



Bt (Biotita), Cl (Clorita)

Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.1.3 Unidad de Serpentinita (Sn)

Ésta unidad está dividida en dos formas, las que poseen foliación bien marcada a la que le denominamos Serpentinita (Fotografía 7A) y la que no posee foliación y que nombraremos como Peridotita Serpentinizada (Fotografía 7B).

Ésta unidad abarca gran parte de nuestra área de estudio; aproximadamente 30%, se encuentra principalmente en el centro del polígono y se alarga hacia el suroeste del mismo. Ésta unidad se encuentra en contacto fallado con la unidad de anfibolita, a su vez con el Esquisto Granatífero; por otra parte se encuentra en contacto gradual con los Esquistos Micáceos Biotíticos, y con el coluvión posee un contacto discordante.

El grado de meteorización que presentan éstas rocas es muy variable, ya que existen afloramientos donde se ve que no ha sido afectado por ningún proceso, mientras que en otros se observa la roca con un cambio de coloración. El grado de meteorización varía del I al III.

La foliación predominante de la serpentinita varía entre $38^{\circ}/N140^{\circ}$ y $40^{\circ}/N293^{\circ}$ ya que se encontraron pliegues. El buzamiento promedio está en el rango de 36° a 50° .

FOTOGRAFÍA 7 UNIDAD DE SERPENTINITA



Tomada por: Hugo José Ovalle Mus, 2013.

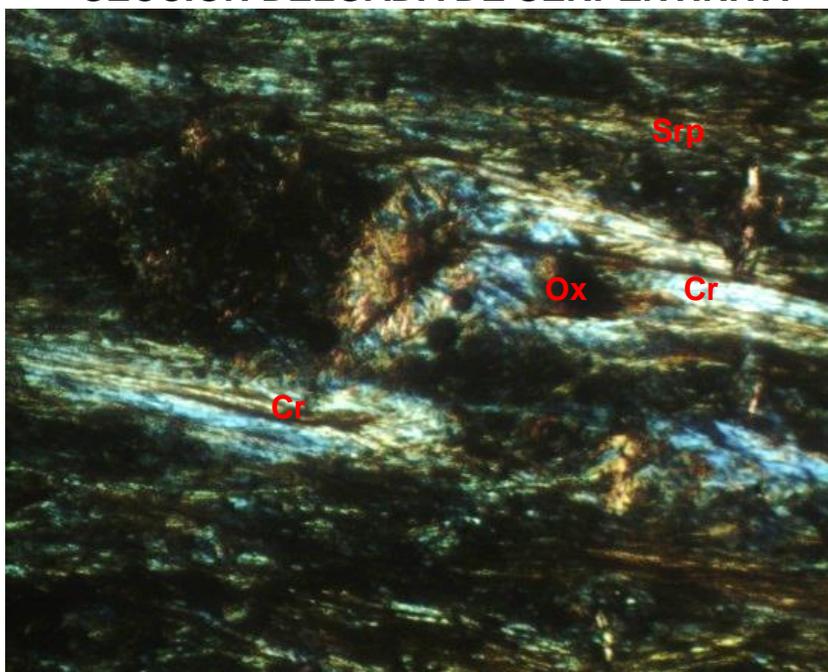
En la tabla 5 se presentan los principales minerales que se observan en la sección delgada de la Serpentinita. En la fotografía 8 se observan los minerales y sus características principales.

**TABLA 5
MINERALOGÍA DE SERPENTINITA**

MINERALES	PORCENTAJE EN LA SECCION (%)
Minerales Opacos – Óxidos (Ox)	13
Crisotilo(Crs)	21
Serpentina(Srp)	55
Clinopiroxenos(Cpx)	11

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

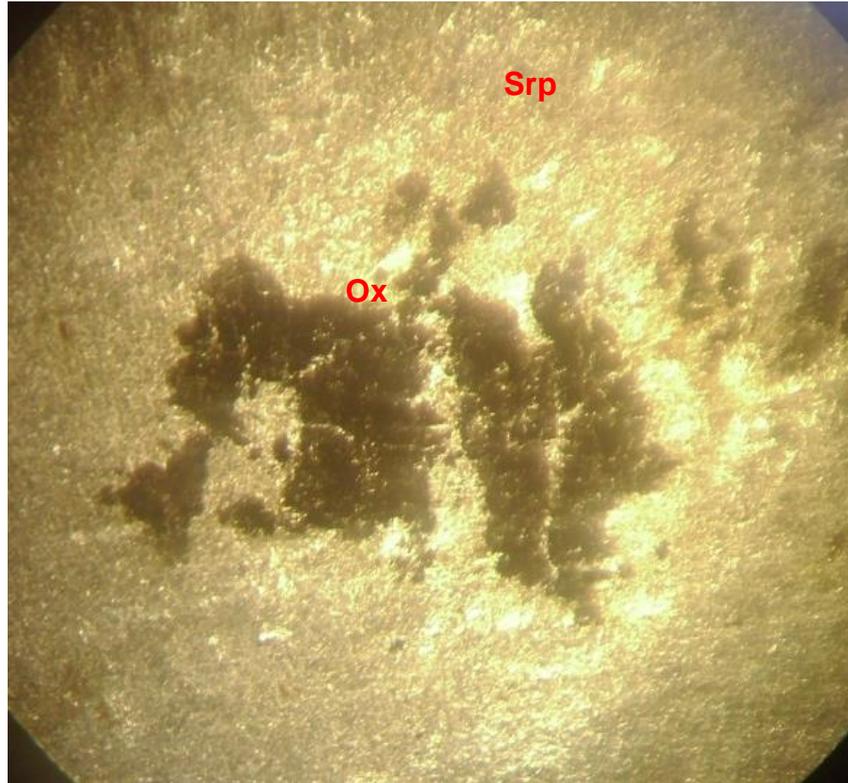
**FOTOGRAFÍA 8
SECCIÓN DELGADA DE SERPENTINITA**



Ox (Óxidos, Minerales Opacos), Cr (Crisotilo), Srp (Serpentina)
Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

En la fotografía 9 se muestra el cambio en la textura que posee ésta roca.

FOTOGRAFÍA 9 SECCIÓN DELGADA DE PERIDOTITA SERPENTINIZADA



Srp (Serpentina), Ox (Óxidos, Minerales Opacos)
Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.1.4 Unidad de Anfibolita (An)

Ésta unidad litológica posee sus afloramientos en la parte sur del área de estudio, abarca el 21% del total; pero los mejores afloramientos se encuentran en la Finca Platanillos y en la aldea Agua Ligera (Fotografía 10).

La anfibolita se encuentra interfoliada en bloques a la unidad de Serpentinita, el contacto entre estas unidades es fallado.

La anfibolita posee un contacto gradual con la unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos La roca presenta un grado de meteorización que varía desde el grado I y el grado III. La cual posee ya una coloración diferente y sus minerales se encuentran afectados.

FOTOGRAFÍA 10 UNIDAD DE ANFIBOLITA



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

La orientación preferencial de la foliación es de $57^{\circ}/N210^{\circ}$.

La microtextura que se observa en la lámina delgada es nematoblástica, ya que se pueden observar las inclusiones de cuarzos en otros minerales, a su vez el ordenamiento de los minerales se encuentra subparalela.

Los minerales característicos se presentan en la Tabla 6, en donde se observan los porcentajes de cada uno de los minerales. En la Fotografía 11 se observa la sección

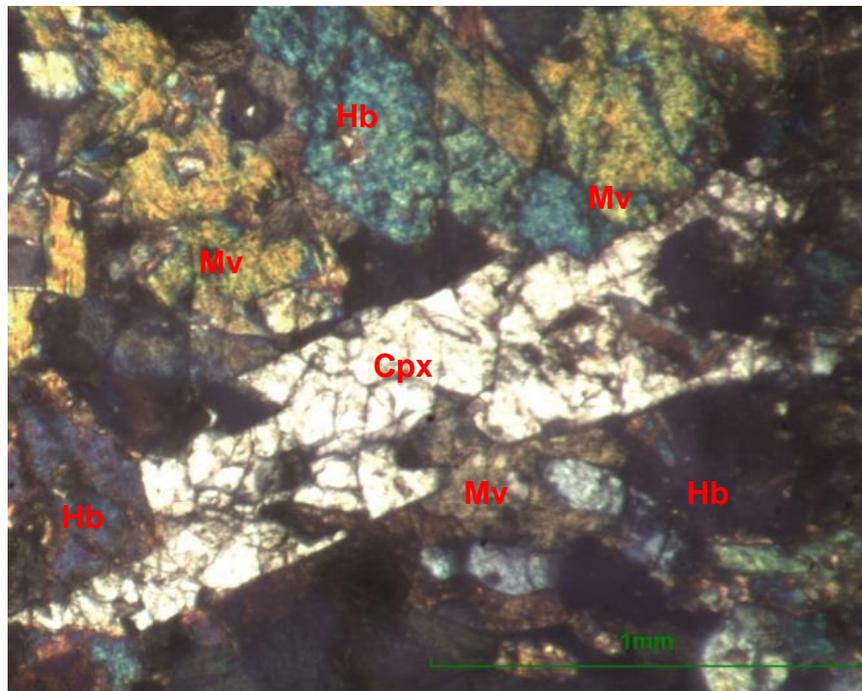
delgada trabajada para poder determinar los minerales que esta presenta. En la Tabla 6 se presentan los minerales encontrados con su respectivo porcentaje de presencia en la muestra.

TABLA 6
MINERALOGÍA DE LA ANFIBOLITA

MINERALES	PORCENTAJE EN LA SECCION (%)
Hornblenda (Hb)	53
Cuarzo (Qz)	14
Granate (Gt)	4
Moscovita (Mv)	11
Clinopiroxenos(Cpx)	6
Biotita (Bt)	5
Plagioclasas (Plg)	3
Otros	4

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FOTOGRAFÍA 11
SECCIÓN DELGADA DE ANFIBOLITA



Hb (Hornblenda), Mv (Moscovita), Cpx (Clinopiroxeno "Augita")

Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.1.5 Unidad de Coluvión (Col)

Se determinaron dos unidades de coluvión en todo el polígono de estudio. Los bloques de roca que contiene el coluvión pertenecen a los esquistos micáceos y la serpentinita. Ésta unidad abarca el 20% del área total. En la fotografía 12 se observan los bloques encontrados sobre un valle.

Estas unidades; una de ellas se encuentra en la parte noreste del área, en cercanías del Caserío Cruz de Pino; en las partes más boscosas donde se encuentran los arboles de coníferas. El otro coluvión se encuentra sobre la Quebrada El Obraje, en la parte suroeste. Los bloques de serpentinita mayormente se encuentran bien redondeados, ya que la distancia la cual han sido arrastrados es muy amplia.

FOTOGRAFÍA 12 UNIDAD DE COLUVIÓN



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.2 Geología Estructural Local

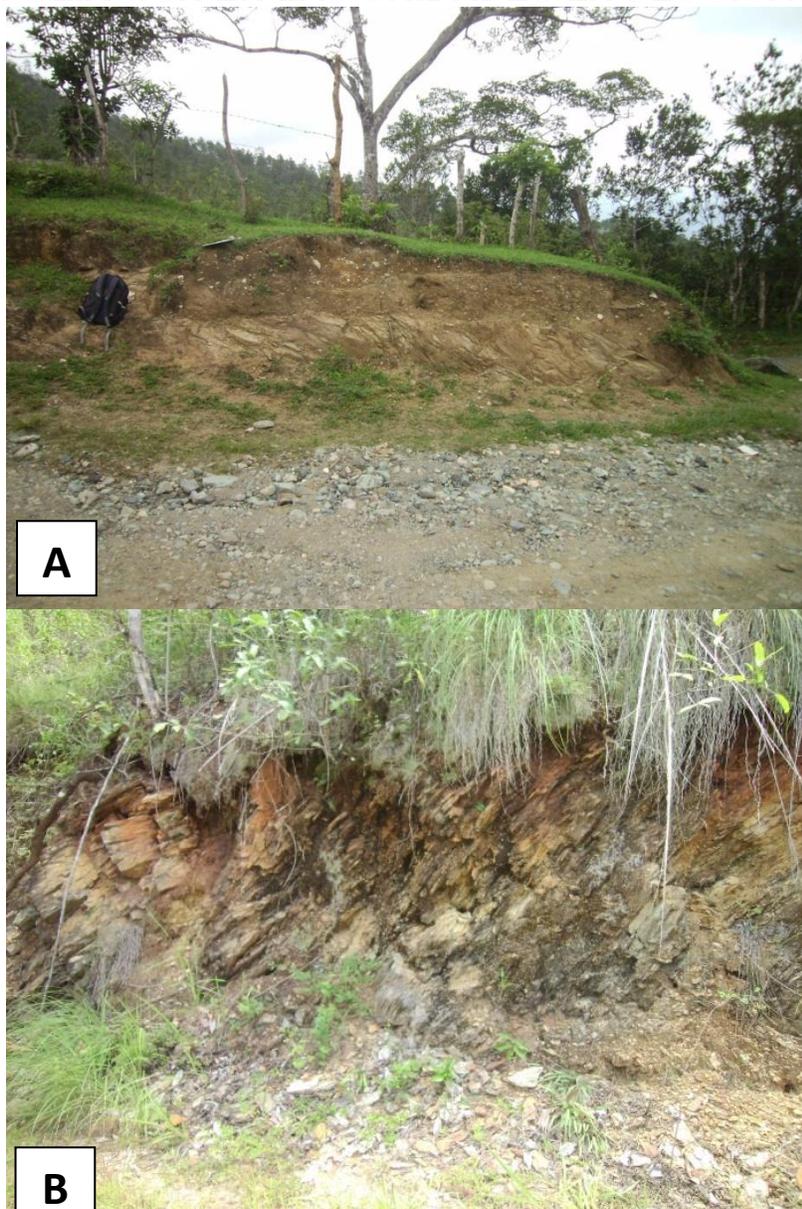
Al momento de estudiar y realizar la etapa de campo, así como se recolectaron datos litológicos; se tomaron datos estructurales de las unidades encontradas. Las estructuras encontradas son: foliaciones, lineamientos, pliegues, fracturas, grietas de tensión y fallas.

Estos datos se toman con el objetivo de lograr entender la dinámica y cinemática de los esfuerzos que han afectado las rocas.

4.2.1 Foliación (S1)

Existen tres diferentes orientaciones principales, por lo que se refiere que hay dos deformaciones en el área (Fotografía 13), una cinemática sinistral y una con cinemática dextral como se observa en la falsilla de la Figura 14.

FOTOGRAFÍA 13 FOLIACIÓN EN LAS UNIDADES LITOLÓGICAS



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

En la fotografía 13A se observa la foliación en la unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos. En la fotografía 13B se observa la foliación de la Serpentinita. En la figura 14, se muestran por medio de una estereofalsilla, la dirección de los esfuerzos principales; todo esto tomando en cuenta los polos de las foliaciones medidas.

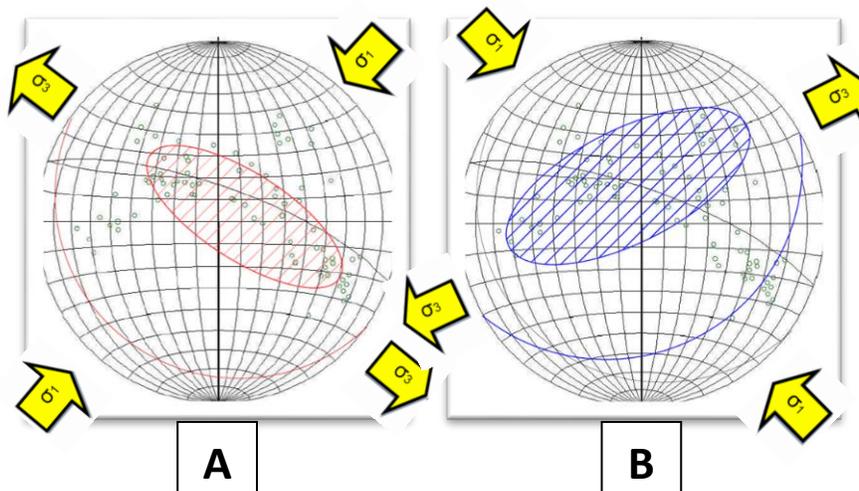
A continuación se presenta la base de datos (Tabla 7) y las figuras correspondientes a cada una de las estructuras geológicas identificadas en campo, en las cuales se dan a conocer el sigma 1 (Esfuerzo Principal).

TABLA 7
BASE DE DATOS DE FOLIACIONES (S2)

DIP	DIR	DIP	DIR
57°	N 290°	36°	N 193°
30°	N 210°	38°	N 196°
29°	N 265°	29°	N 205°
19°	N 154°	32°	N 200°
61°	N 82°	40°	N 183°
29°	N 110°	36°	N 193°
26°	N 118°	36°	N 189°
49°	N 105°	42°	N 192°
26°	N 30°	45°	N 172°
20°	N 45°	41°	N 186°
16°	N 38°	38°	N 186°
38°	N 40°	40°	N 192°
30°	N 226°	42°	N 220°
14°	N 238°	38°	N 216°
28°	N 246°	45°	N 235°
12°	N 210°	36°	N 178°
20°	N 272°	40°	N 186°
30°	N 25°	40°	N 182°
57°	N 230°	41°	N 186°
50°	N 285°	41°	N 186°
36°	N 20°	36°	N 182°
38°	N 192°	39°	N 178°
45°	N 185°	38°	N 288°
36°	N 191°	36°	N 276°
39°	N 201°	39°	N 278°
42°	N 186°		
38°	N 188°		

Fuente: Investigación de Campo, 2013

**FIGURA 14
ESTEREOGRAMA DE FOLIACIONES S2**



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

En figura 14A se aprecia una dirección de foliación preferencial que posee un buzamiento hacia sureste y otra dirección que se encuentra buzando hacia el oeste (Cinemática Sinistral) y pertenecen a las unidades de Esquistos Granatíferos y Anfibolita.

Mientras que en la figura 14B es el caso contrario ya que se describe una cinemática dextral, se localiza en la unidad de Serpentinita y Esquistos Micáceos Biotíticos. Las foliaciones medidas en las unidades de serpentinita y esquistos micáceos tienden a buzarse hacia el este - sur.

4.2.2 Pliegues (Dominio Frágil)

Estas estructuras se forman a partir de esfuerzos de deformación. Estas estructuras fueron medidas en las unidades de Anfibolitas, Esquistos Micáceos Biotíticos y Serpentinita (Fotografía 14).

El esfuerzo de compresión o principal, se encuentra perpendicular a la dirección del eje. Como se aprecia en la

figura 15 y Tabla 8, se plotearon los ejes de pliegues para tener un mejor resultado.

FOTOGRAFÍA 14
PLIEGUES (SERPENTINITA, PERITODTITA
SERPENTINIZADA Y ESQUISTO MICÁCEO)



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

En la Fotografía 14A se observa un plegamiento en la unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos, así mismo en la fotografía 14B se presenta un plegamiento observado en la unidad de Serpentinita.

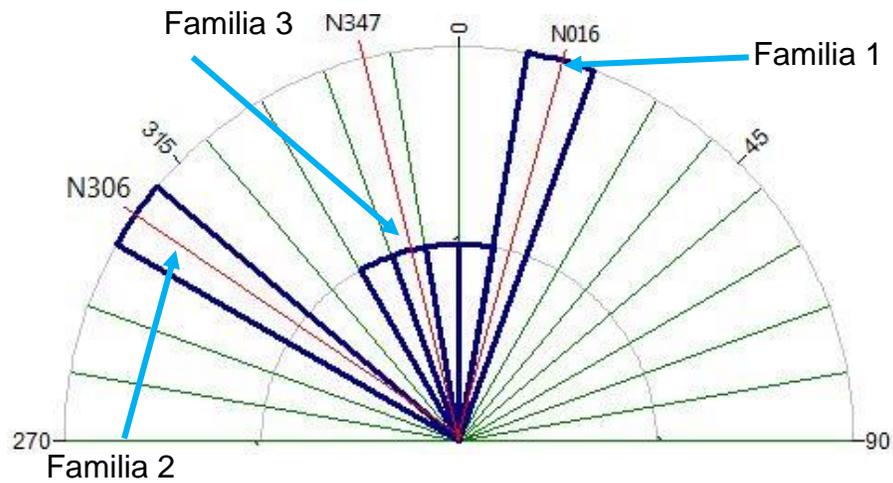
En ambas fotografías se observa el eje del pliegue con un punto negro, los flancos del pliegue con una línea color anaranjada y con color amarillo el plano axial del pliegue.

TABLA 8
BASE DE DATOS DE EJES DE PLIEGUES

DIR	DIP	MORFOLOGIA
N 195°	20°	M
N 128°	5°	S
N 125°	12°	S
N 150°	36°	Anticlinal Tumbado
N 186°	23°	Z
N 192°	26°	Z
N 175°	12°	Sinclinal
N 164°	21°	Anticlinal
N 190°	15°	M
N 195°	20°	S
N 194°	12°	S

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FIGURA 15
DIAGRAMA DE ROSA PARA EJES DE PLIEGUE



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

En el diagrama de rosas que se presentó, se puede observar tres familias de ejes de pliegues encontrados, estas tienen una dirección de N016°, N306° y de N347° respectivamente.

4.2.3 Fracturas

En el área se pueden apreciar diferentes afloramientos en los cuales no es extraño encontrar fracturas. Estas estructuras pueden pertenecer a criterios tanto locales como regionales. La unidad litológica que mayormente posee éstas estructuras de fracturas es la de Serpentinita (Fotografía 15).

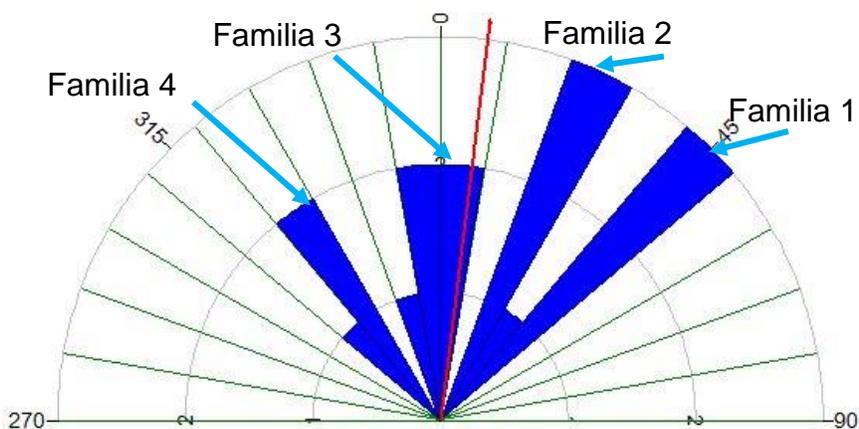
FOTOGRAFÍA 15 FRACTURAS EN LA UNIDAD DE SERPENTINITA



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

Como se observa en la fotografía anterior, se presenta un afloramiento marcado por múltiples fracturas. Las cuales fueron medidas en el campo y que en la figura 16, se observa la orientación preferencial de las mismas.

FIGURA 16 DIAGRAMA DE ROSA PARA FRACTURAS



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

En la figura 16 podemos observar la dirección preferencial de las fracturas, en donde se encuentran 4 familias diferentes, las cuales poseen las siguientes direcciones N045, N025, N008 y N325, respectivamente. Aproximadamente pertenece a un sistema sinistral.

4.2.4 Grietas de Tensión

Estas estructuras son planares, y evidencian la dirección de los esfuerzos principales de compresión. La dirección del esfuerzo compresivo es paralela a las grietas de tensión.

Las unidades litológicas en las cuales se pudieron observar estas estructuras son afloramientos de esquistos micáceos en su mayoría, a su vez también en afloramientos de serpentinita, pero siendo estos últimos más escasos.

Las grietas de tensión poseen un espesor aproximado que varía entre pocos milímetros hasta llegar a 10 cm.

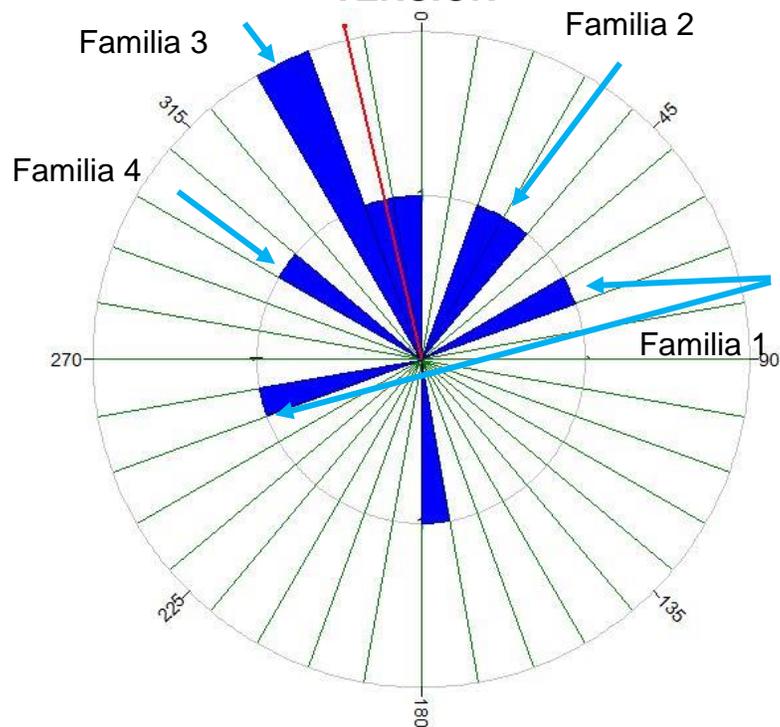
A continuación se presenta un diagrama de rosa para las grietas de tensión (Tabla 9 y Figura 17), todo esto con el objetivo de poder visualizar de una mejor manera el esfuerzo principal de compresión.

TABLA 9
BASE DE DATOS DE GRIETAS DE TENSIÓN

DIP	DIR	ROCA
10°	N 006°	Esquistos Micáceos
12°	N 045°	Esquistos Micáceos
12°	N 050°	Esquistos Micáceos
18°	N 052°	Esquistos Micáceos
15°	N 098°	Esquistos Micáceos
24°	N 175°	Esquistos Micáceos
12°	N 048°	Esquistos Granatíferos
26°	N 051°	Esquistos Granatíferos
21°	N 009°	Esquistos Granatíferos

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FIGURA 17
DIAGRAMA DE ROSA DE GRIETAS DE TENSION



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

Para las grietas de tensión, se tienen 4 familias con orientaciones diferentes, las cuales tienen como direcciones específicas $N075^{\circ}$, $N030^{\circ}$, $N348^{\circ}$ y $N305^{\circ}$.

4.2.5 Boudines

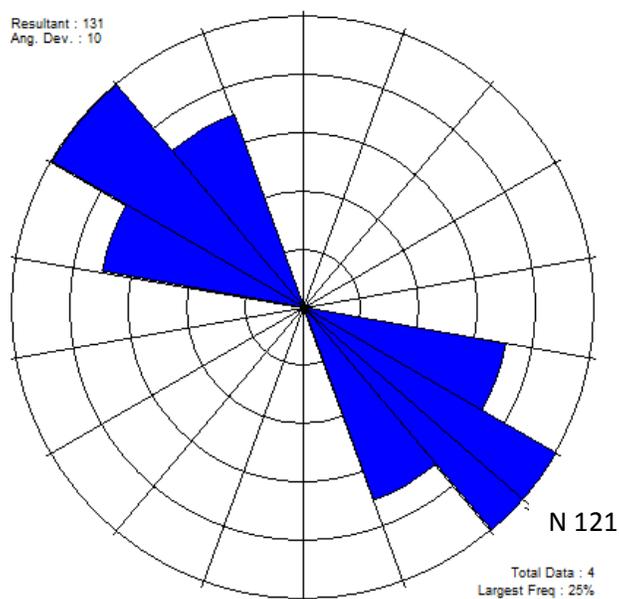
Estas estructuras fueron encontradas con facilidad en la unidad de esquistos granatíferos y cuarcita. Se midieron de cada uno de los ejes (Tabla 10 y Figura 18).

TABLA 10
BASE DE DATOS BOUDINES

DIP	DIR	ROCA
38°	N 125°	Esquisto Micáceo
42°	N 154°	Esquisto Micáceo
32°	N 118°	Esquisto Micáceo
38°	N 129°	Esquisto Micáceo

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FIGURA 18
DIAGRAMA DE ROSA DE LOS EJES DE BOUDINES



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

La figura 18 muestra que el eje principal de los boudines está dado con una dirección Noreste-Suroeste. Por lo cual es donde tomamos nuestro esfuerzo de compresión.

4.2.6 Fallas

El área que se estudió durante la ejecución del Trabajo Final de Campo, se encuentra afectada por una

fuerte actividad tectónica. Se localizaron diferentes fallas que evidencia el movimiento.

La principal evidencia que se observó en el campo, para poder determinar que la zona si posee fallas fueron las estructuras llamadas tectoglifos, principalmente estrías.

En la fotografía 16 se presenta una falla inversa que se encuentra en la unidad de serpentinita. Esta falla poseía como tectoglifo estrías.

FOTOGRAFÍA 16 FALLA NORMAL



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

Las fallas se dividieron según su cinemática. A continuación se encuentra la división de dichas fallas.

a. Fallas Normales

Las fallas normales se encuentran distribuidas en el área de estudio; divididas en dos grupos, las que son puras y las oblicuas (Normal + Rumbo).

Los planos de las fallas normales encontradas tienen una tendencia, la cual buzan hacia el noreste, y otra que buza hacia el suroeste. Las estrías a su vez poseen una dirección similar. Los esfuerzos de Sigma 3 poseen una dirección de N218 (Tabla 11).

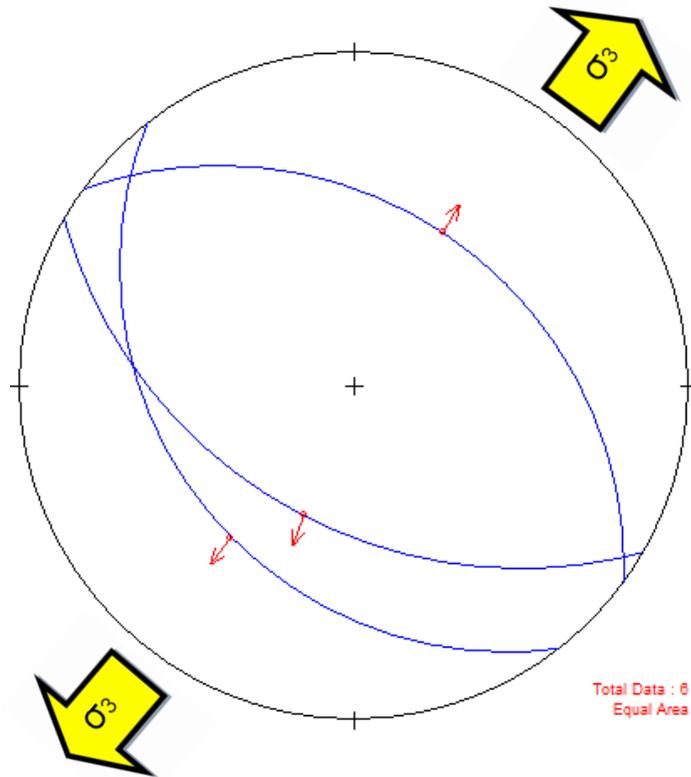
Las fallas normales se encuentran principalmente en la serpentinita, así como también en el esquisto micáceo (Fotografía 17).

**TABLA 11
BASE DE DATOS DE FALLAS NORMALES**

	DIR	DIP	PITCH
Falla	210°	56°	85°S
Falla	232°	42°	80°S
Falla	36°	46°	86°N

Fuente: Investigación de Campo, 2013

FIGURA 19 ESTEREOGRAMA DE FALLAS NORMALES



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FOTOGRAFÍA 17 FALLAS NORMALES DEXTRALES



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

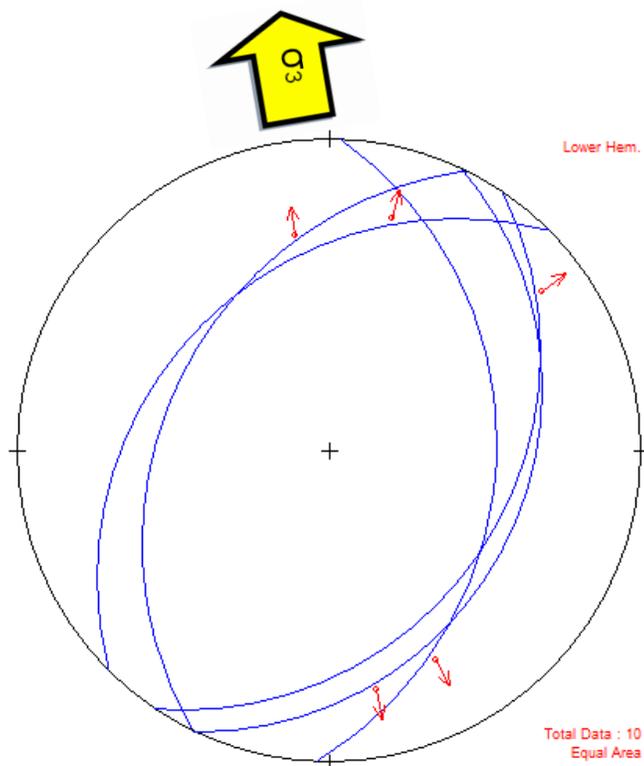
Se presenta un estereograma (Figura 20) donde se muestran las fallas normales dextrales, las cuales fueron identificadas en el campo.

TABLA 12
BASE DE DATOS DE LAS FALLAS
NORMALES DEXTRALES

	DIR	DIP	PITCH
Falla	115°	36°	42°S
Falla	296°	46°	45°N
Falla	315°	42°	38°N
Falla	124°	41°	25°N
Falla	92°	45°	38°S

Fuente: Investigación de Campo, 2013

FIGURA 20
ESTEREOGRAMA DE FALLAS NORMALES
DEXTRALES



Fuente: Investigación de Campo,



b. Fallas Inversas

Este tipo de fallas fue difícil de distinguir y de encontrar, son las más escasas del área de estudio.

Las fallas no se encontraron no porque no hubiese, sino más bien por el grado de meteorización que la roca posee.

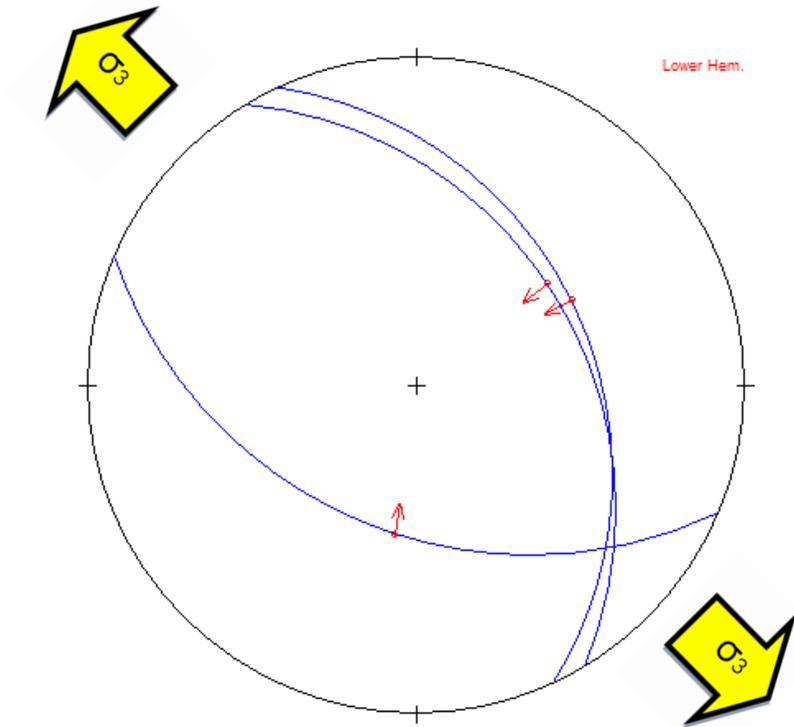
Al igual que las fallas normales puras únicamente se encontraron pocos ejemplares; en este caso se encontraron tres fallas, las cuales se presentan a continuación en un estereograma (Tabla 13 y Figura 21).

TABLA 13
BASE DE DATOS DE FALLAS INVERSAS
PURAS

	DIR	DIP	PITCH
Falla	65°	45°	87°S
Falla	59°	48°	85°N
Falla	203°	53°	81°S

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

FIGURA 21 ESTEREOGRAMA DE FALLAS INVERSAS PURAS



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

La orientación del esfuerzo compresivo Sigma 1 es de N033.

c. Fallas de Rumbo

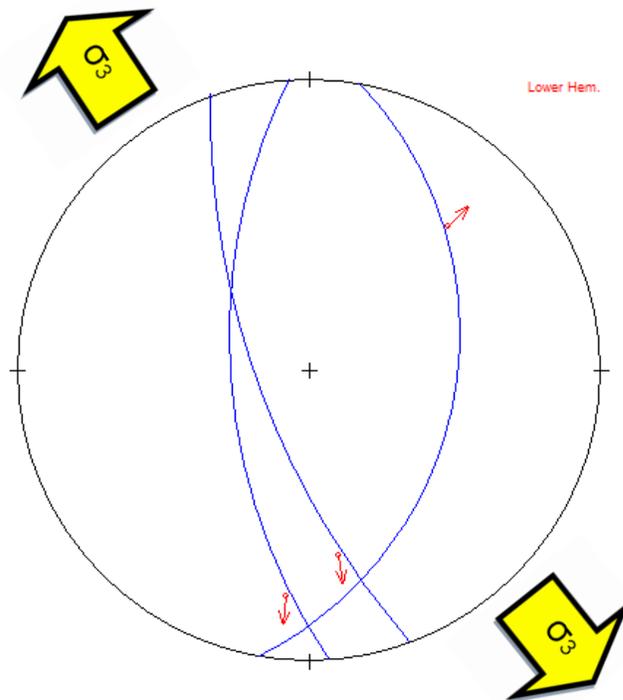
Las fallas de rumbo encontradas en el área de estudio pueden ser dextrales o sinestrales. En la fotografía 18 se presenta una falla de rumbo sinistral, tomada por el desplazamiento de una fractura guía. Estas fueron divididas en dos familias principales siendo sinestrales normales como sinestrales inversas. En la figura 22, se muestran un estereograma de fallas de rumbo tomadas en campo.

TABLA 14
BASE DE DATOS DE FALLAS DE RUMBO
TIPO SINISTRAL NORMAL

	DIR	DIP	PITCH
Falla	266°	68°	25°S
Falla	100°	48°	45°N
Falla	250°	75°	38°S

Fuente: Investigación de campo, 2013.

FIGURA 22
ESTEREOGRAMA DE FALLAS DE RUMBO
TIPO SINISTRAL NORMAL



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

En la Tabla 15 y Figura 23 se presentan los datos de las fallas de rumbo con movimiento sinistral inverso.

FOTOGRAFÍA 18
FALLA DE RUMBO SINISTRAL INVERSA



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

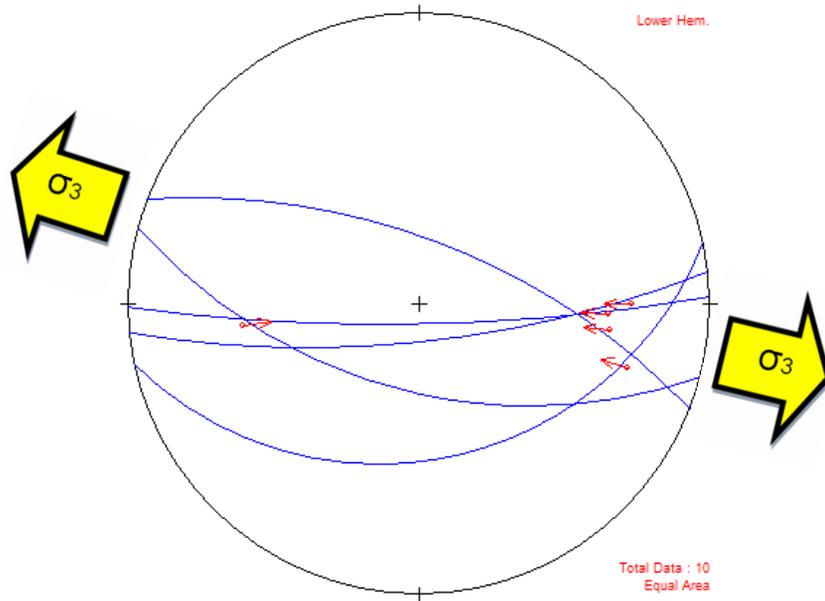
En la figura 22, se muestran un estereograma de fallas de rumbo tomadas en campo.

TABLA 15
BASE DE DATOS DE FALLAS DE RUMBO
TIPO SINISTRAL INVERSA

	DIR	DIP	PITCH
Falla	21°	72°	36°S
Falla	168°	45°	38°N
Falla	179°	84°	35°N
Falla	195°	65°	44°N
Falla	174°	79°	29°N

Fuente: Investigación de campo, 2013.

FIGURA 23
ESTEREOGRAMA DE FALLAS DE RUMBO
TIPO SINISTRAL INVERSA



Fuente: Investigación de campo, 2013.

4.3 Geomorfología Local

4.3.1 Unidad de origen denudacional

Estas unidades geomorfológicas son las más importantes de la región, se ubican al norte del área; en donde la altura varía entre los 1 000 msnm y 1 500 msnm.

Las subunidades se detallan a continuación.

a. Subunidad de colinas y lomas

La unidad geomorfológica más abundante en el área de estudio, cubiertas mayormente por vegetación tales como árboles frutales y pinos.

Principalmente son utilizadas como vías de acceso a las comunidades que se encuentran en cercanías o aledañas.

La fotografía 19, se ubica al norte del área, en cercanías del cruce a la Aldea Cruz de Pino.

FOTOGRAFÍA 19 COLINAS Y LOMAS



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

b. Subunidad de laderas

Ésta subunidad posee diferentes tipos de laderas, desde las que poseen pendientes abruptas hasta las moderadas y que se encuentran afectadas por la erosión. Se encuentran en las partes más altas, donde la topografía del lugar es mayor (Fotografía 20).

FOTOGRAFÍA 20 DEPRESION DENUDACIONAL



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.3.2 Unidad de origen antrópico-denudacional

Las unidades de origen antrópico, son las cuales la mano del ser humano ha estado involucrada en la manipulación de los afloramientos de rocas expuestas.

a. Canteras

Principalmente son canteras, de las cuales se extraen las rocas para poder darles un uso según sus características principales (Fotografía 21).

FOTOGRAFÍA 21 CANTERAS



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

Esta cantera se encuentra en el camino hacia la Finca Santa Ana, se encuentra abandonada. En la cual se explotaba peridotita serpentizada y serpentinita.

4.3.3 Unidades erosionadas denudacionales

a. Subunidad de surcos y cárcavas

La actividad de erosión que más afecta a los afloramientos del área de estudio es la erosión hídrica. El flujo de agua afecta a la roca y la modifica tanto en su mineralogía como en la forma como se presenta. Las dos principales formas de encontrarlas son surcos y cárcavas. Los surcos principalmente se localizan sobre la única vía de acceso en la cual se permite el ingreso de vehículos grandes, al suroeste del área, en cercanías de la Aldea El Pacayal.

En la fotografía 22; al momento de recorrer el área se pudieron notar estas formas las cuales el factor principal que las produce es el agua.

FOTOGRAFÍA 22 CARCAVAS Y SURCOS



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

Las cárcavas poseen una profundidad mayor a la de los surcos. Estas formas también se encontraron en paredones bastante meteorizados y erosionados que se encuentran en otras partes del área de estudio.

b. Subunidad de laderas de acumulación

Ésta subunidad se presentó en cercanías de las corrientes de flujo de agua. En los lugares donde se pueden observar en su mayoría los valles de coluvión y aluviales.

Las pendientes que se integran a la unidad varían con respecto a la topografía, las laderas que poseen pendientes abruptas se encuentran sobre la Quebrada El Tigre, en la parte sureste del área de

estudio, mientras que las que poseen pendientes más leves se encuentran en la parte este, en donde se encuentra la Quebrada Morazán.

En la fotografía 23A se pueden observar las laderas de acumulación con pendiente leve. Se encuentran al este del área de estudio. En la parte que se señala con azul es por donde corre la Quebrada Morazán.

En la fotografía 23B se observa una pendiente abrupta perteneciente a una ladera de acumulación. Esta sobre la Quebrada El Tigre, la cual tienen una dirección hacia el este al sureste del área de estudio.

FOTOGRAFÍA 23 LADERAS DE ACUMULACION





Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

c. Subunidad de valles en V

Estos valles son característicos de zonas en donde las laderas poseen una pendiente muy pronunciada. Los valles en V se pueden apreciar en la parte sureste del área de estudio, teniendo como unión de laderas la Quebrada El Tigre.

En la fotografía 24 se aprecia uno de los valles en forma de V encontrados en el área de estudio. La Quebrada El Tigre es la unión de dos laderas que conforman el valle.

FOTOGRAFÍA 24 VALLE EN V



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

d. Subunidad de valles en U

Esta subunidad posee una variación en la pendiente formando en la parte inferior una superficie cóncava y estos valles no necesariamente existe una corriente de agua en la parte inferior.

La topografía del lugar puede o no afectar estos tipos de valles. Los cuáles por la altura que presentan poseen una vegetación que contiene árboles de coníferas, que se mantienen con la lluvia y el viento.

Este tipo de valles en U como como se observa en la fotografía 25, se encuentran ubicados desde la parte centro-sur hacia la parte suroeste del área de estudio.

FOTOGRAFÍA 25 VALLE EN U



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

e. **Subunidad de movimientos de ladera**

Los movimientos de ladera, se pueden clasificar en diferentes tipos en función del desplazamiento del material, esto según las características del afloramiento.

Se lograron observar diferentes deslizamientos, la mayor parte de ellos se ubican en la parte sur del área de estudio.

- **Caída de bloques**

Éste tipo de movimiento de ladera (Fotografía 26), comprende los desprendimientos de roca en afloramientos. Los lugares más ocurrentes donde se pueden encontrar son áreas con pendientes abruptas.

Los movimientos de ladera de este tipo, se observaron en los afloramientos de Serpentinita y de Esquistos Micáceos Biotíticos, ya que estos en su mayoría se encuentran afectados por erosión y meteorización.

FOTOGRAFÍA 26 CAIDA DE BLOQUES



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

- **Deslizamiento traslacional**

En este tipo de deslizamientos la masa del terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos planar o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación.

Los deslizamientos traslacionales están controlados por las fracturas de las rocas y la resistencia de los materiales. Cuando este tipo de deslizamiento ocurre en rocas es muy lento. En

suelos, acelera con la lluvia y puede ser muy rápido.

Al sur del área de estudio en cercanías de la Finca Platanillos (Fotografía 27), se aprecian de la mejor manera estos deslizamientos. Como son de rocas, no han causado problemas a las poblaciones cercanas.

FOTOGRAFÍA 27 DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

- **Deslizamiento rotacional**

La superficie del deslizamiento ocurre internamente en el material, de forma aproximadamente circular o cóncava. Las salidas de las superficies circulares de rotura pueden ocurrir en diferentes partes del talud. Así tenemos: superficie de rotura de base de talud.

La velocidad de estos movimientos varía de lenta a moderada y se ve acelerada generalmente con lluvia excesiva.

En el área de estudio, los deslizamientos rotacionales se encuentran en la parte norte y en centro, en cercanías de la Aldea Cruz de Pino (Fotografía 28).

FOTOGRAFÍA 28 DESLIZAMIENTO ROTACIONAL



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

- **Deslizamiento de flujo**

Estos movimientos se producen en rocas, escombros y suelos; en los últimos dos casos están relacionados con una saturación de agua principalmente en los periodos de lluvia intensa.

El movimiento generalmente es muy rápido y por eso es peligroso cuando se presenta a niveles grandes.

En el área de estudio se presentan a pequeña escala, se observan en los paredones donde las pendientes son abruptas. Se ubican al sureste del área donde se encuentra el paraje Buena Vista (Fotografía 29).

FOTOGRAFÍA 29 DESLIZAMIENTO DE FLUJO



Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

4.3.4 Unidad de origen agradacional

Éstas unidades geomorfológicas son las que se encuentran afectadas por procesos exógenos como la erosión y la meteorización.

a. Subunidad de valles coluvión-aluviales

Éstos valles se encuentran situados en dos puntos diferentes en el área, en la parte sureste y en la parte noroeste.

Estos valles se pudieron observar de gran magnitud ya que las precipitaciones producían un

caudal muy fuerte y arrastran los materiales que ahora conforman la unidad de coluvión.

En cercanías de ambos valles se encuentra un riachuelo circulando. Siendo los que arrastran el material.

El valle de coluvión de la fotografía 30A se puede observar en la parte oeste del área de estudio; en cercanías de la aldea Cruz de Pino. En el pie de esta ladera se encuentra una planicie no muy extensa en la cual las personas llevan al ganado para alimentarse y beber agua.

En la fotografía 30B se puede observar un valle de coluvión que se encuentra ubicado en la parte este-centro del área, para poder observarlo se debe entrar por el Paraje Buena Vista.

FOTOGRAFÍA 30 VALLES COLUVIÓN-ALUVIÓN





Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

b. Subunidad de llanuras aluviales

Esta subunidad también puede ser llamada llanuras de inundación, y son los lugares donde la superficie es plana y que tiende a inundarse.

Básicamente se localizan en las partes topográficamente más bajas, lugares donde circulan las corrientes de agua; ya sean ríos permanentes, quebradas o simplemente corrientes que existen a partir de la lluvia.

En la fotografía 31 se puede observar un ejemplo de esta subunidad.

FOTOGRAFÍA 31
LLANURA ALUVIAL



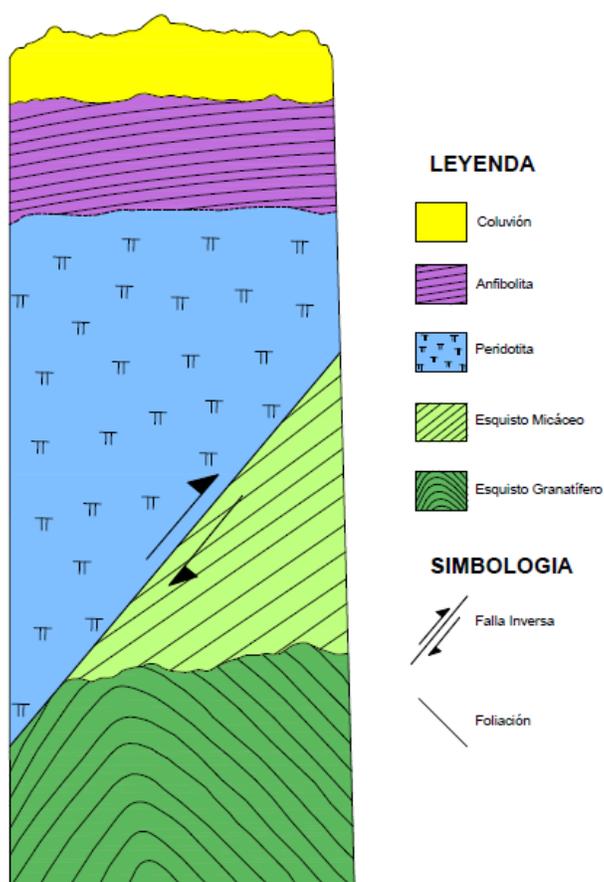
Tomada por: José Juan Ochoa Quezada, 2013.

CAPITULO 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis Litoestratigráfico Local

Para responder al problema de investigación, se analizaron cada una de las secciones delgadas se observaron las características mineralógicas de cada unidad. En la figura 24 se observa la columna Litoestratigráfica.

**FIGURA 24
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA**



Fuente: Investigación de campo, 2013.

La Facies de Esquistos verdes es un término general que se aplica al campo petrológico de rocas metamórficas y a la alteración de alguna roca volcánica máfica. El color verde término se utiliza a veces para referirse a esquistos verdes, pero puede referirse a otros tipos de roca también. El color verde se debe a la abundancia de minerales verdes como clorita, actinolita y epidota que dominan la roca.

Los minerales característicos de una facies de Esquistos Verdes son: Actinolita, Albita, Clorita, Epidota y Cuarzo. Y como minerales secundarios se encuentran: Granate y Hornblenda.

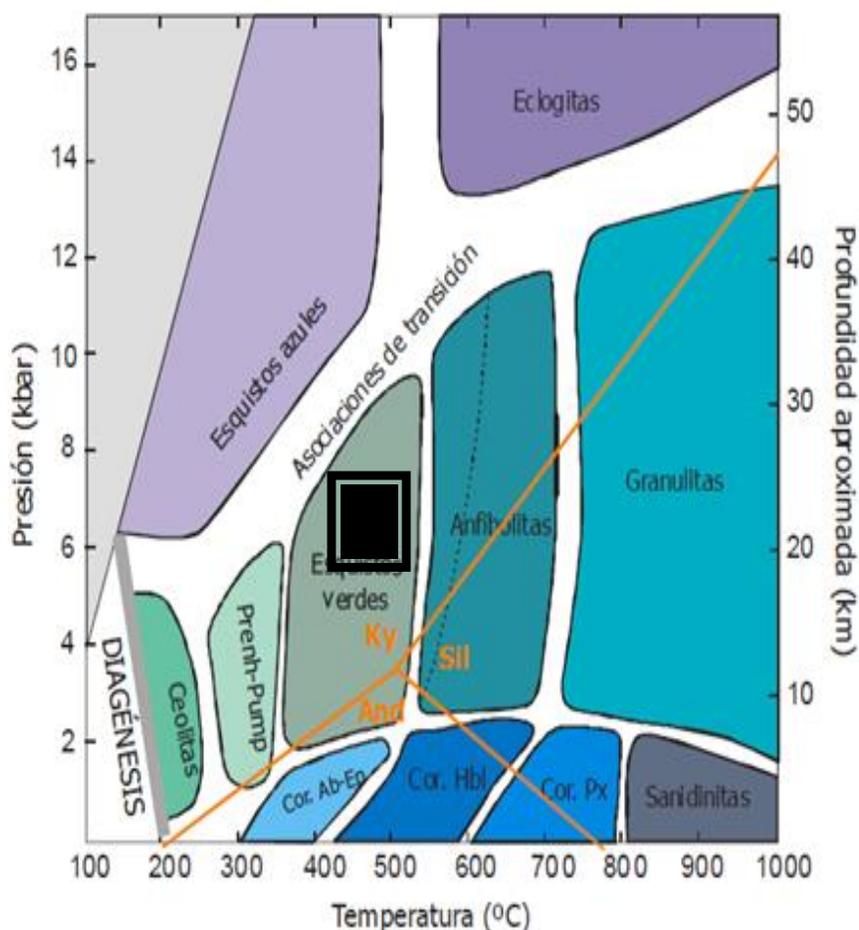
La unidad de Esquisto Granatífero, posee como principales minerales: granates, clorita, cuarzo y epidota. Como se observa en la tabla de los porcentajes de minerales (Tabla 3) en el capítulo 4.

Los minerales presentes en la unidad de esquistos granatíferos, se puede comparar con los minerales característicos de la Facies de Esquistos Verde, se estableció que la roca sufrió un metamorfismo de baja temperatura y baja presión.

Al determinar la Facies de Esquistos Verdes en la unidad, se interpreta que esta unidad fue afectada por temperatura de baja a media, aproximadamente de 400°C a 550 °C y un rango de presión media que varía de 6 Kbar a 8 Kbar. Esto se puede observar en la figura 25, ubicando la muestra en el diagrama.

En la sección de Esquistos Granatíferos se observa la microestructuras muy Lepidoblastica con porfidoblastos. Se presenta en la figura 25 la ubicación de esta unidad en el modelo de Facies teórico, en función de la presión y temperatura, remarcado en el cuadro negro.

FIGURA 25
DETERMINACIÓN DE LA FACIES DE LA UNIDAD
DE ESQUISTOS GRANATÍFEROS



Fuente: <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/petmet/teoria/1metyprocgeol.htm>
 Modificada por José Juan Ochoa Quezada. Investigación de campo, 2013.

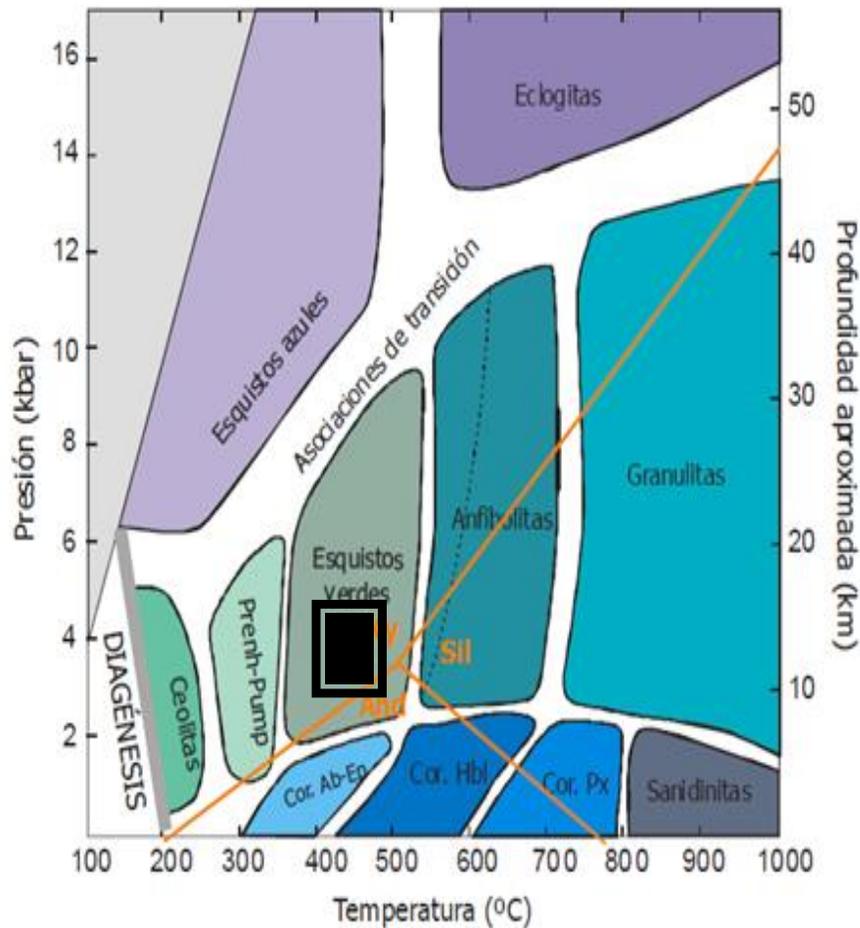
La unidad de Esquistos Micáceos Biotíticos está conformada por los minerales presentados en la tabla 4, como: cuarzo, clorita, biotita, albita, augita y epidota.

Al realizar la comparación teórica de los minerales que corresponden a la Facies de Esquistos Verdes y la Unidad de Esquistos Granatíferos, ya que posee un buen porcentaje de cuarzo, así como también de clorita, los minerales que también se encuentran y determinan

esta facies son las plagioclasas en este caso albitas; así como también la epidota; la cual ha tenido mayor dificultad de identificarla.

La presión y temperatura de estas rocas es menor a Unidad de Esquistos Granatíferos, ya que estas no poseen granate y contienen mas biotita que representa que la temperatura oscila entre los 350°C y 450 °C; y la presión varía entre 3 Kbar y 5 Kbar. Observando la figura 26 se determinó la posición que ocupa aproximadamente la unidad de Esquisto Micáceo Biotítico observando el recuadro color negro.

FIGURA 26
DETERMINACIÓN DE LA FACIES DE LA UNIDAD DE ESQUISTOS MICÁCEOS BIOTÍTICOS



Fuente: <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/petmet/teoria/1metyprocgeol.htm>
Modificada por José Juan Ochoa Quezada. Investigación de campo, 2013.

La textura que posee la unidad es Lepidoblastica, que se refiere a que los minerales se encuentran orientados en forma paralela en relación con el plano de esquistosidad.

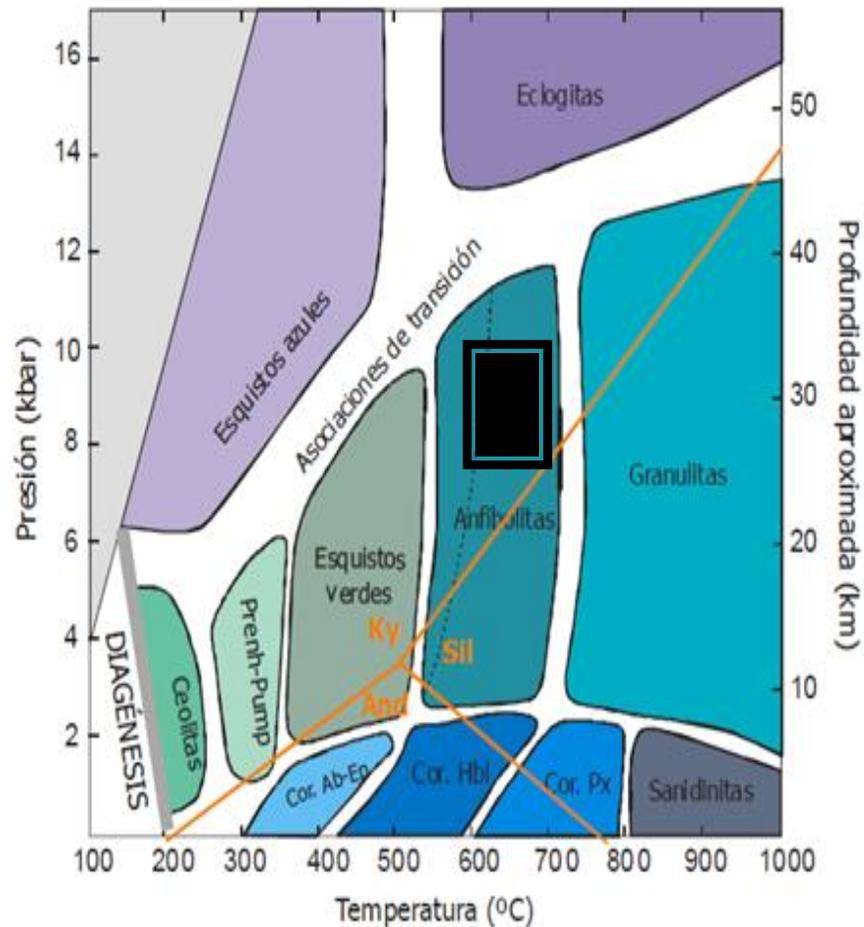
En la Facies de Anfibolita se eliminan la albita, el talco y la clorita. Se caracteriza por la presencia de hornblenda acompañada por biotita, almandino, moscovita y plagioclasa oligoclasa ($An > 25\%$). A presiones menores de 5 Kb aparece cordierita en lugar de almandino (facies de anfibolita Cordierítica). A temperaturas muy elevadas se descompone la moscovita y se pasa a la facies de la Granulita.

La Unidad de Anfibolita, posee minerales principales: Hornblenda, Cuarzo, Granate, Moscovita, Clinopiroxenos, Biotita, Plagioclasas y Epidota.

Al realizar la comparación de los minerales descritos en la unidad y los correspondientes a la Facies de Anfibolita, se determinó que la unidad pertenece a la Facies de Anfibolita con Epidota, ya que la epidota se identifica en la sección.

Se interpreta que la presión a la que estuvo sometida es similar a la unidad de Esquistos Granatíferos, la cual abarca desde 4 Kbar a 9 Kbar. Mientras que la temperatura es mayor, y esta oscila entre los 500°C y 750°C (Figura 27).

FIGURA 27
DETERMINACIÓN DE LA FACIES DE LA UNIDAD
DE ANFIBOLITA



Fuente: <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/petmet/teoria/1metyprocgeol.htm>
 Modificada por José Juan Ochoa Quezada. Investigación de campo, 2013.

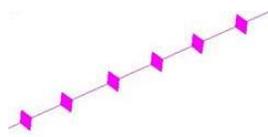
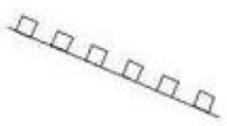
5.2 Análisis Estructural Local

Para iniciar el análisis de los datos estructurales, se consideran primero las foliaciones.

En la tabla 16 se observan las principales estructuras que corresponden a un modelo dextral. Dentro de las estructuras mencionadas para dicho modelo se presentan las foliaciones de las

unidades de Serpentinita y Esquistos Micáceos Biotíticos, ejes de pliegues, así como también las fallas normales.

TABLA 16
DATOS DE ESTRUCTURAS ORIENTADAS CON
CINEMATICA DEXTRAL

ESTRUCTURA	DIRECCIÓN	SIMBOLOGIA
DOMINIO DUCTIL		
Foliación	N060°	
Ejes de Pliegues	N306°	
DOMINIO FRAGIL		
Grietas de Tensión	N285°	
Fallas Normales	N132°	

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

En la tabla 17 se presenta las direcciones de los esfuerzos principales para cada una de las estructuras pertenecientes al modelo dextral, tanto dúctiles como frágiles.

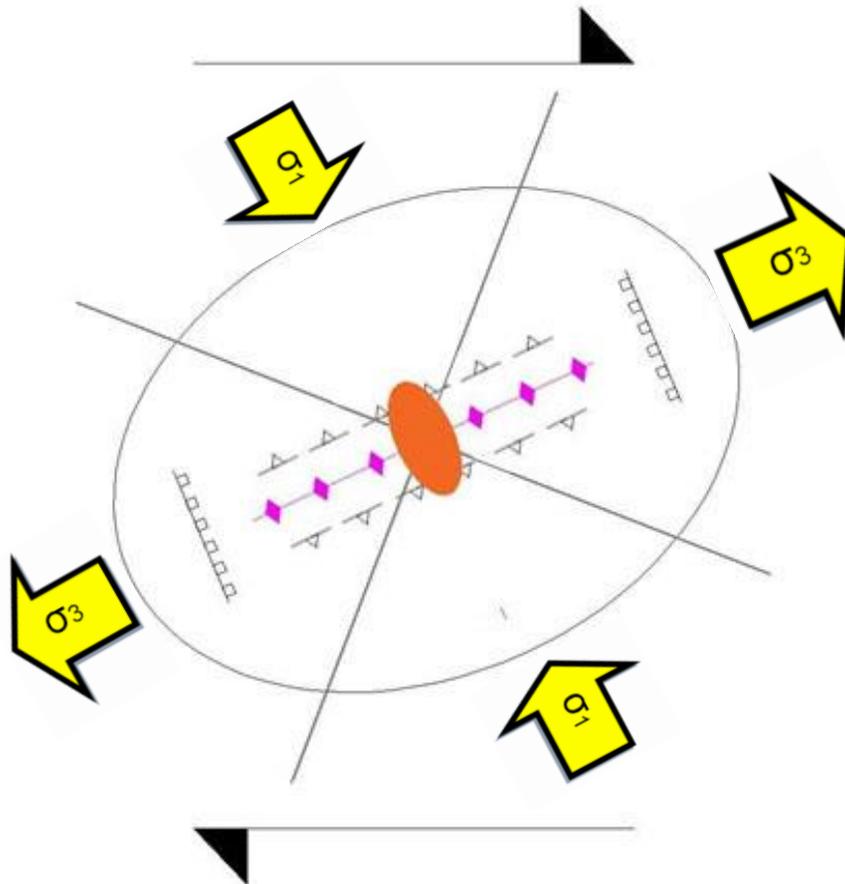
Obteniendo los promedio de sigma 1 de N320° y de Sigma 3 de N230°. En la figura 28 se presenta la elipse de deformación para un modelo dextral con los datos obtenidos.

TABLA 17
DATOS DE ESTRUCTURAS Y ESFUERZOS
DEXTRAL

ESTRUCTURA	SIGMA 1	SIGMA 3
DOMINIO DUCTIL		
Foliación	N330°	N240°
Ejes de Pliegues	N306°	N216°
DOMINIO FRAGIL		
Grietas de Tensión	N335°	N245°
Fallas Normales	N308°	N218°
Promedio	N320°	N230°

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

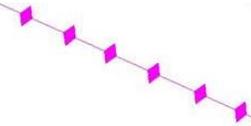
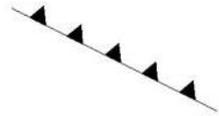
FIGURA 28
ELIPSE DE DEFORMACION DEXTRAL



Fuente: Investigación de Campo, 2013.

Se observa en la tabla 18 los datos de las estructuras geológicas que se deben de tomar en cuenta para la determinación de un modelo sinistral, como grietas de tensión, fracturas y fallas.

TABLA 18
DATOS DE ESTRUCTURAS ORIENTADAS CON
CINEMATICA SINISTRAL

ESTRUCTURA	DIRECCIÓN	SIMBOLOGIA
DOMINIO DUCTIL		
Foliación	N124°	
Ejes de Pliegues	N020°	
DOMINIO FRAGIL		
Grietas de Tensión	N020°	
Boudines	N121°	
Fallas Inversas	N042°	
Fallas Dextrales Inversas	N331°	
Fallas Sinestrales Inversa	N061°	
Fallas Normales Dextrales	N305°	

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

De la tabla 19 se muestran las direcciones de las principales estructuras encontradas en el área de estudio.

Al obtener el promedio de los esfuerzos principales se realizó un estereograma para el modelo de deformación. La figura 29, contiene el modelo de deformación sinestral local para un dominio dúctil.

TABLA 19
DATOS DE ESTRUCTURAS Y ESFUERZOS
SINISTRAL

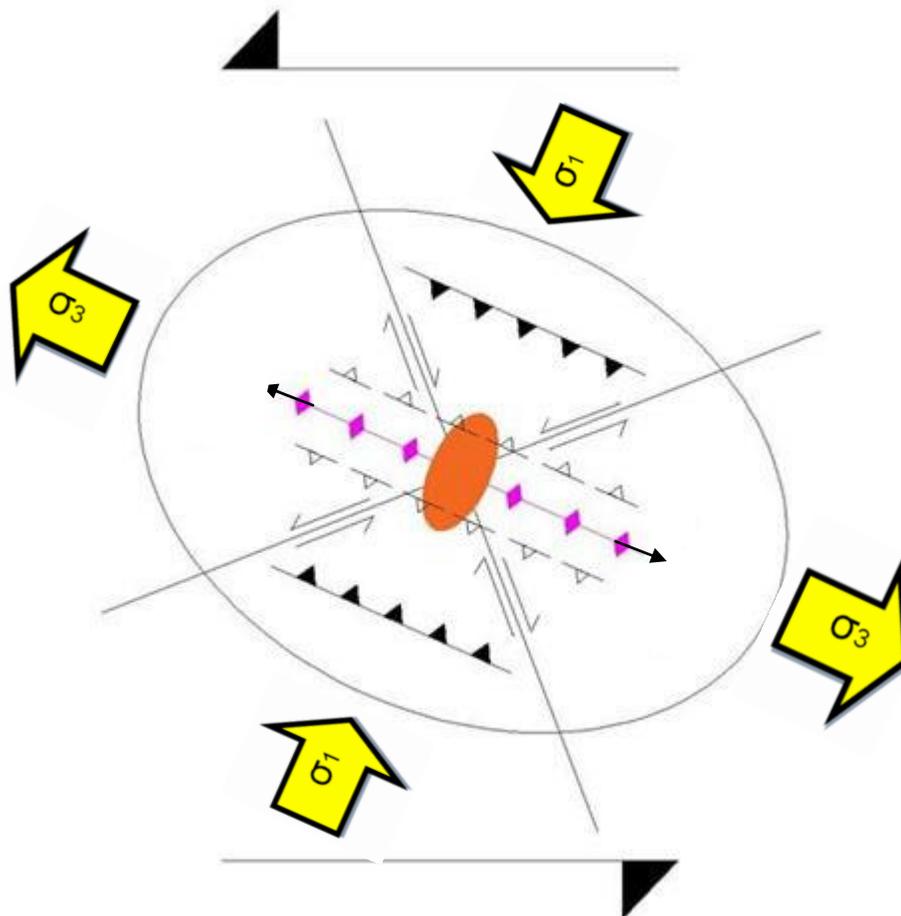
ESTRUCTURA	SIGMA 1	SIGMA 3
DOMINIO DUCTIL		
Foliación	N034°	N124°
Ejes de Pliegues	N016°	N116°
DOMINIO FRAGIL		
Grietas de Tensión	N030°	N120°
Boudines	N031°	N121°
Fallas Inversas	N033°	N123°
Fallas Normales Dextrales	N085°	N175°
Fallas Dextrales Inversas	N016°	N106°
Fallas Sinestrales Inversas	N024°	N114°
Promedio	N033°	N123°

Fuente: Investigación de Campo, 2013.

Obteniendo los promedio de sigma 1 de N033° y de Sigma 3 de N123°. En la figura 28 se presenta la elipse de deformación para un modelo sinestral con los datos obtenidos.

En la figura 29 se puede observar de una manera específica la elipse de deformación local la cual posee una cinemática de tipo sinestral, en base a todas nuestras estructuras medidas en campo.

FIGURA 29
ELIPSE DE DEFORMACION SINISTRAL LOCAL



Fuente: Investigación de campo, 2013.

Por lo tanto nuestra elipse de deformación que mejor se adapta al área es la de modelo sinistral, ya que en comparación con la de la falla del Motagua se acopla de la mejor manera. Por lo que el área de estudio está afectada por la falla del Motagua.

CONCLUSIONES

General

Se identificó cinco unidades litológicas: Anfibolita (An), Esquisto Granatífero (Eg), Esquisto Micáceo (Em), Serpentinita (Sn) y Coluvión (Col).

A su vez se logró determinar dos eventos de deformación uno correspondiente a modelo dextral y otro a un modelo sinistral. Se clasificó la geomorfología de la región: Valles en V, Valles en U, Canteras, Movimientos de Masa, Valles Coluvión-Aluvión y Llanuras Aluviales.

Específicas

- Se reconoció los minerales índices de cada unidad litológica, para determinar una facies metamórfica para cada una de las mismas. Los minerales índices de las Anfibolitas (An): hornblenda, cuarzo, clorita, epidota y granates, indica que pertenecen a una facies de alta presión y alta temperatura. La unidad de Esquistos Granatíferos (Eg), posee granates, cuarzo, clorita, moscovita, epidota, lo cual al igual que la unidad anterior pertenecen a una facies metamórfica de presión y temperatura alta. Por último los Esquistos Micáceos (Em), constituidos por biotita, clorita, epidota, plagioclasas ricas en sodio, indica que pertenece a una facies de presión levemente moderada y de temperatura que varía de media a alta.
- La cinemática de las estructuras permitió establecer dos modelos estructurales uno dextral y uno sinistral. Cuyos esfuerzos de sigma 1 y

sigma 3 poseen una orientación de $N320^{\circ}$ y $N230^{\circ}$ respectivamente para el modelo dextral y sigma 1 y sigma 3 de $N033^{\circ}$ y $N123^{\circ}$ respectivamente para el modelo sinestral.

RECOMENDACIONES

- Proponer a instituciones la realización de estudios de riesgo (Amenaza * Vulnerabilidad) en la población, ya que la topografía del lugar se ve marcada principalmente por laderas con pendientes altas.
- Realizar campañas de concientización a las personas que habitan los poblados más vulnerables a deslizamientos desde el punto de vista económico y social, dándoles a conocer los efectos que puede llegar a tener el factor antrópico en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiquin Yoj, Mauricio (Comp.). *Geología del cuadrángulo El Progreso*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación, 2 003.
- Donnelly TW. Et. Al. *Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. Estados Unidos de América: The Geological Society of America, 1 990.
- G. Best, Myron. *Igneous and metamorphic petrology*. Melbourne, Australia: Blackwell Publishing, 1 988.
- Gutiérrez Elorza, Mateo. *Geomorfología*. Madrid, España: Pearson Educación, 2 008.
- Howel, Williams & Francis Turner. *Petrografía*. México: Editorial Continental, 1 968.
- Huang, Walter. *Petrología*. México: Editorial Hispano América, 1 968.
- Instituto Geográfico Nacional –IGN-, *Hoja Topográfica El Progreso (2160 I)*, Escala 1: 50 000 Color.
- *Mapa geológico de la república de Guatemala*, Escala 1: 500 000 Color.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-. *Atlas climatológico de la república de Guatemala*. Guatemala: INSIVUMEH., 1 988.
- Gómez Jiménez, Javier. *Metamorfismo*. Universidad de Zaragoza. España: Departamento de Ciencias de la Tierra, 2 002.
- MacKenzie, WS. *Atlas en color de rocas y minerales en lámina delgada*. Barcelona, España: Editorial Masson, 1 997.
- McClay, K. *El Mapeo geológico de estructuras*. New York. United States of America: John Wiley & Sons, 1 987.
- Millan, SM. *Léxico estratigráfico del norte y centro de Guatemala*. Canadá: Van Meurs and Associates Limited, 1 965.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-. *Atlas temático de la república de Guatemala*. Guatemala: Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo, 2 005.

Philpotts, Anthony R. *Petrography of igneous and metamorphic rocks*. Illinois, United States of America: Wavel and Press, 1 989.

Ragan, Donal M. *Geología estructural*. Barcelona, España: Ediciones 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, E.J. Et. Al. *Ciencias de la tierra*. Madrid, España: Pearson Educación, 2 005.

Thompson, G., Turk, J., Levin, H. *Earth, past and present*. United States Of America: Harcourt Brace College Publishers, 1 995.

Verlag Herder, KC. *Diccionario geológico*. España: Rioduero, 1 974.

Yadley, BWD. Et. Al. *Atlas de rocas metamórficas y sus texturas*. Barcelona, España: Editorial Masson, 1 998.



VºBº

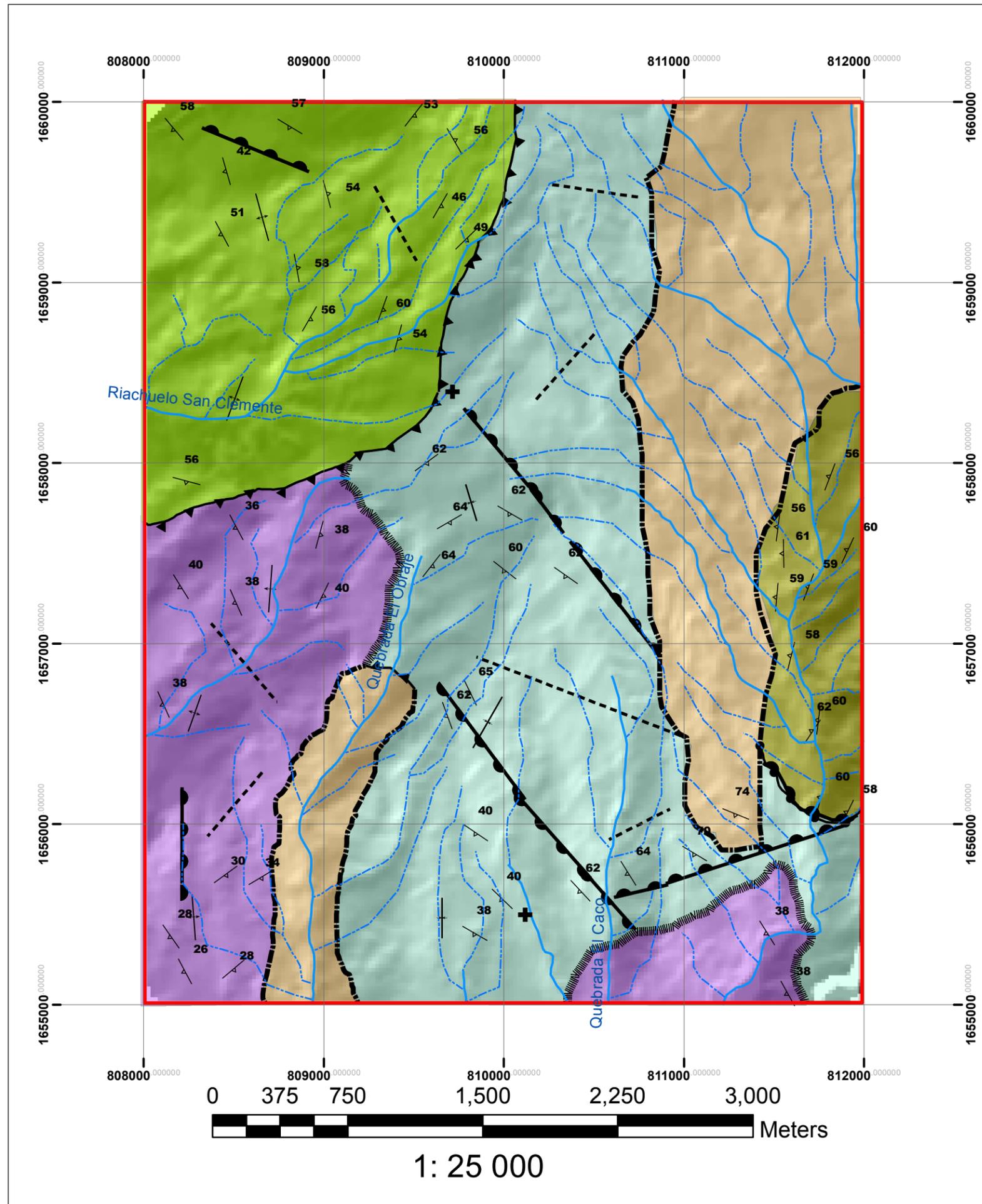
Adán García Véliz

Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario



ANEXOS





LEYENDA

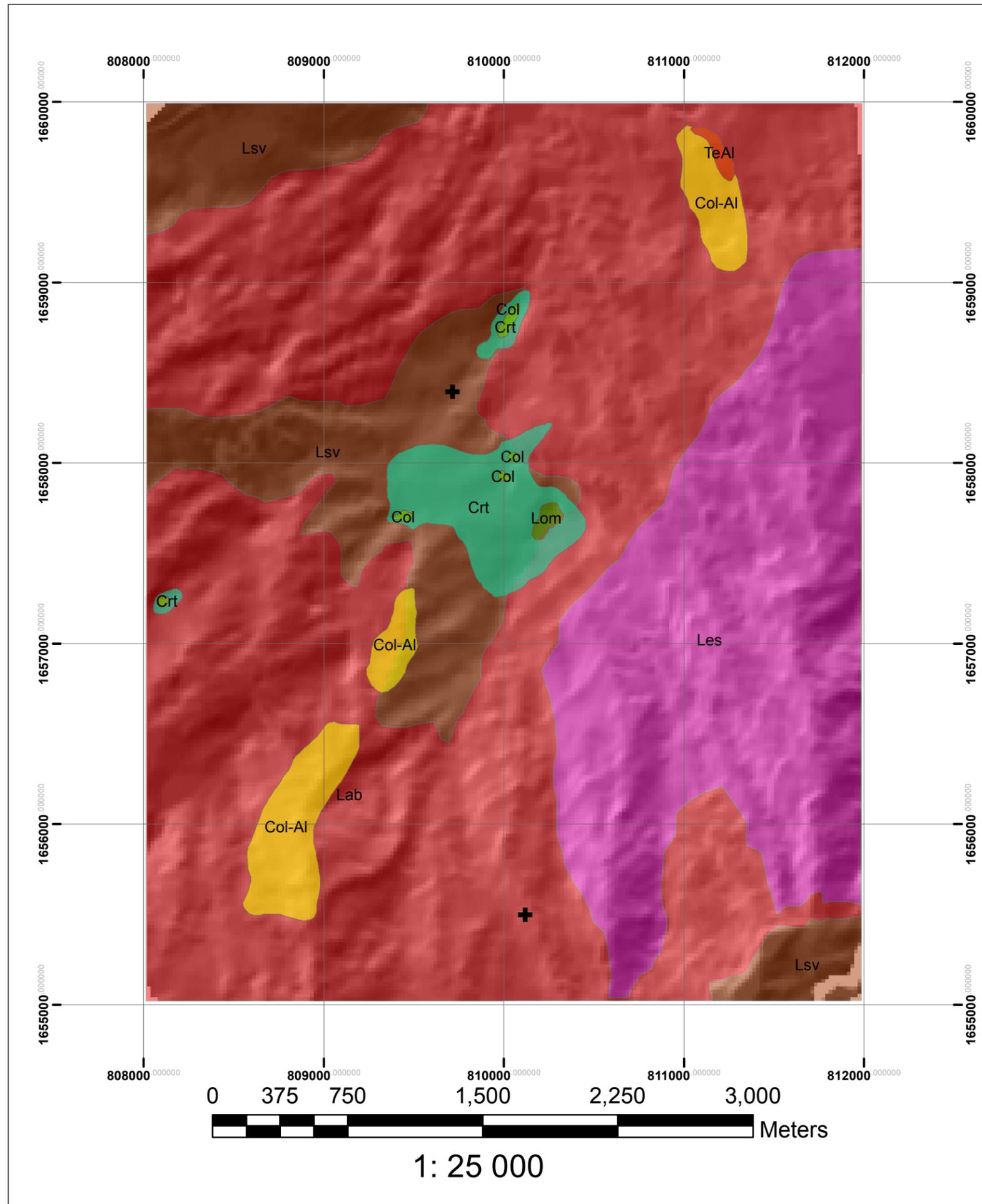
- Coluvion
- Anfibolita
- Serpentinita
- Esquisto Micaceo
- Esquisto Granatífero / Cuarzita



SIMBOLOGÍA

- Foliacion
- Contacto Discordante
- Contacto Gradual
- Contacto Fallado
- Fallas Dextrales
- Fallas Sinestrales
- Fallas Inversas
- Fallas Normales
- Pliegues Anticlinal
- Pliegues Sinclinal
- Cantera
- Area
- Rios
- Efimeras

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	CARRERA DE GEOLOGIA		
LA GEOLOGIA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km ² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.			
Contiene: Mapa Geológico			
Realizado por: Ochoa Quezada, José Juan			
Escala numérica: 1: 25 000	Revisado por: Ing. Luis Chiquin	Referencia espacial: WGS84, Zona 15N.	ANEXO 1



LEYENDA



Unidades Geomorfológicas Agradacionales

- Sub-Unidad de Terrazas Aluviales (TeAl)
- Sub-Unidad de Valles Coluvion-Aluvion (Col-Al)

Unidades Geomorfológicas Denudacionales

- Sub-Unidad de Colinas (Col)
- Sub-Unidad de Crestas (Crt)
- Sub-Unidad de Lomas (Lom)

Sub-Unidad de Laderas

- Laderas Abruptas (Lab)
- Laderas Escarpadas (Les)
- Laderas Suaves (Lsv)

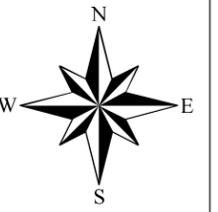
Sub-Unidad Antrópica Denudacional

- Cantera

SIMBOLOGÍA

- Área
- Ríos
- Efímeras

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	CARRERA DE GEOLOGIA		
LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km ² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.			
Contiene: Mapa Geomorfológico			
Realizado por: Ochoa Quezada, José Juan			
Escala numérica: 1: 25 000	Revisado por: Ing. Luis Chiquin	Referencia espacial: WGS84, Zona 15N.	ANEXO 2



LEYENDA

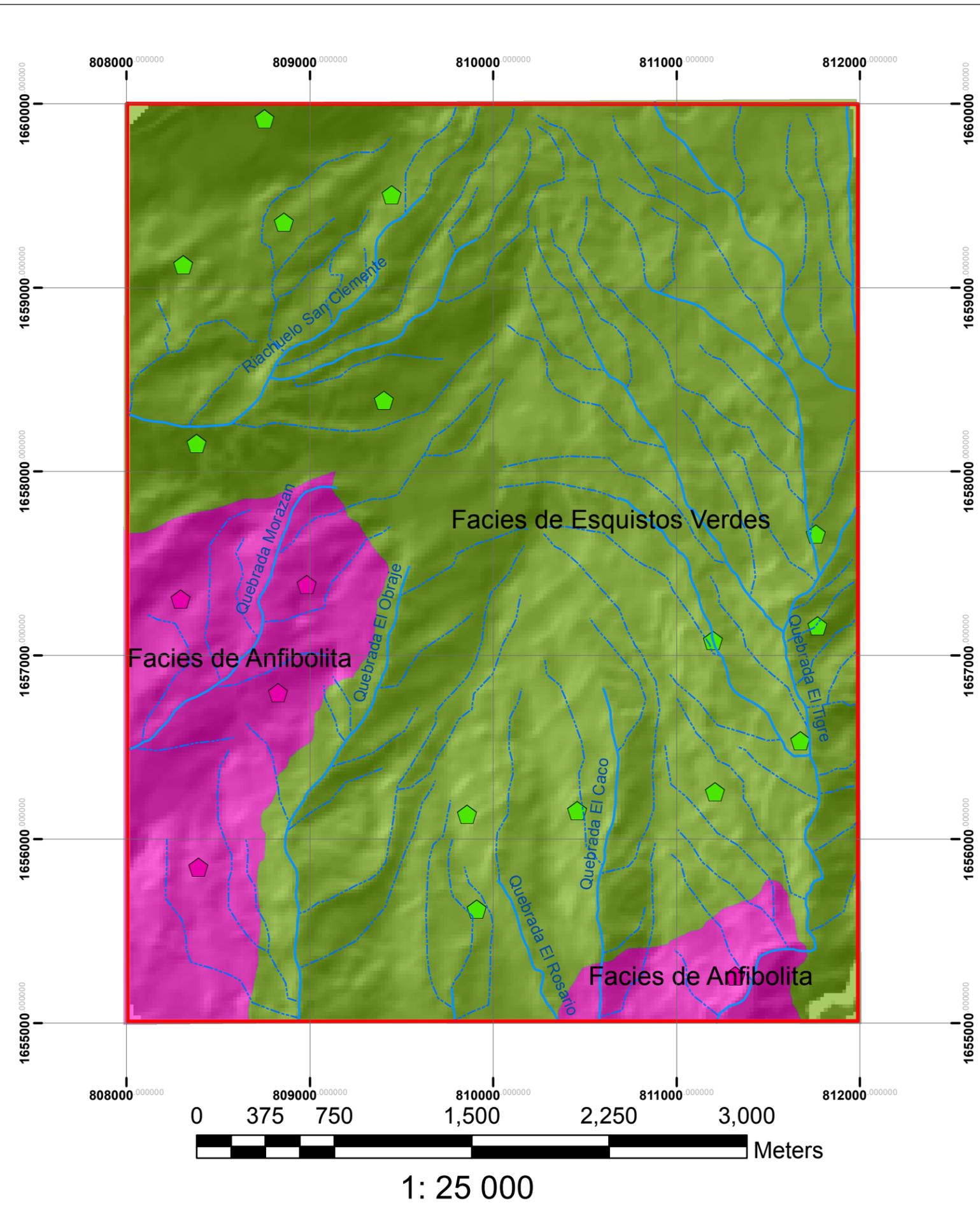
- Facies de Anfibolita
- Facies de Esquistos Verdes

Muestras Estudiadas

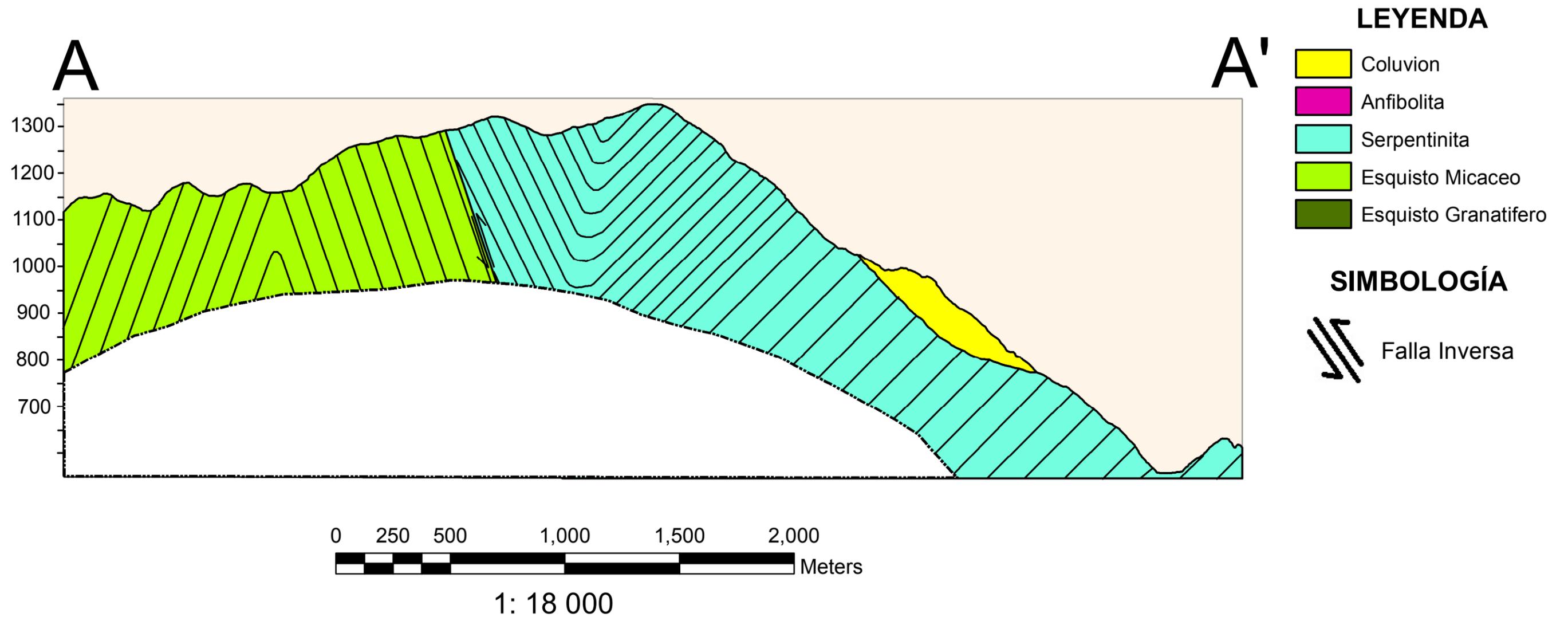
- Anfibolita
- Esquistos Verdes

SIMBOLOGÍA

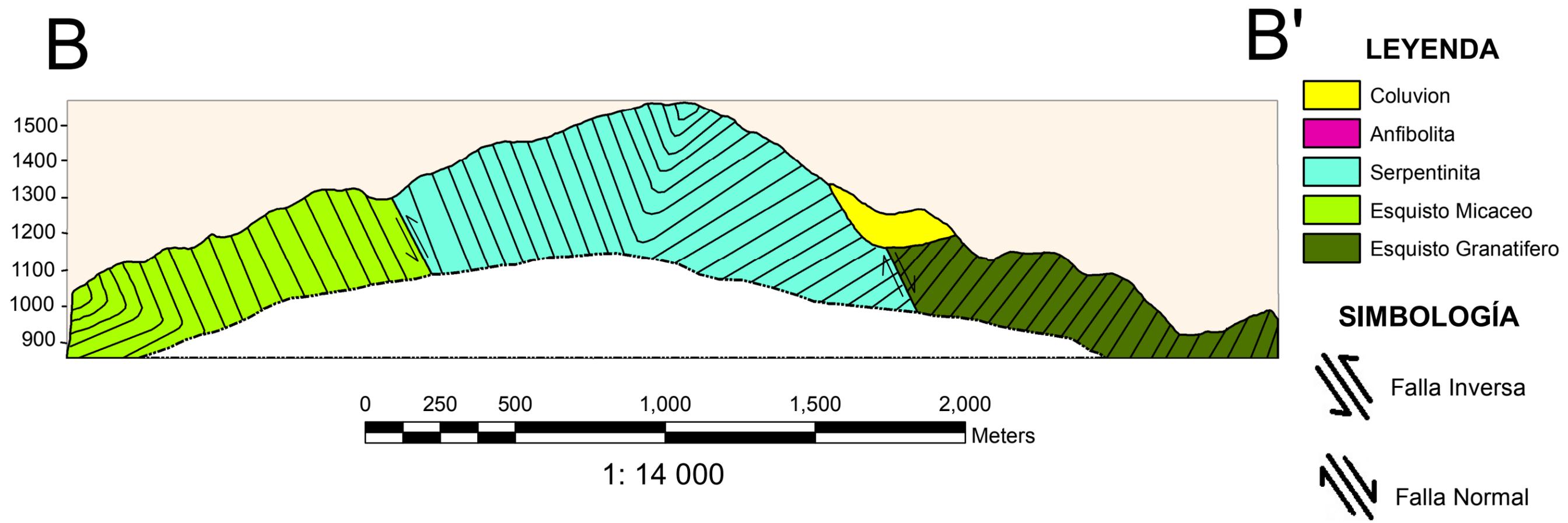
- Área
- Ríos
- Efímeras



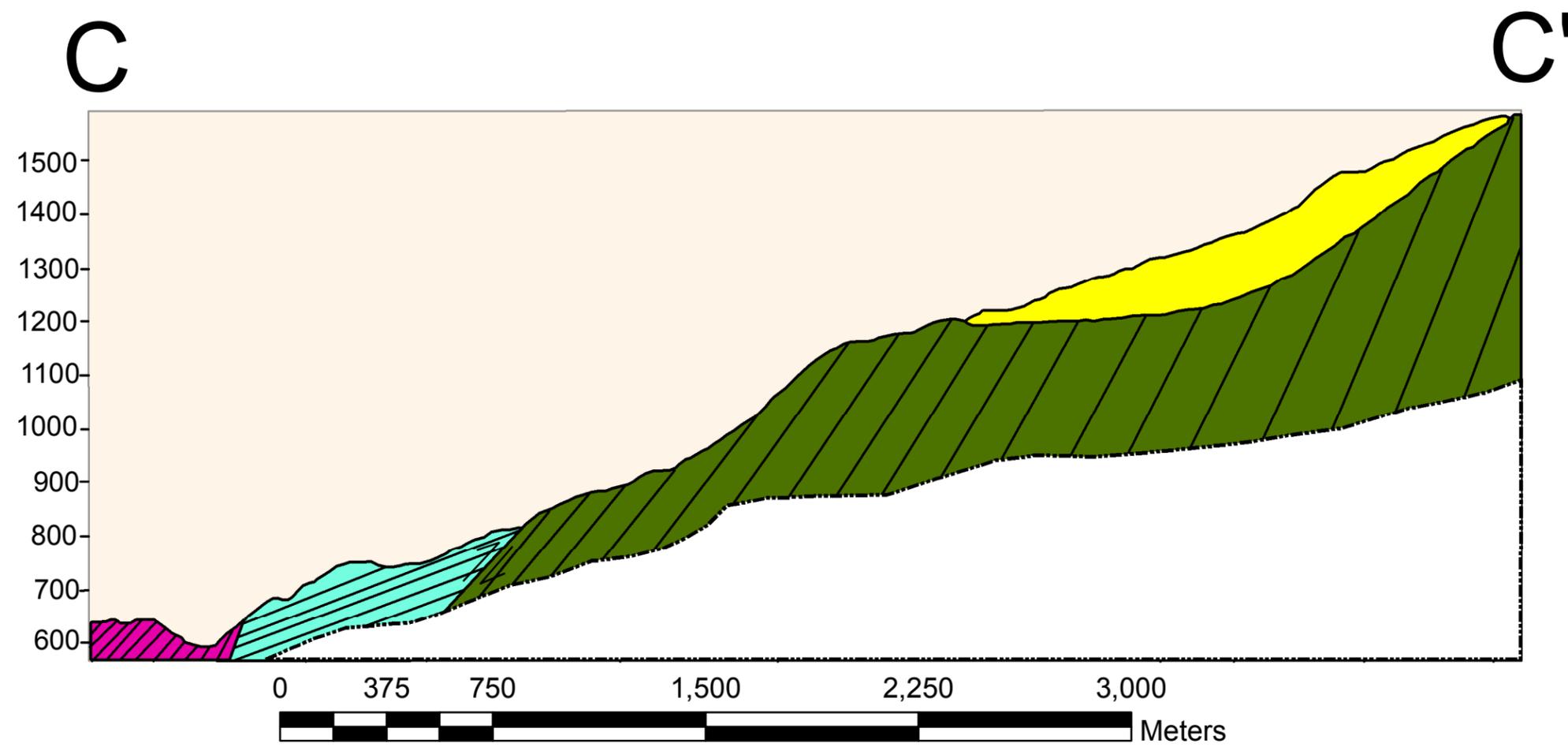
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	CARRERA DE GEOLOGIA		
LA GEOLOGIA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km ² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.			
Contiene: Mapa de Facies			
Realizado por: Ochoa Quezada, José Juan			
Escala numérica: 1: 25 000	Revisado por: Ing. Luis Chiquin	Referencia espacial: WGS84, Zona 15N.	ANEXO 3



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	CARRERA DE GEOLOGIA		
LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km ² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.			
Contiene: Perfil Geológico A-A'			
Realizado por: Ochoa Quezada, José Juan			
Escala numérica: 1: 18 000	Revisado por: Ing. Luis Chiquin	Referencia espacial: WGS84, Zona 15N.	ANEXO 4



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	CARRERA DE GEOLOGIA		
LA GEOLOGÍA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km ² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.			
Contiene: Perfil Geológico B-B'			
Realizado por: Ochoa Quezada, José Juan			
Escala numérica: 1: 14 000	Revisado por: Ing. Luis Chiquin	Referencia espacial: WGS84, Zona 15N.	ANEXO 5



LEYENDA

- Coluvion
- Anfibolita
- Serpentinita
- Esquisto Micaceo
- Esquisto Granatífero

SIMBOLOGÍA

-  Falla Inversa
-  Falla Normal

1: 20 000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	CARRERA DE GEOLOGIA		
	LA GEOLOGIA DE EL PROGRESO: Análisis de las Facies Metamórficas de las Unidades Litológicas, en un área de 20 km ² a escala 1:25 000, ubicada en los alrededores de la Finca Santa Ana la Huerta, municipio de Morazán, El Progreso.		
Contiene: Perfil Geológico C-C'			
Realizado por: Ochoa Quezada, José Juan			
Escala numérica: 1: 20 000	Revisado por: Ing. Luis Chiquin	Referencia espacial: WGS84, Zona 15N.	ANEXO 6

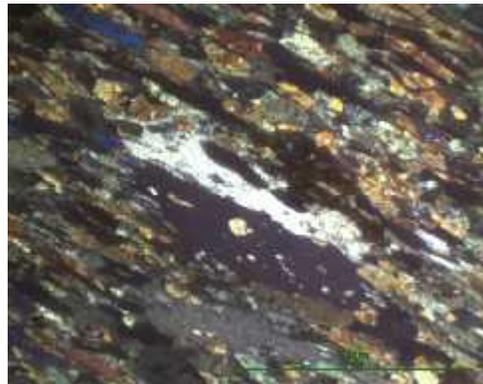
**ANEXO No. 7
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-025			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1659871	UTM ZONA: 15 N
	Este	808395	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Esquisto Micáceo Biotítico
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Esquistos Micáceos
ESTRUCTURAS:

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Biotita, Cuarzo	
TEXTURA:	Lepidoblastica	
COLOR:	Gris Oscuro	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Cuarzo	16%
	Biotita	39%
	Clorita	29%
	Epidota	3%
	Plagioclasas	11%
	Otros	2%
TEXTURAS: Lepidoblastica		
FACIES METAMORFICA: Esquistos Verdes		
NOMBRE DE LA ROCA: Esquistos Micáceos Biotíticos		



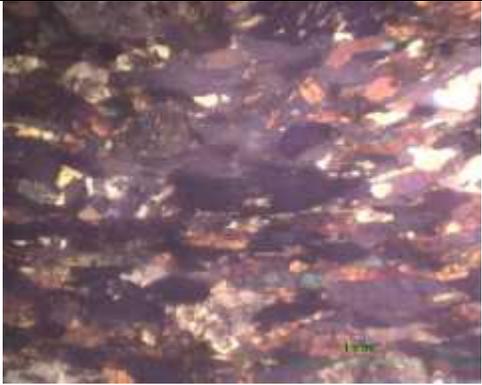
**ANEXO No. 8
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-032			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1658755	UTM ZONA: 15 N
	Este	808075	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-DIMA - ING-	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Gneiss Milonítico
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Anfibolita
ESTRUCTURAS: -----

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Cuarzo, Biotita, Clorita
TEXTURA:	Fanerítica
COLOR:	Verde Grisáceo

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA		
MINERALES:	Cuarzo	14%
	Biotita	36%
	Clorita	32%
	Clinopiroxenos	10%
	Plagioclasas	8%
TEXTURAS: Lepidoblastica		
FACIES METAMORFICA: Esquistos Verdes		
NOMBRE DE LA ROCA: Esquisto Micáceo Biotítico		
		

**ANEXO No. 9
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-019			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1658493	UTM ZONA: 15 N
	Este	810325	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Serpentinita
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Serpentinita
ESTRUCTURAS: Fracturas

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	-----	
TEXTURA:	Afanítica	
COLOR:	Verde	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Serpentina	58%
	Opacos	13%
	Crisotilo	20%
	Augita	9%
TEXTURAS: Cataclástica		
FACIES METAMORFICA: -----		
NOMBRE DE LA ROCA: Serpentinita		



**ANEXO No. 10
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-FK2			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1656720	UTM ZONA: 15 N
	Este	811870	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA-E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Esquisto Granatífero
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Esquistos Granatíferos
ESTRUCTURAS: Foliación

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	IV	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Granates, Moscovita	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Gris	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Cuarzo	18%
	Moscovita	18%
	Biotita	8%
	Granate	44%
	Plagioclasas	12%
TEXTURAS: Lepidoblastica		
FACIES METAMORFICA: Esquistos Verdes		
NOMBRE DE LA ROCA: Esquistos Granatífero		
		

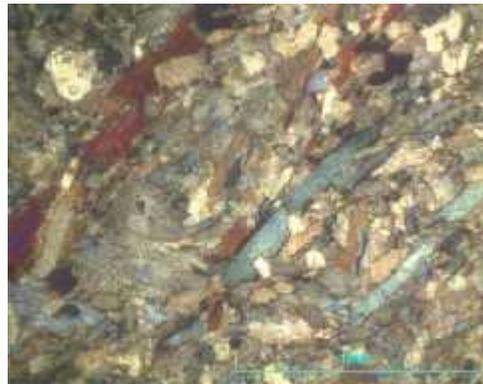
**ANEXO No. 11
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-FK1			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1658876	UTM ZONA: 15 N
	Este	809231	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA-E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Esquisto Micáceo Biotítico
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Esquistos Micáceos
ESTRUCTURAS: Foliación, Fracturas, Fallas

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III-IV	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Biotita, Cuarzo	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Verde Oscuro	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Cuarzo	11%
	Biotita	31%
	Clorita	33%
	Augita	12%
	Albita	8%
	Epidota	5%
TEXTURAS: Lepidoblastica		
FACIES METAMORFICA: Esquistos Verdes		
NOMBRE DE LA ROCA: Esquistos Micáceos Biotíticos		



**ANEXO No. 12
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-006			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1657321	UTM ZONA: 15 N
	Este	811796	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Esquisto Granatífero
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Esquistos Granatífero
ESTRUCTURAS: Fallas, Crenulación

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Granates (Muy pequeños)	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Verde Grisáceo	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Cuarzo	15%
	Granates	42%
	Biotita	22%
	Moscovita	13%
	Epidota	8%
TEXTURAS: Lepidoblastica		
FACIES METAMORFICA: Esquistos Verdes		
NOMBRE DE LA ROCA: Esquistos Granatíferos		



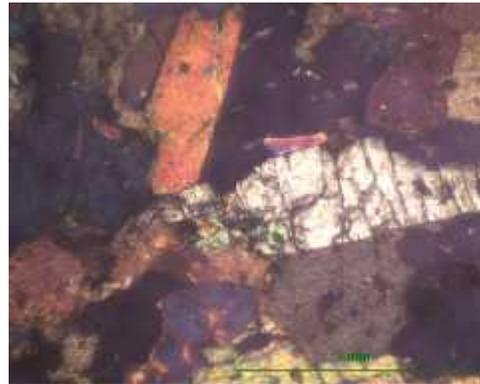
**ANEXO No. 13
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-040			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1655016	UTM ZONA: 15 N
	Este	811991	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Anfibolita
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Anfibolita
ESTRUCTURAS:

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	II	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Hornblenda	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Gris	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Granate	3%
	Hornblenda	56%
	Moscovita	11%
	Cuarzo	13%
	Plagioclasas	4%
	Biotita	6%
	Clinopiroxenos	7%
TEXTURAS: Granoblástica		
FACIES METAMORFICA: Anfibolita		
NOMBRE DE LA ROCA: Anfibolita		

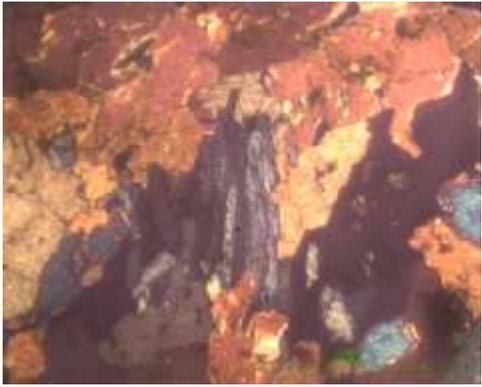


**ANEXO No. 14
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-038			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1655312	UTM ZONA: 15 N
	Este	808125	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Anfibolita
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Anfibolita
ESTRUCTURAS: Fracturas

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	II	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Hornblenda	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Gris	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Hornblenda	61%
	Moscovita	12%
	Plagioclasas	11%
	Biotita	11%
	Clinopiroxenos	5%
TEXTURAS: Granoblástica		
FACIES METAMORFICA: Anfibolita		
NOMBRE DE LA ROCA: Anfibolita		
		

**ANEXO No. 15
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-018			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1658982	UTM ZONA: 15 N
	Este	811146	
HOJA TOPOGRÁFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Peridotita serpentizada
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Peridotita Serpentinizada
ESTRUCTURAS:

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO	
Descripción Macroscópica	
GRADO DE METEORIZACIÓN:	II
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	-----
TEXTURA:	Afanítica
COLOR:	Verde
Descripción Microscópica	
MINERALES:	Serpentina 62%
	Opacos 15%
	Crisotilo 23%
TEXTURAS: Cataclástica	
FACIES METAMORFICA: -----	
NOMBRE DE LA ROCA: Peridotita Serpentinizada	

**ANEXO No. 16
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-028			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1656125	UTM ZONA: 15 N
	Este	808425	
HOJA TOPOGRAFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Anfibolita
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Anfibolita
ESTRUCTURAS: Foliación

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	II	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Hornblenda	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Gris / Negro	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Hornblenda	58%
	Clinopiroxeno	18%
	Biotita	10%
	Otros	14%
TEXTURAS: Granoblástica		
FACIES METAMORFICA: Anfibolita		
NOMBRE DE LA ROCA: Anfibolita		



**ANEXO No. 17
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA: JOC-050			
FECHA:	31/10/2013	PROYECTO:	Análisis de Facies Metamórficas
UBICACIÓN:	Norte	1658765	UTM ZONA: 15 N
	Este	808124	
HOJA TOPOGRÁFICA: 2160-I	NOMBRE: El Progreso	SERIE: 2-NIMA- E754	ESCALA: 1: 50,000

TIPO DE ROCA: Metamórfica
UNIDAD: Cuarzita
CLASIFICACIÓN: Textural, mineralógica.

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
DISPOSICIÓN: Roca Masiva
LITOLOGÍA: Cuarzita
ESTRUCTURAS:

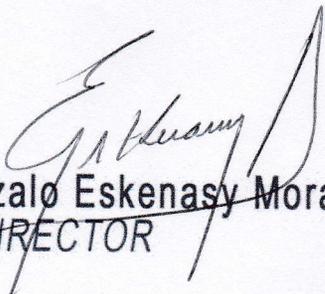
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE MANO		
Descripción Macroscópica		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	IV	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:	Cuarzo	
TEXTURA:	Fanerítica	
COLOR:	Gris claro	
Descripción Microscópica		
MINERALES:	Cuarzo	81%
	Moscovita	12%
	Otros	7%
TEXTURAS: -----		
FACIES METAMORFICA: -----		
NOMBRE DE LA ROCA: Cuarzita		



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

