

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**INFORME FINAL DE TRABAJO DE CAMPO
GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y
CINEMÁTICO DE LA UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE
20 KILÓMETROS CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA
1:25 000.**

ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MAYO DE 2016

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE CAMPO, GEOLOGÍA EN EL
PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y CINEMÁTICO DE LA
UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE 20 KILÓMETROS
CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA 1:25 000.

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR:
ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL
201145049

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TÍTULO DE TÉCNICO
EN GEOLOGÍA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, MAYO DE 2016

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

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

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Fernando Monterroso Trujillo

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR:	Ing. Geól. Sergio David Morán Ical
SECRETARIO:	Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey
VOCAL:	Ing. Geól. Luis Gustavo Chiquín Marroquín

REVISORA DE REDACCIÓN Y ESTILO

Inga. Quím. Verónica Beatriz Juárez Jiménez

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. Sergio Estuardo Solares García

ASESOR:

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-03/2016
14 de enero de 2016

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

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

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del Nivel Intermedio, de la estudiante **ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL**, carné No. **201145049**, titulado: **“GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y CINEMÁTICO DE LA UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE 20 KILÓMETROS CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA 1:25,000”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-126/2016
03 de mayo de 2 016.

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566 600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
c. e.: 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, de la estudiante **ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL**, carné No. **201145049**, titulado: **“GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y CINEMÁTICO DE LA UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE 20 KILÓMETROS CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA 1:25 000”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geól. Sergio Estuardo Solares García
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-156/2016
31 de mayo de 2016

**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566 600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
c. e.: geologiausac@gmail.com

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

Respetables Señores:

Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y CINEMÁTICO DE LA UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE 20 KILÓMETROS CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA 1:25 000”**, de la estudiante **ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL**, carné No. **201145049**, 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

Inga. Verónica Beatriz Juárez Jiménez
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: GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y CINEMÁTICO DE LA UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE 20 KILÓMETROS CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA 1:25 000, como requisito a optar el título profesional de Técnico en Geología.



Andrea del Rosario Fetzler Leal
201145049

RESPONSABILIDAD

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

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

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la vida y llenarme de sabiduría y fortaleza.

Por siempre mantenerme enfocada en el logro de mis metas y por los momentos buenos y malos a lo largo de toda mi vida universitaria ya que de todos me llevo una enseñanza.

Por tener el apoyo de mis padres, ya que sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

A TI:

Mamá Pina, que me estás viendo desde el cielo, con amor.

AGRADECIMIENTOS

- A MIS PADRES** Rolando y Elsa, por ser mi ejemplo de lucha, por el apoyo que siempre me han brindado ante cualquier circunstancia y por alentarme con las palabras indicadas. Este logro es por ustedes y para ustedes.
- A MIS ABUELOS** Arturo, Elsa e Imelda porque han sabido ser como mis padres, siempre estando al pendiente de mí, con sus consejos y amor.
- A MIS HERMANOS** Maryckler, Estefany y Roly; por ser mis compañeros de vida, para que en conjunto sigamos cosechando éxitos y nuestra vida tenga un solo objetivo que es el de honrar a nuestros padres.
- A MI SOBRINA** Katherin, que has sido una luz en nuestras vidas, Dios me permita verte crecer y brindarte mi apoyo en todo momento.
- A TI** Eduardo Rosales Droege, que has sido una gran compañía; gracias por ser mi apoyo y motivación. Ahora que vemos el fruto de nuestro esfuerzo, sigue continuar cosechando muchos más éxitos juntos.
- A MIS TÍOS Y PRIMOS** Comparto con ustedes esto, gracias por ser parte de mi vida.
- A MIS AMIGOS** En especial a Pablo Vega, Dulce González y José Ochoa, gracias por compartir conmigo los buenos y malos momentos, además de brindarme su sincera amistad.
- A LA MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN** Por el apoyo brindado en la etapa de campo.
- A LA CARRERA DE GEOLOGÍA** Por el conocimiento adquirido y por llevarme una grata experiencia en mi carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	vii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
MARCO CONCEPTUAL	
1.1 Antecedentes del Problema	3
1.2 Planteamiento del Problema	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 General	5
1.3.2 Específicos	5
1.4 Hipótesis	5
CAPÍTULO 2	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA	
2.1 Localización Geográfica	7
2.2 Vías de Acceso	9
2.3 Geología Regional	10
2.3.1 Litostratigrafía Regional	8
2.3.2 Geología Estructural Regional	13
2.3.3 Geomorfología Regional	16
a. Condiciones Climáticas	16
b. Meteorización	18
c. Erosión	18
d. Suelo	19
e. Relieve	19
f. Hidrología	21

CAPÍTULO 3		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS		
3.1	Marco Metodológico	23
3.1.1	Fase de Planificación	23
3.1.2	Fase de Campo	24
3.1.3	Fase de Laboratorio	25
3.1.4	Fase de Gabinete	25
CAPÍTULO 4		
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		
4.1	Litostratigrafía Local	27
4.2	Geología Estructural Local	43
4.3	Geomorfología Local	58
CAPÍTULO 5		
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		
5.1	Análisis Litoestratigráfico Local	73
5.2	Análisis Estructural Local	76
5.3	Análisis Geomorfológico Local	94
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
1. Coordenadas del área de estudio , WGS-84	9
2. Análisis microscópico, gneis milonítico	32
3. Clasificación de pliegues	48
4. Falla normal dextral, gneis milonítico	52
5. Fallas normales dextrales, peridotita serpentinizada	52
6. Fallas normales sinestrales, gneis milonítico	53
7. Fallas Inversas dextrales, gneis milonítico	54

8.	Fallas inversas sinestrales, gneis milonítico	54
9.	Fallas inversas sinestrales, peridotita serpentizada	55
10.	Fallas dextrales normales, gneis milonítico	55
11.	Fallas sinestrales normales gneis milonítico	56
12.	Fallas dextrales inversas, gneis milonítico	56
13.	Falla dextral inversa, peridotita serpentizada	57
14.	Fallas sinestrales inversas, gneis milonítico	57
15.	Falla sinistral inversa, peridotita serpentizada	58
16	Unidades y subunidades geomorfológicas	58
.		
17.	Dinámica de esfuerzos para cinemática sinistral	86
18.	Dinámica de esfuerzos para cinemática dextral	87
19.	Dinámica de esfuerzos para cinemática sinistral	89
20.	Dinámica de esfuerzos para cinemática dextral	90
21.	Dinámica de esfuerzos para cinemática sinistral en la unidad de gneis milonítico	92
22.	Dinámica de esfuerzos para cinemática dextral en la unidad de gneis milonítico	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Contenido	Página
1.	Contexto nacional y regional del área de estudio	8
2.	Vías de acceso: principales carreteras, ríos, quebradas y veredas	7
3.	Columna litoestratigráfica regional	15
4.	Mapa topográfico	20
5.	Principales afluentes de la zona	21
6.	Redes de drenaje	22
7.	Estereograma general de foliación S ₁	44
8.	Estereograma general de ejes de foliación S ₂	46
9.	Estereograma general de ejes de pliegue	47
10.	Estereograma general de grietas de tensión	50

11. Familias de fracturas	50
12. Mapa de pendientes	59
13. Dirección de caídas de roca	70
14. Columna litoestratigráfica local	75
15. Estereograma de foliación S_1	77
16. Estereograma de foliación S_2	78
17. Estereograma de ejes de pliegue	79
18. Estereograma de polos de grietas de tensión	80
19. Fracturas	81
20. Fallas con componente normal	82
21. Fallas con componente inverso	83
22. Fallas con componente de rumbo	84
23. Tipos de fallas, unidad de peridotita serpentinizada	85
24. Modelo estructural local para el dominio dúctil	88
25. Modelo estructural local para el dominio frágil	91
26. Modelo estructural general local	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Contenido	Página
1. Unidad de esquisto micáceo, quebrada las Mesas	28
2. Unidad de gneis milonítico	31
3. Sección delgada de AFE-08	33
4. Sección delgada de AFE-19	34
5. Sección delgada de AFE-09	34
6. Sección delgada de AFE-32	35
7. Brecha de falla	36
8. Afloramiento de filita, extremo noreste	37
9. Crenulación en filita	37
10. Sección delgada de AFE-38	38
11. Afloramientos de serpentinita	39

12. Sección delgada de AFE- 37	40
13. Unidad de peridotita	40
14. Intrusivo de pegmatita (Orientación 76/N122)	41
15. Unidad de aluvión, río Motagua	42
16. Folioaciones S ₁ en principales unidades	44
17. Folioaciones S ₂ , unidad de gneis milonítico	45
18. Eje de pliegue, unidad de gneis milonítico	47
19. Grietas de tensión, unidad de gneis milonítico	49
20. Falla inversa, unidad de filita	51
21. Lomas	61
22. Crestas	62
23. Laderas	63
24. Canteras	65
25. Valle	66
26. Valle aluvial	67
27. Terrazas	68
28. Surcos	69
29. Caídas de roca	70
30. Movimientos masales, NE del área	71

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Abreviatura	Denominación
Anf.	Anfíboles
Bio.	Biotita
C.A.	Centroamérica
Cl.	Clorita
Col.	Colina
Crs.	Crestas
Qz.	Cuarzo
Dip/Dir.	Dirección de Inclinación
Ep.	Epidota
Esc.	Escala
Gr.	Granate
Kms.	Kilómetros
Mt.	Metros
Msnm.	Metros sobre el nivel del mar
Mm.	Milímetros
Mosc.	Moscovita
NE.	Noreste
NW.	Noroeste
N.	Norte
No.	Número
Op.	Opacos
Opx.	Ortopiroxeno
Plg.	Plagioclasa
Pi.	Pirita
Serp.	Serpentina

SC.	Subunidad de Canteras
SL.	Subunidad de Laderas
SMM.	Subunidad de Movimientos Masales
SS.	Subunidad de Surcos
ST.	Subunidad de Terrazas
SV.	Subunidad de Valles
SVC-A.	Subunidad de Valles Coluvio Aluviales
S.	Sur
SE.	Sureste
SW.	Suroeste
T.	Talco
TI.	Trabajo Final de Campo
Ual.	Unidad de Aluvión
Uem.	Unidad de Esquisto Micáceo
Ufi.	Unidad de Filita
Ugm.	Unidad de Gneis Milonítico
Ups.	Unidad de Peridotita Serpentinizada
UTM.	Universal Transversal Mercator

RESUMEN

La cartografía de superficie comprende un área de 20 kilómetros cuadrados; fue realizada al norte de la aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

Se caracterizaron y delimitaron 5 unidades litológicas, con un predominio de rocas metamórficas, cuyo arreglo litoestratográfico está conformado por la unidad de Esquisto micáceo que aflora al noroeste del área, sobreyacida por la unidad de *Gneis* milonítico y Filita, ambas cabalgadas por la unidad de Peridotita Serpentinizada que incluye diques de pegmatita. Al noreste y sur estas unidades se encuentran cubiertas por depósitos aluviales.

La unidad de *gneis* milonítico se caracteriza por tener una textura protomilonítica, con menos de 10% de matriz; compuesta principalmente de cuarzo y moscovita, acompañada de minerales deformados de granate y algunos accesorios como anfíboles y epidota. Además indicadores cinemáticos con movimiento dextral. Los patrones de lineación mineral son paralelos al buzamiento.

Respecto a la cartografía geomorfológica, las unidades se encuentran conformadas por colinas, crestas, laderas, valles coluvio-aluviales, terrazas aluviales y surcos. Además de algunos elementos no cartografiables a escala 1:25 000, como lo son los movimientos de ladera, con dirección preferencial al N350.

Evidencias estructurales con respecto al dominio dúctil (ejes de pliegue, foliación S_1 y S_2 ,) señalan que el área se encuentra afectada por el esfuerzo principal (σ_1) a N047 y (σ_3) a N317.

Las estructuras del dominio frágil (grietas de tensión, fracturas y fallas) poseen un esfuerzo principal (σ_1) a N052 y (σ_3) a N322, ambos corresponden a una cinemática de tipo sinistral.

INTRODUCCIÓN

El trabajo final de campo fue llevado a cabo en un área de 20 kilómetros cuadrados, la cual se encuentra ubicada en el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso; realizando una caracterización geológica a escala 1:25 000.

En el siguiente informe se detallarán los resultados finales de la investigación geológica realizada los meses junio y julio del año 2013. El cual tuvo como principal objetivo determinar las características texturales y la cinemática de las rocas miloníticas que afloran en el área.

Por tanto, a continuación se exponen las características principales del área, los métodos utilizados en la etapa de campo donde fueron realizadas las descripciones, la medición de estructuras; y en general el proceso de recolección de todos los datos en base a la guía de observación estructurada de campo.

Además de la información determinada en la etapa de laboratorio donde se realizaron secciones delgadas de muestras orientadas para facilitar la descripción de indicadores cinemáticos contiguo al reconociendo mineralógico, texturas y porcentajes principalmente de las rocas miloníticas. Por último en la etapa de gabinete que sintetizó toda la investigación, dándole énfasis a la interpretación y análisis de datos para cumplir los objetivos propuestos, en base a la problemática planteada enfocada en clasificar las rocas con características miloníticas.

La ejecución del trabajo final de campo fue llevada a cabo en un lapso de tiempo comprendido por dos semestres equivalentes a un año, del 1 de febrero del 2013, al 30 de enero del 2014.

CAPÍTULO 1

MARCO CONCEPTUAL

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La hoja cartográfica San Agustín Acasaguastlán sirvió de referencia para caracterizar el área; la cual presenta litología predominantemente metamórfica, en específico rocas miloníticas producto de un metamorfismo dinámico a efecto de la zona de cizalla y el predominio de esfuerzos de deformación.

El problema de investigación se enfocó en el análisis de la roca Milonita, pretendiendo delimitar la unidad a partir del contenido mineralógico y textural y de esta manera ser clasificadas como protomilonita, ortomilonita y ultramilonita; además fundamentado en las estructuras predominantes determinar su cinemática.

La clasificación de esta unidad es de vital importancia de modo que en base a la investigación de campo y laboratorio pueda renombrarse, determinar su protolito y así mismo conocer los esfuerzos que están afectando la dinámica del lugar.

Trabajos anteriores relacionados con el problema y el área de investigación se describen a continuación en orden cronológico:

McBirney (1 963) describió a detalle la secuencia de rocas metamórficas y ultrabásicas que conforman en general La Sierra de las Minas. En 1 964 Williams, McBirney y Dengo hicieron un estudio de reconocimiento al sureste de Guatemala, describiendo granito y una secuencia de rocas verdes al sur del Valle del Motagua.

Burkart y Crane (1 965), Clemons (1 966) y estudiantes de la Universidad de Rice realizaron el trabajo detallado al sureste de Guatemala, este se basó en la elaboración de mapas topográficos los incluían la hoja topográfica San Agustín, 2260IV a escala 1: 50 000.

Morán (1 993) realizó un levantamiento geológico de superficie al norte de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso; en el cual se determinó la existencia de rocas ultramáficas, filitas, esquisto milonítico y milonita las cuales están siendo afectadas en su mayor parte por dos fallas de empuje con orientaciones al *NW* y estas están relacionadas a un juego de fallas más recientes con direcciones *NE-SW*, *NW-SE*, controlando la mayoría de contactos litológicos en el área.

1.2 EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la textura y cinemática de la unidad de Milonitas en un área de 20 kilómetros cuadrados cartografiada a escala 1:25 000?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. General

Analizar la geología de un área de 20 kilómetros cuadrados Cartografiada a escala 1:25 000 en los alrededores de la Aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

1.3.2. Específicos

- a. Describir las texturas de las rocas milonitas mediante análisis petrográfico.
- b. Interpretar los datos estructurales mediante análisis estereográfico con el fin de determinar la cinemática de las milonitas.
- c. Clasificar las rocas milonitas en protomilonita, ortomilonita y ultramilonita, relacionado con el área de estudio.

1.4 HIPÓTESIS

Posiblemente el grado de milonitización no sea muy alto, dado a que macroscópicamente las rocas milonitas poseen poca matriz. La cinemática de estas rocas está relacionada con el modelo de la zona de Falla del Motagua con un desplazamiento sinistral.

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA

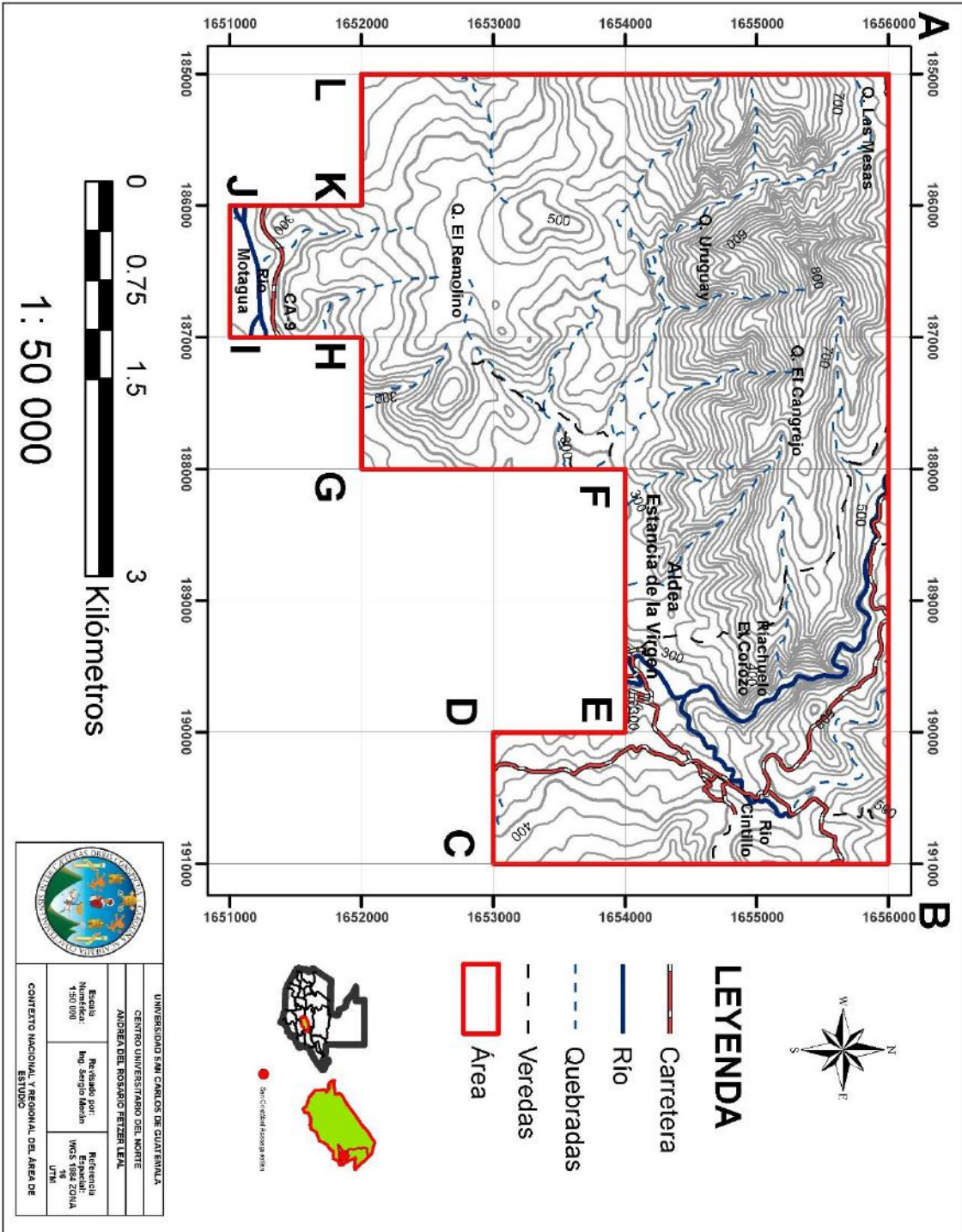
2.1 Localización Geográfica

El área se encuentra ubicada en el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso, región nor-oriente de la República de Guatemala, la cual es atravesada por el río Motagua. Figura 1.

Geográficamente la zona de estudio es parte de la hoja topográfica San Agustín Acasaguastlán 2260IV; escala 1:50 000.

Colinda en la parte norte con El Jícaro, al oeste de Usumatlán, y al sureste con San Agustín Acasaguastlán, además es atravesada por la carretera inter-oceánica CA-9.

FIGURA 1
CONTEXO NACIONAL Y REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Investigación de campo, 2013. Modificado de Mapa Topográfico de la hoja San Agustín 2260IV. IGN.

Las coordenadas del área están tomadas en *datum* WGS-84. Tabla 1.

TABLA 1
COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO, WGS-84

VÉRTICE	NORTE	ESTE
A	1656000	185000
B	1656000	191000
C	1653000	191000
D	1653000	190000
E	1654000	190000
F	1654000	188000
G	1652000	188000
H	1652000	187000
I	1651000	187000
J	1651000	186000
K	1652000	186000
L	1652000	186000

Fuente: Investigación de campo, 2013.

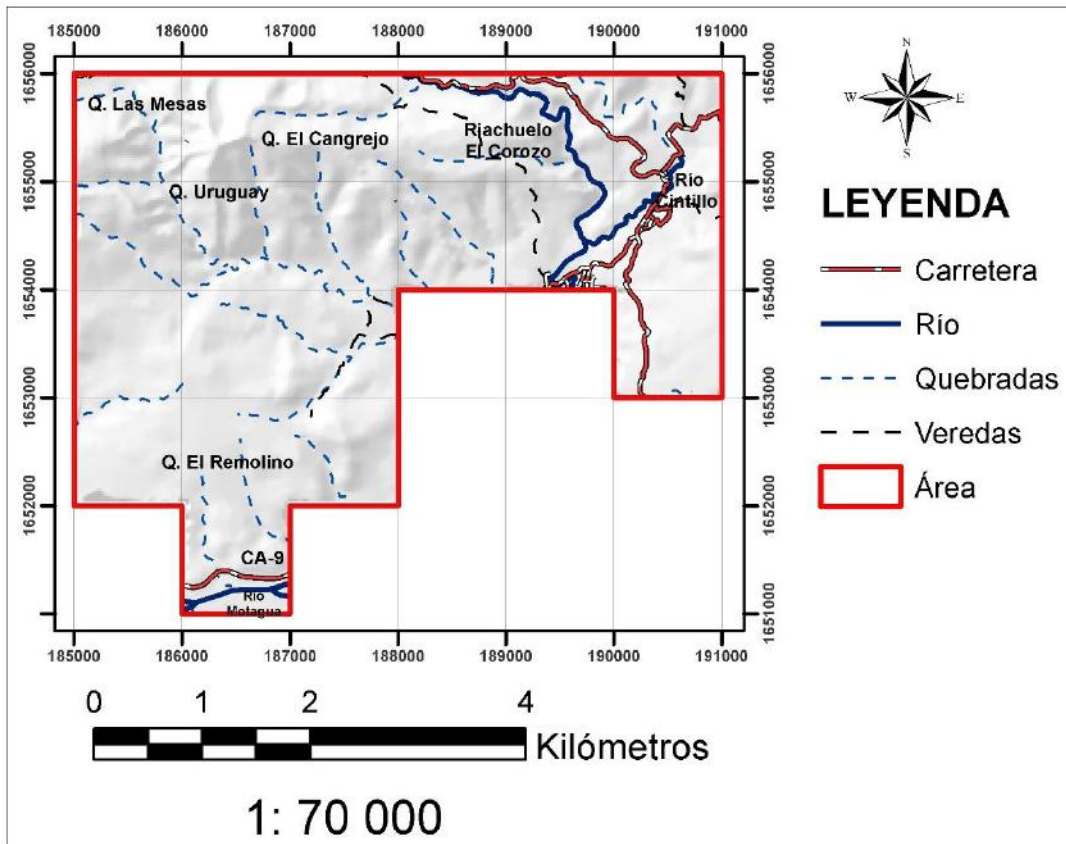
2.2 Vías de acceso

San Cristóbal Acasaguastlán se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental Guastatoya, a 94 km de la ciudad de Guatemala y a 132 km de Cobán, Alta Verapaz.

El área es atravesada en el extremo SW por la carretera interoceánica (CA-9); al Este se puede acceder en dos puntos, el primero es por medio de la Aldea Estancia de la Virgen y el otro punto es por un camino de terracería que conduce a la zona urbana de este municipio.

En general es posible acceder por medio de las veredas y quebradas producto del relieve y el paso de las vertientes principales. Figura 2.

FIGURA 2
VÍAS DE ACCESO: PRINCIPALES CARRETERAS, RÍOS,
QUEBRADAS Y VEREDAS



Fuente: Investigación de campo, 2013.

2.3 Geología Regional

2.3.1 Litoestratigrafía Regional

a. Estratigrafía Del Paleozoico

1) Peridotitas y Serpentinitas en zona de cizallamiento

En la parte central y norte del área se presentan extensamente afloramientos de peridotitas con diferente grado de serpentización. En afloramientos frescos, sin serpentización o no afectadas por las estructuras, las rocas se presentan un color verde oscuro o negro, opacas, y de

textura granular gruesa. En rocas serpentinizadas el color cambia a verde claro translúcido.

Cuando están afectadas por fracturas, estas presentan abundantes venas de magnesita pulverulenta y silica opalina, confiriéndole una estructura de *stockworks*. Estas rocas están constituidas hasta en un 80 % por olivino granular xenomórfico. Enstatita es el segundo mineral más abundante, con cristales más definidos y de mayor tamaño que el olivino.¹

La serpentinita se caracteriza por encontrarse siempre en contacto por falla. Se trata en casi su totalidad de rocas de composición peridotítica, las cuales en áreas de cizallamiento se encuentran completamente serpentinizadas. Las rocas ultramáficas son masivas, de color verde oscuro. Newcomb (op. cit.) citando a McBirney (1967) menciona que entre las rocas ultramáficas se encuentran incluidos cuerpos exóticos de dunita y jadeíta.²

2) Complejo Chuacús

Nombre propuesto por: Ortega Gutiérrez (2004).

Localidad tipo: la Sierra de Chuacús, Centro América.

Descripción de las rocas representativas: El complejo Chuacús anteriormente fue referido como Serie Chaucús

¹Erick Bosc. *Geología en el cuadrángulo San Agustín Acasaguastlán y parte noreste del cuadrángulo El Progreso*. Tesis de doctorado, Universidad Rice, 1971. Página 81.

²Ibíd. Página 82.

(McBirney, 1963) y después cambiado a Grupo Chuacús (Kesler, 1970) y más recientemente nombrado Complejo Chuacús (Ortega-Gutiérrez, 2004).

El complejo consiste gneises bandeados y aluminosos, además de esquistos acompañados de facies de eclogita y anfibolita que más tarde se sometieron a varios eventos de milonitización.³

Newcomb (1975) subdividió el complejo en tres formaciones, realizando un estudio en el cuadrángulo Río Hondo: las Formaciones San Agustín, Jones, y San Lorenzo.⁴

3) Formación San Agustín

Nombre propuesto por: Newcomb en el año de 1975 describe la Formación San Agustín como parte del Grupo Chuacús.

Localidad tipo: Sureste de San Agustín Acasaguastlán.⁵

Descripción de rocas representativas: Se le dio en nombre de Formación, aunque según algunos autores (Ortega Gutiérrez, 2004) está compuesta por rocas metamórficas deformadas.

³Fernando Ortega- Gutiérrez. *El límite Maya-Chortís: Un enfoque tectonoestratigráfico*. Universidad Autónoma de México, 2004. Página 15.

⁴Chiquín Yoj Mauricio. *Geología del Cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Dirección General de Investigación Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. Página 8.

⁵Donnelly TW. Et. AL. *Northern central america; the maya and chortis blocks*. United States Of America: Sociedad Geológica de América, 1990. Página 5.

Se trata de rocas gnéissicas miloníticas gris claro a café claro de grano medio a fino. Su espesor observado alcanza los 150 metros, sin embargo no se muestra su contacto inferior, mientras sobre esta unidad descansan disconformemente tanto serpentinitas dislocadas como capas rojas, cherts rojos, esquistos verdes y anfibolitas (Bosc, 1971).

Consiste también en una banda angosta de rocas migmatíticas, caracterizadas por capas melanocráticas y leucocráticas bien desarrolladas e intensamente deformadas, *gneis* migmatítico y granulita.⁶

En el área aparecen como una banda alineada, paralela a la Falla Motagua y su litología es distintiva por su fuerte foliación y constantes plegamientos Bosc (1971).

b. Estratigrafía Del Mesozoico

1) Grupo El Tambor

Nombre propuesto por: Donnelly, 1990.

Localidad tipo: Alrededores del Río El tambor, al sur del Rosario.

Descripción de las rocas: asociación ofiolítica desmembrada, extendida y conspicua en Guatemala central. La mayoría de ocurrencias están dentro de la Zona de Sutura del Motagua.

⁶Chiquín Yoj Mauricio. *Geología del Cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Dirección General de Investigación Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. Página 12.

La litología dominante es serpentinita, pero wacas son abundantes y basaltos almohadillados y fragmentos de diques de diabasa, gabros, plagiogranitos, y peridotitas ligeramente serpentinizadas ocurren localmente.

Chert y calizas pelágicas raras están interestratificadas con basalto. Equivalentes metamorfizados, que son predominantemente anfibolitas pero que también incluyen eclogitas envueltas en serpentinita, forman áreas de afloramiento adyacentes a la zona de sutura del Motagua.

Secciones medidas en el área Sanarate muestran cerca de un cuarto de metavolcánicos y tres cuartos de metasedimentos. Los basaltos y la mayoría de anfibolitas tienen la composición de basaltos oceánicos de bajo contenido en potasio (Lawrence, 1975). Las filitas y esquistos son metagrawacas, algunas de las cuales son gráficas.⁷

c. Columna Litoestratigráfica

La litoestratigrafía del área se muestra a continuación en la columna en la que se enmarcan El Complejo Chuacús y El Grupo el Tambor respectivamente. Figura 3.

⁷Chiquín Yoj Mauricio. *Geología del Cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Dirección General de Investigación Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. Página 10.

**FIGURA 3
COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA REGIONAL**

AGE	FAULT BOUNDED TERRANES						
	MAYA	ACHI	JACALTECO	MOTAGUA	SULA	YORO	CHORTIS
CENOZOIC	Q	VOLCANICS ALLUVIUM	TUFF ALLUVIUM	ALLUVIUM TUFF	ALLUVIUM TUFF		
	PI				GUASTATOYA	GUASTATOYA	COYOL
	Mi	?			?	PADRE MIGUEL	PADRE MIGUEL
	Oi	SUBINAL			SUBINAL		PUNTA GORDA
	EO	?			?		PUNTA GORDA
MESOZOIC	Pal						
	K	CAMPUR-SEPUR				VALLE DE ANGELES	VALLE DE ANGELES
	E	COBAN				ATIMA	ATIMA
	L	SAN RICARDO				CANTARRANAS	CANTARRANAS
	J	TODOS SANTOS					
	M						
	E						
	L						
	T						
	E						
PALEOZOIC	P	TUILÁN CHOCHAL					
	L	TACTIC					
	Ps	SACAPULAS CHICOL	CHIXOLOP FM SACAPULAS	Complejo Chuacús			
	Ms						
	D	?					
	S	BARILLAS					
	O	COMPLEX	RABINAL				
	C		S. GABRIEL sequence				
PE						1.075 Ga GRANITES & GNEISSES	

Fuente: Fernando Ortega- Gutiérrez. El límite Maya-Chortís: Un enfoque tectonoestratigráfico. Universidad Autónoma de México, 2004.

2.3.2 Geología Estructural Regional

a. Falla Cuilco-Chixoy-Polochic

La falla de Cuilco-Chixoy-Polochic, es una de las principales zonas de falla en Guatemala. Es un ligero arco que recorre la costa este de Guatemala hasta Chiapas en el suroeste de México. Forma también la separación geológica entre las rocas cristalinas de la sierra de Chuacús y la sierra de las Minas al sur, y las rocas sedimentarias de la sierra de los Cuchumatanes y la sierra de Chamá al norte.

La falla de Chixoy-Polochic fue especialmente activa durante la orogenia Laramide que se produjo durante el Terciario temprano.

b. Falla Motagua-Chamelecón

La falla de Motagua es de tipo transformante, se localiza al sur de Chiapas, que sigue el curso del río Motagua. Forma parte del sistema de fallas Motagua-Polochic, y tiene un movimiento de rumbo lateral izquierdo, haciendo parte del sistema de fallas que forman el límite entre la placa Norteamericana y la placa del Caribe. Esta falla divide dos terrenos muy diferentes: el Bloque Maya al Norte y el bloque Chortís al Sur.⁸

La Zona de Fallamiento del Motagua se define 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.

2.3.3 Geomorfología Regional

Las características geomorfológicas del área se resumen a continuación:

a. Condiciones Climáticas

El municipio de San Cristóbal Acasaguastlán se caracteriza por las siguientes condicionantes:

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Falla_del_Motagua visita: 13/03/2013.

- **Precipitación:** 582,80 milímetros anuales, aproximadamente, esto se debe a que regularmente llueve un aproximado de 35 a 69 días en el año.⁹
- **Temperatura:** oscila en una mínima de 22 grados centígrados y una máxima de 40 grados centígrados.
- **Vegetación:** El municipio de San Cristóbal Acasaguastlán tiene una altitud de entre 250 - 2110 msnm, situación que permite distinguir 3 regiones climáticas con diferente vegetación:

Región cálida:

- Zona cálida muy seca semiárida con vegetación de monte espinoso;
- Zona cálida seca sub-húmeda con vegetación de monte espinoso subtropical;
- Zona cálida húmeda con vegetación de bosque subtropical;
- Zona cálida pluvial húmeda, con vegetación de bosque tropical.

Región templada: zona templada húmeda con vegetación de bosque tropical húmedo.

Región templada fría: zona templada fría húmeda con vegetación de bosque húmedo montañosa bajo-subtropical;

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Geolog%C3%ADa_clima visita: 28/03/2013.

zona templada fría pluvial, con vegetación de bosque pluvial, montañoso bajo.¹⁰

b. Meteorización

El grado de meteorización por lo general tiene una influencia física, ya que existe una clara desintegración de rocas a efecto del agua y la tectónica. El grado de meteorización con un rango de 2 a 3, está variando de meteorizada a moderadamente meteorizada ya que en algunas ocasiones la masa rocosa mantiene el color pero tiende a disgregarse en partículas más pequeñas especialmente en peridotitas serpentinizadas y filita.

El *gneis* milonítico por lo general se caracteriza por rocas más sanas, aunque no se descartan las juntas teñidas de óxidos.

c. Erosión

El tipo de erosión que se distingue es de tipo hídrica, de manera general de tipo fluvial por el hecho que la zona sea atravesada por el río principal que es el Motagua y sus secundarios como el río Cintillo.

Además es posible la erosión de tipo laminar ya que los suelos están compuestos de arcillas, este tipo de erosión sustrae las partículas más finas, y deja atrás a las más gruesas, observadas al *NE*.

¹⁰Secretaría de planificación y programación de la presidencia, Plan de Desarrollo San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso. 2010.

Por último la gravitacional que se da en escasos sectores, principalmente en las partes bajas, al sur; alcanzado alturas de 270 msnm; y en la parte norte con pendientes moderadas llegando a una altura de 833 msnm.

d. Suelo

El tipo de suelo característico del área es el de la serie Acasaguastlán, siendo un suelo de color café rojizo oscuro, con textura franco arcilloso y un espesor aproximado de 40 centímetros. Son suelos permeables, poco profundos, sueltos y con tendencia a provocar deslaves, especiales para zonas boscosas o cultivos perennes.

Los suelos poseen una estructura granular con agregados que varían de tamaño entre 2 - 3 mm, además de un alto contenido de fragmentos de roca serpentina parcialmente intemperizada y minerales como cuarzo.

La estructura es cúbica poco desarrollada y fina, siendo los agregados angulares de 2 mm.

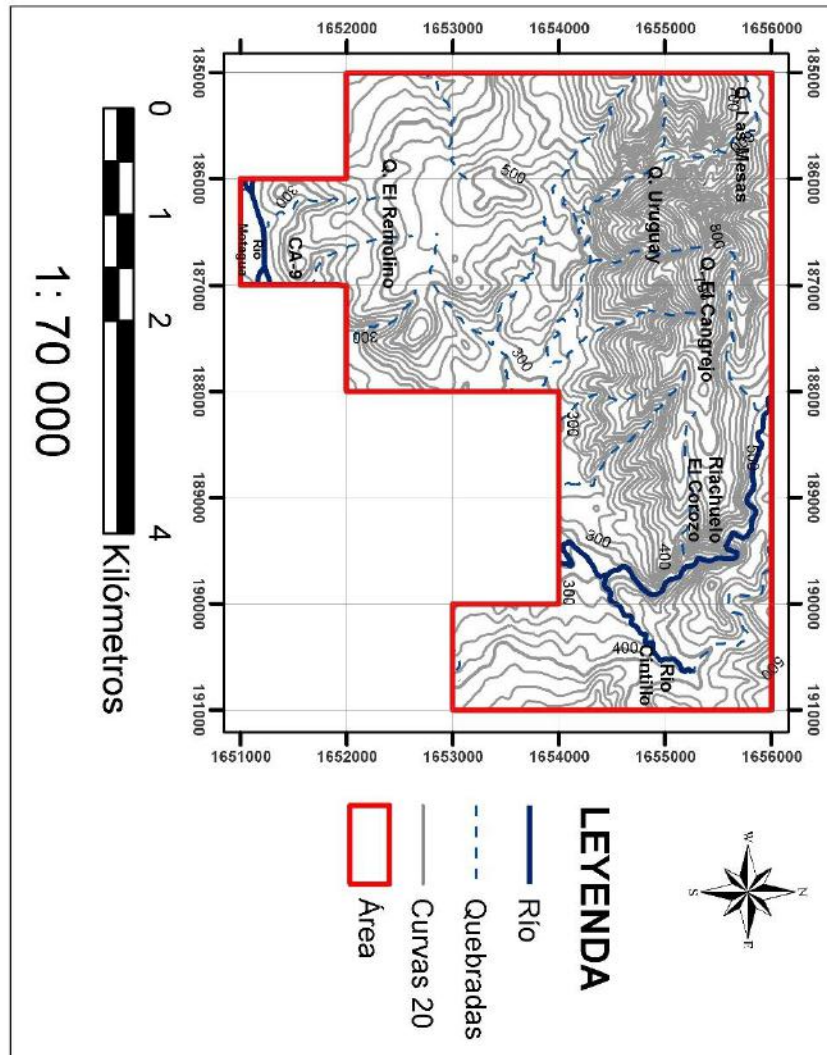
e. Relieve

Las características de la superficie en esta zona son variadas, dado a que existen pequeñas planicies cuya altura sobre el nivel del mar es de 270 metros, estas se encuentran en la parte sur en el valle del río Motagua.

Existen regiones más escarpadas que sobrepasan los 800 msnm al *NW*, sobre la Quebrada Uruguay; representadas por una serie de colinas y crestas.

La diferencia de altura entre la cota más baja y la cota más alta registrada es de 563 metros. Figura 4.

**FIGURA 4
MAPA TOPOGRÁFICO**

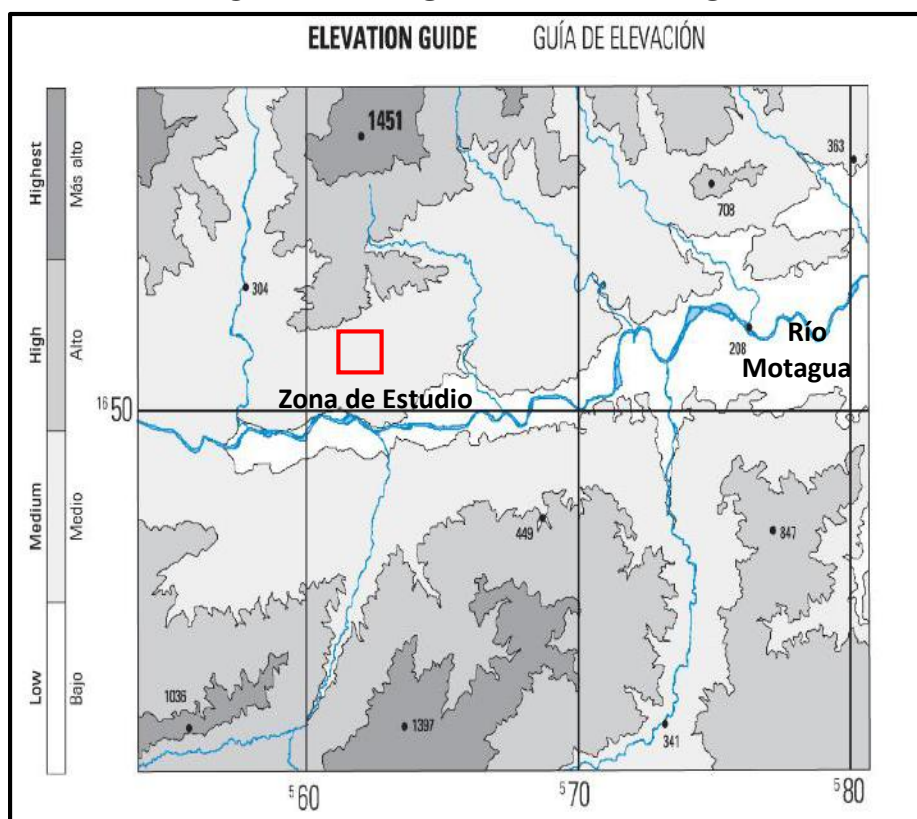


Fuente: Investigación de campo, 2013.

f. Hidrología

El principal afluente es el río Motagua; el recuadro rojo delimita la zona estudiada, en la cual se observa un grado de elevación medio según la hoja San Agustín Acasaguastlán 2260IV. Figura 5.

**FIGURA 5
PRINCIPAL AFLUENTE DE LA ZONA**



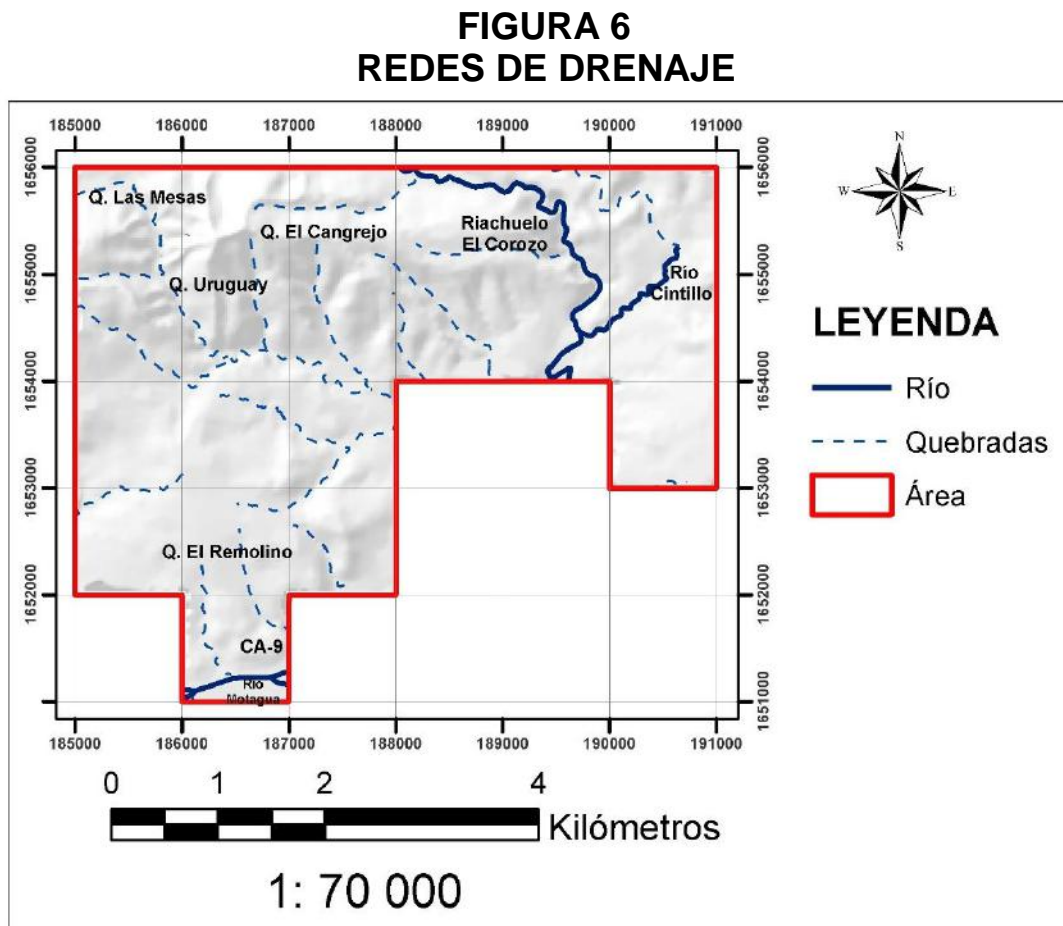
Fuente: Modificado de la hoja San Agustín Acasaguastlán (2260IV), Escala 1:50 000. (Color).

Otras características hidrológicas específicas son las siguientes:

- 1) Océano: Atlántico.
- 2) Mar: Caribe.
- 3) Río Principal: Grande o Motagua.

- 4) Tributario del Río principal: Cintillo.
- 5) Quebradas: Las Mesas, Uruguay, El Cangrejo, El Cintillo, El Remolino.
- 6) Riachuelo: El Corozo.
- 7) Tipo de drenaje: dendrítico; ya que en el área transcurre el río Motagua en la parte sur, con sus afluentes que van formando ramificaciones.

En la siguiente figura se presentan espacialmente las características hidrológicas descritas representadas por las redes de drenaje. Figura 6.



Fuente: Investigación de campo, 2013.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1. Marco Metodológico

A continuación se sintetizará parte del proceso de investigación en la que se llevaron a cabo las etapas de recolección bibliográfica, etapa de campo, de laboratorio y de gabinete.

3.1.1. Fase de Planificación

Se revisó material bibliográfico con la finalidad de conocer las características generales del área de estudio tanto en el ámbito geológico como social; contando con el apoyo de las autoridades respectivas que facilitaron el acceso a las diferentes áreas.

Para la recolección de datos en lo que respecta a la investigación geológica se analizaron fotografías aéreas, libros de texto y consultas por medio de internet para definir variables, indicadores y tener claro ciertos conceptos que ayudaron a redactar de forma congruente el diagnóstico y el anteproyecto.

3.1.2 Fase de Campo

Las técnicas topográficas o de ubicación en el campo fueron las siguientes: se utilizó el mapa topográfico base del área a escala 1:10 000. El método de caminamiento se utilizó para definir los contactos y ordenar todos los rasgos características estructurales y litológicos para cumplir con los objetivos del problema, todo esto con la ayuda de la guía de observación de campo.

Se extrajeron muestras orientadas de las distintas litologías, un total del 36 de las cuales 10 se estudiaron microscópicamente.

Los estudios en la fase de campo consistieron en:

- a) Topográficos:** por medio de instrumentos como el *GPS* para la ubicación en base a coordenadas específicas, además del mapa base y la brújula para la medición de las principales estructuras.

- b) Geológicos:** se realizó el estudio con el fin de determinar la geología de superficie accediendo por medio de carreteras que atraviesan aproximadamente 8 kilómetros del área, además de veredas, quebradas, cortes y filas de cerros simultáneamente con las medidas topográficas.

Se describieron macroscópicamente las rocas representativas de las unidades litológicas diferenciadas, además fue realizada la descripción de los tipos de contactos y la medición de las estructuras.

La guía de observación de campo estructurada se basó en cuanto a las rocas metamórficas describiendo los diferentes afloramientos encontrados y las estructuras encontradas.

Con la ayuda de la municipalidad de San Cristóbal Acasaguastlán, fue facilitado el transporte hacia sectores de difícil acceso.

3.1.3 Fase de Laboratorio

En base a lo recolectado en la fase anterior se elaboraron 10 secciones delgadas de rocas de las 36 extraídas en la etapa de campo para el análisis petrográfico.

Las secciones delgadas de rocas metamórficas fueron orientadas a efecto de conocer las direcciones de esfuerzos, además se determinó y caracterizó el contenido mineralógico, las texturas y microestructuras. Este análisis se enfocó principalmente a la roca Milonita, aunque también fueron caracterizadas peridotitas serpentinizada y filita.

3.1.4. Fase de Gabinete

Se analizaron e interpretaron los datos de campo y laboratorio para resolver la problemática planteada.

Fue elaborado el mapa geológico y una columna estratigráfica local en base perfiles geológicos longitudinales y transversales, el análisis de resultados de laboratorio, el análisis e interpretación de estereofalsillas y rosetas de datos estructurales; para llegar a las conclusiones finales del trabajo.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

En este capítulo se describen los rasgos litológicos, estructurales y geomorfológicos más significativos del área.

4.1. Litoestratigrafía Local

Las unidades litológicas se diferencian en campo por propiedades físicas principalmente, en cuanto al color, texturas y estructuras que se pudieron medir y describir en base a guías de observación de campo y de laboratorio. A lo largo del trabajo de campo se pudieron observar 5 unidades litológicas. Estas se describirán de la más antigua a la más reciente.

En la parte inferior izquierda de las fotografías de afloramientos de cada unidad, se muestra su ubicación específica con respecto al área.

4.1.1. Unidad de Esquisto Micáceo (Uem)

Esta unidad aflora en el extremo noroeste, a lo largo de la Quebrada Las Mesas; siendo la más antigua de las unidades y la de menor extensión territorial.

A nivel de afloramiento esta roca se observó con coloraciones café y gris oscuro, debido al grado de intemperismo solo fue posible observar micas: biotita y moscovita predominantemente, las cuales presentan cierta lineación.

Respecto a las estructuras que afectan esta unidad son pocos planos de foliación ya que esta unidad es de menor extensión con respecto a las otras; las direcciones son predominantemente al N235.

Esta unidad está en contacto concordante con la unidad de Gneis Milonítico al lado oeste de la Quebrada Las Mesas. Fotografía 1.

FOTOGRAFÍA 1 UNIDAD DE ESQUISTO MICÁCEO, QUEBRADA LAS MESAS



Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.1.2. Unidad de Gneis Milonítico (Ugm)

Esta unidad fue observada al noreste y noroeste del área de estudio, su mejor exposición es a lo largo de la Quebrada Uruguay, con una extensión aproximada de 11 kilómetros cuadrados, en los que se diferenciaron variaciones laterales con cambios

mineralógicos como micas (moscovita y biotita) anfíboles, epidotas, plagioclasas sódicas y cálcicas), y cambios texturales.

Esta unidad se encuentra milonitizada en ciertos sectores de su extensión, por un lado se tiene una roca con textura *gnéisica* en toda la parte oeste con bandeamiento de minerales leucocráticos y melanocráticos y más al este se encuentra milonitizada con una clasificación de protomilonita por su contenido de matriz.

En la parte norte de la aldea Estancia de la Virgen, existen afloramientos con coloraciones beige, estos con acompañados de grietas de tensión rellenas de cuarzo desde 5 cm hasta 20 cm y una inclinación que varía desde 32° a 56°.

La foliación S_1 en este sector posee un bajo ángulo de inclinación 30° aproximadamente, la cual tiene una orientación N230, además es posible encontrar fracturas perpendiculares a esta. Fotografía 2.A.

Existe una variación lateral en esta unidad, en las cercanías del Río Cintillo, se encuentra una roca sana donde además de minerales como cuarzo se observaron minerales laminares como biotita formando bandas de aproximadamente 10 cm de espesor.

La foliación S_1 en sector guarda cierto patrón con la anterior con una orientación N250. Fotografía 2.B.

En las cercanías de la aldea Estancia de la Virgen (parte sureste del área) se identificó un bandeamiento blanco y negro, macroscópicamente se puede observar una composición principalmente de cuarzo, micas (biotita y moscovita) con textura protomilonítica.

Estructuralmente este sector se caracteriza por pequeñas estructuras como *boudinage* cuya orientación del eje es de 26/N270. Fotografía 2.C.

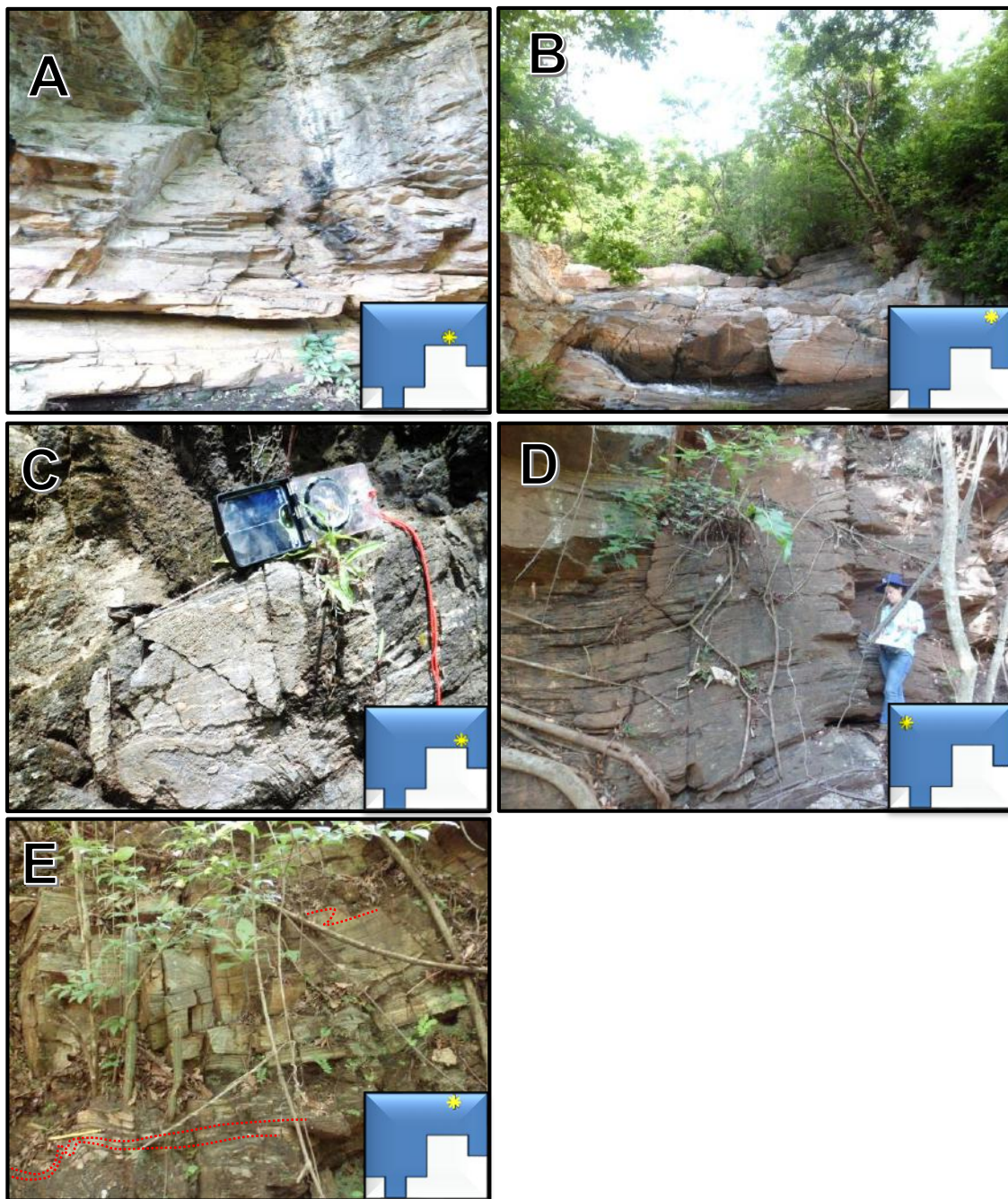
A lo largo de la Quebrada Las Mesas se extienden afloramientos de *gneis*, cuya mineralogía es cuarzo y micas (moscovita) con textura foliada y algunos óxidos; estos acompañados de patrones de diaclasamiento verticales y perpendiculares a planos de foliación S_1 con dirección N290. Fotografía 2.D.

En la parte norte en los alrededores del Río Cintillo, existen afloramientos con textura protomilonítica, es importante resaltar las estructuras encontradas como pliegues tipo M (eje: 20/N140) y Z (40/N230). Fotografía 2.E.

El *gneis* milonítico es una de las unidades más antiguas del área y está en contacto concordante con la unidad de esquisto y en contacto fallado tipo normal respecto a la peridotita serpentizada; estos se localizan noroeste del área a lo largo de la Quebrada Uruguay. Con esto se sugiere que el *gneis* se encuentra bajando respecto a la peridotita serpentizada.

Más al sur se evidenció otro contacto con la misma unidad de peridotita serpentizada pero en base a los patrones de fallamiento se delimitó un contacto fallado inverso, en este caso queda establecido que la unidad de peridotita se encuentra cabalgando a las otras unidades.

FOTOGRAFÍA 2 UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO



Tomada por: Andrea de Rosario Fetzter Leal, 2013.

En cuanto a la descripción microscópica, la unidad tiene cambios mineralógicos y texturales que fueron evidenciados en 5 muestras recolectadas a lo largo de los 11 km de su extensión. Tabla 2.

TABLA 2
ANÁLISIS MICROSCÓPICO, GNEIS MILONÍTICO

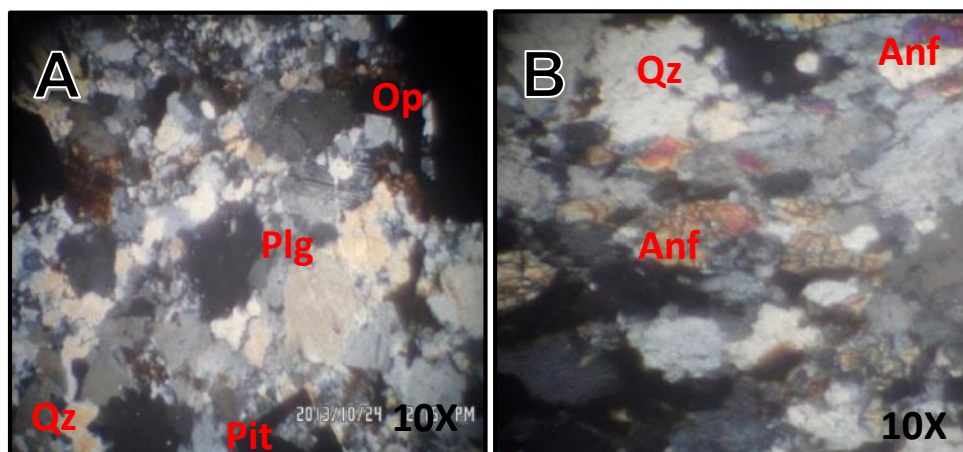
Muestra	Coordenadas	Mineralogía (%)	Textura
AFE-08	189522E/ 1654059N	Cuarzo (60%), anfíboles (15%), opacos (10%), pirita (8%), plagioclasas (andesina) (7%).	Granoblástica inequigranular.
AFE-19	190402E/ 1655444N	Cuarzo (60%), biotita (25%), epidota (10%) y plagioclasa (oligoclasa) (5%)	Equigranular.
AFE-09	189522E/ 1654183N	Cuarzo (50%), moscovita (20%), biotita (15%) epidota (8%), óxidos (5%) y un posible granate deformado (2%).	Inequigranular, formando bandas de cizalla.
AFE-05	189337E/ 1655944N	Cuarzo (60%), sanidina (15%), moscovita (10%), biotita (10%), andesina (5%)	Granoblástica equigranular.
AFE-32	1885621E/ 1655652N	Cuarzo (60%), moscovita (20%), epidota (10%), granate (5%) y óxidos (5%).	Granolepidoblástica inequigranular.

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Microscópicamente esta unidad tiene una mineralogía similar, pero en ciertos sectores se tiene variación de plagioclasas (oligoclasa, andesina), pirita, anfíboles, epidota, granate, entre otros.

En la sección delgada AFE-08 que fue recolectada al norte de la Aldea Estancia de La Virgen; la muestra de gneis posee en su mayoría cuarzo (Qz), plagioclasa tipo andesina (Plg), anfíboles (Anf), algunos minerales opacos y posiblemente pirita (Pit), en esta sección con una textura granoblástica. Fotografía 3.

FOTOGRAFÍA 3 SECCIÓN DELGADA AFE-08

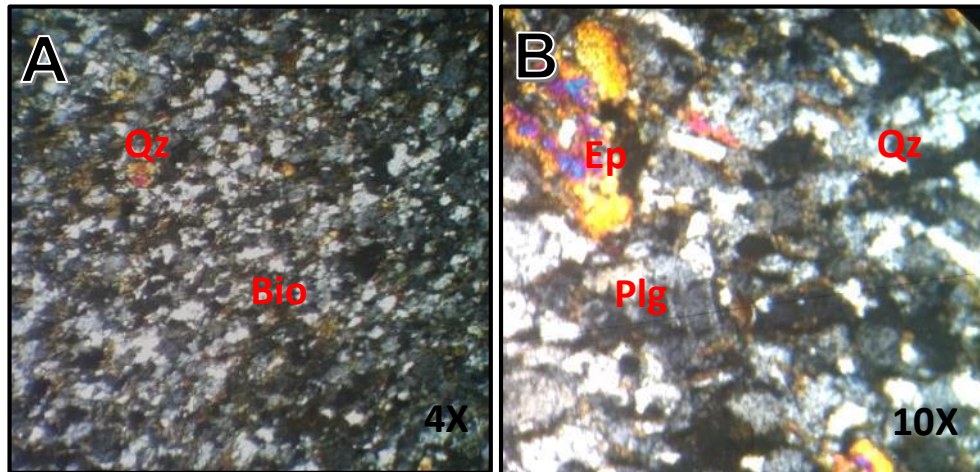


Qz (Cuarzo), Plg (Plagioclasa), Op (Minerales Opacos), Pit (Pirita), Anf (Anfíboles)

Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

Más al sur, en los alrededores del Río Cintillo se observa una variación mineralógica, en la sección AFE- 19, con epidota (Ep), y plagioclasa (Plg) oligoclasa, además de los minerales esenciales como lo son cuarzo (Qz), biotita (Bio) con textura granoblástica equigranular. Fotografía 4.

FOTOGRAFÍA 4 SECCIÓN DELGADA AFE-19

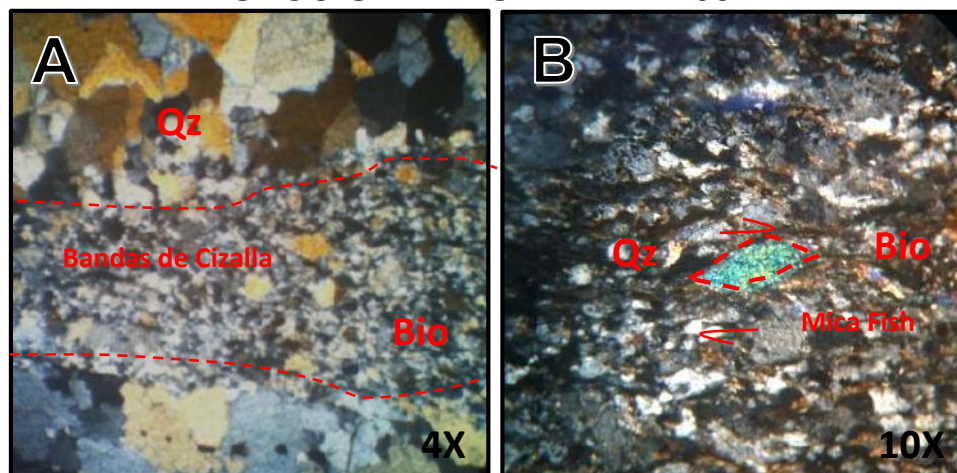


Qz (Cuarzo), Bio (Biotita), Plg (Plagioclasa), Ep (Epidota)

Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

La sección AFE-09 presenta una mineralogía compuesta por cuarzo (Qz) y biotita (Bio) pero caracterizada por bandas de cizalla resultado de la reducción en el tamaño de grano (Fotografía 5.A) e indicadores cinemáticos como las micas *fish* con movimiento dextral. Fotografía 5.B.

FOTOGRAFÍA 5 SECCIÓN DELGADA AFE-09

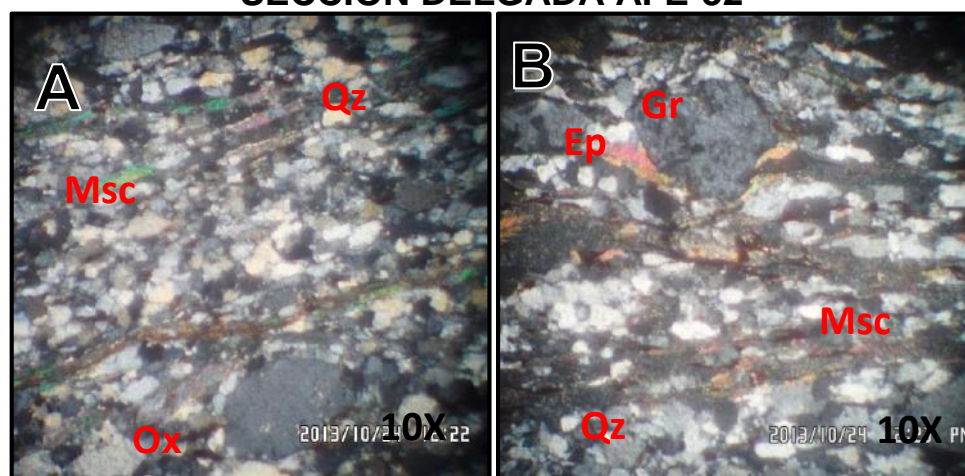


Qz (Cuarzo), Bio (Biotita)

Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

El *gneis* milonítico en la parte noroeste del área (Aldea las Mesas) posee un cambio mineralógico como es la ocurrencia de Granates postectónicos, además de cuarzo (Qz), moscovita (Msc), epidota (Ep), y óxidos; con textura granolepidoblástica inequigranular. Fotografía 6.

FOTOGRAFÍA 6 SECCIÓN DELGADA AFE-32



Qz (Cuarzo), Msc (Moscovita), Ox (Óxidos), Gr (Granate), Ep (Epidota)

Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.1.3 Unidad de Filita (Ufi)

Esta unidad se localiza al noreste del área, su exposición es pequeña teniendo una extensión aproximada de 1 km; los pocos afloramientos identificados varían entre 50 cm de alto y 75 cm de largo aproximadamente.

Lateralmente presenta coloraciones verde grisáceo, además de minerales como moscovita y cuarzo en menor proporción, caracterizada por una textura sedosa.

La unidad de filita se encuentra en contacto fallado tipo inverso con respecto a la unidad de Peridotita Serpentinizada, aunque este contacto se encuentra cubierto por aluvión en ciertos

sectores; fueron encontradas evidencias de brecha de falla con orientación 55/N226. Esta fue identificada al noreste del área con coloraciones moradas y con clastos de peridotita. Fotografía 7.

FOTOGRAFÍA 7 BRECHA DE FALLA



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

De la misma manera se encuentra contacto discordante con la unidad de aluvión.

Los patrones de diaclasamiento son paralelos a la foliación; con direcciones al N262. Además se evidenció una falla inversa con orientación aproximada de N200. Fotografía 8.

Respecto a los planos de crenulación o foliación S_2 , se presentan con dirección N180. Fotografía 9. Además estructuras de *boudinage* cuyos ejes varían en direcciones N100 a N160 con ángulos de inclinación variados.

FOTOGRAFÍA 8 AFLORAMIENTO DE FILITA, EXTREMO NORESTE



Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

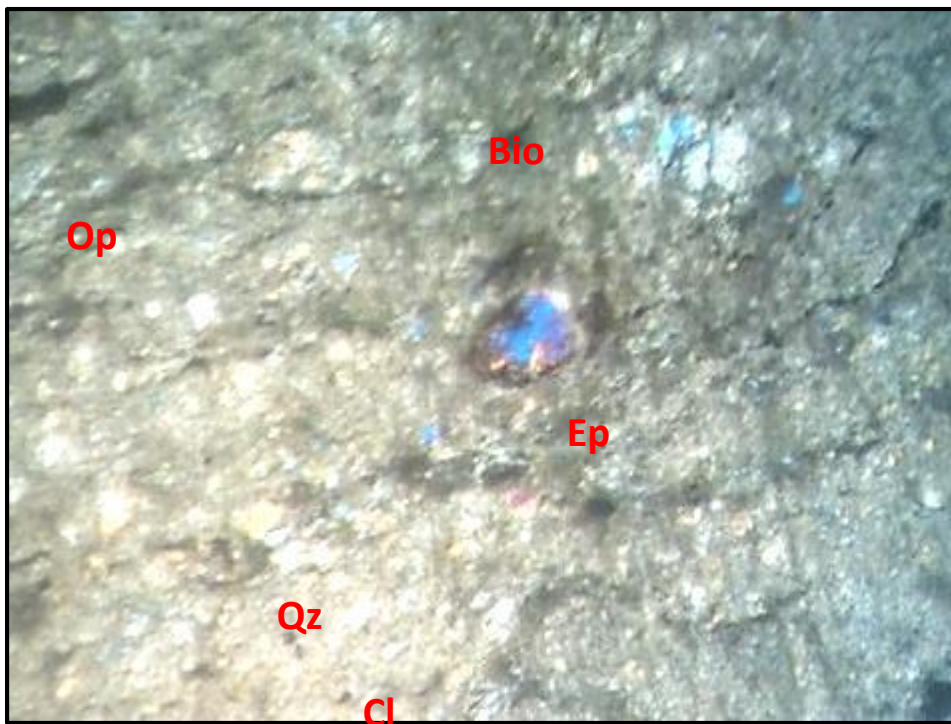
FOTOGRAFÍA 9 CRENULACIÓN EN FILITA



Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

Microscópicamente al examinar la sección AFE-38 en las coordenadas 190660E/1654571N se observaron minerales como el cuarzo (Qz) en 10%, y epidota (Ep) en 6%, con matriz de clorita (Cl) con un 75% y en menor proporción se pudo observar algunos rastros de biotita (Bio) 4% y algunos minerales opacos (Op) con un 5% del total en la muestra, marcando microestructuras como crenulación, con textura Lepidoblástica Porfírica. Fotografía10.

FOTOGRAFÍA 10 SECCIÓN DELGADA AFE-38



Cl (Clorita), Qz (Cuarzo), Bio (Biotita), Ep (Epidota), Op (Minerales Opacos)
Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.1.4. Unidad de Peridotitas Serpentinizadas y Serpentinitas (Ups)

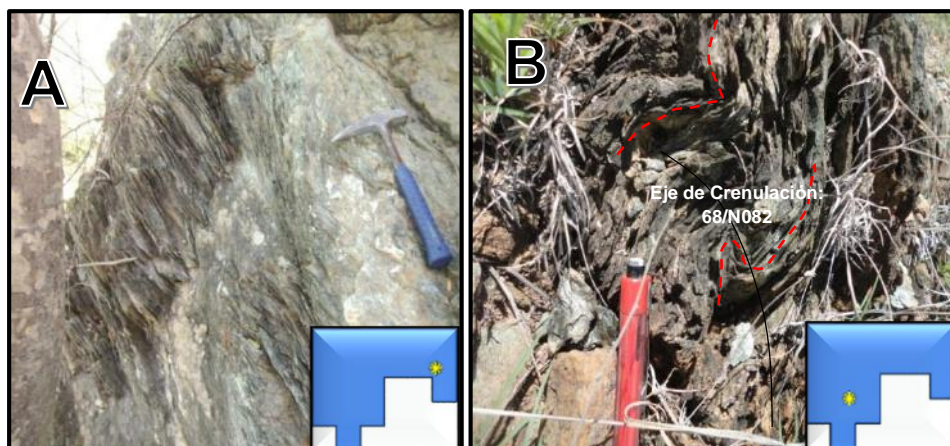
Estas rocas fueron observadas en gran parte del área, afloran predominantemente en el lado sur, su mejor exposición es en la carretera CA-9; en la cual fue posible distinguirla con una marcada foliación y en otras secciones como bloques macizos. Parte de la

roca expuesta está siendo explotada en la actualidad, ya fueron identificadas 2 canteras pertenecientes a la unidad.

La serpentinita presenta una coloración verde claro, con una marcada foliación principalmente a lo largo del Río Cintillo, al sureste del área. Fotografía 11.A.

También se encuentra afectada por microplegues o crenulación S_2 observado en la Quebrada El Remolino. Fotografía 11.B. Se encuentra con un grado 2 de meteorización con presencia de óxidos. Macroscópicamente se observa serpentinita y posiblemente talco.

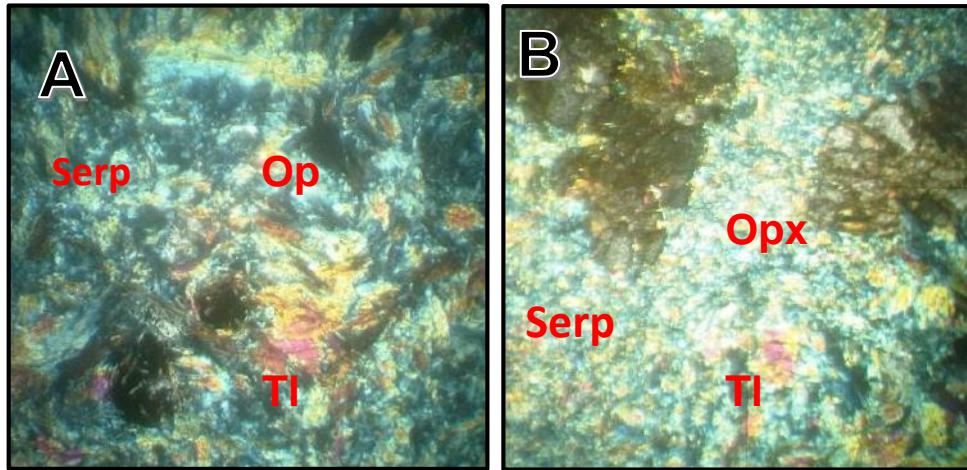
FOTOGRAFÍA 11 AFLORAMIENTOS DE SERPENTINITA



Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

La sección AFE-37 posee una textura porfidoblástica inequigranular, con minerales subhedrales de serpentinita tipo crisotilo (Serp) en un 65%, ortopiroxeno (Opx) en 20%, talco (Tl) con 10% y minerales opacos (Op) con 5%. Fotografía 12.

FOTOGRAFÍA 12 SECCIÓN DELGADA AFE-37

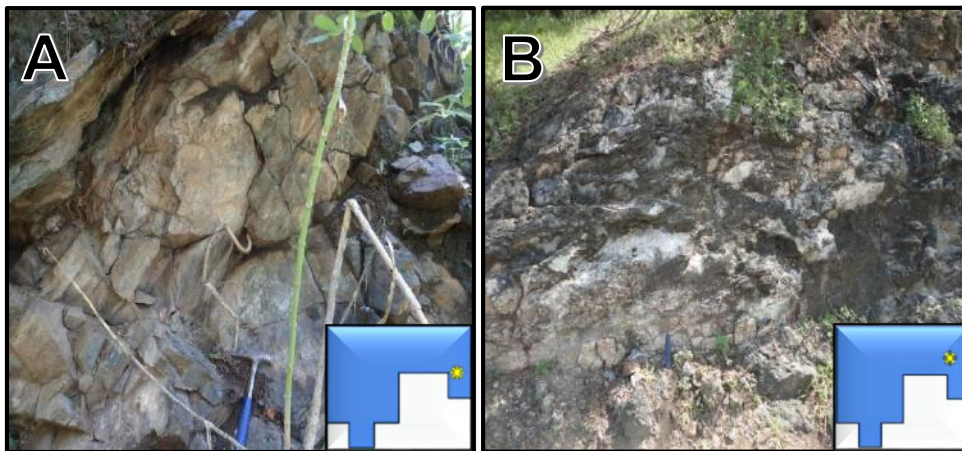


Serp (Serpentina), TI (Talco), Op (Minerales Opacos), Opx (Ortopiroxeno)

Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

La peridotita se observó con coloraciones verdes oscuros en bloques macizos. Fotografía 13.A. Además fueron identificados minerales como olivino, piroxeno, vetas de cuarzo con textura en stockworks, en algunas ocasiones existe una notoria sedosidad y leve foliación. La roca posee cambios de coloración presentándose con coloraciones anaranjadas, con algunas alteraciones como hematización y presencia de brecha de falla. Fotografía 13.B.

FOTOGRAFÍA 13 UNIDAD DE PERIDOTITA



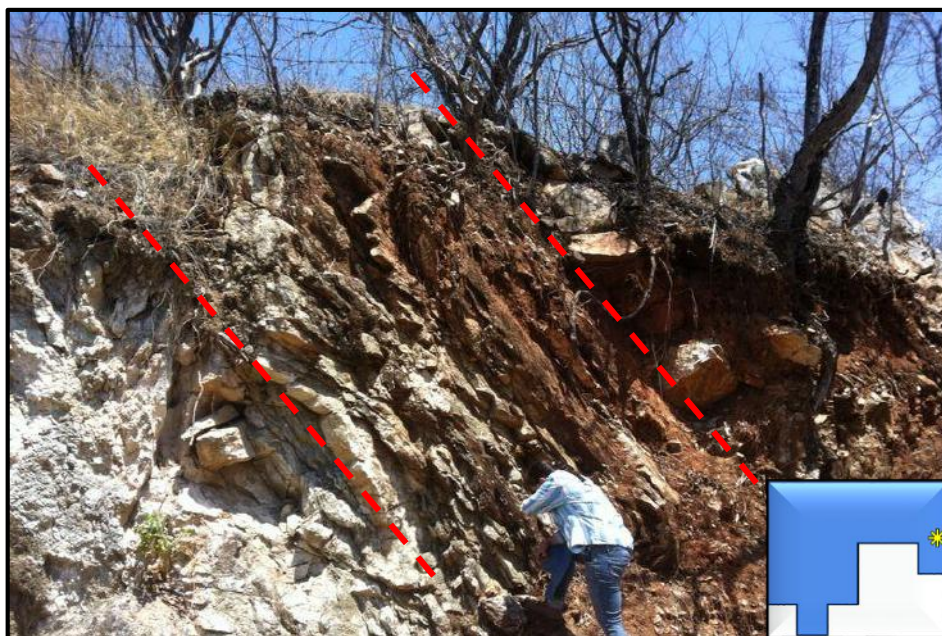
Tomada por: Andrea de Rosario Fetzer Leal, 2013.

En general los planos de foliación S_1 poseen una dirección preferencial hacia el sur; a lo largo de la Quebrada Uruguay fueron identificados bloques rodados de peridotita.

Al *NE* existen evidencias de que la unidad es atravesada por un intrusivo de Pegmatita, caracterizada por minerales de moscovita y cuarzo en su mayoría.

Posee 2,50 metros de espesor y 5 metros de alto aproximadamente. Su orientación es de 76/N122 y se encuentra paralelo a la foliación. Fotografía 14.

FOTOGRAFÍA 14 INTRUSIVO DE PEGMATITA (ORIENTACIÓN 76/N122)



Tomada por: Hugo Eduardo Rosales Droege, 2013.

Esta unidad se encuentra en contacto fallado normal con la unidad de *Gneis* Milonítico en la parte norte, a lo largo de la Quebrada Uruguay; también está en contacto fallado inverso con la unidad de Filita, al extremo noreste.

3.1.5. Unidad de Depósitos Aluviales (Ual)

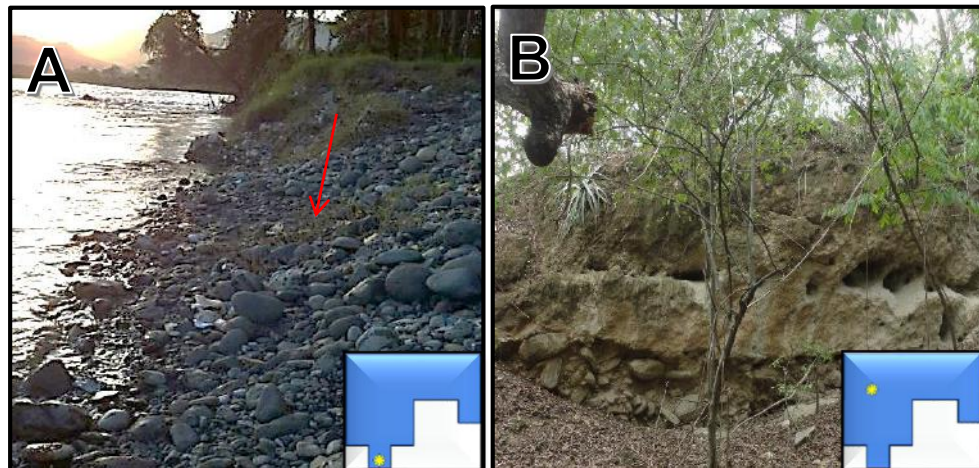
Esta unidad aflora predominantemente sobre el Río Motagua y la quebrada el Remolino, ambas al sur del área, también se observa al nor-este entre las unidades de Peridotita Serpentinizada y la unidad de Filita.

Estos depósitos se localizan sobre planicies de inundación. Se trata de clastos subredondeados de tamaños desde 5-15 centímetros.

En algunos sectores se puede observar una gradación de granos tipo FUS. Fotografía 15.A.

La unidad consta de cantos de gneis milonítico y otros de diversos orígenes ya que se trata de diferentes tipos de rocas que han sido arrastradas principalmente por la corriente del Río Motagua. Fotografía 15.B.

FOTOGRAFÍA 15 UNIDAD DE ALUVIÓN, RÍO MOTAGUA



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.2. Geología Estructural Local

En el siguiente apartado se describirán los rasgos estructurales recolectados durante la etapa de campo; producto de deformaciones que han sufrido las rocas que afloran al norte de la aldea Estancia de la Virgen.

Estas estructuras del dominio frágil y dúctil se describirán y presentaran utilizando el programa *Rockware* 3,0 a partir de datos de fallas, fracturas, foliaciones, crenulaciones, ejes de pliegue, boudines y grietas de tensión que fueron medidos por método buzamiento-dirección (dip/dir) en las unidades de *gneis* milonítico, peridotita serpentinizada, filita y esquisto.

4.2.1. Estructuras del dominio dúctil

a. Foliaciones

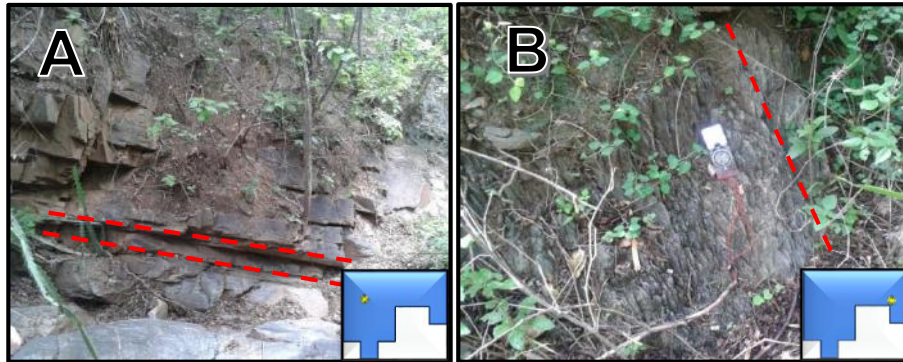
Las rocas que han sido sometidas a grandes esfuerzos y han sido deformadas, tienden a disponerse en láminas; en efecto originan un tipo especial de estructuras que fueron observables al norte de la aldea de la Estancia de la Virgen; las cuales ayudaron a determinar diferentes eventos de deformación.

1) Foliación S_1

Este tipo de estructura es de las más predominantes; se observó en la unidad de *gneis* milonítico, principalmente al lado norte y noroeste a lo largo de la Quebrada Uruguay. Fotografía 16.A. Además en escasos afloramientos de esquisto al norte.

En la unidad de peridotita y filita fueron medidas en afloramientos al noreste y sur. Fotografía 16.B.

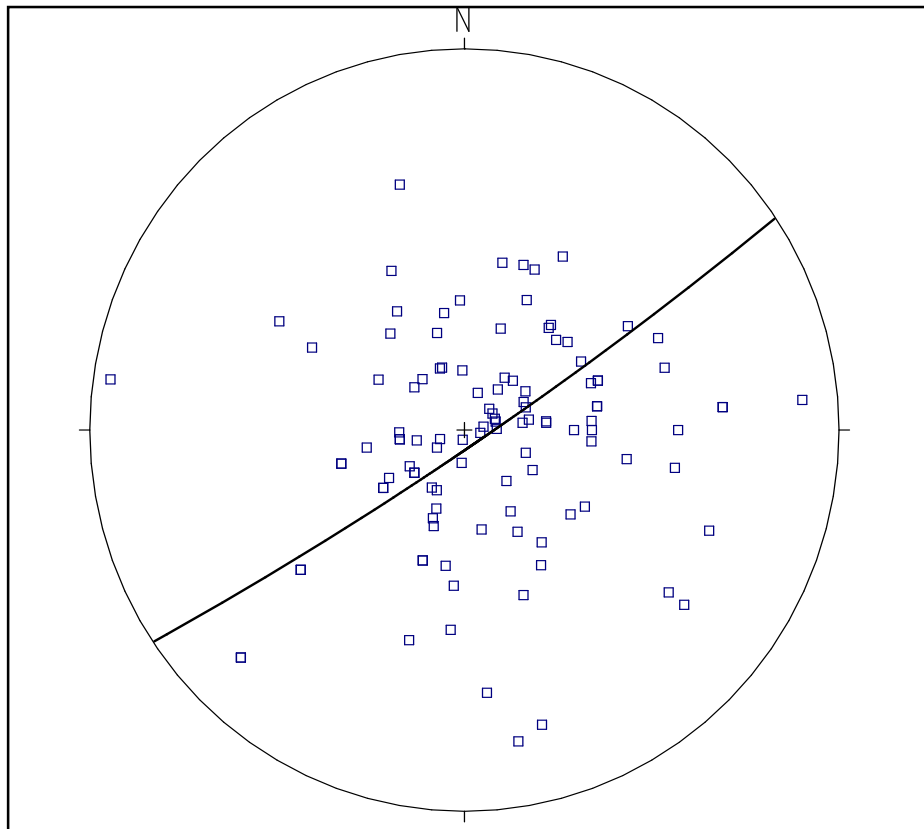
FOTOGRAFÍA 16 FOLIACIONES S1 EN PRINCIPALES UNIDADES



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

Para la foliación S1 se realizaron estereogramas de polos de los planos de todas las unidades. Figura 7

FIGURA 7 ESTEREOGRAMA GENERAL DE FOLIACIÓN S₁

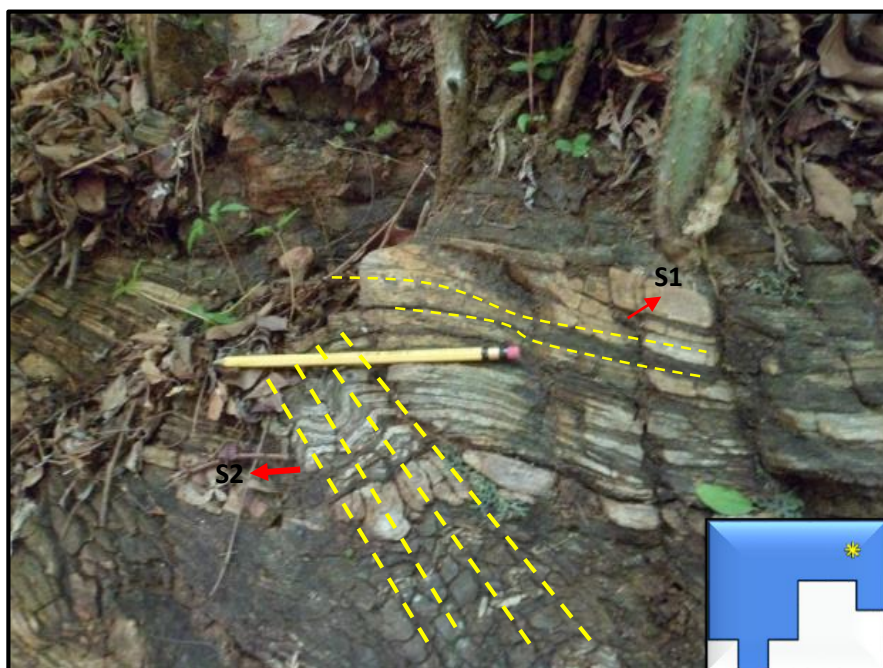


Fuente: Investigación de campo, 2013.

2) Foliación S₂

La foliación S₂ está representada por crenulación, en la cual se midieron sus ejes en las unidades peridotita serpentinizada, *gneis* milonítico y filita; estas fueron observadas al suroeste y noreste del área. Fotografía 17.

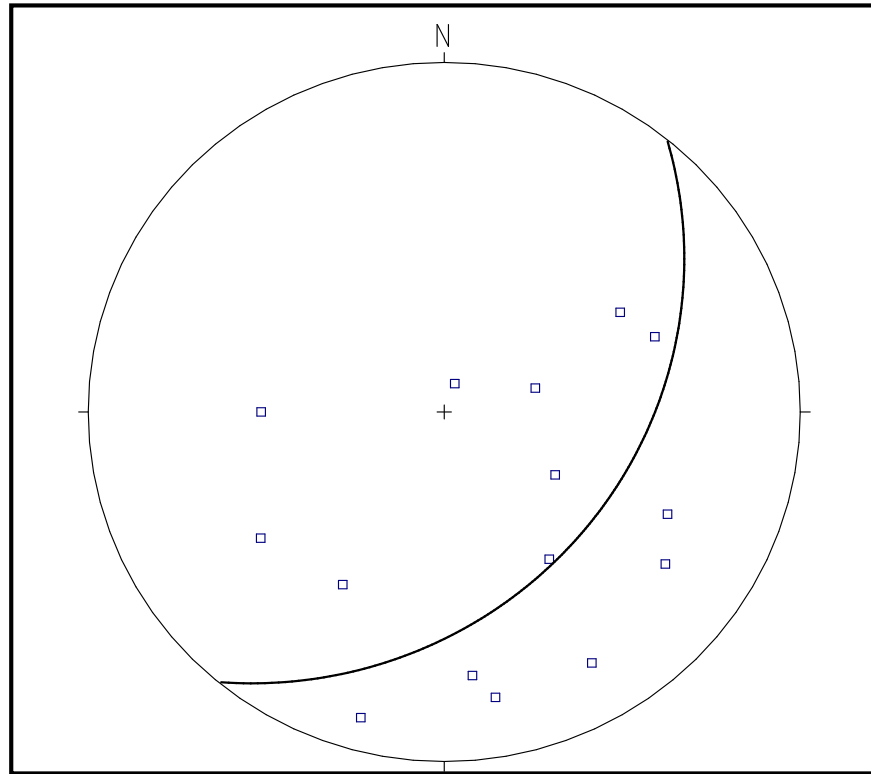
FOTOGRAFÍA 17 FOLIACIÓN S₂, UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

Se presentan los ejes de foliación S₂ en el estereograma para las unidades en general. Figura 8.

FIGURA 8
ESTEREOGRAMA GENERAL DE EJES DE
FOLIACION S_2



Fuente: Investigación de campo, 2013.

b. Lineaciones

1) Ejes de Pliegue

Los pliegues son estructuras producto de esfuerzos compresionales, los ejes de estas fueron identificadas sobre las unidades de peridotita (noreste y sur) y *gneis* milonítico (norte y noroeste) principalmente. Fotografía 18.

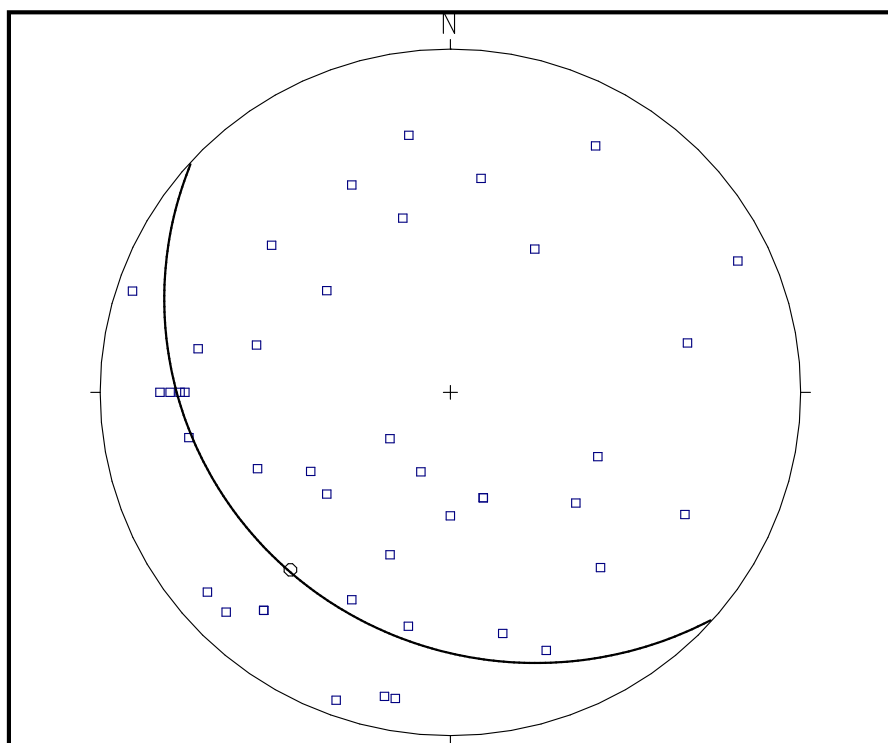
En el estereograma general se muestran los ejes de pliegue para las unidades anteriormente descritas. Figura 9.

FOTOGRAFÍA 18 EJE DE PLIEGUE, UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

FIGURA 9 ESTEREOGRAMA GENERAL DE EJES DE PLIEGUE



Fuente: Investigación de campo, 2013.

Estos se clasificaron en base a su ángulo de inmersión y el tipo (S, Z, M, W). Tabla 3.

**TABLA 3
CLASIFICACION DE PLIEGUES**

No.	DIP	DIR	Norte	Este	Tipo de Pliegue	Inmersión de línea de charnela	Tipo de Roca
1	22	310	1655928	189083	Tipo Z	Débil	G. Milonítico.
2	5	230	1655928	189083	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
3	10	220	1655944	189337	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
4	12	270	655944	189337	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
5	2	288	1655808	188074	Asimétrico	Débil	G. Milonítico.
6	22	205	1655892	189543	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
7	14	270	1655276	190271	Simétrico	Débil	Peridotita S.
8	40	310	1655578	191000	Simétrico	Moderada	Peridotita S.
9	10	30	1655578	191000	Simétrico	Débil	Peridotita S.
10	38	132	1654005	190136	Simétrico	Moderada	Peridotita S.
11	22	140	1654247	189831	Tipo M	Débil	Peridotita S.
12	36	200	1655322	190499	Simétrico	Moderada	G. Milonítico.
13	65	232	1655322	190499	Simétrico	Fuerte	G. Milonítico.
14	5	5	1655833	188796	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
15	17	280	1655773	189040	Asimétrico	Débil	G. Milonítico.
16	40	230	1655372	189575	Tipo Z	Moderada	G. Milonítico.
17	5	225	1655233	189638	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
18	10	270	1654619	189645	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
19	2	200	1654619	189645	Asimétrico	Débil	G. Milonítico.
20	54	163	1655800	185945	Tipo S	Moderada	Peridotita S.
21	50	180	1655800	185945	Asimétrico	Moderada	Peridotita S.
22	0	240	1655735	185562	Simétrico	Moderada	G. Milonítico.
23	25	8	1655735	185562	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
24	10	220	1655735	185562	Simétrico	Débil	G. Milonítico.
25	28	248	1655735	185562	Asimétrico	Débil	G. Milonítico.
26	30	284	1651681	186221	Asimétrico	Débil	Peridotita S.

Fuente: Investigación de campo, 2013.

4.2.2. Estructuras del dominio frágil

a. Grietas de Tensión

Estas estructuras se forman debido a fuerzas tensionales que actúan durante la deformación; por lo general se encuentran rellenas de cuarzo.

Fueron medidas en las unidades de peridotita serpentinizada y *gneis* milonítico, al sur del área. Fotografía 19.

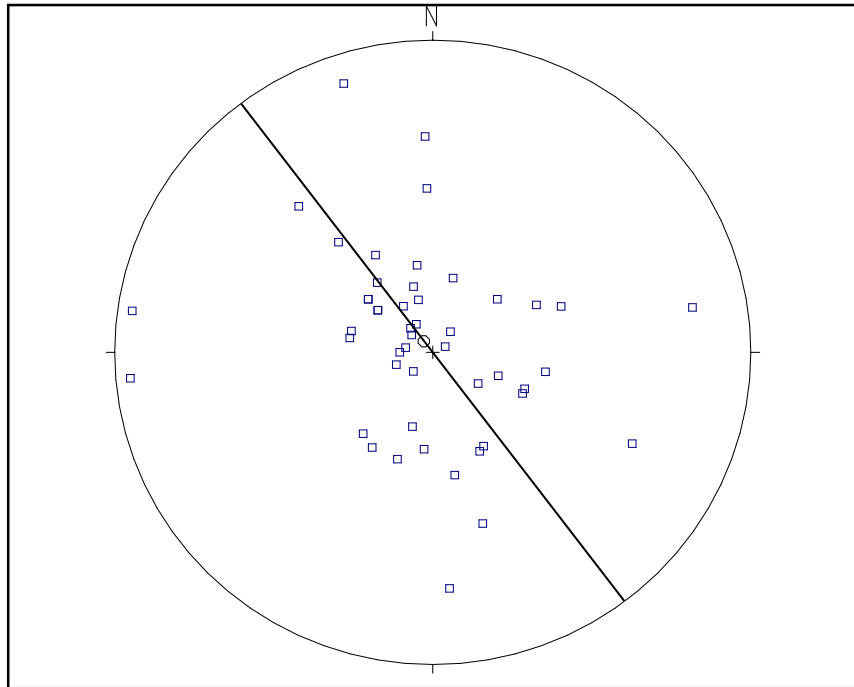
FOTOGRAFÍA 19 GRIETAS DE TENSION EN GNEIS MILONÍTICO



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

En base a estereograma se graficaron los polos de planos de grietas de tensión para las unidades mencionadas. Figura 10.

FIGURA 10
ESTEREOGRAMA DE GRIETAS DE TENSION

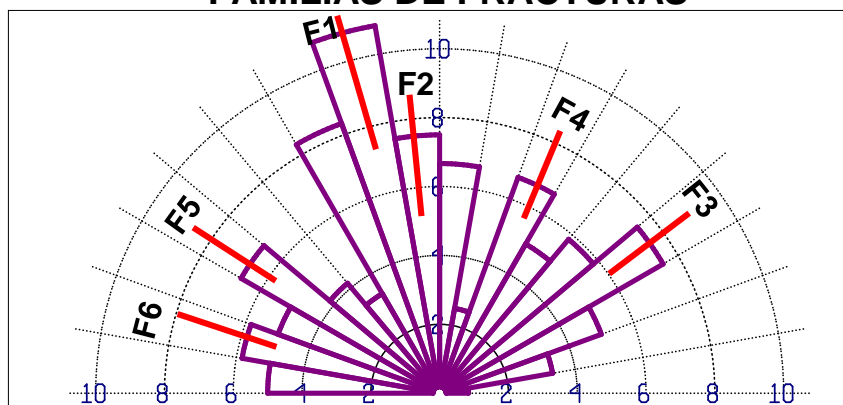


Fuente: Investigación de campo, 2013.

b. Fracturas

Las fracturas se graficaron en el diagrama de rosetas; en el cual se observan 6 familias. Figura 11.

FIGURA 11
FAMILIAS DE FRACTURAS



Fuente: Investigación de campo, 2013.

c. Fallas

Estas estructuras muestran evidencia de movimiento de rumbo, normal e inverso. Fotografía 20. Estas evidencias se identifican por medio del pitch medido en campo a partir del desarrollo de tectoglifos principalmente estrías.

FOTOGRAFÍA 20 FALLA INVERSA, UNIDAD DE FILITA



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

Al norte de la aldea Estancia de la Virgen este tipo de estructuras fueron identificadas en la unidad de *gneis* milonítico y en menor proporción en la unidad de peridotita serpentinizada.

Basado en el problema de investigación las fallas se dividieron de acuerdo a su ángulo de pitch y por unidad con el fin de determinar la cinemática de la unidad de *gneis* milonítico.

1) Falla Normales

Este tipo de fallas se generan por un descenso del bloque techo con relación al bloque piso. En los planos de las fallas normales fueron identificadas las estrías en las cuales fue medido el pitch para dar lugar a la clasificación de familias como: normales dextrales y normales sinestrales.

1.1) Normal Dextral

Este tipo de fallas se poseen un pitch entre 45° - 80° y tienen un desplazamiento a la vertical en sentido derecho. Las medidas de fallas identificadas en la unidad de gneis milonítico para este tipo de movimiento son las siguientes. Tabla 4.

**TABLA 4
FALLA NORMAL DEXTRAL,
GNES MILONÍTICO**

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	40	120	75	SE

Fuente: Investigación de campo, 2013.

En la unidad de peridotita serpentizada fueron identificadas las siguientes fallas. Tabla 5.

**TABLA 5
FALLAS NORMALES DEXTRALES,
PERIDOTITA SERPENTINIZADA**

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	60	12	45	NE
2	58	310	65	N

Fuente: Investigación de campo, 2013.

1.2) Normal Sinistral

Este tipo de fallas poseen un ángulo de pitch entre 45° - 80° y tienen un desplazamiento principalmente a la vertical; con sentido izquierdo. En la unidad de *gneis* milonítico fueron medidas las siguientes fallas caracterizadas con este movimiento. Tabla 6.

TABLA 6
FALLAS NORMALES SINISTRALES,
GNEIS MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	70	72	75	NE
2	35	70	55	NE

Fuente: Investigación de campo, 2013.

2) Fallas Inversas

Estas fallas se generan debido el ascenso del bloque techo con relación al bloque piso. En los planos de fallas inversas se miden las estrías, con sus respectivos componentes como el pitch del cual se distinguieron familias de fallas: inversas dextrales e inversas sinestrales.

2.1) Inversa Dextral

Este tipo de fallas poseen un ángulo de pitch entre 45° - 80° y tienen un desplazamiento a la vertical y en menor predominio a la derecha. Las medidas de fallas caracterizadas para este tipo de movimiento, fueron identificadas en la unidad de *gneis* milonítico. Tabla 7.

TABLA 7
FALLAS INVERSAS DEXTRALES,
GNEIS MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	39	89	70	NE
2	10	238	75	SW
3	57	60	87	NE

Fuente: Investigación de campo, 2013.

2.2) Inversa Sinistral

Este tipo de fallas poseen un ángulo de pitch entre 45° - 80° y tienen un desplazamiento a la vertical; y con menos predominancia a la izquierda. En la unidad de *gneis* milonítico fueron identificadas las siguientes fallas. Tabla 8.

TABLA 8
FALLAS INVERSAS SINISTRALES,
GNEIS MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	10	330	65	NW
2	30	118	60	SW

Fuente: Investigación de campo, 2013.

En la unidad de peridotita serpentizada fueron identificadas las fallas con este tipo de movimiento. Tabla 9.

TABLA 9
FALLAS INVERSAS SINISTRALES,
PERIDOTITA SERPENTINIZADA

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	24	333	45	NE
2	50	130	52	S
3	54	210	55	SW

Fuente: Investigación de campo, 2013.

3) Fallas de Rumbo

Estas también son llamadas fallas transformantes en la cual el desplazamiento es puramente horizontal y dependiendo del lado donde se genere el movimiento podrá determinarse un movimiento es dextral o sinistral.

3.1) Dextral Normal

Estas son un tipo de fallas normales las cuales poseen un ángulo de pitch entre 10° - 45° y tienen un desplazamiento horizontal con sentido derecho. Las medidas de fallas caracterizadas para este tipo de movimiento evidenciadas en la unidad de gneis milonítico son las siguientes. Tabla 10.

TABLA 10
FALLAS DEXTRALES NORMALES,
GNEIS MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	45	168	30	SW
2	60	168	45	SW
3	61	145	15	SW
4	70	330	30	NE
5	42	179	35	SW

Fuente: Investigación de campo, 2013.

3.2) Sinestral Normal

Estas son un tipo de fallas normales las cuales poseen un ángulo de pitch entre 10° - 45° y tienen un desplazamiento horizontal con sentido izquierdo. Las medidas de fallas caracterizadas para este tipo de movimiento evidenciadas en la unidad de gneis milonítico son las siguientes. Tabla 11.

TABLA 11
FALLAS SINISTRAL NORMALES,
GNES MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	76	159	25	SE
2	65	170	45	SE
3	72	135	55	SE

Fuente: Investigación de campo, 2013.

3.3) Dextral Inversa

Estas son un tipo de fallas inversas las cuales poseen un ángulo de pitch entre 10° - 45° y tienen un desplazamiento a la horizontal con sentido derecho. Para la unidad de gneis milonítico fueron determinadas las siguientes fallas. Tabla 12.

TABLA 12
FALLAS DEXTRALES INVERSAS,
GNES MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	38	70	10	N
2	62	45	23	N
3	10	260	30	NW

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Para este tipo de fallas en la unidad de peridotita fue determinada una única falla con los siguientes rasgos. Tabla 13.

TABLA 13
FALLA DEXTRAL INVERSA,
PERIDOTITA SERPENTINIZADA

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	35	175	23	SE

Fuente: Investigación de campo, 2013.

3.4) Falla Sinistral Inversa

Estas son un tipo de fallas inversas las cuales poseen un ángulo de pitch entre 10° - 45° y tiene un desplazamiento horizontal con sentido izquierdo. En la unidad de gneis milonítico se distinguieron las siguientes. Tabla 14.

TABLA 14
FALLAS SINISTRALES INVERSAS,
GNEIS MILONÍTICO

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	38	20	45	NE
2	10	145	29	SW
3	30	135	35	SW

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Una sola falla de este tipo, fue identificada en la unidad de peridotita serpentinizada, a continuación se muestran los rasgos de tal estructura. Tabla 15.

TABLA 15
FALLA SINISTRAL INVERSA,
PERIDOTITA SERPENTINIZADA

No.	Buzamiento	Dirección	Pitch	Sentido
1	70	160	35	SW

Fuente: Investigación de campo, 2013.

4.3. Geomorfología Local

El área se encuentra caracterizada por diferentes unidades y subunidades geomorfológicas; las cuales son el resultado de procesos exógenos como la meteorización y erosión, tectonismo, vulcanismo, etc.; que han moldeando el terreno hasta su actual relieve. Tabla 16.

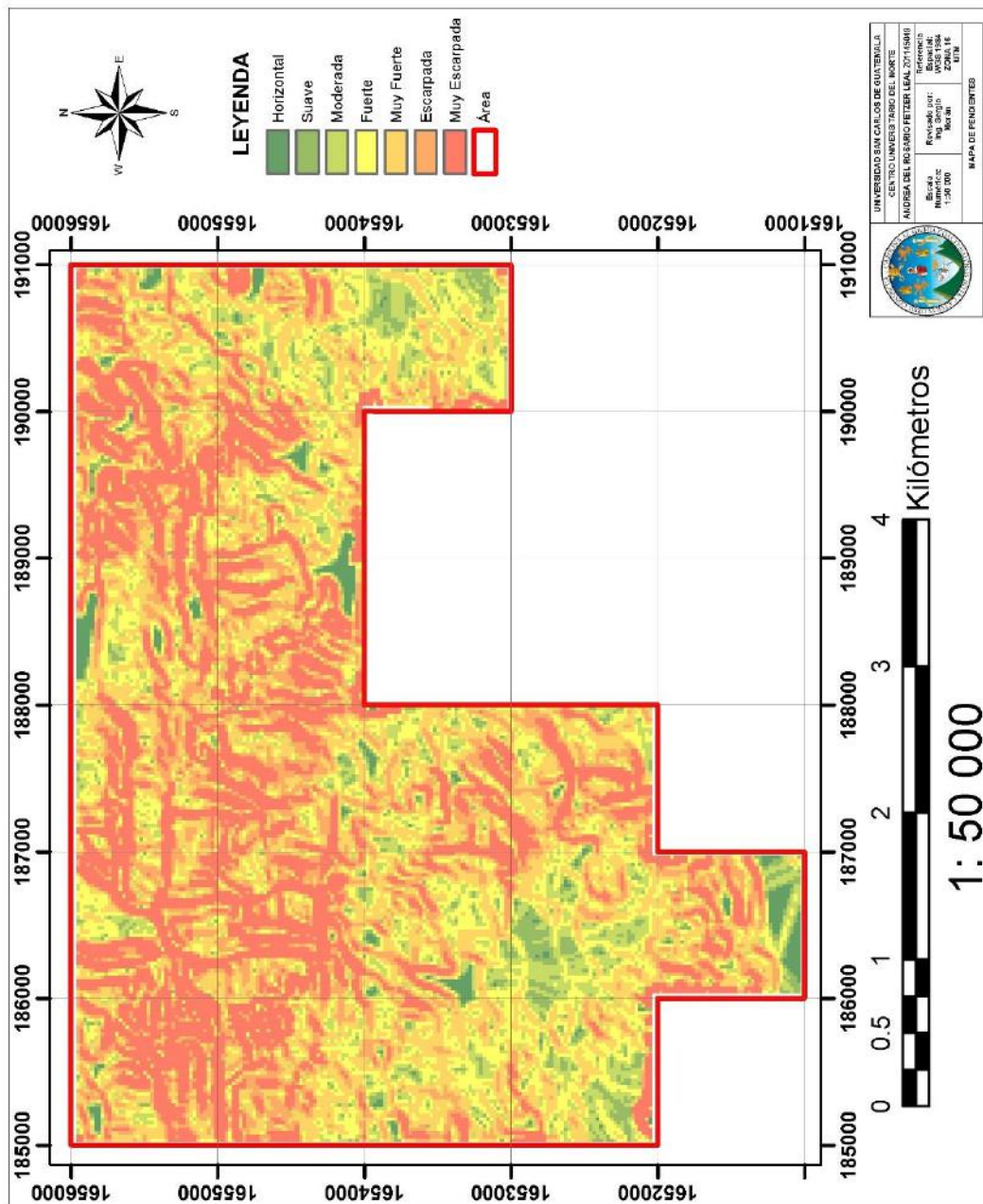
TABLA 16
UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Unidas de origen denudacional	Colinas y Lomas	
	Crestas	
	Laderas	
Unidad de origen antrópico-denudacional	Canteras de Peridotita	
Unidad de origen agradacional	Valles Coluvio-aluviales	
	Terrazas Aluviales	
	Surcos	
Unidad de origen antrópico-agradacional	Movimientos Masales	Caídas de Roca
		Caídas de Agua

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Según la topografía del lugar, en el área se caracterizó alturas mínimas de 270 msnm y máximas de 833 msnm, la diferencia de altura aproximada es 563 metros. Basado en los umbrales morfodinámicos el área se caracteriza por pendientes escarpadas a muy escarpadas con grados de 30° a 45°. Figura 12.

FIGURA 12
MAPA DE PENDIENTES



Fuente: Investigación de campo, 2013.

4.3.1. Unidad de origen denudacional

Este tipo de unidades se originan por procesos exógenos como meteorización y erosión de otras geoformas preexistentes o del algún tipo de roca.

a. Subunidad de colinas y lomas (Col)

Estas unidades presentan pocos metros de altura; con variaciones estas desde 75 a 100 metros, la conformación de este tipo de relieve puede ser efecto de la tectónica que ha afectado el área (surgencia de fallas), también por efectos como la erosión que han tenido otras geoformas de mayor tamaño que ha permitido tener el relieve actual.

Respecto a su extensión esta pueden tener desde 200 m² a 400 m², las pendientes poseen ángulos de inclinación que varían de 30° a 40° aproximadamente, con su forma típica ondulada.

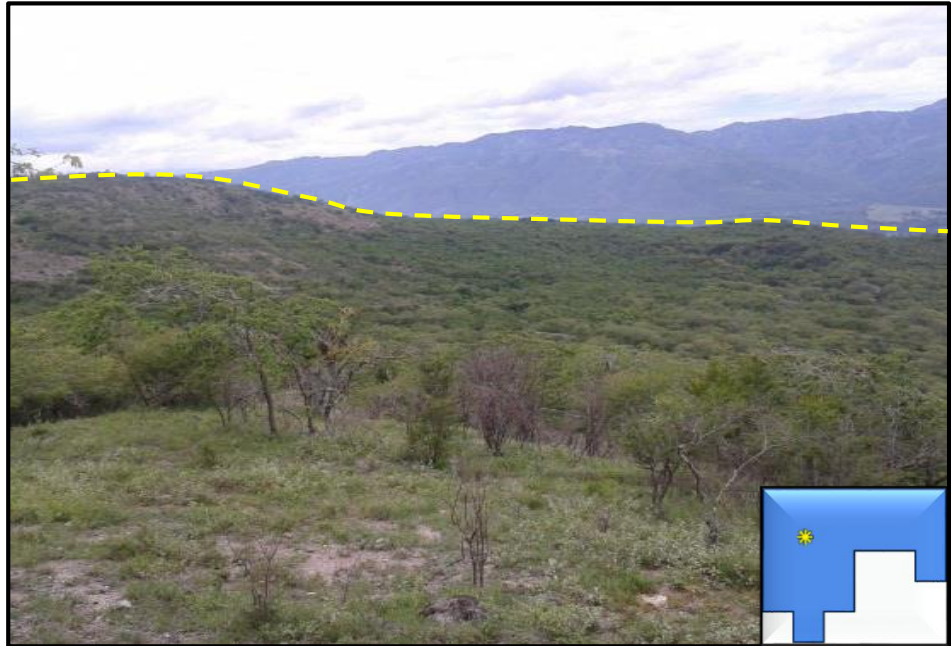
El suelo presenta coloraciones beige en su mayoría con poco espesor siempre acompañado de abundante vegetación, el grado de meteorización de las rocas en esta zona es física y se ha establecido un grado de meteorización 3. El tipo de drenaje que genera es respecto a quebradas, como la Quebrada Uruguay, al NW del área.

Estas geoformas se presentaron en la parte norte y noreste predominantemente. Respecto a las unidades litoestratigráficas se pueden observar en rocas metamórficas como el *gneis* milonítico.

Esta subunidad se encuentra mejor expuesta en la Quebrada Uruguay, que se encuentra localizada al NW de la

aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso. Fotografía 21.

FOTOGRAFÍA 21 LOMAS



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

b. Subunidad de crestas (Crs)

Esta subunidad se caracteriza por su forma típica angulosa que la diferencia de las lomas, ya que esta marca la línea del eje de un pliegue que se puede generar por fuerzas compresionales; se localiza en la cumbre de las montañas y se presenta en alturas de 300 m aproximadamente.

El ángulo de pendiente puede estar en el rango de 50° a 60° , y terreno que abarca alrededor de 350 a 400 m².

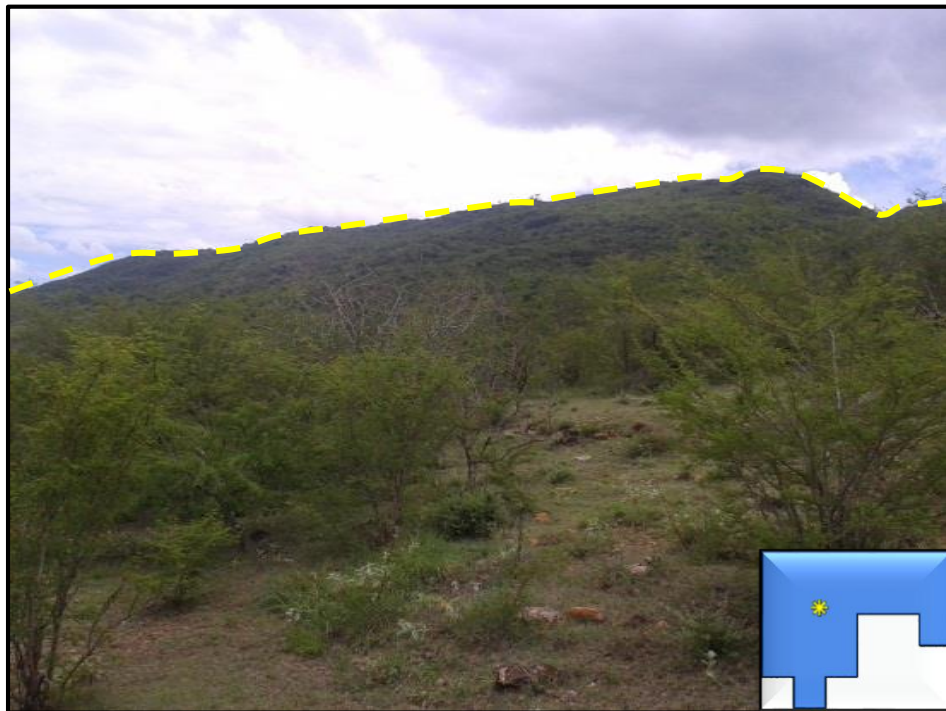
El suelo diferenciado es color café claro, con espesor bajo; de la misma forma se observa abundante vegetación y monte

espinoso (Cactus Sp y Jaquiniasp); el tipo meteorización es física y está en el rango 51-75% de meteorización.

Existe una erosión de tipo gravitacional observando caídas de rocas como el *gneis* milonítico; localizada al *NW* de la aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal, Acasaguastlán, El Progreso.

Esta geoforma se encuentra mejor expuesta a lo largo de la Quebrada Uruguay. Fotografía 22.

FOTOGRAFÍA 22 CRESTAS



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

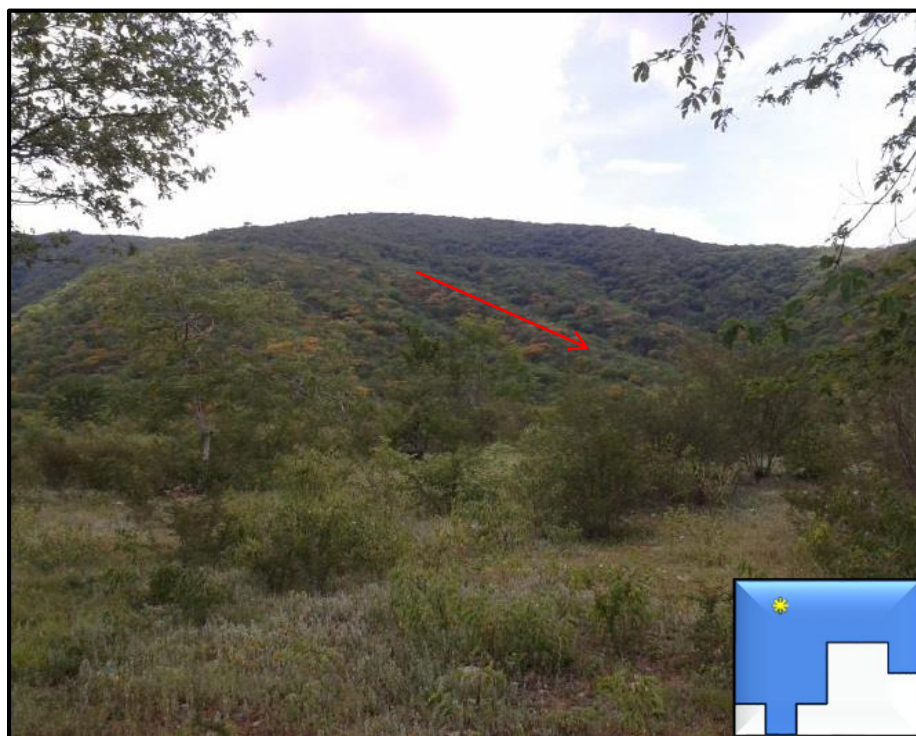
c. Subunidad de laderas (SL)

Las laderas son geoformas en las que se observa la variación de ciertos ángulos con la horizontal, dependiendo de la inclinación que se presente puede dar lugar a laderas bajas, medias y altas.

Las laderas altas fueron observadas en varias partes principalmente al norte donde se observaron elevaciones en base al mapa topográfico de 500 a 800 msnm, las laderas medias se localizaron en las elevaciones de 500 a 300 msnm y por último las laderas bajas con elevaciones de 300 a 270 msnm perteneciente a las zonas donde transcurre el río Motagua.

Estas se pudieron observar sobre la unidad de peridotitas y en ocasiones sobre la unidad de *gneis* milonítico. Fotografía 23.

FOTOGRAFÍA 23 LADERAS



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.3.2. Unidad de origen antrópico-denudacional

Esta se genera a consecuencia de la acción humana en la que se explotan rocas que se encuentran en la zona; entre estas se encuentra la subunidad de canteras cuyo fin es el de la comercialización.

a. Subunidad de canteras (SC)

Son zonas en las que se extrae material a cielo abierto para darles algún uso industrial. Actualmente existen 2 canteras de peridotita serpentizada.

Estas se localizan en la parte norte y noreste de área, a lo largo de las carreteras de terracería. La de mayor extensión es de aproximadamente 175 m² y la de menor extensión es de 100 m²; con alturas que no sobrepasan los 10 m.

La roca expuesta se encuentra fracturada, en sectores se enmarca la erosión de tipo gravitacional llegando a ocasionar deslizamientos.

Los deslizamientos presentan direcciones preferenciales de N296 a N350. Respecto al patrón de fracturamiento tiene direcciones preferenciales al N245.

La mejor exposición de esta subunidad se encuentra al NE de la aldea Estancia de la Virgen, a lo largo de la carretera de terracería que atraviesa el área. Fotografía 24.

FOTOGRAFÍA 24 CANTERAS



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.3.3. Unidad de origen agradacional

Esta unidad se origina principalmente por acción de factores fluviales que se encargan de la depositación de sedimentos que han sido arrastrados. En el área se pudieron distinguir las siguientes:

a. Subunidad de valles (SV)

Estas zonas de escasa elevación, se presentan como planadas que abarcan grandes áreas territoriales, con área que sobrepasaban los 600 m². El suelo con coloraciones café claro que en la mayoría de casos se encuentra cubierto por abundante vegetación.

Esta unidad se caracteriza por bloques de coluvión de peridotita y no tan frecuente bloques de *gneis* milonítico, principalmente en la parte sur del área a lo largo de la Quebrada Uruguay al NW del área, la Quebrada el Remolino, al sur y la Quebrada las Mesas, al norte.

Estos sectores poseen características inundables dado el relieve que lo caracteriza. Fotografía 25.

FOTOGRAFÍA 25 VALLE



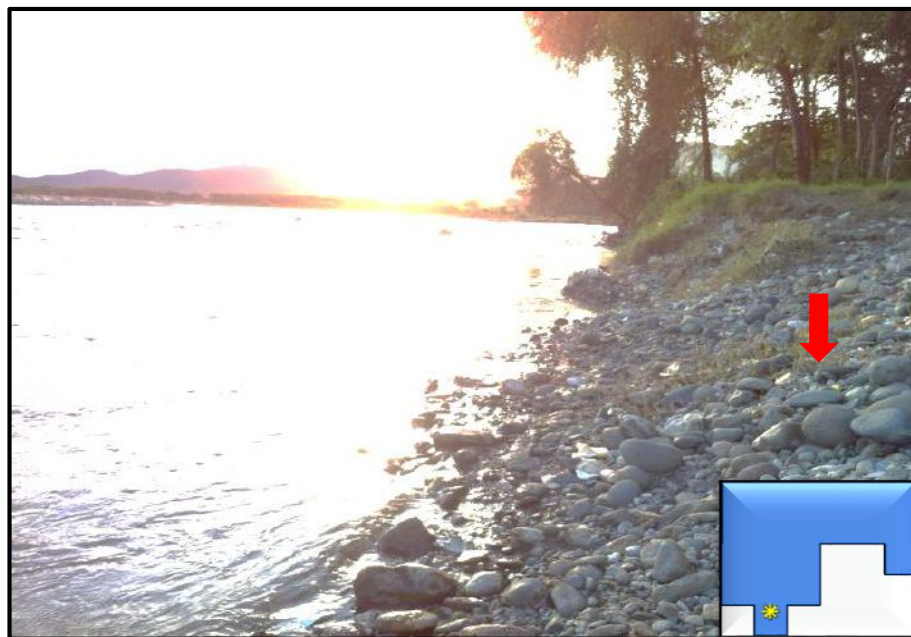
Tomada por: Andrea del Rosario Fetzter Leal, 2013.

b. Subunidad de valles coluvio-aluviales (SVC-A)

Este es el valle fluvial del río Motagua cuya depresión tiene forma alargada, con vegetación próxima sobre la cual fueron identificados clastos redondeados dado el transporte; el diámetro de estos oscila entre los 5-10 cm.

El río Motagua se encuentra en la parte sur. Fotografía 26.

FOTOGRAFÍA 26 VALLE ALUVIAL



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

c. Subunidad de terrazas (ST)

Esta subunidad presenta características de deposición sucesiva de sedimentos que por lo general se han acumulado a los lados del cauce de un río al disminuir la velocidad de la corriente. Las terrazas se conforman por sedimentos finos en la base y en el techo bloques mayores coluvión principalmente de coluvión; presentando coloraciones color beige a café.

Acompañada de abundante vegetación y monte espinoso (Cactus Sp y Jaquiniasp) esta subunidad se expone a lo largo de la Quebrada Uruguay al NW de área, con dimensiones de 4 m de alto por 7 m de largo. Fotografía No.27.

FOTOGRAFÍA 27 TERRAZAS



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzler Leal, 2013.

d. Subunidad de surcos (SS)

Esta subunidad está representada como una abertura estrecha en la tierra con un ancho aproximado de 50 cm, generalmente por el paso del agua y un largo aproximado de 1.5 m.

Esta se genera por erosión hídrica, donde por lo general hay escasa vegetación haciendo que sea fácil el escurrimiento de agua. Fotografía 28.

FOTOGRAFÍA 28 SURCOS



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

4.3.4. Unidad de origen antrópico-agradacional

a. Subunidad movimientos masales (SMM)

Estos pueden estar causados por agentes como el agua, la gravedad, acción del hombre, entre otros. De estos se distinguen dos tipos

Caídas de Roca: Al norte se identificaron caídas de roca con dimensiones de 3 metros de alto por 10 metros de ancho; constituidas por bloques de peridotita, algunas con direcciones N030 y N048. Fotografía 29.

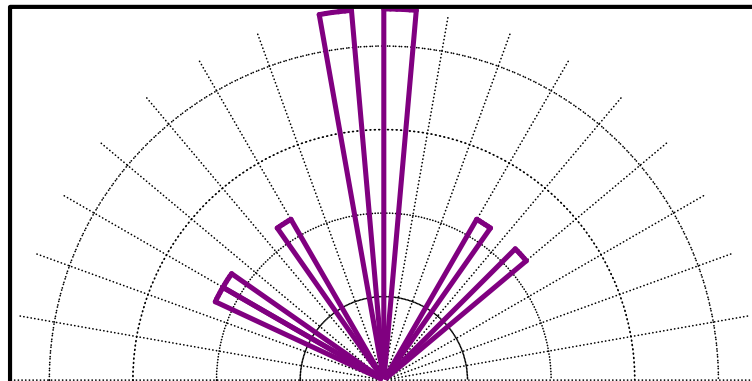
FOTOGRAFÍA 29 CAÍDAS DE ROCA



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

El diagrama de roseta muestra la dirección preferencial de las caídas de roca; la familia principal se encuentra en dirección N350. Otras familias están en dirección N045, N300 y N330. Figura 13.

FIGURA 13 DIRECCIÓN DE CAÍDAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2013.

Caída de Agua: Estas se originan por el desnivel que puede tener el cauce de alguna fuente hídrica producto de la erosión. Se encuentran al NE del área de estudio, a lo largo del río Cintillo en dirección N145. Fotografía 30.

FOTOGRAFÍA 30 MOVIMIENTOS MASALES, NE DEL ÁREA



Tomada por: Andrea del Rosario Fetzer Leal, 2013.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El área se encuentra ubicada en el valle del Río Motagua; una depresión estructural localizada al sur de la Sierra de Las Minas, afectada en gran parte por la Falla del Motagua, los resultados litoestratigráficas, estructurales y geomorfológicos se detallarán por separado.

5.1. Análisis Litoestratigráfico Local

Las unidades que afloran el área en orden litoestratigráfico de la más antigua a la más reciente son:

Unidad de Esquisto micáceo del Grupo Chuacús, encontrada al extremo noroeste del área de estudio en los alrededores de la aldea Las Mesas. Unidad de *gneis* milonítico de la Formación San Agustín a la cual se le da esta forma pese a que esta es una secuencia de rocas metamórficas deformadas; esta unidad es la más predominante en el área encontrada en la parte central de esta en la cual se observaron variaciones laterales.

Unidad de filita del Grupo El Tambor al noreste del área que se caracteriza por una pequeña extensión lateral y la unidad de peridotita serpentizada y serpentinita que se encuentra en la parte sur del área. Ambas unidades están cubiertas por aluvión en la parte *NE* del área.

La unidad de esquisto micáceo es la unidad más antigua la cual se encuentra en contacto concordante con respecto a la unidad de peridotita

serpentinizada, posterior a esta unidad se encuentra la unidad de *gneis* milonítico que se observó con un contacto tipo normal con la unidad de peridotita serpentinizada a lo largo de la Quebrada Uruguay, dejando en evidencia que la unidad de *gneis* milonítico se encuentra bajando respecto a la unidad de peridotita serpentinizada, la unidad de Filita está en contacto tipo inverso con respecto a la unidad de peridotita serpentinizada al noreste que sugiere que también está cabalgando.

Respecto a la unidad de *gneis* milonítico este presenta predominantemente un carácter gnéisico en afloramientos en los cuales presentan en algunas partes bandeamiento y minerales como micas moscovitas y biotitas.

El carácter milonítico en el área con respecto a esta unidad aumenta de oeste a este, debido a que en el lado oeste, a lo largo de la Quebrada Uruguay y Quebrada Las Mesas según el análisis microscópico son rocas gnéisicas en la cual la mineralogía es más de cuarzo, moscovitas, biotitas, feldespato potásico (sanidina) y epidotas. Con texturas granoblástica y granolepidoblástica.

En el lado este de la unidad se logra observar rocas gnéisicas con características más miloníticas con poco porcentaje de matriz en la cual se observan en base al análisis microscópico minerales como cuarzo, epidota, micas, anfíboles, oligoclasa; acompañados de micas fish con cinemática dextral, y bandas de cizalla.

En general estos porfidoclastos se encuentran en más del 90% de las muestras y solo menos de 10% es matriz de grano fino; según la clasificación de este tipo de rocas y en base a lo antes mencionado el tipo de milonita que predomina son protomilonitas, correspondiendo a lo establecido a la hipótesis del problema de investigación.

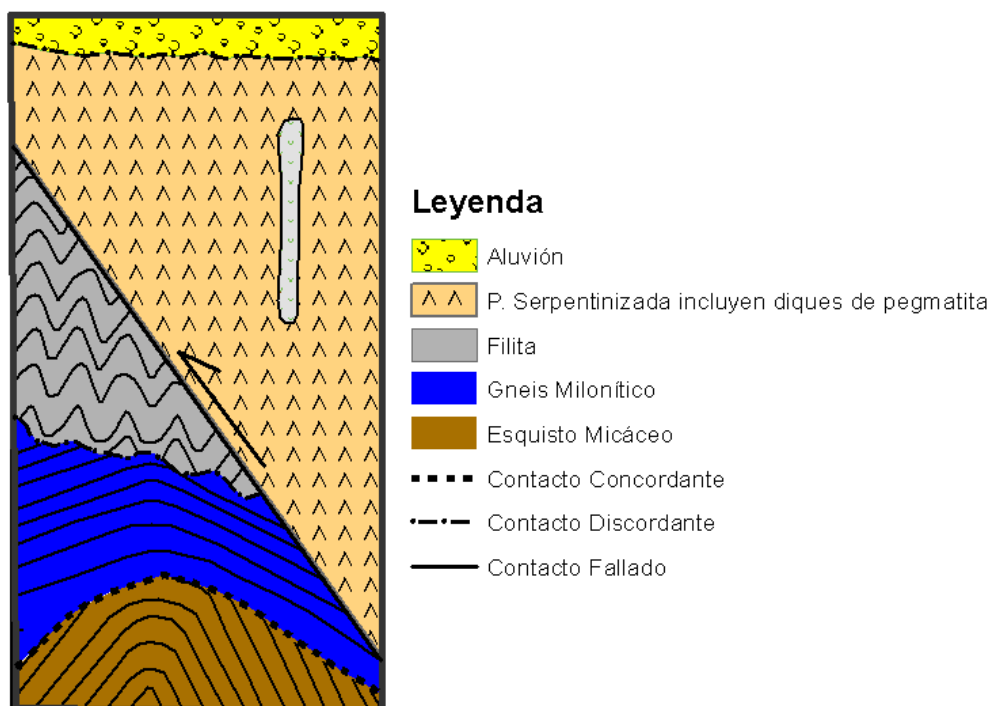
La unidad de filita y esquisto micáceo son unidades de pequeña extensión lateral, en la cual se observaron pobres afloramientos en las

cuales se midieron que tienen direcciones al sur, dichas unidades se encuentran en contacto con la unidad de peridotita serpentinizada. La unidad de esquistos micáceos tiene una gradación de moscovita y biotita, teniendo un predominio de moscovita, esta se encuentra intemperizada. La unidad de Filita tiene un predominio de cuarzo, moscovita y presenta cierta sedosidad.

En la unidad de peridotita serpentinizada y serpentinita hay un predominio de peridotita serpentinizada observando en afloramientos con coloraciones verde menta minerales como serpentina, en sección delgada se pueden observar serpentina, talco, ortopiroxenos y minerales opacos.

El orden de estas unidades está representado por la columna litoestratigráfica. Figura 14.

FIGURA 14
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA LOCAL



Fuente: Investigación de campo, 2013.

5.2. Análisis Estructural Local

Parte del análisis de las 5 unidades que afloran en el área consiste en la medición de diferentes estructuras como foliaciones S_1 que forman una fábrica planar en las rocas, además foliaciones S_2 representadas por la crenulación, indicando una segunda fase de deformación y lineaciones representadas por ejes de pliegue. Además de otras representativas del dominio frágil como fracturas, grietas de tensión y fallas con desplazamiento normal, inverso y de rumbo.

Las estructuras se separaron por unidad para conocer los esfuerzos principales que afectan a cada una de ellas y también conocer principalmente la cinemática de la unidad de *gneis* milonítico.

5.2.1. Dominio Dúctil

a. Folioaciones

1) Folioación S_1

Las foliaciones S_1 se graficaron en cada unidad para saber los esfuerzos principales para cada familia.

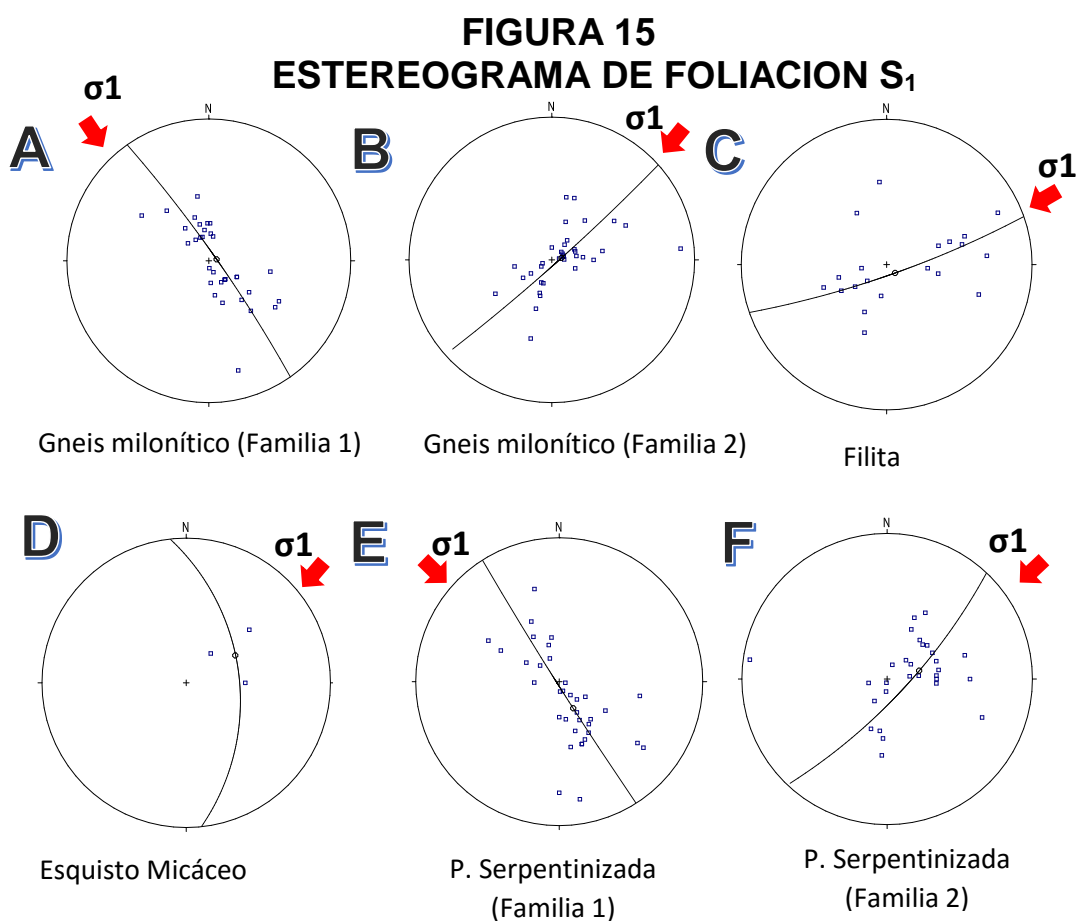
En el caso de la unidad de *gneis* milonítico se muestra la concentración de polos de los planos de foliación en S_1 en la unidad de *gneis* milonítico la familia 1 con sigma 1 a N330 y sigma 3 a N060. Figura 15.A Para la familia 2 con sigma 1 a N045 y sigma 3 a N315. Figura 15.B

En el caso de la unidad de filita se determinaron las direcciones del sigma 1 a N070 y sigma 3 a N340. Figura 15.C

En la unidad de esquistos micáceos; se muestra una concentración de polos con sigma 1 a N045 y sigma 3 a N315. Figura 15.D

Para la unidad de peridotita serpentinizada se determinaron 2 familias; la familia 1 con sigma 1 a N325 y sigma 3 a N055. Figura 15.E

La familia 2 con sigma 1 a N045 y sigma 3 a N315. Figura 15.F



Fuente: Investigación de campo, 2013.

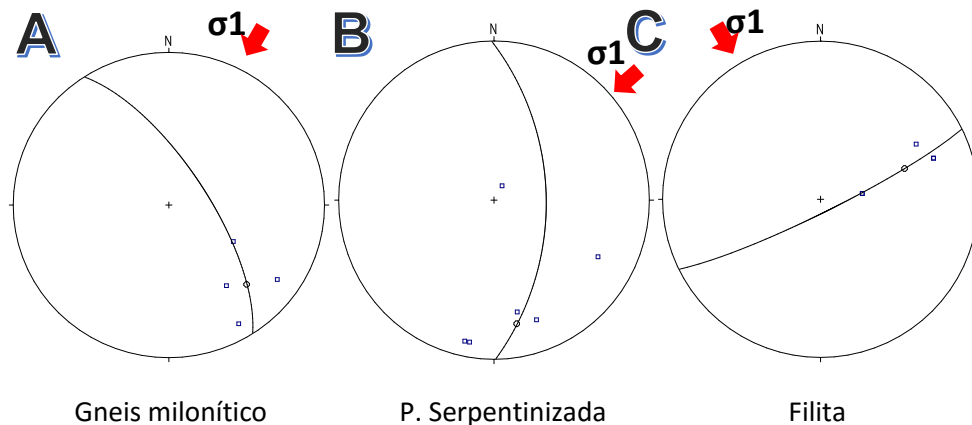
2) Foliación S₂

La foliación S₂ está representada por crenulación, en la cual se midieron las lineaciones de los ejes; a continuación se muestran los ejes de foliación S₂ (crenulación) para la unidad de gneis milonítico con sigma 1 a N025 y sigma 3 a N295. Figura 16.A

La unidad de peridotita serpentinizada presenta según la gráfica con sigma 1 a N045 y sigma 3 a 315. Figura 16.B

Ejes de crenulación S₂ para la unidad de filita con sigma 1 a N340 y sigma 3 a N070. Figura 16.C

FIGURA 16
ESTEREOGRAMA DE FOLIACION S₂



Fuente: Investigación de campo, 2013.

b. Lineaciones

1) Ejes de Pliegue

Los ejes de pliegue se observaron en la unidad de gneis milonítico y peridotita serpentinizada.

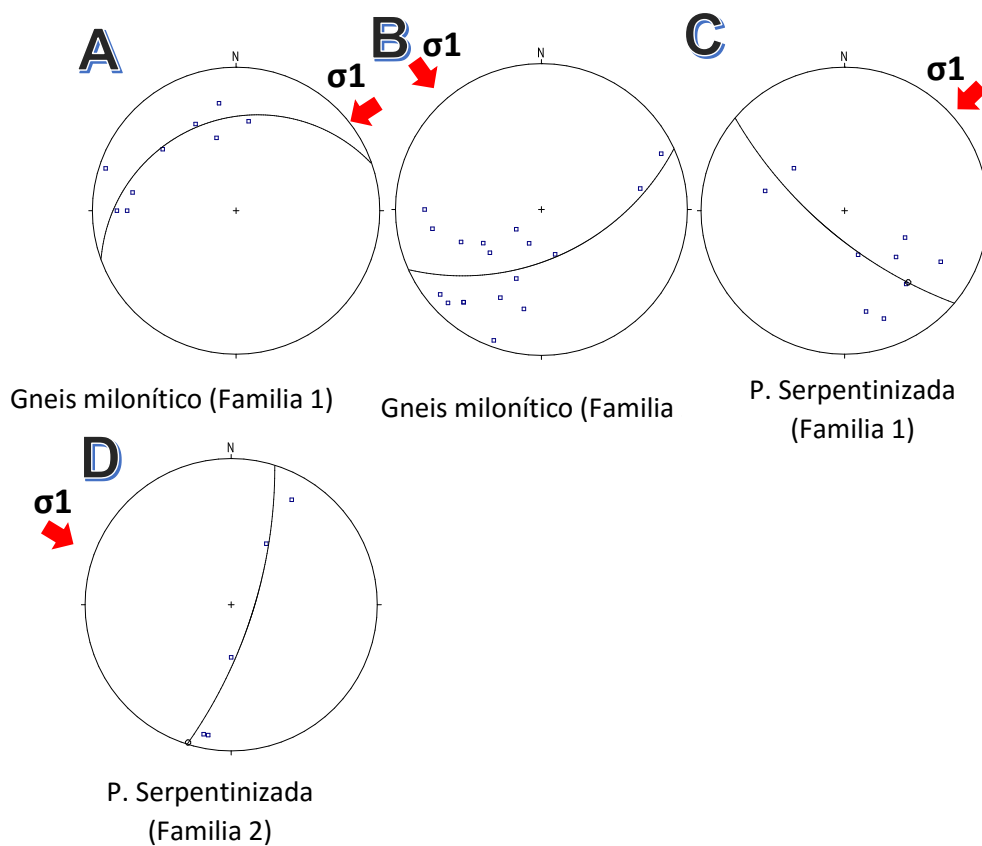
Se muestran los ejes de pliegue para la unidad de gneis milonítico; en la familia 1 con sigma 1 a N065 y sigma 3 a N335. Figura 17.A

La familia 2 con sigma 1 a 330 y sigma 3 a N060. Figura 17.B

La distribución de los ejes de pliegue para la unidad de peridotita serpentizada muestra 2 familias; la familia 1 con sigma 1 a N040 y sigma 3 a N130. Figura 17.C

Para la familia 2 se determinó el sigma 1 en dirección 290 y sigma 3 a N020. Figura 17.D

FIGURA 17 ESTEREOGRAMA DE EJES DE PLIEGUE



Fuente: Investigación de campo, 2013.

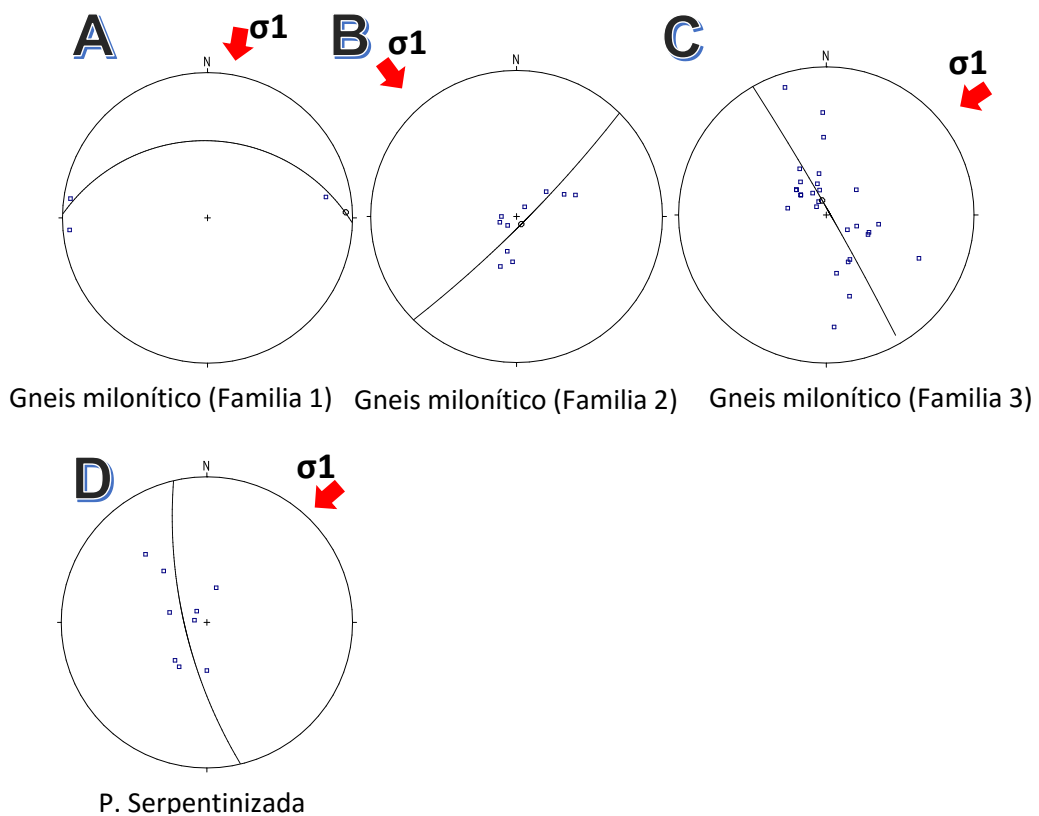
5.2.2. Dominio Frágil

a. Grietas de Tensión

Concentración de polos de los planos de grietas de tensión en la unidad de gneis milonítico para 3 familias; la familia 1 con sigma 1 a N010 y sigma 3 a N280. Figura 18.A La familia 2 con sigma 1 a N320 y sigma 3 a N050. Figura 18.B La familia 3 con sigma 1 N065 y sigma 3 a N335. Figura 18.C

Para la unidad de peridotita serpentinizada se muestran la concentración de polos de los planos de grietas de tensión, sigma 1 con sigma 1 a N055 y sigma 3 al N325. Figura 18.D

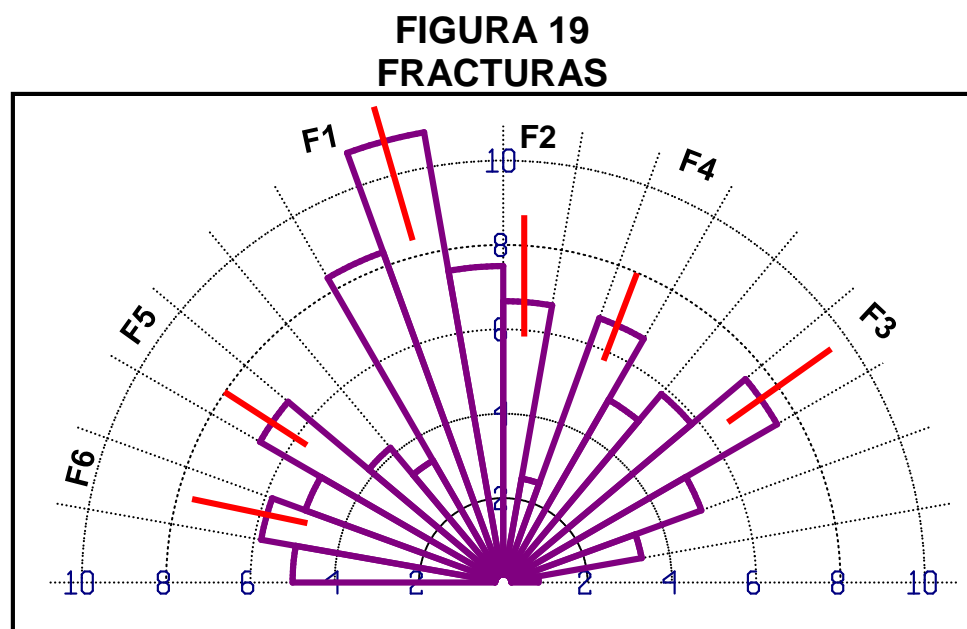
FIGURA 18
ESTEREOGRAMA DE POLOS DE GRIETAS DE TENSIÓN



Fuente: Investigación de campo, 2013.

b. Fracturas

Las fracturas que se graficaron en el diagrama de rosetas en el cual se observan 6 familias con direcciones N280, N300, N340, N350, N020 y N050. Figura 19.



Fuente: Investigación de campo, 2013.

c. Fallas

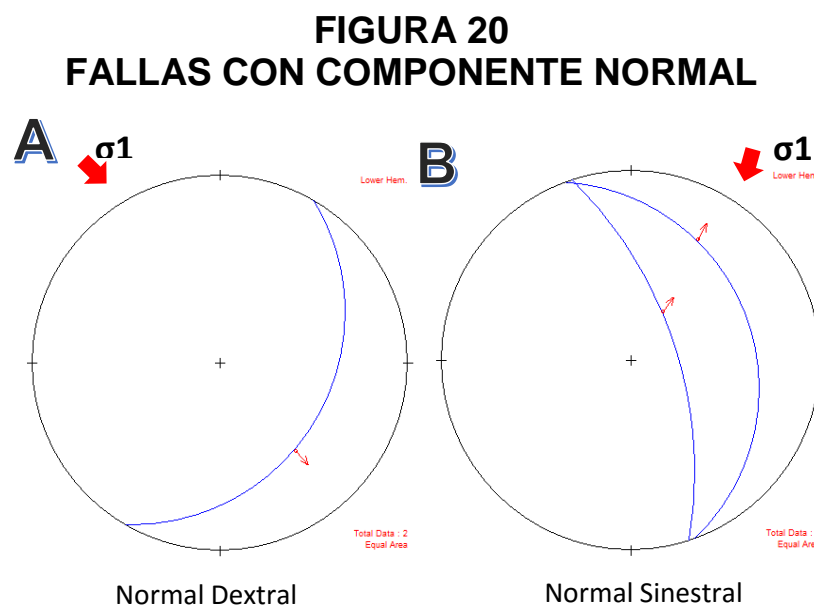
Las fallas fueron observadas al norte de la aldea Estancia de la Virgen sobre la unidad de gneis milonítico y en menor proporción en la unidad de peridotita serpentizada. Estas fueron clasificadas en base a estos dos tipos de litologías para conocer la cinemática de la unidad de *gneis* milonítico.

1) Unidad de gneis milonítico

Para esta unidad se distinguieron fallas tipo normal dextral, normal sinistral, inversa dextral e inversa sinistral; así mismo fallas de rumbo dextral normal, sinistral normal, dextral inversa y sinistral inversa.

Para las fallas con componente normal; se muestra que los esfuerzos principales se encuentran en dirección sigma 1 al N030 y el sigma 3 al N300, en este caso son de tipo normal dextral. Figura 20.A.

Se presentan fallas normal sinestral con esfuerzos principales en sigma 1 al N025 y sigma 3 al N295. Figura 20.B;

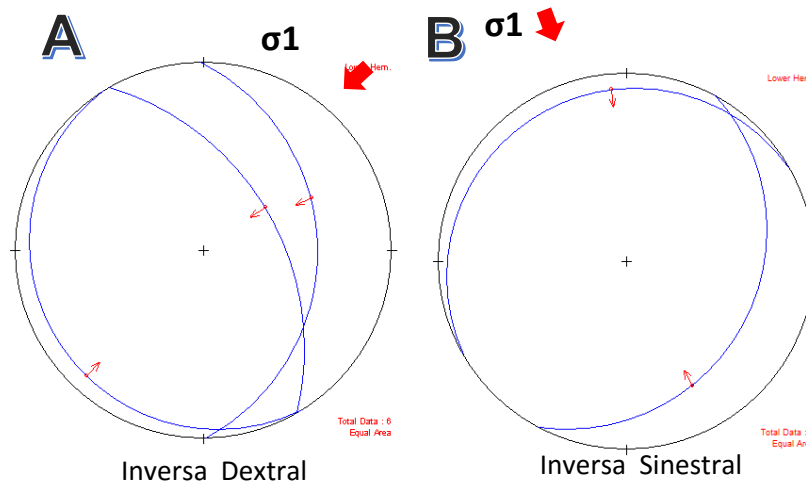


Fuente: Investigación de campo, 2013.

Para las fallas con componente inverso, en las fallas de tipo inversa dextral se muestran los esfuerzos principales con sigma 1 al N065 y el sigma 3 al N335. Figura 21.A

Para las fallas inversa sinestral, los esfuerzos principales son sigma 1 al N350 y el sigma 3 al N080. Figura 21.B

FIGURA 21 FALLAS CON COMPONENTE INVERSO



Fuente: Investigación de campo, 2013.

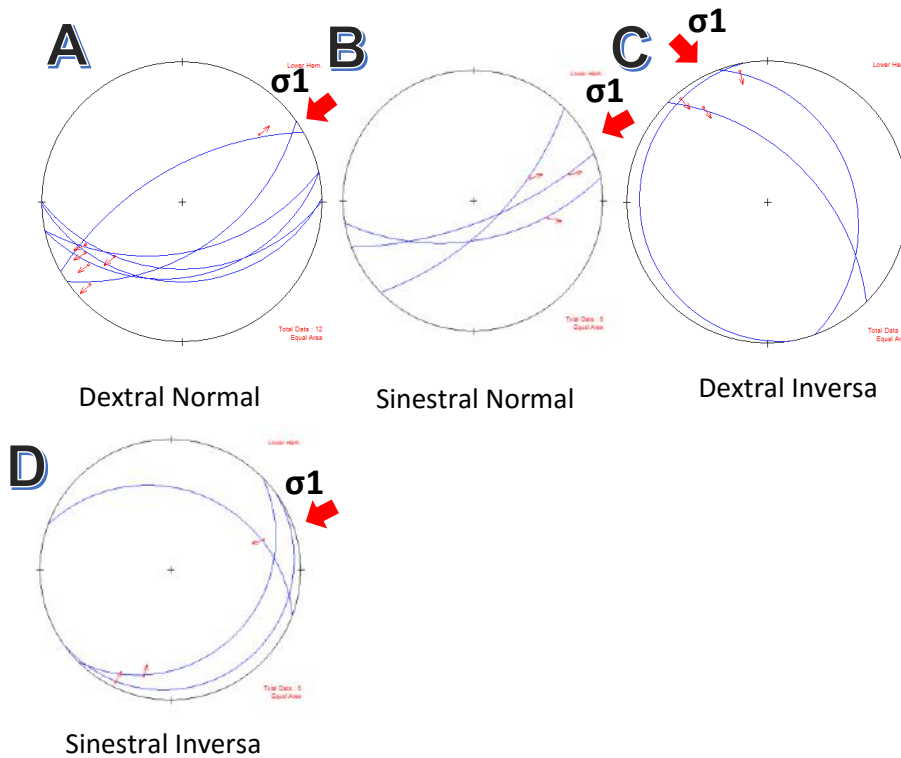
Las fallas con componente de rumbo muestran para el caso de fallas dextral normal los esfuerzos principales σ_1 al N065 y el σ_3 al N335. Figura 22.A

Para las fallas sinistral normal poseen esfuerzos principales σ_1 al N070 y el σ_3 al N340. Figura 22.B

Del tipo dextral inversa también fueron graficadas, mostrando esfuerzos principales σ_1 al N320 y el σ_3 al N050. Figura 22.C

La única familia de fallas sinistral inversa muestra el σ_1 al N050 y el σ_3 al N320. Figura 22.D

FIGURA 22
FALLAS CON COMPONENTE DE RUMBO



Fuente: Investigación de campo, 2013.

2) Unidad de Peridotita Serpentinizada

En esta unidad se diferenciaron fallas normal dextral, inversa sinistral, dextral inversa y sinistral inversa.

Las de componente normal se clasificaron como normal dextral las cuales muestran una orientación de esfuerzos para la familia 1 sigma 1 al N075 y sigma 3 al N345. Figura 23.A; para la familia 2 se encuentra el sigma 1 al N350 y el sigma 3 al N080. Figura 23.B

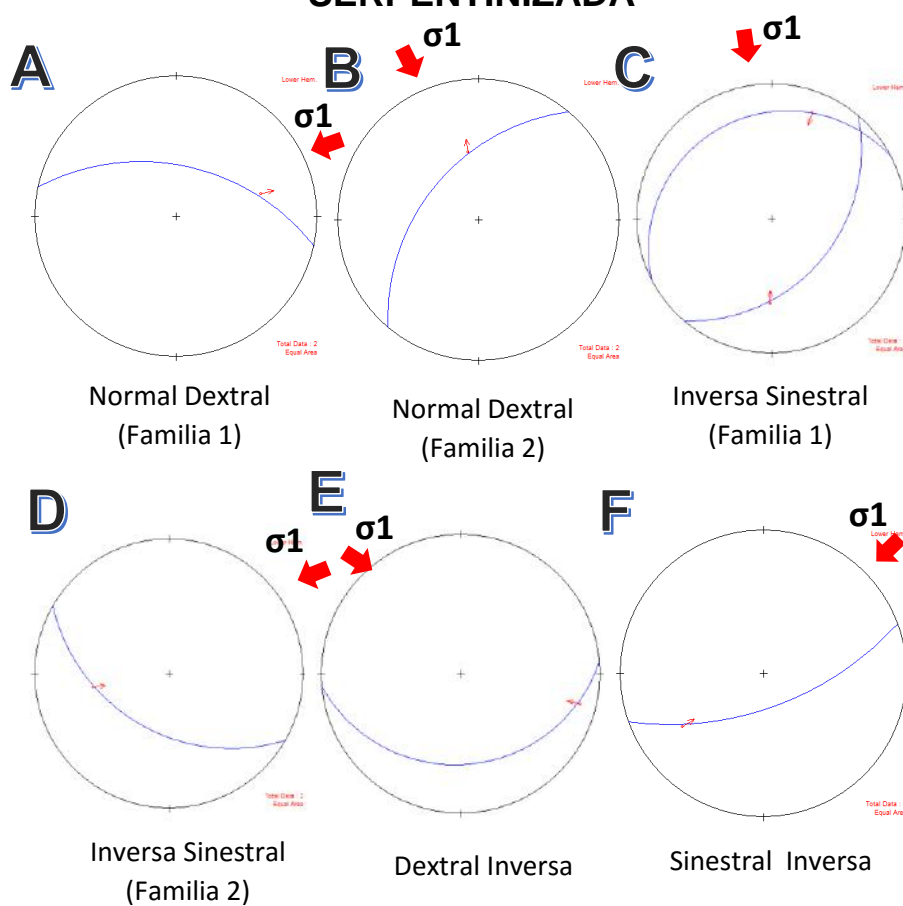
Las de componente inverso se clasificaron como inversa sinistral y presentan una orientación para la familia 1

sigma 1 al N345 y sigma 3 al N075. Figura 23.C; y la familia 2 sigma 1 al N070 y el sigma 3 al N340. Figura 23.D

Con componentes de rumbo se pudieron identificar con fallas dextral inversa con esfuerzos principales sigma 1 al N300y el sigma 3 al N030. Figura 23.E

Las de tipo sinistral inversa poseen esfuerzos principales son sigma 1 al N045 y el sigma 3 al N315. Figura 23.F

FIGURA 23 TIPOS DE FALLAS, UNIDAD DE PERIDOTITA SERPENTINIZADA



Fuente: Investigación de campo, 2013.

Los esfuerzos que afectan localmente toda el área se presentarán a través de las dinámicas de los modelos estructurales analizados en forma separada para el dominio dúctil y frágil.

5.2.3 Resultados para dominio dúctil

Estas estructuras fueron encontradas en todas las unidades del área por lo que se especifica en cuales fueron encontradas. Dinámica de esfuerzos principales para la cinemática sinistral. Tabla 17.

TABLA 17
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA CINEMÁTICA
SINISTRAL

Modelo		Sigma 1	Sigma 3
Foliación S1	Gneis M.	N045	N315
	Peridotita S.	N045	N315
	Esquisto M.	N045	N315
	Filita	N070	N340
Ejes de crenulación (S2)	Gneis M.	N025	N295
	Peridotita S.	N045	N315
Ejes de pliegue	Gneis M.	N065	N335
	Peridotita S	N040	N310

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Como un promedio de las estructuras medidas para la cinemática sinistral en el dominio dúctil se tiene sigma 1 a N047 y sigma 3 a N317.

Dinámica de esfuerzos principales para la cinemática dextral. Tabla 18.

TABLA 18
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA CINEMÁTICA
DEXTRAL

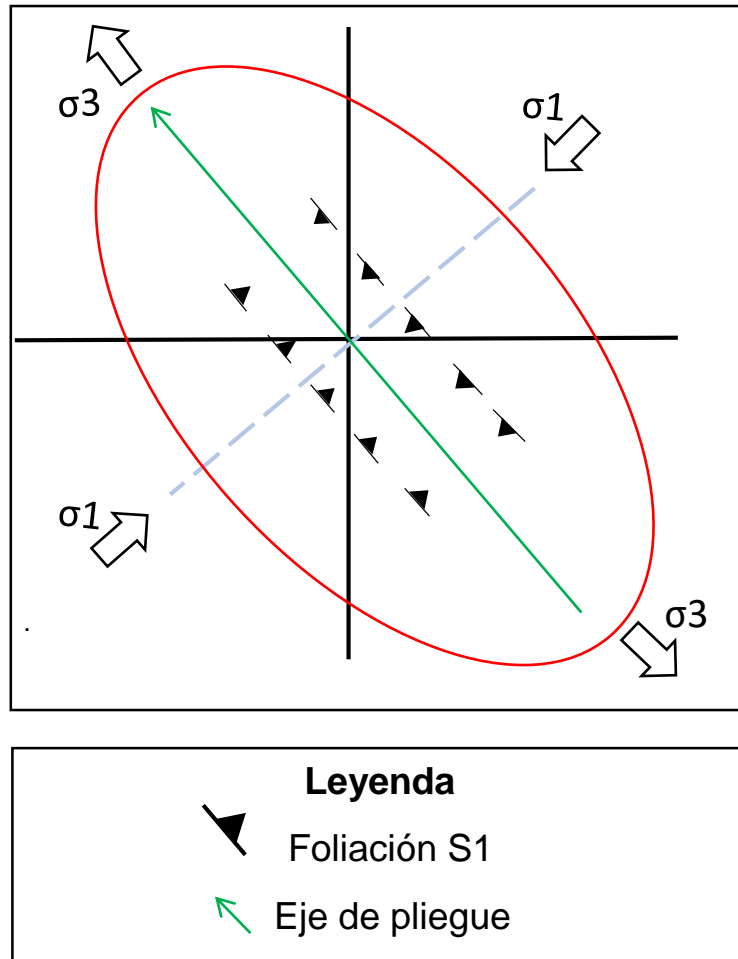
Modelo		Sigma 1	Sigma 3
Foliación S1	Gneis M.	N330	N060
	Peridotita S.	N325	N055
Ejes de Crenulación (S2)	Filita	N340	N070
Ejes de pliegue	Gneis M.	N330	N060
	Peridotita S	N290	N020

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Como un promedio de las estructuras medidas para la cinemática dextral en el dominio dúctil se tiene sigma 1 a N323 y sigma 3 a N053.

Para el análisis de el dominio dúctil en el área, se muestra la elipse de deformación que propone un modelo sinistral, en el cual se midieron foliaciones S1, ejes de crenulación y ejes de pliegue. Figura 24.

FIGURA 24
MODELO ESTRUCTURAL LOCAL PARA EL DOMINIO
DÚCTIL



Fuente: Investigación de campo, 2013.

5.2.4 Resultados para el dominio frágil

Estas estructuras afectan a las unidades de Gneis milonítico (Ugm) y Peridotita Serpentinizada (Ups), por lo que se especifica en cuales fueron encontradas. Tabla 19.

TABLA 19
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA CINEMÁTICA
SINISTRAL

Modelo		Sigma 1	Sigma 3
Grietas de tensión	(Ugm)	N010	N280
		N065	N335
	(Ups)	N055	N325
Fallas Normales			
Normal Dextral	(Ugm)	N030	N300
	(Ups)	N075	N345
Normal Sinistral	(Ugm)	N025	N295
Fallas Inversas			
Inversa Dextral	(Ugm)	N065	N335
Inversa Sinistral	(Ups)	N070	N340
Fallas de Rumbo			
Dextral Normal	(Ugm)	N065	N335
Sinistral Normal	(Ugm)	N070	N340
Sinistral Inversa	(Ugm)	N050	N320
	(Ups)	N045	N315

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Como un promedio de las estructuras medidas para la cinemática sinistral en el dominio frágil se tiene sigma 1 a N052 y sigma 3 a N322.

Dinámica de esfuerzos principales para la cinemática dextral.
 Tabla 20.

TABLA 20
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA CINEMÁTICA
DEXTRAL

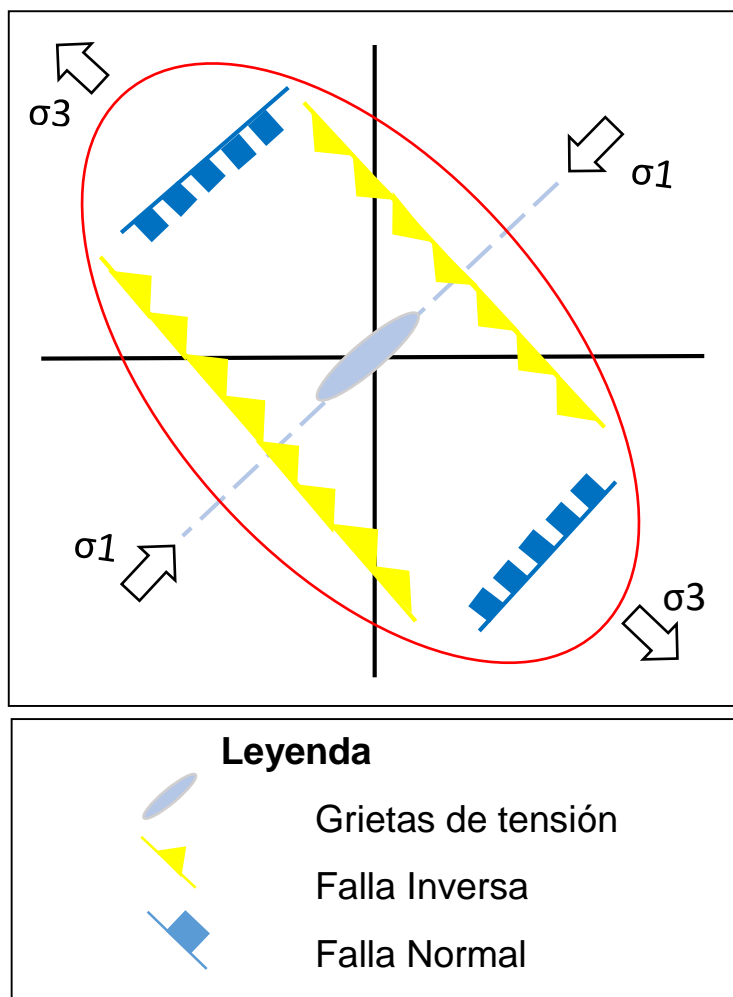
Modelo		Sigma 1	Sigma 3
Grietas de tensión	(Ugm)	N320	N050
Fallas Normales			
Normal Dextral	(Ups)	N350	N080
Normal Sinestral	(Ugm)	N340	N070
Fallas Inversas			
Inversa Sinestral	(Ugm)	N350	N080
	(Ups)	N345	N075
Fallas de Rumbo			
Dextral Inversa	(Ugm)	N320	N050
	(Ups)	N300	N030

Fuente: Investigación de campo, 2013.

Como un promedio de las estructuras medidas para la cinemática dextral en el dominio frágil tiene sigma 1 a N332 y sigma 3 a N062.

Para el análisis del dominio frágil en el área, se muestra la elipse de deformación que propone un modelo sinestral, en el cual se midieron grietas de tensión, fallas inversas, normales y de rumbo. Figura 25.

FIGURA 25
MODELO LOCAL PARA EL DOMINIO FRÁGIL



Fuente: Investigación de campo, 2013.

Respecto a la unidad de Gneis milonítico que es en lo que se fundamenta este trabajo de investigación, en la siguiente tabla se presentan las estructuras medidas que afectan a la unidad con la dinámica de esfuerzos para el dominio dúctil. Tabla 21 y 22.

TABLA 21
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA CINEMÁTICA
SINISTRAL EN LA UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO

Modelo	Sigma 1	Sigma 3
Foliación S1	N045	N315
Ejes de crenulación (S2)	N025	N295
Ejes de pliegue	N065	N335
Grietas de tensión	N010	N280
	N065	N335

Fuente: Investigación de campo, 2013.

TABLA 22
DINÁMICA DE ESFUERZOS PARA CINEMÁTICA
DEXTRAL EN LA UNIDAD DE GNEIS MILONÍTICO

Modelo	Sigma 1	Sigma 3
Foliación S1	N330	N060
Ejes de pliegue	N330	N060

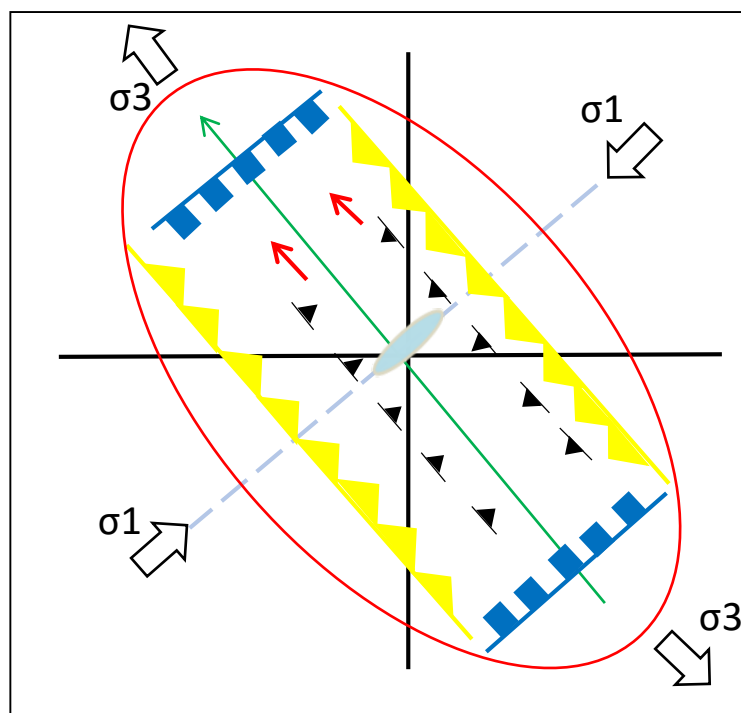
Fuente: Investigación de campo, 2013.

La unidad de Gneis milonítico posee una cinemática sinistral evidenciado a través de estructuras tanto del dominio dúctil y dominio frágil, en la que se observan a través de los resultados anteriores un esfuerzo principal al noreste suroeste, con dirección preferencial en el dominio dúctil del sigma 1 a N042 y sigma 3 a N312.

Acontinuación se presenta el modelo estructural general para el área de estudio; que representa el evento de deformación principal

local; el cual tiene una orientación sigma 1 a N050 y sigma 3 a N320.
Figura 26.

FIGURA 26
MODELO ESTRUCTURAL GENERAL LOCAL



Leyenda

-  **Foliación**
-  **Ejes de boudinage**
-  **Ejes de pliegue**
-  **Grietas de tensión.**
-  **Fallas normales**
-  **Fallas inversas**

Fuente: Investigación de campo, 2013.

5.3. Análisis Geomorfológico Local

En cuanto a geomorfología se tienen diferentes geoformas productos de erosión y meteorización, depositación de sedimentos, tectonismo, clima; entre otros.

Las más relevantes son las colinas que se entienden desde 200 m² a 400 m², las pendientes que tienen son pequeñas variando de 30° a 40° aproximadamente y crestas con ángulo de pendiente que puede estar en el rango de 50° a 60°, y el terreno que abarca alrededor de 350 a 400 m². Así mismo las laderas que forman parte del relieve actual.

También se pudieron observar canteras de peridotita serpentizada con deslizamientos que presentaron direcciones preferenciales de N296 a N350. Respecto al patrón de fracturamiento tiene direcciones preferenciales al N245.

Otras geoformas producto de depositación como terrazas y valles aluviales en el Río Motagua al sur del área.

CONCLUSIONES

General

En el área ubicada al norte de la aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, predominaron rocas metamórficas de carácter *gnéisico* protomilonítico; además de las unidades de peridotita serpentizada, esquistos micáceos y filita, separadas en su mayoría por contactos fallados de tipo inverso.

Específicas

- La unidad de milonitas se caracterizó como *gneis* milonítico. La cual presenta variaciones laterales en secciones levemente milonitizada, predominantemente al noreste. Estas variaciones texturales se perciben aproximadamente con solo un 10% de matriz, por lo que se le da una clasificación de protomilonitas.
- La unidad de *gneis* milonítico presenta indicadores cinemáticos como micas fish con movimiento dextral con una dirección aproximada del plano N310, bandas de cizalla y algunos minerales deformados como granate, acompañados de otros que han sufrido los efectos de la reducción de grano como cuarzo y micas.
- La dinámica de los esfuerzos que afectan el área se determinó de la siguiente manera: las estructuras identificadas en el dominio dúctil poseen una dirección de esfuerzo principal (σ_1) a N047 y (σ_3) a N317; las estructuras del dominio frágil tienen una dirección de esfuerzo principal (σ_1) a N052 y (σ_3) a N322.

La dirección del evento de deformación local (σ_1) es N050 y (σ_3) es N320.

- La unidad de *gneis* milonítico posee una cinemática sinistral en promedio del nivel dúctil y frágil con orientación de esfuerzo principal sigma 1 a N042 y sigma 3 a N312.
- Las principales unidades geomorfológicas expuestas son colinas, crestas, valle aluvial con clastos redondeados producto del transporte, terrazas aluviales con sedimentos finos en la base, canteras de peridotita serpentizada con movimientos masales en direcciones preferenciales N323 y patrones de fracturamiento con dirección N245.

RECOMENDACIONES

- Debido a la intensa actividad sísmica de la zona, y su relación con la falla del Motagua, es necesario proponer medidas de mitigación y de esta manera minimizar el riesgo ante el desastre, organizando las comunidades más vulnerables para la realización de simulacros.
- Realizar gestiones para el manejo de los recursos hídricos en los alrededores de la cuenca del Río Motagua, efectuando mantenimiento en las principales captaciones, reciclaje de basura, y un efectivo aprovechamiento del agua de lluvia.
- Evaluar la estabilidad de los taludes mediante ensayos de mecánica de rocas, en algunos sectores de la carretera CA-9 que atraviesa el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán; ya que se evidencia caída de roca perteneciente a la unidad de peridotita serpentizada.

BIBLIOGRAFÍA

- Cees. W. Passchier. *Atlas of mylonites and related microstructures*. New York, United States Of America: Springer Heodelberg Dordrecht, 2 010.
- Chiquín 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. *Northem central america; the maya and chortis blocks*. United States Of America: The Geological Society of America, 1 990.
- Gutiérrez Elorza, Mateo. *Geomorfología*. Madrid, España: Pearson Educación, 2 008.
- Instituto Geográfico Nacional –IGN-, *Hoja Topográfica San Agustín (2260 IV)*, Escala 1: 50 000. (Color).
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-. *Atlas climatológico de la República de Guatemala*. Guatemala: INSIVUMEH., 1 988.
- 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*. Toronto, New York. United States Of America: John Wiley & Sons, 1 987.
- Millan, SM. (Comp.). *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.
- Ragan, Donal M. *Geología estructural: Introducción a las técnicas geométricas*. Barcelona, España: Editorial Omega, 1 980.

Simmons, Charles. Et. Al. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala: Editorial José de Pineda Ibarra, 1 959.

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

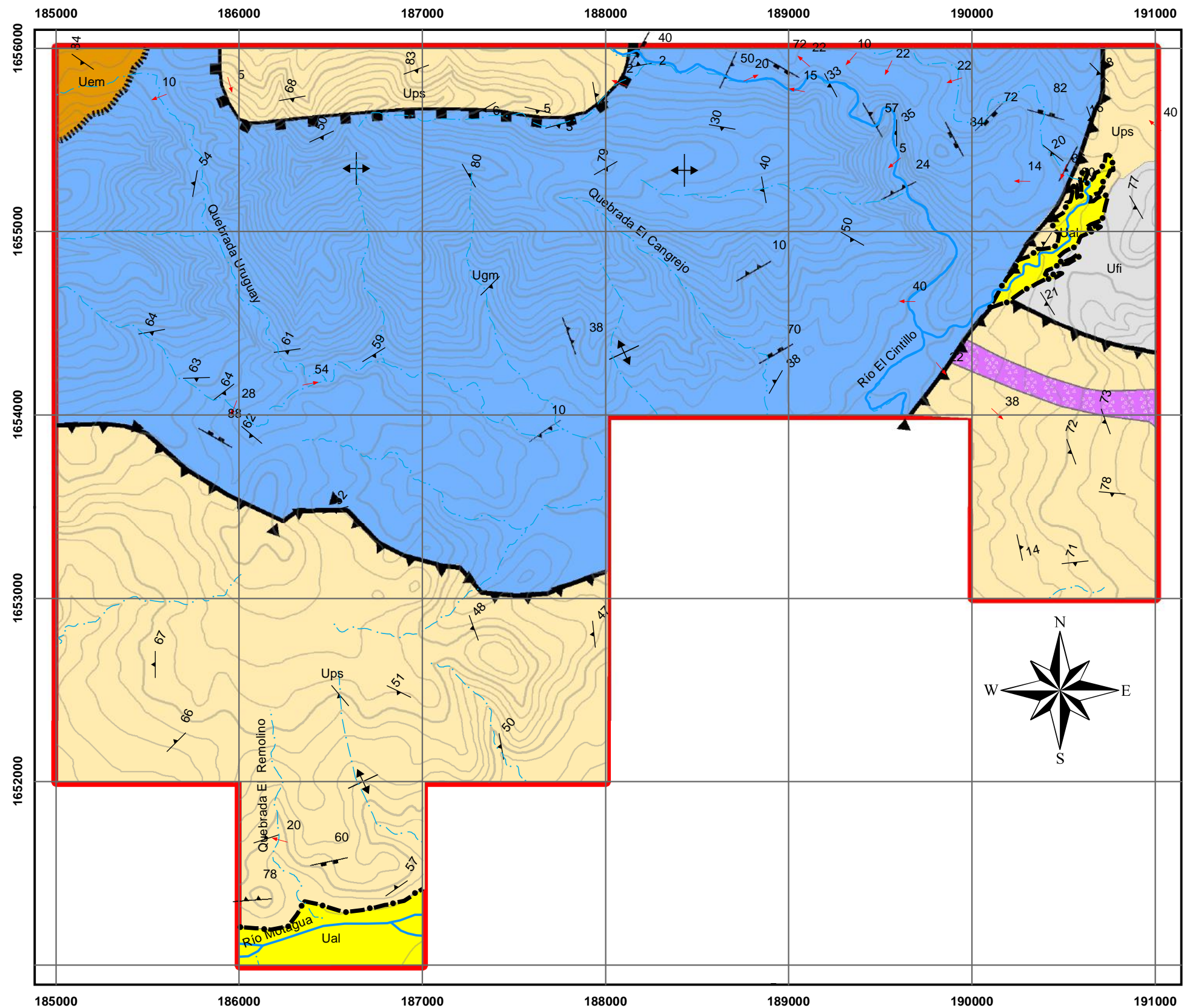
V. B.:



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adán García Véliz', written over a horizontal line.

Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO

ANEXOS

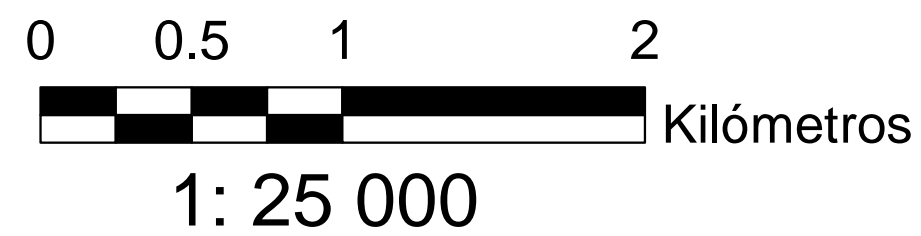
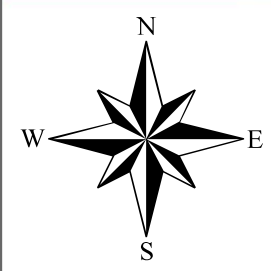



LEYENDA

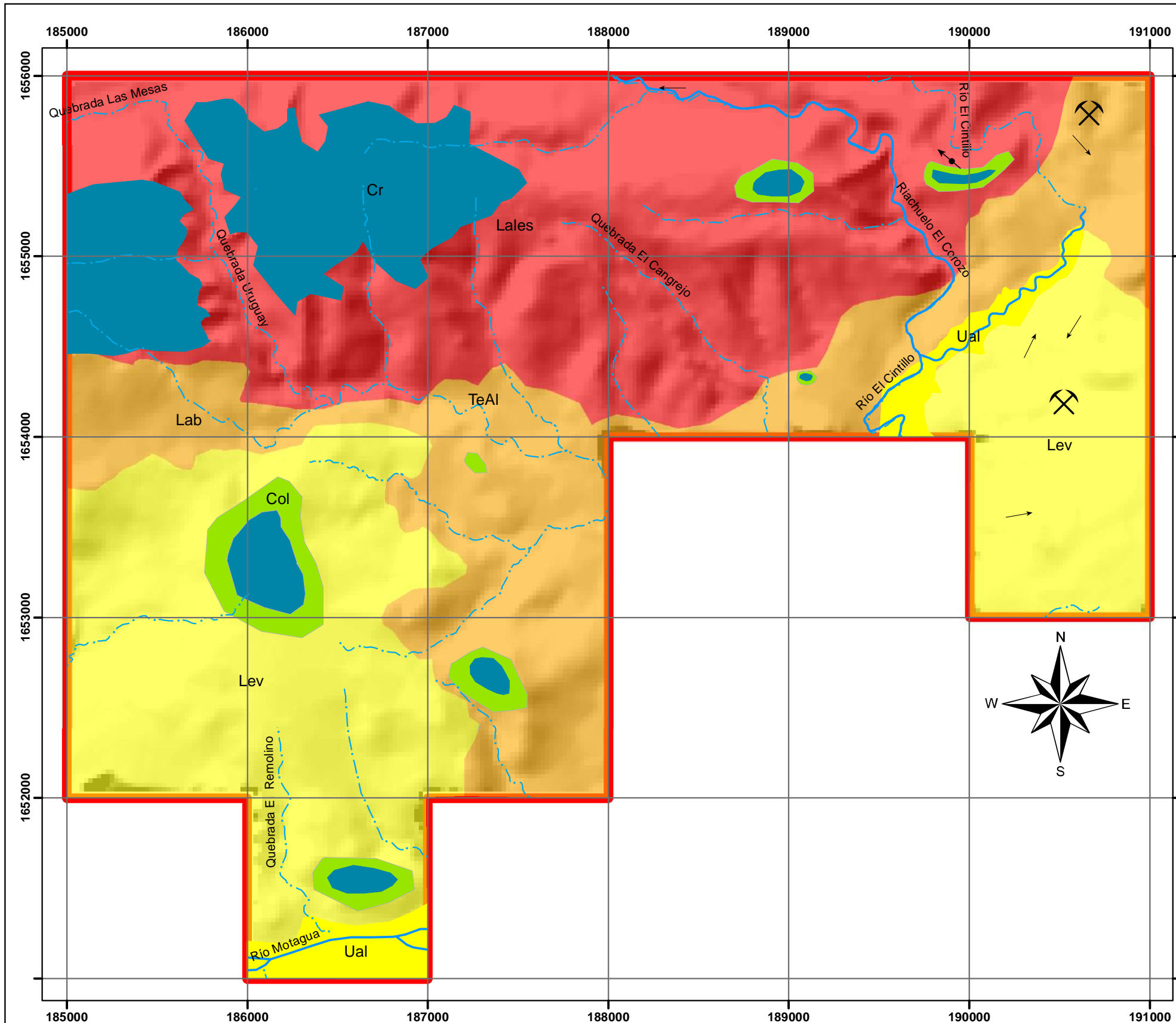
- Ual Aluvión
- Bps Brecha de Peridotita
- Ups Unidad de Peridotita Serpentinizada
- Ufi Unidad de Filita
- Ugm Unidad de Gneis Milonítico
- Uem Unidad de Esquisto Micáceo

SIMBOLOGÍA

- Foliación S1
- Ejes de Pliegue
- Contacto Discordante
- Contacto Concordante
- Pliegue Regional
- Fallas Normales
- Fallas Inversas
- Contacto Fallado Normal
- Contacto Fallado Inverso
- Área
- Curvas 20
- Río
- Quebrada



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
	CARRERA DE GEOLOGÍA	
GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: Análisis textural y cinemático de la unidad de Milonitas, en un área de 20 kilómetros cuadrados cartografiada a escala 1:25 000.		
MAPA GEOLÓGICO		
Contiene:		
Trabajo Realizado por: ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL 201145049		
Escala Numérica: 1:25 000	Revisado por: Ing. Sergio Morán	Referencia Espacial: WGS 1984 ZONA 16 UTM
		ANEXO 1

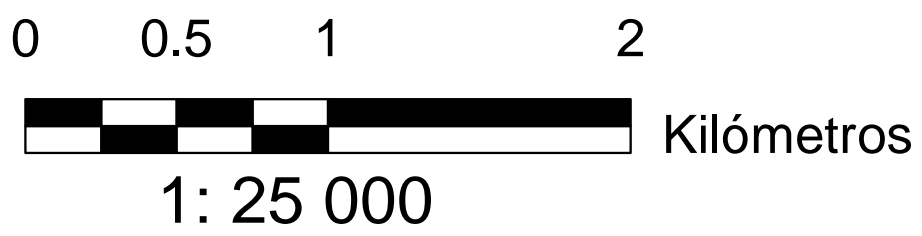
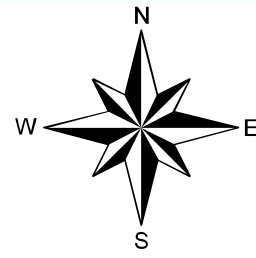


LEYENDA

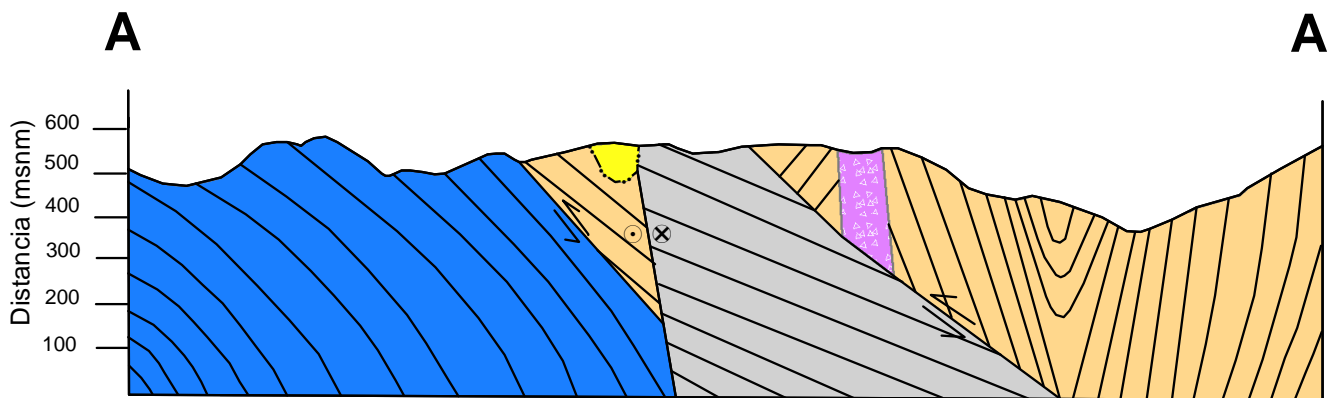
- Unidades de origen Agradacional**
- Sub -Unidad de Aluvión (Ual)
 - Sub -Unidad de Terraza Aluvial (TeAl)
 - Surcos
- Unidades de origen Denudacional**
- Sub unidad de colina (Col)
 - Sub unidad de cresta (Crs)
- Sub -Unidad de Laderas (SL)**
- Escarpadas (Lales)
 - Abruptas (Lab)
 - Leves (Lev)
- Unidad de origen Antrópico-Agradacional**
- Caídas de Roca
- Unidad de origen Antrópico -Denudacional**
- Cantera

SIMBOLOGÍA

- Área
- Río
- Quebradas



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
	CARRERA DE GEOLOGÍA	
<p>GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: Análisis textural y cinemático de la unidad de Milonitas, en un área de 20 kilómetros cuadrados cartografiada a escala 1:25 000.</p>		
<p>Contiene: MAPA GEOMORFOLÓGICO</p>		
<p>Trabajo Realizado por: ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL 201145049</p>		
<p>Escala Numérica: 1:25 000</p>	<p>Revisado por: Ing. Sergio Morán</p>	<p>Referencia Espacial: WGS 1984 ZONA 16 UTM</p>
		<p>ANEXO 2</p>



LEYENDA

- Ual Aluvión
- Bps Brecha de Peridotita
- Ups Unidad de P. Serpentinizada
- Ufi Unidad de Filita
- Ugm Unidad de Gneis milonítico

SIMBOLOGÍA

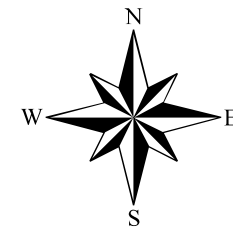
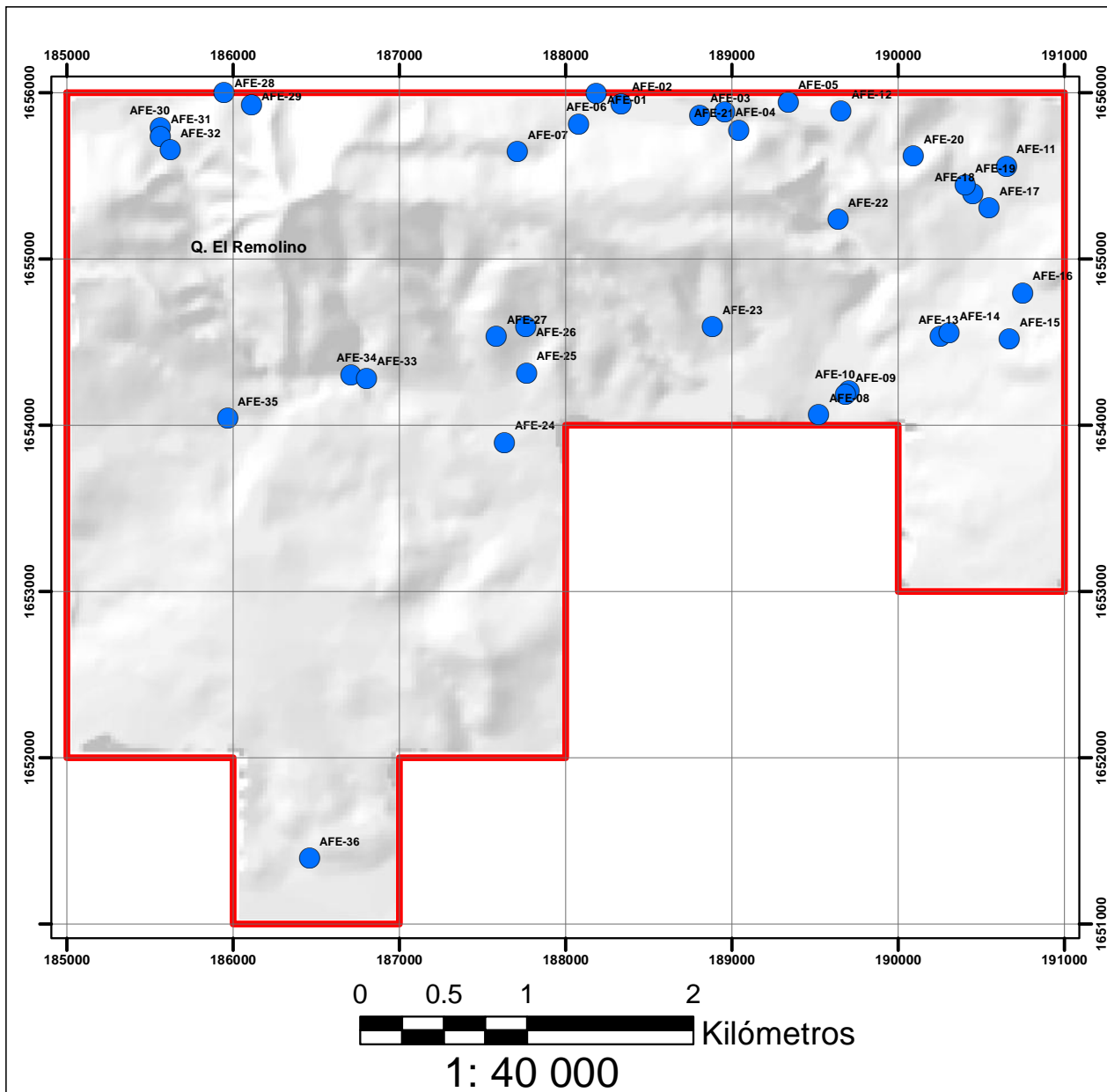
- Falla Inversa
- Falla
- Plegamiento
- Contacto Discordante

ESCALA VERTICAL Y HORIZONTAL



1: 18 000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
	CARRERA DE GEOLOGÍA	
GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: Análisis textural y cinemático de la unidad de Milonitas, en un área de 20 kilómetros cuadrados cartografiada a escala 1:25 000.		
Contiene: PERFIL GEOLÓGICO A-A'		
Trabajo Realizado por: ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL 201145049		
Escala Numérica: 1:18 000	Revisado por: Ing. Sergio Morán	Referencia Espacial: WGS 1984 ZONA 16 UTM
ANEXO 3		



LEYENDA

- Muestras de mano
- Área



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

GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: Análisis textural y cinemático de la unidad de Milonitas, en un área de 20 kilómetros cuadrados cartografiada a escala 1:25 000.

Contiene:

MAPA DE MUESTRAS

Trabajo Realizado por:

ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL 201145049

Escala Numérica:
1:40 000

Revisado por:
Ing. Sergio Morán

Referencia Espacial:
WGS 1984 ZONA 16
UTM

ANEXO 4

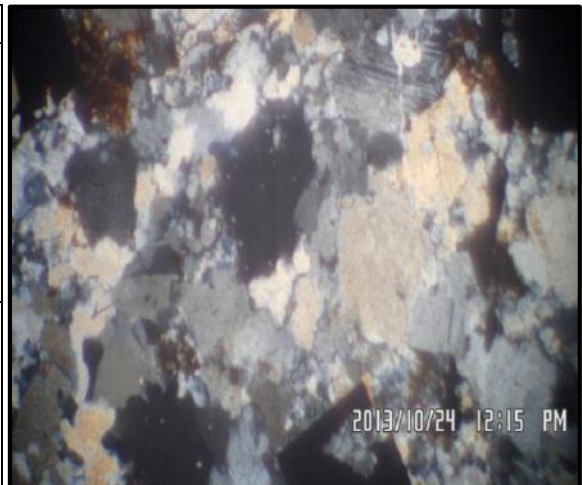
ANEXO No. 5 DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-08	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0189522	Norte: 1654059	Zona: 16
LOCALIDAD: Rio Cintillo, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN:	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	10x10 metros	COLOR:	Beige
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Pliegue tipo Z Fallas inversas Fallas normales Fracturas Foliación	MINERALOGÍA:	Cuarzo Micas (moscovita)

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Cuarzo (60%) Anfíboles (15%) Opacos (10%) Pirita (8%) Andesina (7%)
MICRO-TEXTURAS:	Granoblástica con cristales inequigranulares.



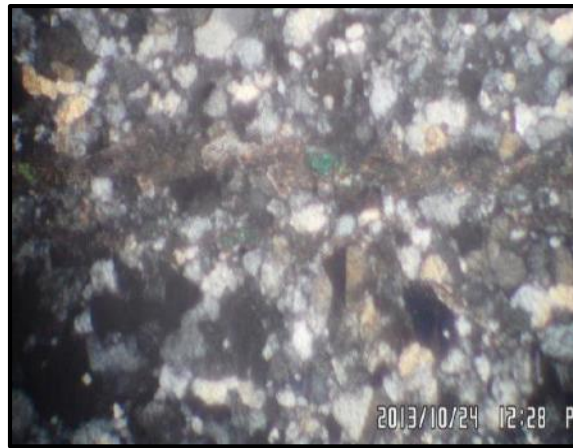
**ANEXO No. 6
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-05	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0189337	Norte: 1655944	Zona: 16
LOCALIDAD: Río Cintillo, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	5x15 metros	COLOR:	Beige
TIPOS DE ESTRUCTURAS	Fracturas Foliación	MINERALOGÍA:	Cuarzo Moscovita

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Cuarzo (60%) Sanidina (15%) Biotita (10%) Moscovita (10%) Andesina (5%)
MICRO-TEXTURAS:	Granolepidoblástica



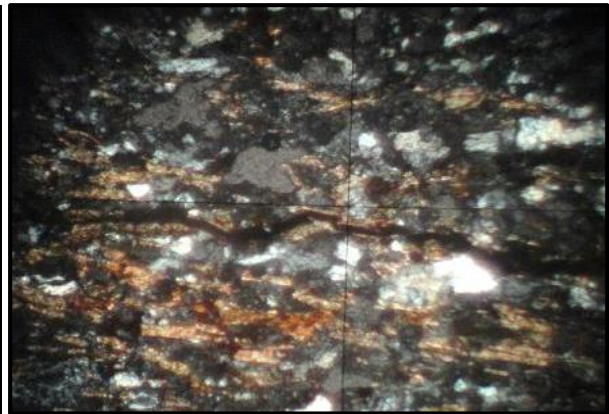
**ANEXO No. 7
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-30	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0185561	Norte: 1655788	Zona: 16
LOCALIDAD: Aldea las Mesas ,San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN :	In situ	METEORIZACION:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	10x10 metros	COLOR:	Beige
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Fracturas	MINERALOGÍA:	Cuarzo

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES :	Cuarzo (60%) Micas oxidadas (35%) Opacos (5)
MICRO-TEXTURAS:	Granolepidoblástica



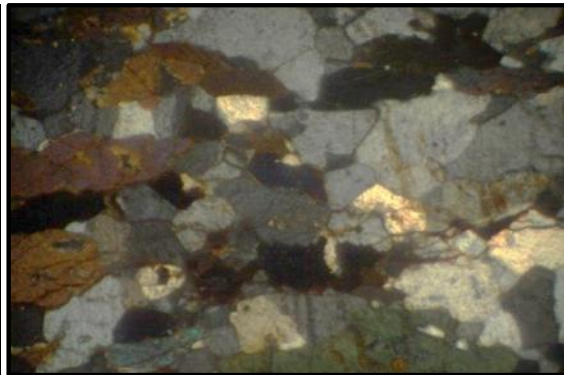
**ANEXO No. 8
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-06	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0188076	Norte: 1655808	Zona: 16
LOCALIDAD: ,San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN:	In situ	METEORIZACION:	Meteorizada
TAMAÑO:	5x10 metros	COLOR:	Gris
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Fracturas Fallas Foliación	MINERALOGÍA:	Cuarzo

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Cuarzo (50%) Anfíboles (40%) Opacos (10%)
MICRO-TEXTURAS:	Granoblástica, inequigranular



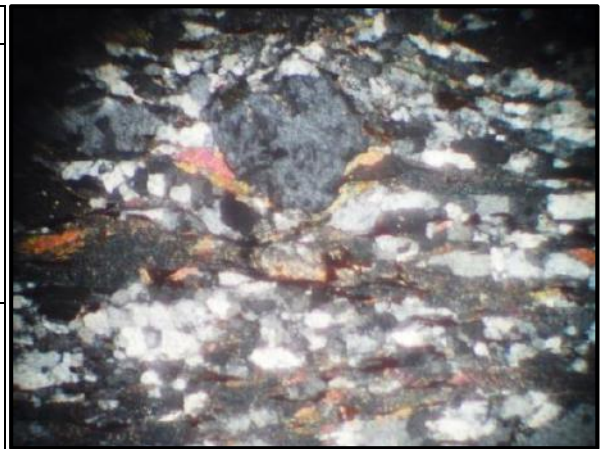
ANEXO No. 9
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-32	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 01885621	Norte: 1655652	Zona: 16
LOCALIDAD: Aldea las Mesas, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	10x10 metros	COLOR:	Gris
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Foliación Fracturas	MINERALOGÍA :	Cuarzo Biotita

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES :	Cuarzo (60%) Moscovita (20%) Epidota (10%) Óxidos (5%) Granate (5%)
MICRO-TEXTURAS:	Granolepidoblástica, inequigranular



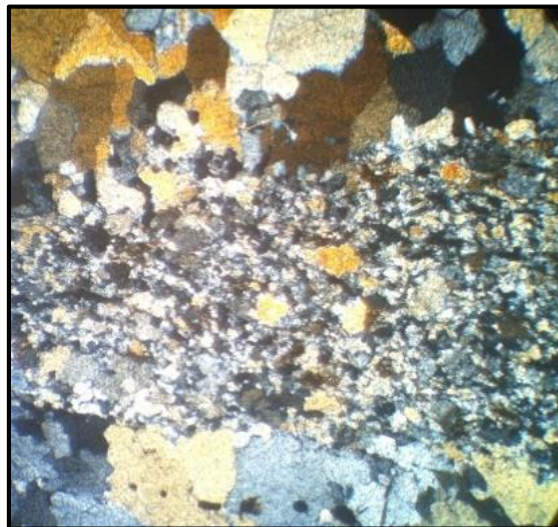
**ANEXO No. 10
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-09	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0189683	Norte: 1654183	Zona: 16
LOCALIDAD: Río Cintillo, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN:	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	5x5 metros	COLOR:	Gris
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Foliación Fracturas	MINERALOGÍA :	Cuarzo

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Cuarzo (50%) Moscovita (20%) Biotita (15%) Epidota (8%) Óxidos (5%) Granate (2%)
MICRO-TEXTURAS:	Porfidoblástica, Equigranular
MICRO-ESTRUCTURAS:	Bandas de cizalla Micas Fish



ANEXO No. 11
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-33	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0186803	Norte: 1654280	Zona: 16
LOCALIDAD: Quebrada Uruguay, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN:	In situ	METEORIZACIÓN:	Sana
TAMAÑO:	3x10metros	COLOR:	Gris
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Fracturas Foliación	MINERALOGÍA:	Cuarzo Feldespato

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES :	Cuarzo (80%) Biotita (20%)
MICRO-TEXTURAS:	Granolepidoblástica



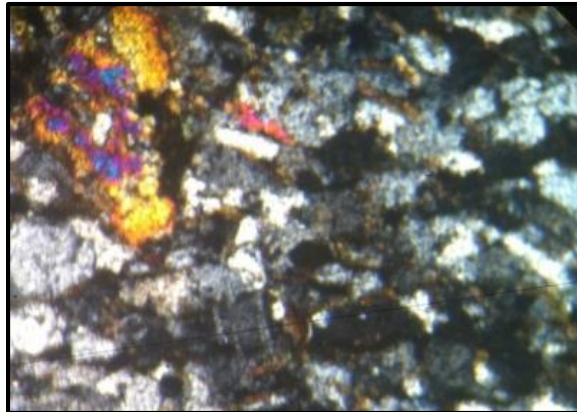
ANEXO No. 12
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-19	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0190449	Norte: 1655389	Zona: 16
LOCALIDAD: Rio Cintillo, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórficas
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN :	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente Sana
TAMAÑO:	10x5 metros	COLOR:	Beige a gris
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Grietas de tensión Foliación Fracturas	MINERALOGÍA:	Cuarzo Feldespato Biotita

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Cuarzo (60%) Biotita (25%) Epidota (10%) Oligoclasa (5%)
MICRO-TEXTURAS:	Granoblástica, equigranular.



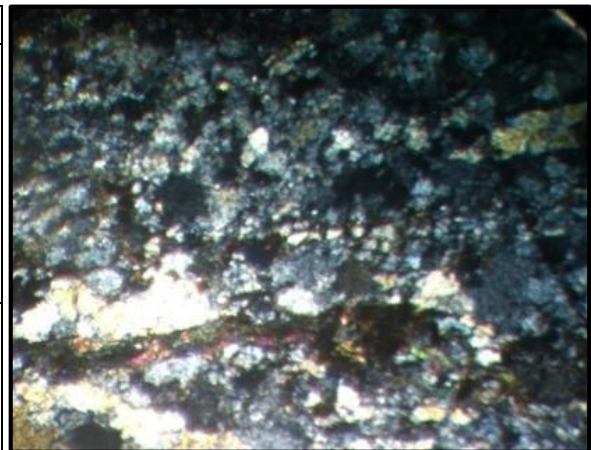
ANEXO No. 13
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-35	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0186706	Norte: 1654300	Zona: 16
LOCALIDAD: Quebrada el Remolino, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Gneis milonítico
CLASIFICACIÓN:	Protomilonita

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICION :	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	5x5 metros	COLOR:	Gris
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Fallas	MINERALOGÍA:	Cuarzo Moscovita

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Cuarzo (65%) Biotita (15%) Moscovita (10%) Sanidina (6%) Óxidos (4%)
MICRO-TEXTURAS:	Granolepidoblástica, equigranular.



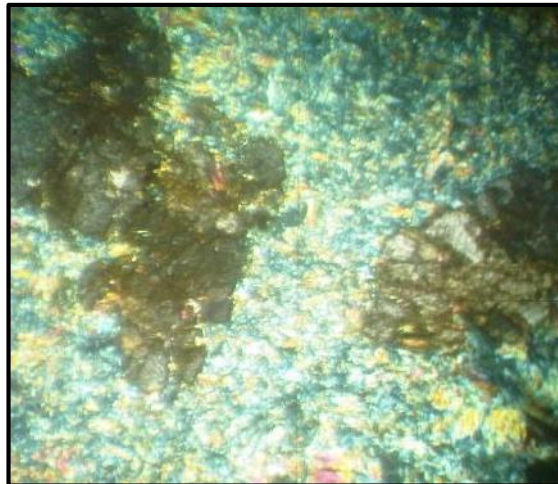
**ANEXO No. 14
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA**

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-37	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 0189905	Norte:1654006	Zona: 16
LOCALIDAD: Río Cintillo, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Peridotita Serpentinizada
CLASIFICACIÓN:	-----

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN	In situ	METEORIZACIÓN:	Muy meteorizada
TAMAÑO:	10x15 metros	COLOR:	Verde
TIPOS DE ESTRUCTURAS:	Fallas Fracturas	MINERALOGÍA:	Serpentina

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Serpentina (65%) Ortopiroxeno (20%) Talco (10%) Opacos (5%)
MICRO-TEXTURAS:	Porfidoblástica inequigranular con cristales subhedrales con matriz de serpentina fibrosa.



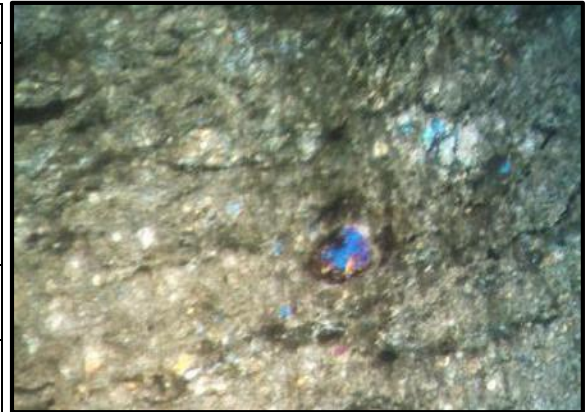
ANEXO No. 15
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

DATOS GENERALES			
NO. DE MUESTRA		AFE-38	
PROYECTO: Trabajo Final de Campo			
UBICACIÓN:	Este: 190660	Norte: 1654571	Zona: 16
LOCALIDAD: Noreste, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.			
ENCARGADO: Andrea del Rosario Fetzer Leal.			

TIPO DE ROCA:	Metamórfica
NOMBRE DE ROCA:	Filita
CLASIFICACIÓN:	-----

DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO		DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
DISPOSICIÓN:	In situ	METEORIZACIÓN:	Moderadamente meteorizada
TAMAÑO:	0.5x0.75 metros	COLOR:	Verde menta
TIPOS DE ESTRUCTURAS	Fracturas Foliación	MINERALOGÍA:	Moscovita Cuarzo

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA	
MINERALES:	Clorita (75%) Cuarzo (10%) Epidota (6%) Biotita (4%) Opacos (5%)
MICRO-TEXTURAS:	Lepidoblástica Porfiritica
MICRO-ESTRUCTURAS:	Crenulación





CUNOR | CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala

El director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

GEOLOGÍA

Al trabajo titulado:

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE CAMPO GEOLOGÍA EN EL PROGRESO: ANÁLISIS TEXTURAL Y CINEMÁTICO DE LA UNIDAD DE MILONITAS, EN UN ÁREA DE 20 KILÓMETROS CUADRADOS CARTOGRAFIADA A ESCALA 1:25 000.

Presentado por el (la) estudiante:

ANDREA DEL ROSARIO FETZER LEAL

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán Alta Verapaz 01 de Junio de 2016.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR

