

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**INFORME TRABAJO FINAL DE CAMPO
ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO
UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO**

MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS

COBÁN, ALTA VERAPAZ, NOVIEMBRE DE 2016

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

INFORME TRABAJO FINAL DE CAMPO, ANÁLISIS
PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL
SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR
MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS
200740122

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE NIVEL
INTERMEDIO DE TÉCNICO EN GEOLOGÍA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, NOVIEMBRE 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

Ing. Francisco David Ruiz Herrera

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

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Verónica Juárez Jiménez

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. Ricardo Enrique Milián de la Cruz

ASESOR

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical



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

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

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Nivel Intermedio, Carrera Geología
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel técnico, de la estudiante **MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS**, carné No. **200740122**, titulado: **“ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-261/2016
12 de septiembre 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
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 **MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS**, carné No. **200740122**, titulado: **“ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



c.c. archivo



Ref. 15-CG-294/2016
17 de octubre 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

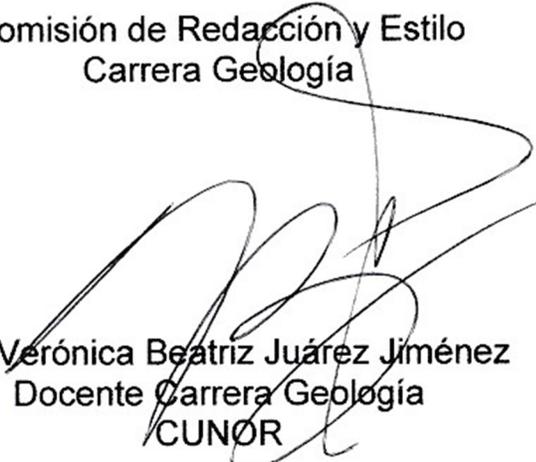
Respetables Señores:

Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO”**, de la estudiante **MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS**, carné n.º **200740122**, el cual ya fue revisado como miembro de la Comisión de Redacción y Estilo de la Carrera de Geología, quien considera llena los requisitos establecidos para su aprobación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Comisión de Redacción y Estilo
Carrera Geología


Ing. 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: ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO, como requisito a optar el título profesional de Técnico en Geología.



Marta Concepción Girón Klarks
200740122

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 ser fortaleza y guía en todo momento, a mis padres por inculcarme los valores e ideales de vida, a mis hermanos por su paciencia y apoyo en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por darme la oportunidad de ser la persona que soy ahora, ser mi guía y fortaleza para terminar esta etapa.

MIS PADRES

Fabián Girón García y Marta Klarks por su apoyo, cariño y comprensión en mis planes y proyectos de vida, inculcándome que el esfuerzo y dedicación conducen al éxito.

MIS HERMANOS

Gerardo y Claudia por su apoyo incondicional, paciencia y amistad en el proceso de mi formación académica.

AMIGOS

Claudia, July y Rocío por apoyarme incondicionalmente y vivir momentos especiales de amistad sincera.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

AI CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE, por haberme permitido completar mis estudios a nivel técnico.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	vii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL

1.1	Antecedentes del problema	3
1.2	Planteamiento del problema	4
1.3	Objetivos	4
1.4	Hipótesis	4

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1	Localización geográfica	5
2.2	Vías de acceso	6
2.3	Geología regional	
	2.3.1 Estratigrafía regional (Bloque Chortí)	8
	a) Estratigrafía del Mesozoico	8
	1) Rocas intrusivas	8
	2) Grupo El Tambor	8
	2.1) Caliza Cerro de La Virgen	9
	b) Estratigrafía del Cenozoico	10
	1) Formación Guastatoya	10
	2.3.2 Columna estratigráfica regional	10
2.4	Tectónica	12
	2.4.1 Tectónica regional	12
	a) Falla Chixoy-Polochic	13
	b) Falla Motagua	13
	1) Generalidades	13
	2) Cinemática	14
	3) Sismicidad en El Progreso	14
2.5	Geomorfología	15
	2.5.1 Hidrología	15
	2.5.2 Clima y Vegetación	16
	2.5.3 Suelos	16
	2.5.4 Relieve	17

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1	Marco metodológico	19
	3.1.1 Etapa de recopilación y análisis bibliográfico	19
	3.1.2 Etapa de trabajo de campo	19
	3.1.3 Etapa de trabajo de laboratorio	20
	a) Método Michel Levy	20
	3.1.4 Etapa de gabinete	22

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Estratigrafía local	23
	4.1.1 Unidad de Diorita (Dta)	23
	4.1.2 Unidad de Caliza Marmolizada (cm)	26
	4.1.3 Unidad de Areniscas (Tg)	27
	4.1.4 Unidad de Cenizas Pomáceas (Qp)	29
	4.1.5 Unidad de Coluvión (Qp)	30
	4.1.6 Unidad de Aluvión (Qa)	31
	4.1.7 Columna lito-estratigráfica local	32
4.2	Geología estructural	33
	4.2.1 Lineamientos	33
	4.2.2 Pliegues	35
	4.2.3 Fracturas	37
	4.2.4 Grietas de tensión	38
	4.2.5 Fallas	39
	a) Fallas dextrales con componente normal	39
	b) Fallas inversas	40
	c) Fallas de rumbo	41
	1) Falla sinistral	41
	2) Falla dextral	42
4.3	Geomorfología	43
	4.3.1 Unidades geomorfológicas	43
	a) Unidad de origen denudacional	43
	1) Subunidad de lomas (Sl)	44
	2) Subunidad de escarpes (Se)	46
	3) Subunidad de facetas triangulares (Sft)	47
	4) Subunidad de deslizamientos rotacional (Sdr)	48
	5) Subunidad antrópica (Cantera) (San)	49
	b) Unidad de origen agradacional	50
	1) Subunidad de terrazas (St)	50
	a.1) Terrazas bajas inundables (Tbi)	50
	a.2) Terrazas altas no inundables (Tani)	51

2)	Subunidad de valles coluvio- aluviales(Svca)	52
----	---	----

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1	Descripción petrográfica y análisis de minerales	55
	5.1.1 Diorita	57
	a. Muestra MG-15	58
	b. Muestra MG-5	59
	5.1.2 Diques de Diorita de grano fino	60
	a. Muestra MG-8	61
	b. Muestra MG-11	62
	c. Muestra MG-16	63
	5.1.3 Diques de Granodiorta	64
	a. Muestra MG-13	65
	b. Muestra MG-7	66
5.2	Asociación mineralógica	67
	5.2.1 Plagioclasas	67
	5.2.1 Cuarzo	67
	5.2.3 Anfíboles	67
	5.2.4 Biotita	67
	5.2.5 Clinopiroxeno	68
	5.2.6 Ortopiroxeno	68
	5.2.7 Olivino	68
	5.2.8 Feldespato alcalino (Sanidina)	68
5.3	Variación mineralógica y textural	68
5.4	Diagrama de Streckeinsen	70
5.5	Diagrama de Streckeinsen para rocas gabroicas	71
5.6	Elipse de deformación local	72
5.7	Historia geológica y relieve actual	73
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA	79

ANEXOS

	Mapa Geológico	83
	Perfil A-A´	85
	Perfil B´-B	87
	Mapa de ubicación de muestras	89
	Mapa geomorfológico	91
	Hojas de laboratorio	93

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Abreviaturas y siglas	Descripción
An	Anortita
Biot	Biotita
°C	Grados centígrados
cm	Centímetros
Cm	Caliza Marmolizada
Cpx	Clinopiroxenos
DIGI	Dirección General de Investigación
dta	Diorita
E	Este
Hr	Hornblenda
km	Kilómetro
km ²	Kilómetro cuadrado
Lab	Labradorita
m	Metros
MAGA	Ministerio de Agricultura, ganadería y Alimentación de Guatemala
mm	Milímetros
N	Norte
NE	Noreste
NW	Noroeste
Op	Opacos
Plg	Plagioclasas
PPL	Luz polarizada plana
Qa	Aluvión
Qc	Coluviones
Qp	Ceniza Pomácea
Qz	Cuarzo
S	Sur
Sac	Subunidad antrópica. Cantera
SE	Sureste
Sdr	Subunidad de deslizamiento rotacional
Se	Subunidad de escarpes
Sft	Subunidad de facetas triangulares
Sl	Subunidad de lomas
St	Subunidad de terrazas
Svca	Subunidad de valles coluvio-aluviales
SW	Suroeste

Tani
Tbi
Tg
W
XPL

Terrazas altas no inundables
Terrazas bajas inundables
Areniscas
Oeste
Luz polarizada cruzada

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Localización del área de estudio	5
2	Mapa de accesos y ubicación del área	7
3	Columna estratigráfica de los bloques Maya y Chortí	11
4	Mapa tectónico regional	12
5	Terremotos históricos	15
6	Mapa de red de drenaje	16
7	Mapa fisiográfico de Guatemala	18
8	Esquema de la extinción	21
9	Curva de los ángulos de las maclas albitas	22
9	Columna litoestratigráfica local	33
10	Roseta de lineamientos	34
11	Mapa de lineamientos	35
12	Eje de pliegue	37
13	Roseta de grietas de tensión	38
14	Fallas dextrales normales en Calizas	40
15	Fallas inversas en Calizas y Dioritas	41
16	Fallas sinestrales en Calizas y Areniscas	42
17	Fallas dextrales en Dioritas	43
18	Mapa de ubicación de muestras	56
19	Variación textural y mineralógica	69
20	Diagrama de Streckeinsen para rocas intrusivas	70
21	Diagrama de Streckeinsen para rocas gabroicas	71
22	Elipse de deformación de movimiento sinestral	72

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Exposición de la Unidad de Diorita	25
2	Afloramiento de Caliza Marmolizada localizado en coordenadas <i>UTM</i> : norte 1642730, este 815325	26
3	Fotografías de Caliza Marmolizada	27
4	Afloramientos de areniscas localizada en coordenadas <i>UTM</i> : norte 1644630, este 812884	28
5	Fotografía de areniscas tomadas en 4x, localizada en coordenadas <i>UTM</i> : norte 1644630, este 812884.	29
6	Unidad de Ceniza Pomácea	30
7	Unidad de aluvión en coordenadas <i>UTM</i> : Norte 1643420, este 810480	31
8	Principales depósitos aluviales	32

9	Plegamiento abierto en caliza en coordenadas <i>UTM</i> : x:815130, y: 1642018	36
10	Fracturas en coordenadas <i>UTM</i> : x: 810113; y: 1643022	38
11	Lomas en Aldea Santa Lucía. Vista SW	44
12	Aldea Tierra Blanca	45
13	Erosión en cárcavas en Aldea Tierra Blanca	46
14	Escarpes en Carretera CA-9 con vista al Sur	47
15	Facetas triangulares con vista al SE	48
16	Deslizamiento ubicado en Carretera CA-8 con vista al Sur	49
17	Cantera de Caliza ubicada en coordenadas <i>UTM</i> X:809270, Y: 1643110	50
18	Río Guastatoya, vista NW	51
19	Terraza alta no inundable, Carretera CA-9	52
20	Valle aluvial en Aldea Tierra Blanca, vista SE	53
21	Río Guastatoya y lomas ubicadas al Sur de Guastatoya	54
22	Unidad de diorita localizada en coordenadas <i>UTM</i> : Norte 1644870, este 811650	57
23	Sección delgada MG-15	58
24	Sección delgada MG-5	59
25	Diorita de grano fino localizada en coordenadas <i>UTM</i> : norte 1642943, este 811843	60
26	Sección delgada MG-8	61
27	Sección delgada MG-11	62
28	Sección delgada MG-16	63
29	Granodiorita localizada en coordenadas <i>UTM</i> : norte 1642943, este 811843	64
30	Sección delgada MG-13	65
31	Sección delgada MG-7	66

RESUMEN

La investigación comprende el estudio de 20 km², ubicados al sur de la hoja topográfica de El Progreso. La metodología usada es de mapeo geológico, las actividades realizadas son: recopilación de información, exploración de campo, análisis de laboratorio, y trabajo de gabinete. Describiendo el área evaluada se identificaron 6 unidades litológicas siendo éstas: Diorita (dta), Caliza Marmolizada (cm), Areniscas (Tg), Ceniza Pomácea (Qp), Coluviones (Qc) y Aluvión (Qa).

En el área de estudio, aflora un cuerpo ígneo que presenta intrusiones de diques de diferente tamaño y color, al realizar análisis petrográficos se determinó una variación de textura y composición mineral. En base a las características de cada mineral y con la ayuda del diagrama de *Streckeinsen*, se determinó que el macizo rocoso es de roca diorita, la cual posee intrusiones de diorita de grano fino y granodiorita.

En el capítulo de geología estructural local, se determinó que el modelo de deformación local está dominado por fallas de movimiento sinistral, las cuales presentan esfuerzos compresionales al noreste y distensionales al sureste; el movimiento estructural regional se relaciona con la zona de Falla del Motagua.

La geomorfología se ha clasificado en unidades de origen denudacional y agradacional; las primeras se clasificaron en base a la erosión y meteorización, las segundas en base a la depositación y sedimentación.

INTRODUCCIÓN

El presente informe se basa en el análisis petrográfico del cuerpo ígneo intrusivo ubicado al suroeste de Guastatoya, El Progreso. Abarca 20 km², en donde se evaluaron rasgos litológicos, geomorfológicos y estructurales.

En el marco conceptual, los antecedentes del área de investigación desarrollan el planteamiento del problema, los objetivos y la hipótesis. También se describe la ubicación de la unidad de área, y se dan a conocer los aspectos generales de: Litoestratigrafía, tectónica y geomorfología.

La estratigrafía local posee unidades ígneas y sedimentarias, el sistema estructural es sinistral y la geomorfología observada se divide en unidades agradacional y denudacional. Relacionando toda la información y los estudios obtenidos, se muestra el análisis y discusión de resultados, el cual responde a los objetivos planteados, en las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

MARCO CONCEPTUAL

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

A lo largo de la zona de sutura del Motagua, se observa una serie de plutones de composición intermedia a ácida, proyectándose desde la parte norte de la ciudad de Guatemala hasta Izabal; la mayoría intruye rocas metamórficas. Algunos de estos intrusivos se encuentran metamorfizados y pertenecen al Complejo Las Ovejas del Paleozoico, sin embargo, otros son más recientes: del Cretácico hasta el Terciario¹.

Basándose en los mapas geológicos 1:250 000 de Guatemala IGM 1991 ND-15-8-Gg y 1:500 000 de la República de Guatemala, se estima que las unidades de roca existentes en el área son: Caliza Cerro de La Virgen (Albiano – Maastrichtiano), Diorita (Cretácico – Terciario), y la Formación Guastatoya (Plioceno).

El departamento de El Progreso, se encuentra afectado por la falla Cabañas, la cual esta segmentada principalmente por fracturas de tendencia norte-sur, lo cual genera un patrón de drenaje rectangular, con el Río Guastatoya. Hacia el sur de este sistema, donde aflora la Caliza Cerro

¹ Donnelly, T. Et-Al. *Northern Central America; The Mayan and chortis Block*. United States of America. Geological Society Of America. 1990.

de La Virgen, se manifiesta igualmente un patrón rectangular conformado por fracturas de orientación norte-sur, este-oeste.²

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué variaciones mineralógicas y petrográficas presenta el cuerpo ígneo ubicado al suroeste de Guastatoya, El Progreso?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Analizar la geología de un área de 20 Km² cartografiada a escala 1:25 000 en Guastatoya, El Progreso.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- a) Describir las características litológicas, estructurales y geomorfológicas que se observan en el área de estudio.
- b) Analizar los cambios mineralógicos del cuerpo ígneo ubicado al suroeste de Guastatoya, haciendo énfasis en el análisis petrográfico.
- c) Proponer el modelo preliminar de variaciones minerales y texturales.

1.4 HIPÓTESIS

El macizo rocoso de diorita que aflora al noroeste del área de estudio muestra variaciones mineralógicas y de tamaño de grano en diversos diques que la intruyen.

² Chiquín Yoj, Mauricio. *(Comp.) Geología del cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2003.

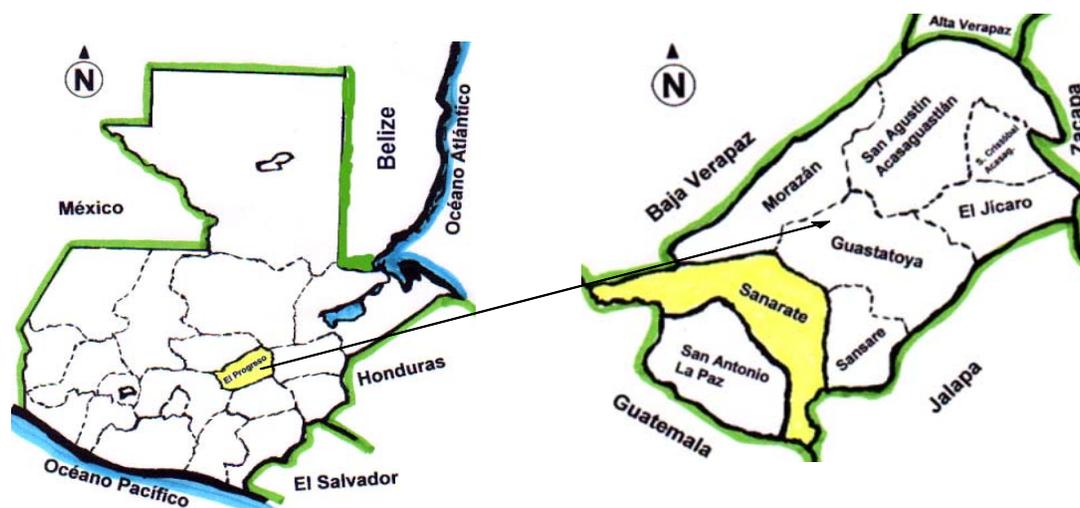
CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

2.1 Localización geográfica

La investigación tomó como base la hoja topográfica El Progreso, en el municipio de Guastatoya y sus alrededores (figura 1).

FIGURA 1
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



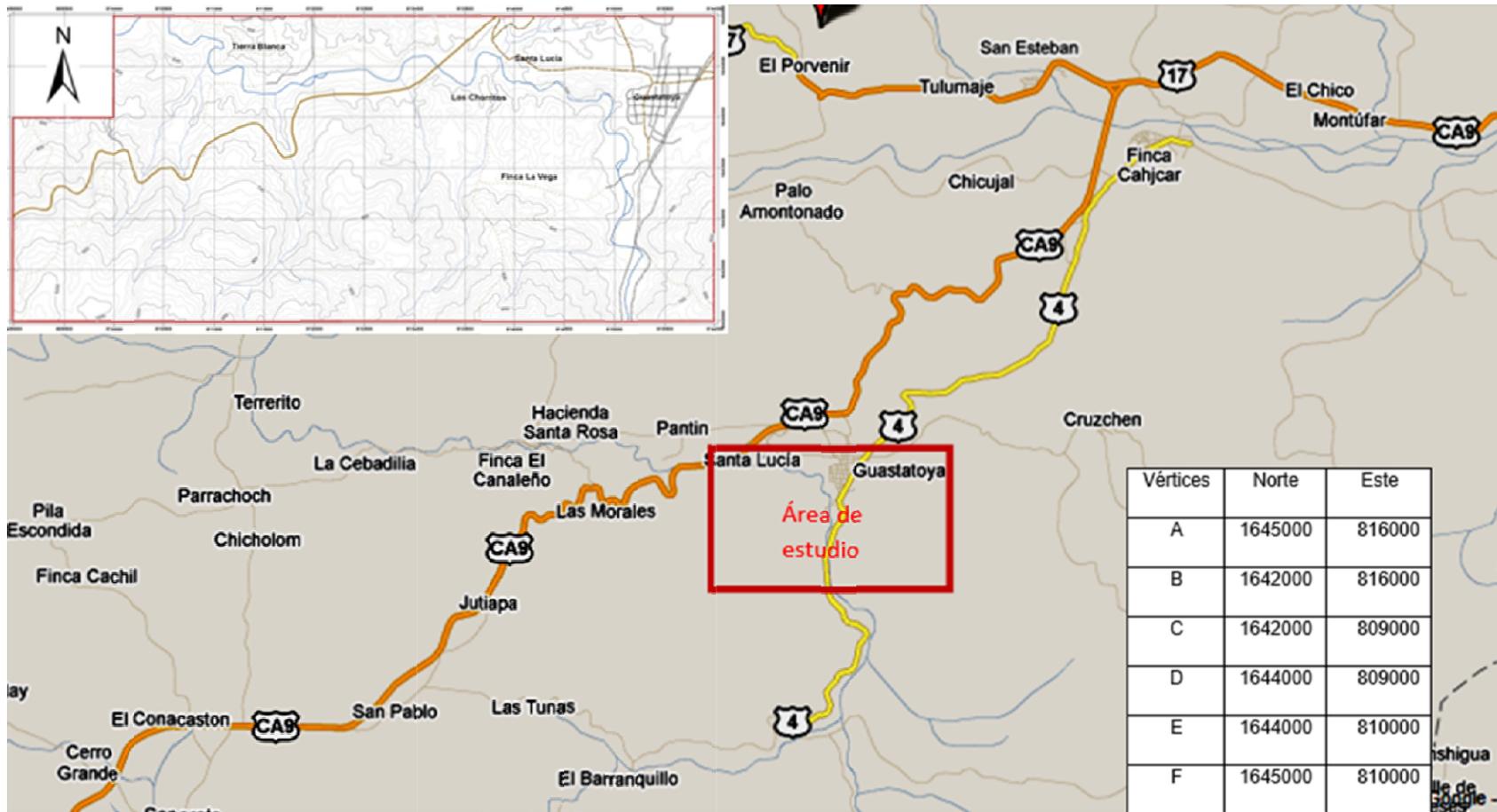
Fuente: Investigación de campo. Año 2012.

El área tiene una extensión de 20 km², la cual está delimitada por sistema de coordenadas *UTM*, Datum WGS 84, zona 15N, la ubicación del área se puede visualizar en la figura 2.

2.2 Vías de acceso

El municipio de Guastatoya se encuentra a 78 km de la ciudad capital, comunicado por la carretera CA-9. La distancia entre Guastatoya y Cobán es de 136 km comunicado por la carretera CA-14. Las vías de comunicación internas consisten en, veredas y caminos vecinales que conducen a las distintas fincas en los alrededores, como se observa en la figura 02.

FIGURA 2
MAPA DE AC CESOS Y UBICACIÓN DEL ÁREA



Fuente: Investigación de campo 2012

2.3 Geología regional

2.3.1 Estratigrafía regional (bloque Chortí)

a. Estratigrafía del Mesozoico

1) Rocas intrusivas

A lo largo de la zona de sutura del Motagua se encuentra una serie de plutones de composición intermedia a félsica, proyectándose desde la parte norte de la ciudad de Guatemala hasta Izabal; la mayoría intruye a través de rocas metamórficas. Algunos de estos intrusivos se encuentran metamorfizados y pertenecen al Complejo Las Ovejas del Paleozoico, sin embargo, otros son más recientes del Cretácico hasta el Terciario¹.

La diorita generalmente es de grano medio a grueso, hasta con un 40% de granos de minerales de color verde o negro, el resto son granos de tonalidades claras; la composición mineral consiste en hornblenda, andesina, microclina y biotita. Aparentemente la diorita ha producido metamorfismo de contacto con la sobreyacente Caliza Cerro de La Virgen².

2) Grupo El Tambor

La litología dominante en este grupo es serpentinita, pero las wacas son abundantes, los basaltos almohadillados y fragmentos de diques de diabasa también son extensos; los gabros, plagiogranitos, y peridotitas ligeramente serpentinizadas ocurren localmente. El *chert* y las calizas pelágicas están

¹Donnelly, T. Et-Al. *Northern Central America; The Mayan and chortis Block*. United States of America. Geological Society Of America. 1990.

²Chiquin Yoj Mauricio. (Comp.) *Geología del Cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2003.

interestratificadas con basaltos. Las anfibolitas y las eclogitas envueltas en serpentinita, forman áreas de afloramiento adyacentes a la zona de sutura del Motagua³. Los materiales sedimentarios asociados incluyen gruesas wacas (algunas de las cuales son volcanoclásticos) que están al menos interestratificadas en parte con flujos de basalto. Las secciones medidas en el área Sanarate muestran un 25% de metavolcánicos y 75% de metasedimentos. Según Lawrence (1975), los basaltos y la mayoría de anfibolitas tienen la composición de basaltos oceánicos de bajo contenido en K. Las filitas y esquistos encontrados son metagrawacas, algunas de las cuales son grafiticas. Algunas secciones de chert y wacas interestratificadas han sido tectónicamente pseudoconglomerados⁴. Dentro de este grupo se encuentra la Caliza Cerro de La Virgen.

2.1) Caliza Cerro de La Virgen

A la Caliza Cerro de La Virgen también se le llama "Caliza Sanarate", fué nombrada así por Wilson (1974), la misma posee un rudista de la subfamilia *Sauvagesiinae*. Esta Formación se presenta como una caliza altamente deformada y marmolizada con algunas intercapas filíticas⁵. El contacto inferior de la Caliza Cerro de la Virgen es una falla de cabalgamiento.

La Caliza Cerro de La Virgen se interpreta actualmente como un cuerpo alóctono obducido con otros cuerpos de corteza oceánica, durante la colisión de los Bloques Maya – Chortís. Esta unidad consiste en caliza, a veces dolomítica, de color gris a blanco, de grano fino, altamente cizallada, con estratificación

³ Donnely, T. Et-Al. *Northern Central America; The Mayan and chortis Block*. United States of America. Geological Society Of America. 1990.

⁴ Ibid., 3

⁵ Ibid., 3

consistente o indiscernible, con algunos lentes de filita calcárea de color negro a marrón. Los componentes minerales son calcita – dolomita – cuarzo detrítico - muscovita. En todo caso, la edad de formación de esta unidad, basado en su contenido está entre el Albiano al Maastrichtiano⁶.

b) Estratigrafía del Cenozoico

1) Formación Guastatoya

Fue descrita por Reeves (1967) y Bosc (1971) a partir de exposiciones al sur del río Motagua cerca de El Progreso. Lawrence (1975) describió rocas sedimentarias similares del cuadrángulo Sanarate, 15 km al sur del río Motagua. La Formación Guastatoya tiene un espesor máximo de 265 m. La litología dominante consiste en capas gruesas de conglomerados. Entre los clastos predomina localmente mármol, debris granítico, rocas metamórficas, o guijarros serpentínicos. En segundo plano predomina arenisca volcanoclástica⁷. El período de deposición de la Guastatoya pertenece al Plioceno.⁸

2.3.2 Columna estratigráfica regional

La columna estratigráfica regional de los bloques Maya y Chorti, se puede observar en la figura 3, la cual muestra que el Grupo Las Ovejas pertenecen al Paleozoico, Grupo El Tambor es Mesozoico, y la Formación Guastatoya es Cuaternaria.

⁶ Chiquin Yoj Mauricio. (Comp.) *Geología del Cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2003.

⁷ Donnelly, T. Et-Al. *Northern Central America; The Mayan and chortis Block*. United States of America. Geological Society Of America. 1990.

⁸ Ibid., 6

FIGURA 3
COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LOS BLOQUES MAYA Y
CHORTI

		Bloque Maya	Zona de Sutura del Motagua	Bloque Chortí
Cenozoico	Cuaternario	Unidades volcánicas cuaternarias (Chiapas)	Formación Guastatoya y otros depósitos sedimentarios	Unidades volcánicas cuaternarias
	Plioceno	Formación Carib		Hiatus
	Mioceno			
	Oligoceno			
	Eoceno	Formación El Bosque	Formación Subinal	Hiatus
	Paleoceno	Grupo Petén		
		Formación Sepur	Hiatus	
Mesozoico	Tardío	Formación Campur	Grupo El Tambor	Grupo Valle de Angeles
	Cretácico	Formación Cobán		complejo ofiolítico
	Temprano	Formación San Ricardo	? ?	
			Formación Todos Santos	
	Jurásico	Hiatus		Grupo Honduras
	Triásico			
Paleozoico	Permico	Formación Chocal		Hiatus
	Pens.	Grupo Santa Rosa		Formación San Diego
	Missis.	Formación Aguacate (Chiapas)		
	Devónico	Grupo Chuacús ? ?		? ?
	Silúrico			Grupo Las Ovejas
	Ordovícico			? ?
Cambrico				
Precámbrico				Banaderas

Fuente: Giunta – *The Motagua Suture Zone In Guatemala*. 2ª Edición. 2002. Modificaciones propias, 2015.

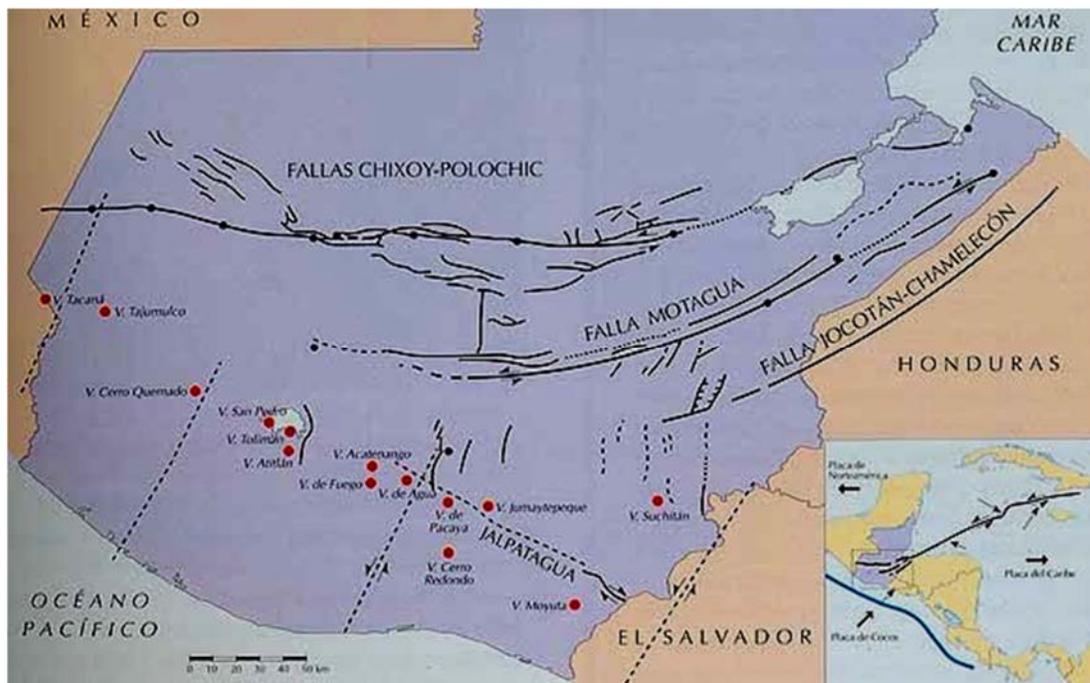
2.4 Tectónica

2.4.1 Tectónica regional

Desde el punto de vista tectónico, en el territorio nacional convergen tres placas tectónicas: Placa de Cocos en el sur, formando una zona de subducción en la costa del Pacífico; la Placa del Caribe, la cual ocupa toda la parte central del país, y sobre esta placa corre la totalidad del trazo de la línea; y la Placa de Norteamérica, ubicada en el norte del país.⁹

La figura 4 muestra las fallas que dominan el territorio nacional de Guatemala, y las estructuras que los esfuerzos de las mismas han generado en el transcurso del tiempo.

**FIGURA 4
MAPA TECTÓNICO REGIONAL**



Fuente: <http://maps.google.com/> 27 de febrero 2012

⁹ Geopetrol. *Volume 116*. 2 002.

a) Falla Chixoy-Polochic

Es una de las principales zonas de falla en Guatemala, ésta es paralela a la falla de Motagua situado unos 80 km al sur. Ambas zonas de fallas son extensiones terrestres de la fosa Caimán en el mar Caribe. Dicha falla forma 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.

b) Falla Motagua

La falla Motagua se visualiza al norte del área de estudio, presenta un comportamiento sinistral y pertenece al Mioceno¹⁰, su historia geológica domina el lugar.

1) Generalidades

Es una falla transformante, en Guatemala sigue el curso del Río Motagua, desde la costa del mar Caribe cruzando por Guatemala y Belice. Forma parte del sistema de fallas Motagua – Polochic, y tiene un movimiento de rumbo lateral izquierdo, haciendo parte del sistema de fallas que forman el límite entre la placa Norteamericana y la placa del Caribe. Esta falla divide dos terrenos muy diferentes: el Bloque Maya al norte y el Bloque Chortí al sur.¹¹

¹⁰ Chiquín Yoj, Mauricio. *(Comp.) Geología del cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2003.

¹¹ Geopetrol. *GEOPETROL 2002 Volume 116 of prace institutu gornictwa naftowego*. IGNG 2002. 697

2) Cinemática

El desplazamiento de rumbo total a lo largo de la falla de Chixoy-Polochic es cercano a los 130 km (Burkart, 1978), y ha ocurrido en los últimos 10.3 millones de años. Con base en estos valores, esta falla tiene una tasa de desplazamiento (promedio sobre largo periodo) de 13 mm por año.¹²

Poco se conoce sobre el desplazamiento de la falla de Motagua, sin embargo, el desplazamiento de depósitos sedimentarios recientes sugiere un desplazamiento entre 6 y 10 mm por año.¹³

3) Sismicidad en El Progreso

La Placa de Norteamérica se desplaza a lo largo de este sistema a una velocidad promedio de 2.2 cm por año, hacia el oeste. Durante el sismo del 4 de febrero de 1976, se verificó una ruptura de más de 250 km a lo largo de la Falla Motagua, con un desplazamiento horizontal de hasta 3.4 m; el desplazamiento vertical fue en promedio un 30% del desplazamiento horizontal.¹⁴

Por tratarse de una estructura regional mayor, el sistema Motagua posee una serie de fallas asociadas, tanto paralelas, como conjugadas resultantes.¹⁵ La figura 5 muestra los terremotos que han afectado el suroeste de Centro América, la fecha en que han ocurrido y las fallas que lo generaron.

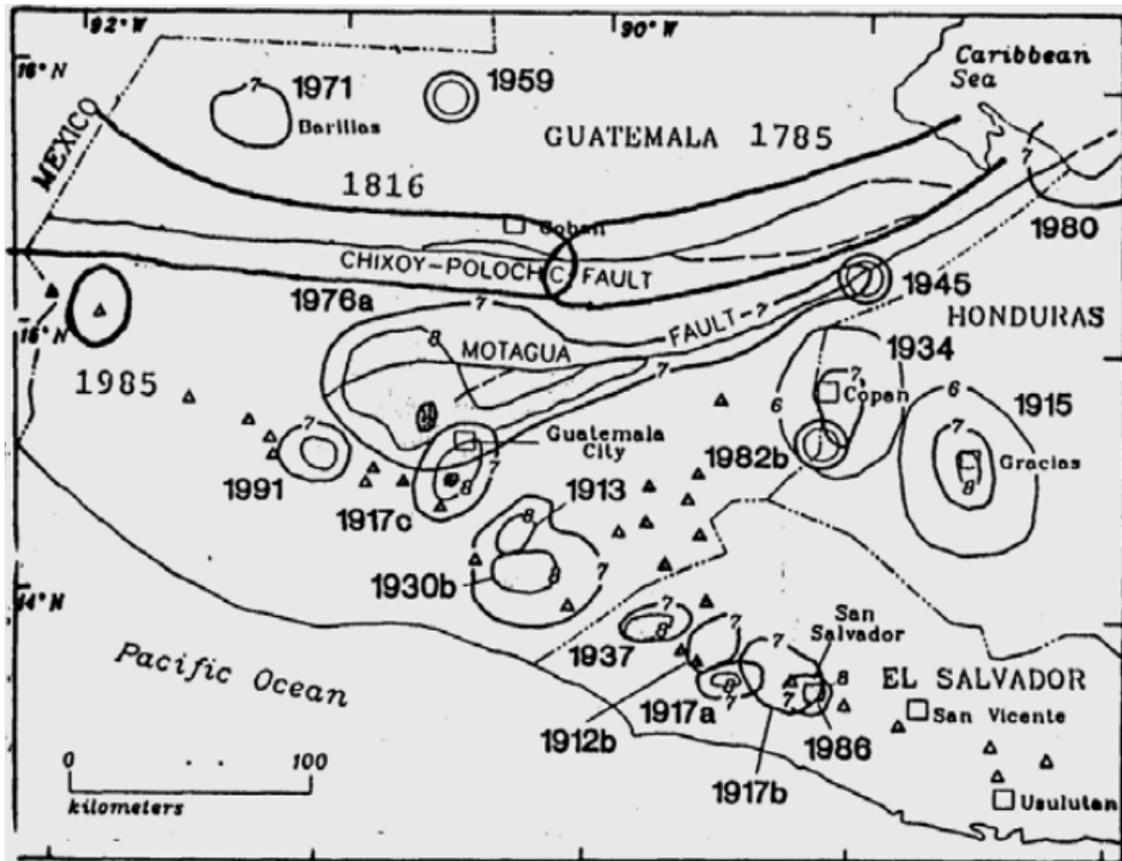
¹² Chiquín Yoj, Mauricio. *(Comp.) Geología del cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2003.

¹³ Geopetrol. *GEOPETROL 2002 Volume 116 of prace institutu gornictwa naftowego*. IGNG 2002. 697

¹⁴ Ibid., 13.

¹⁵ Ibid., 12.

**FIGURA 5
TERREMOTOS HISTÓRICOS**



Fuente: Villagrán, et al 1994. CATALOGO DE SISMOS. Geopetrol, 2002.

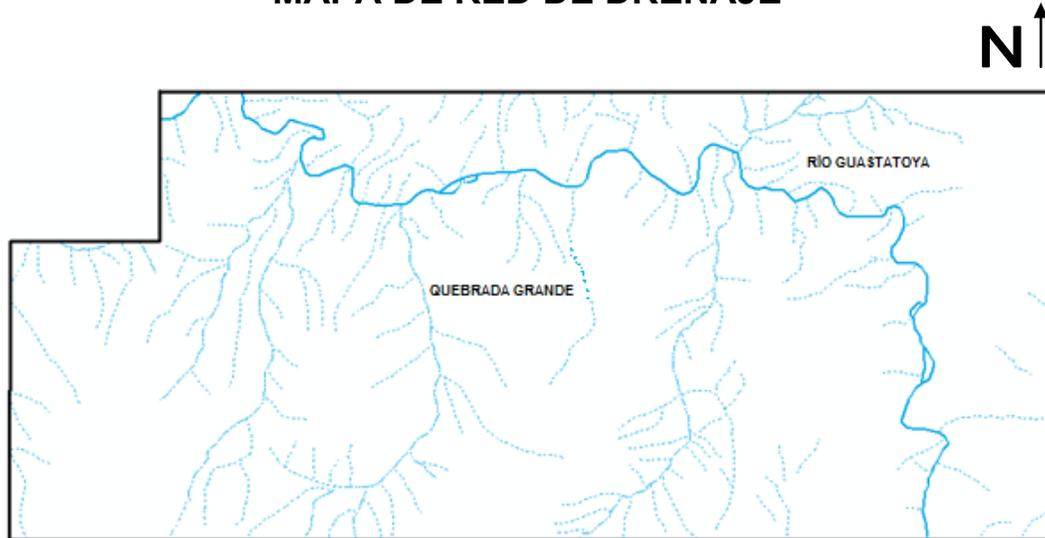
2.5 Geomorfología

2.5.1 Hidrología

La red de drenaje del área de investigación está originada por el Río Motagua, el cual drena hacia el Caribe; esta red está compuesta por el Río Guastatoya (meándrico y dendrítico), Quebrada Grande, y otras; lo cual indica que el drenaje es extenso¹⁶. En la figura 6 se puede observar el comportamiento del drenaje de dicha área de estudio.

¹⁶ Chiquín Yoj, Mauricio. *Geología del Cuadrángulo El Progreso*. Guatemala: DIGI, Usac/Cunor., 2003.

FIGURA 6
MAPA DE RED DE DRENAJE



Fuente: Investigación de campo. Año 2 012

2.5.2 Clima y vegetación

El clima del área de estudio es de bosque seco tropical y subtropical, los terrenos correspondientes a esta zona ecológica son generalmente de relieve plano a ondulado; se observaron dos tipos de climas: templado (al noreste de Guastatoya), cálido (en el casco urbano, al noroeste y suroeste del área de estudio). La biotemperatura media anual oscila entre 19°C a 24°C, y la precipitación oscila entre 300 y 500 mm.¹⁷

2.5.3 Suelos

Debido a que la mayor parte de los suelos del departamento son de bajos nutrientes, desde el punto de vista genético se clasifican en: I. Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos, II. Suelos

¹⁷ De La Cruz S., Jorge René. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala*

desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos y III. Suelos misceláneas de terreno¹⁸.

El grupo I se divide según la profundidad del suelo, el material madre y drenaje: A. suelos profundos sobre materiales de color claro, B. Suelos Poco profundos bien drenados, sobre materiales de color claro, C. Suelos poco profundos, mal drenados sobre materiales de color claro y D. Suelos profundos sobre materiales de color oscuro.¹⁹

El grupo II se divide según la profundidad del suelo y el material madre: A. Suelos profundos, B. Suelos poco profundos sobre esquisto y serpentina y C. Suelos poco profundos sobre caliza y esquistos.²⁰

Cabe resaltar que en el área de estudio se observaron suelos del grupo I de la clasificación A, B y C; y del grupo II de la clasificación C. Éstos se encuentran sobre materiales volcánicos y sedimentarios.

2.5.4 Relieve

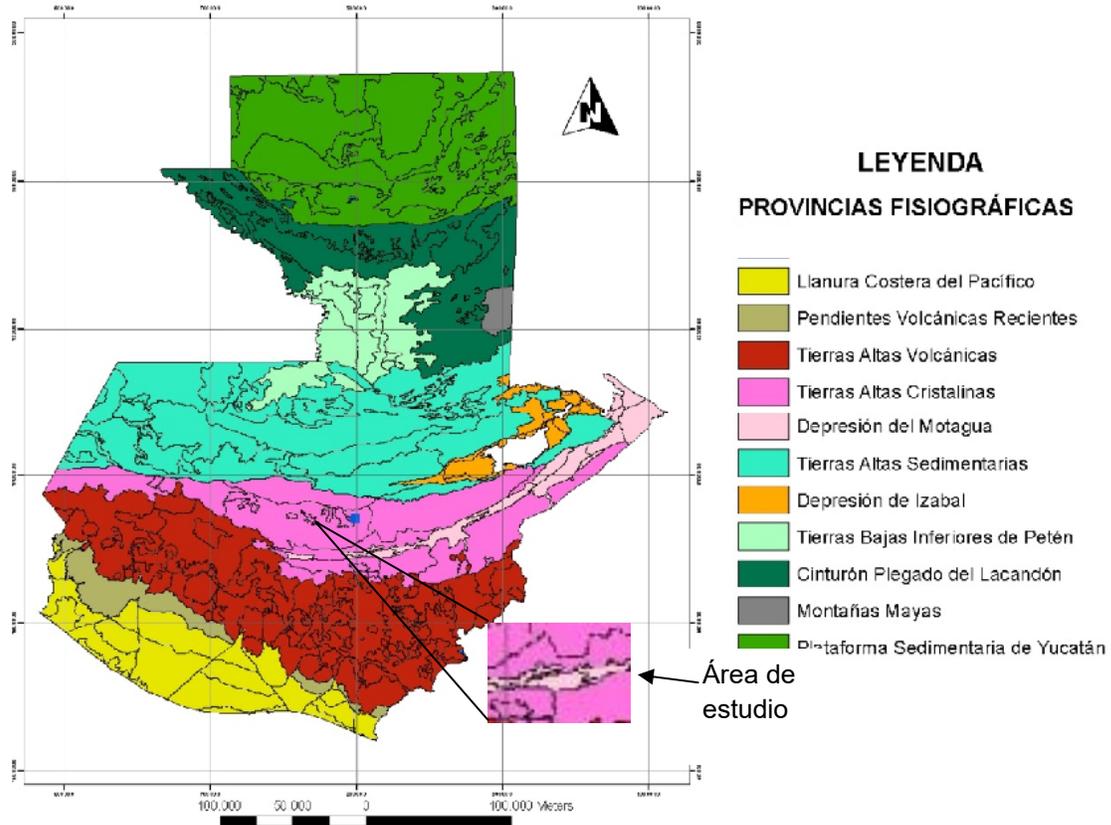
El mapa fisiográfico de Guatemala muestra las tierras altas y bajas en toda la República, así mismo sus depresiones y montañas; dicha clasificación fisiográfica se puede observar en la figura 7. El área de estudio tiene una clasificación de tierras altas cristalinas acompañada de depresiones del Motagua.

¹⁸ Simmons Charles S. Et-Al. *Clasificación De Reconocimiento De Los Suelos De La República De Guatemala*; Guatemala: Editorial José de pineda Ibarra 1959.

¹⁹ Simmons Charles S. Et-Al. *Clasificación De Reconocimiento De Los Suelos De La República De Guatemala*; Guatemala: Editorial José de pineda Ibarra 1959.

²⁰ Ibid., 19

FIGURA 7
MAPA FISIAGRÁFICO DE GUATEMALA



Fuente: MAGA. UPIE, marzo 2001. Modificaciones propias, 2012.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Marco metodológico

La investigación se desarrollo en 4 etapas las cuales inician con análisis bibliográfico y terminan con interpretación de los resultados obtenidos.

3.1.1 Etapa de recopilación y análisis bibliográfico

En esta fase se observó y analizó toda la información bibliográfica disponible relacionada con el área de estudio, por ejemplo: mapas topográficos, fotografías aéreas, orto fotografías, trabajos anteriores e información socio-cultural. También se elaboró un mapa base a escala 1:10 000, una lista de chequeo y un mapa de lineamientos a escala 1:25 000.

3.1.2 Etapa de trabajo de campo

Esta fase se inicio con la recopilación de datos de los rasgos estructurales, litológicos y movimientos de masa del área, se recolectaron muestras representativas del cuerpo ígneo tomadas en diversas coordenadas del área de estudio.

3.1.3 Etapa de trabajo de laboratorio

Con las muestras obtenidas en la fase de campo, se procedió a realizar el estudio petrográfico en base a secciones delgadas y muestras trituradas; donde se determinó el contenido mineralógico, la textura y fábrica a nivel microscópico para darle nombre a las rocas.

Para clasificar el tipo de roca se usó el Diagrama de *Streckeisen* para rocas plutónicas, para diferenciar las rocas que se clasifican en el mismo apartado se usó el diagrama de *Streckeisen* para rocas gabraicas. Para la evaluación de plagioclasas se usó la metodología de Michel Levy.

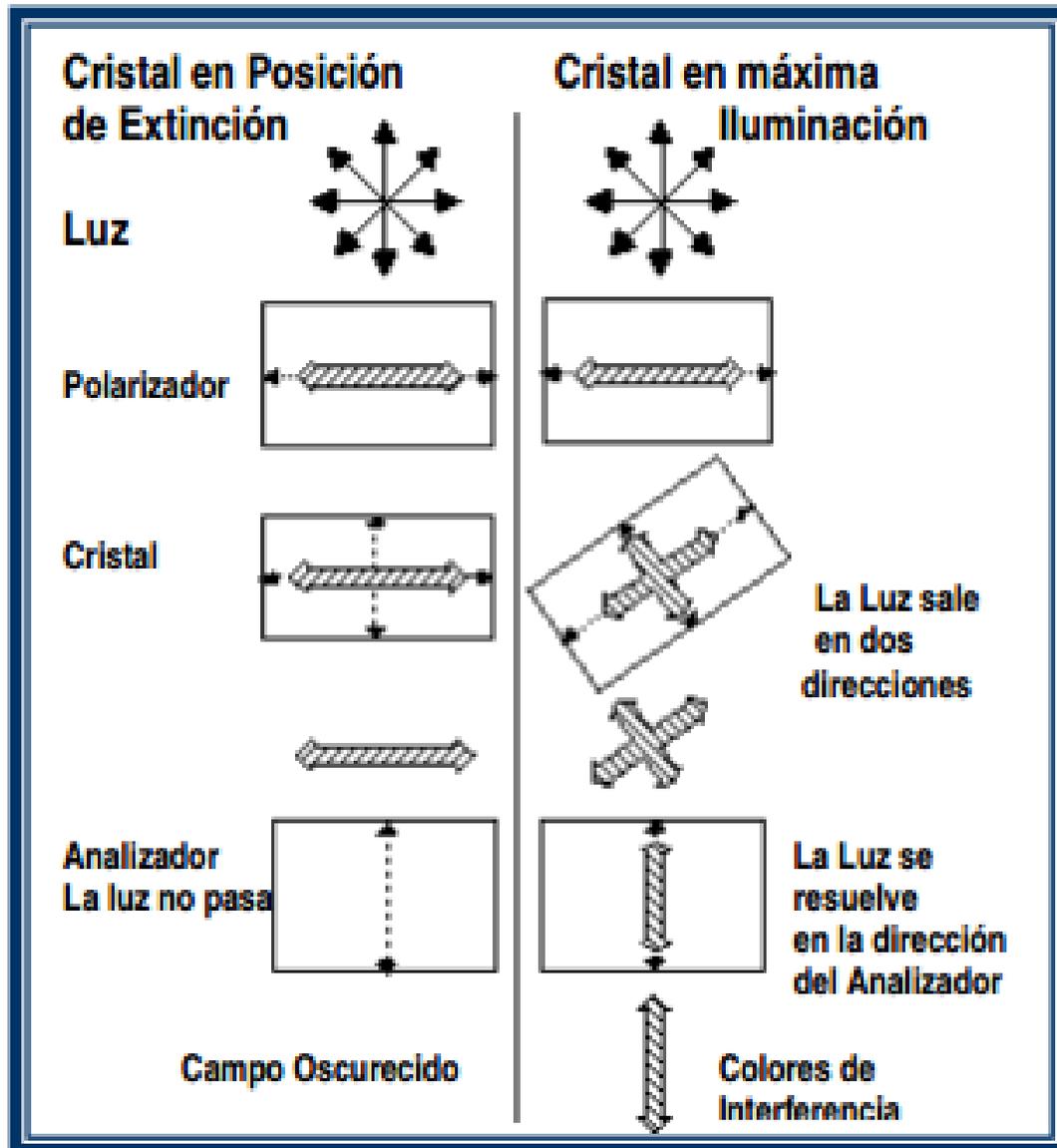
1) Método Michel Levy

El método Michel Levy se usó para clasificar las plagioclasas calco-sódicas que había en las muestras de roca, dicho método se basa en el ángulo de extinción positivo y negativo de la plagioclasa.

El ángulo de extinción es una propiedad óptica importante, la cual permite separar los minerales en nuevos grupos en función del tipo de extinción que presenten.

El concepto de extinción se visualiza en la figura 8 la cual indica que un mineral anisótropo bajo nicoles paralelos permite el paso de la luz desde un grado máximo llamado máxima iluminación, hasta un grado mínimo, donde no hay paso de luz. El efecto es que la luz es absorbida y el mineral se oscurece totalmente, así se define la extinción.

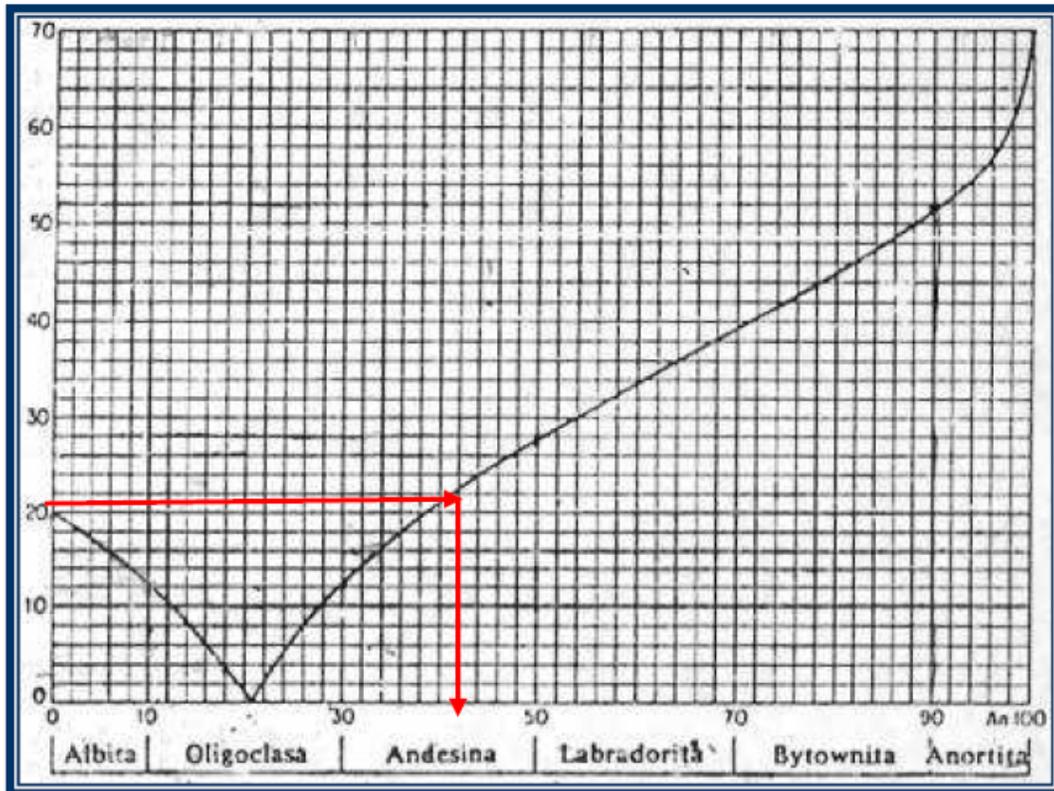
FIGURA 8
ESQUEMA DE LA EXTINCIÓN



FUENTE: Varela, Ricardo. *Manual de Geología*. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina. Volume 21. 2014.

Para clasificar el tipo de macla se estudia el ángulo de extinción que presentan, la base de esta clasificación se muestra la figura 9, donde indica el ángulo positivo de las plagioclasas con macla albita.

FIGURA 9
CURVA DE LOS ÁNGULOS DE LAS MACLAS ALBITAS



Fuente: Varela, Ricardo. *Manual de Geología*. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. Argentina. Volume 21. 2014.

3.1.4 Etapa de gabinete

En ésta última fase se desarrolló el análisis, interpretación, digitalización y creación, de mapas geológicos y geomorfológicos, todos éstos a escala 1:25 000; así mismo se elaboraron 2 perfiles geológicos presentando cortes longitudinales a escala 1:25 000.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Estratigrafía local

4.1 Unidades litoestratigráficas

En los 20 km² que conforman el área de estudio se identificaron 6 unidades litológicas en base a sus características, siendo estas: Diorita (Dta) con intrusiones de granodiorita, Caliza Marmolizada (Cm), Areniscas (Tg), Ceniza Pomácea (Qp), Coluvión (Qc) y Aluvión (Qal).

4.1.1 Unidad de Diorita (Dta).

Al este del área urbana de Guastatoya, sobre la carretera CA-9 que conduce hacia Sanarate-Guatemala, se observó un cuerpo ígneo intrusivo cuya extensión abarca 2,5 km², que representa 12,5% del área de estudio.

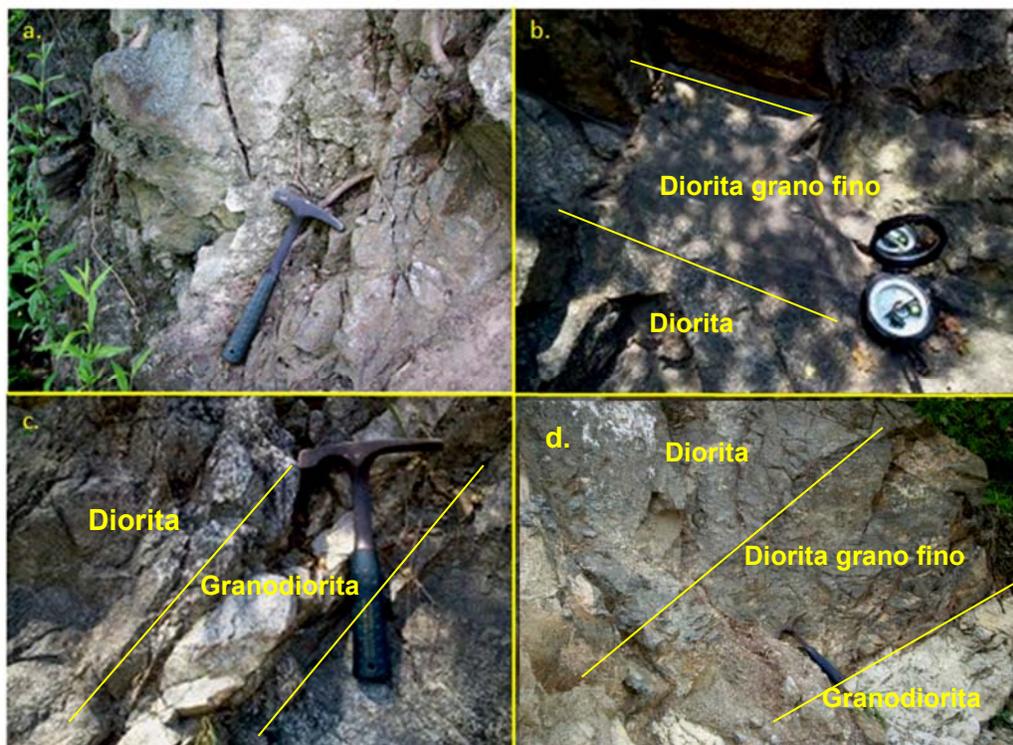
La mayor exposición se da sobre la carretera CA-9, así mismo en las orillas del río Guastatoya. Presenta meteorización de grado II hasta grado IV, debido a las condiciones climáticas del lugar (detalladas en capítulo 2).

Esta unidad presenta características de roca máfica, por lo cual se clasificó como Diorita. Su estructura es masiva con tamaño de grano medio a grueso inequigranular. Macroscópicamente presenta minerales máficos: hornblenda, piroxenos y plagioclasas. La roca sana presenta un color gris, que va gradando hasta gris oscuro (fotografía 1a).

El cuerpo rocoso diorítico está siendo afectado por diques de granodiorita (fotografía 1d). La mayor exposición de los diques verde oscuro, se da sobre la carretera CA-9 y al sur de la Quebrada Grande, presentan espesores de 0,30 m hasta 2 m, intruyen a la diorita en un plano 56/N23 y 37/N210, dichas estructuras se pueden observar en la fotografía 1b y 1d. Macroscópicamente se observaron plagioclasas, piroxenos y hornblenda.

Los diques de coloración clara se observaron sobre la carretera CA-9, intruyen al macizo rocoso en un plano 72/N190, a los diques de Diorita de grano fino en 39/N225, presentan espesores de 0,10 m hasta 1 m. Macroscópicamente presentan minerales como: cuarzo, feldespato potásico, biotita y hornblenda.

FOTOGRAFÍA 01 EXPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE DIORITA



a. Diorita. b. Diques félsicos intruyendo a Diorita. c. Diques de granodiorita intruyendo a Diorita. d. Dique de granodiorita intruyendo a Diorita.

Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks. Año 2 012.

Estratigráficamente se asume que esta unidad ígnea es de edad Cretácica¹, está siendo cabalgada por la unidad de caliza marmolizada en una orientación 65/N239. Está en contacto con las areniscas por medio de una falla sinistral, la cual se puede visualizar al noroeste del área de estudio.

¹ Donnely, T. Et-Al. *Northern Central America; The Mayan and chortis Block*. United States of America. Geological Society Of America. 1990.

4.1.2 Unidad de caliza marmolizada (cm)

La unidad de roca caliza marmolizada aflora al sur y suroeste del pueblo de Guastatoya, abarca 10,5 km² y representa 52,5% del área de estudio. Sus mejores afloramientos se pueden apreciar en la carretera secundaria que conecta a Guastatoya con Agua Salóbrega (fotografía 2) y a lo largo de la carretera CA-9 que conduce a Sanarate. Actualmente en dicha unidad hay una cantera, la cual está siendo explotada para usarla como material de construcción.

FOTOGRAFÍA 2 AFLORAMIENTO DE CALIZA MARMOLIZADA LOCALIZADO EN COORDENADAS UTM: NORTE 1642730, ESTE 815325

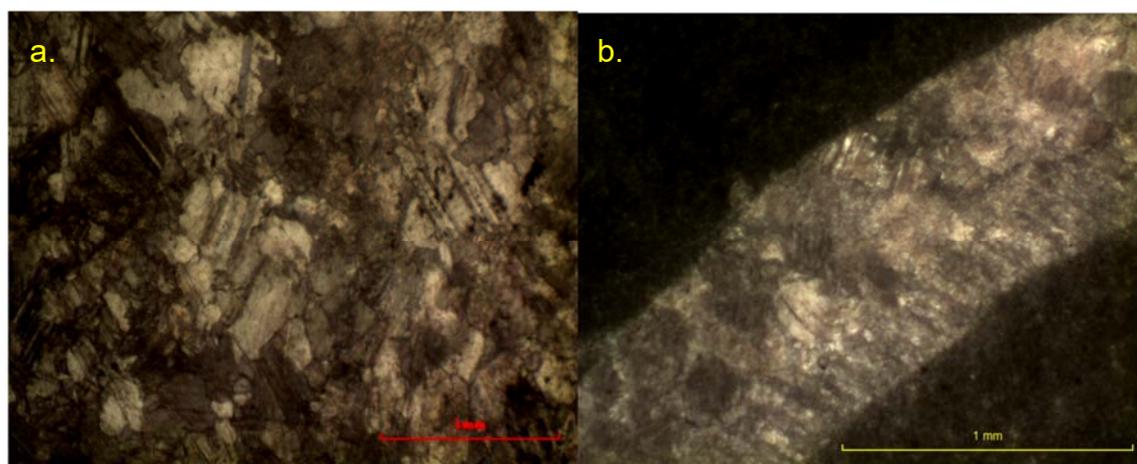


Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

Dicha roca está intemperizada y muy fracturada en algunas regiones. Macroscópicamente se puede observar que su composición es de calcita, al sur del pueblo presenta una matriz muy fina y numerosas vetas de calcita; los afloramientos ubicado al oeste muestran mayor contenido de vetas de calcita.

En la fotografía 3 se puede observar las vetas de calcita en sección delgada.

FOTOGRAFÍA 3 FOTOGRAFÍAS DE CALIZA MARMOLIZADA



a. Cristales de calcita con relieve moderado, incoloro a blanco perla, sistema euhedral. b. Vetas de calcita 0.080 m de grosor y matriz muy fina.

Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks. Año 2 012.

Esta litología presenta contacto fallado con la unidad de Diorita y discordante con las areniscas, su edad es del Albiano al Maastrichtiano². En base a las características litológicas se asume que esta unidad pertenece a la Formación de Caliza Cerro de La Virgen de edad Cretácica.

4.1.3 Unidad de areniscas (Tg)

Se localiza al noroeste de Guastatoya, abarca 1,75 km² y representa aproximadamente 8,75% del área de estudio. Su mayor exposición es al norte, en el camino secundario que conecta la carretera CA-9 con la aldea Tierra Blanca; presenta estratificación 41/N085, meteorización de grado II - III, con coloración superficial en escala de beige a café claro.

Se observaron estratos con espesores de aproximadamente 0,20 m (fotografía 4), debido al grado de meteorización no se pudo levantar la

² Giunta – *The Motagua Suture Zone In Guatemala*. 2ª Edición. 2002

columna estratigráfica correspondiente, además de encontrarse muy fracturada y alterada. Macroscópicamente está compuesta por cuarzo (40%), feldespatos potásico y fragmentos líticos.

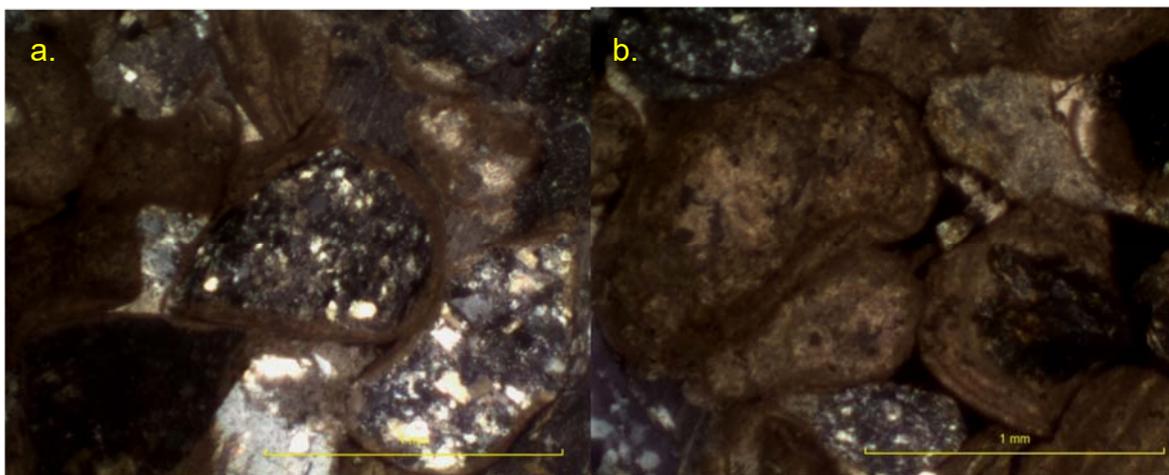
FOTOGRAFÍA 4
AFLORAMIENTOS DE ARENISCAS LOCALIZADA EN
COORDENADAS UTM: NORTE 1644630, ESTE 812884



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

En sección delgada (fotografía 5) las areniscas están compuestas por oolitos, estos se forman por precipitaciones de calcita en torno a un núcleo de cuarzo o carbonato.

FOTOGRAFÍA 05
FOTOGRAFÍA DE ARENISCAS TOMADAS EN 4X, LOCALIZADA
EN COORDENADAS UTM: NORTE 1644630, ESTE 812884



- a. arenisca oosparítica, clastos angulosos a subredondeados. b. oolitos de esparita, algunos ya han sido reemplazados por la calcita.

Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

Estratigráficamente la unidad es más reciente que la caliza marmolizada, pero más antigua que la ceniza pomácea. Sus variaciones laterales gradan de grano fino al norte y grano grueso al oeste del área de estudio. Con base a las características observadas se le correlaciona con la Formación Guastatoya, la cual posee una edad Terciaria – Cuaternaria. Se observa que su ambiente sedimentario es de tipo fluvial.

4.1.4 Unidad de cenizas pomáceas (Qp)

La ceniza pomácea se localiza en el centro, noroeste y suroeste de Guastatoya. Abarca 4,75 km² representando aproximadamente 23,75% del área de estudio. Sus mejores exposiciones se observan en el casco urbano de Guastatoya y en Tierra Blanca.

En la fotografía 6 se observa la exposición de esta unidad en las orillas del Río Gustatoya.

FOTOGRAFÍA 06 UNIDAD DE CENIZA POMÁCEA



a. Ceniza de color blanca con óxidos y fracturas. b. Se observa fragmentos de obsidiana.

Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

Los depósitos presentan fracturas y una gran variedad granulométrica. Macroscópicamente se puede observar que la muestra de mano de ceniza posee vidrio volcánico (obsidiana) y mica (flogopita).

Esta unidad es más reciente que las areniscas y es más antigua que el coluvión, presenta una discordancia con ambas unidades. Se estima que es de edad Cuaternaria, su transporte se define como material de caída.

4.1.5 Unidad de coluvión (Qc)

Se localizó en varias partes de la carretera CA-9, así mismo en el cerro El Pinal, abarca 0,63 km² de extensión espacial, equivalente a 3,15% de área de estudio.

Los coluviones se presentan como bloques de calizas meteorizadas, muy fracturadas y porosas. Se encuentran ubicados en los pies de laderas en áreas con pendiente de 30 a 35 grados. Su mayor exposición está sobre la CA-9. La fotografía 7 muestra la forma en que está expuesta dicha unidad en una quebrada al oeste de Guastatoya.

FOTOGRAFÍA 7
UNIDAD DE ALUVIÓN EN COORDENADAS UTM:
NORTE 1643420, ESTE 810480



Tomada por: Marta Concepción Giron Klarks, 2012.

La unidad de coluvión es discordante con la ceniza y con el aluvión, no presenta variaciones laterales de ningún tipo, y se le asume una edad Cuaternaria.

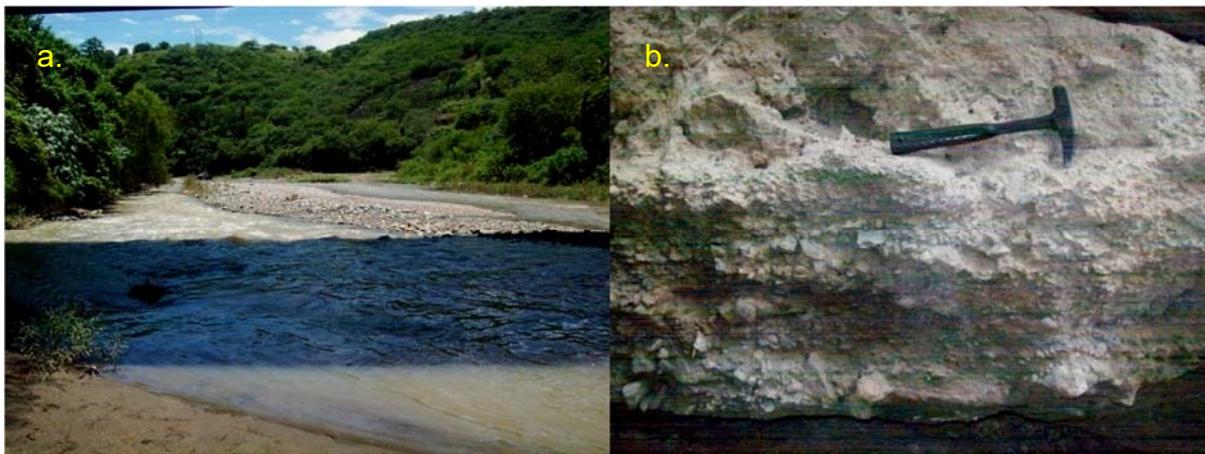
4.1.6 Unidad de aluvión (Qa)

La unidad de aluvión se observó a lo largo del río Guastatoya abarcando 1,63 km² equivalente al 8,15% del área de estudio. Dicho río presenta un curso bajo, donde la pendiente es escasa y el caudal aumenta en épocas de intensas lluvias. Cuando éste pierde velocidad, el agua no puede arrastrar los materiales y los sedimenta en las orillas. Está

compuesto por material detrítico transportado y depositado, se presenta en las planicies inundables y es material no consolidado (fotografía 8).

Entre los sedimentos se pudo observar material de rocas: Diorita, Granodiorita, Caliza, Filita, Pizarra, Vulcanoclásticos y rocas metamórficas. Los sedimentos presentan diversos tamaños que van desde cantos rodados hasta limos y arcillas.

FOTOGRAFÍA 8 PRINCIPALES DEPÓSITOS ALUVIALES



a. Aluvión depositado en las orillas del Río Guastatoya, mostrando un trayecto regular y poco caudaloso. b. Terraza observada en las coordenadas UTM: norte 1644450 y este 813825

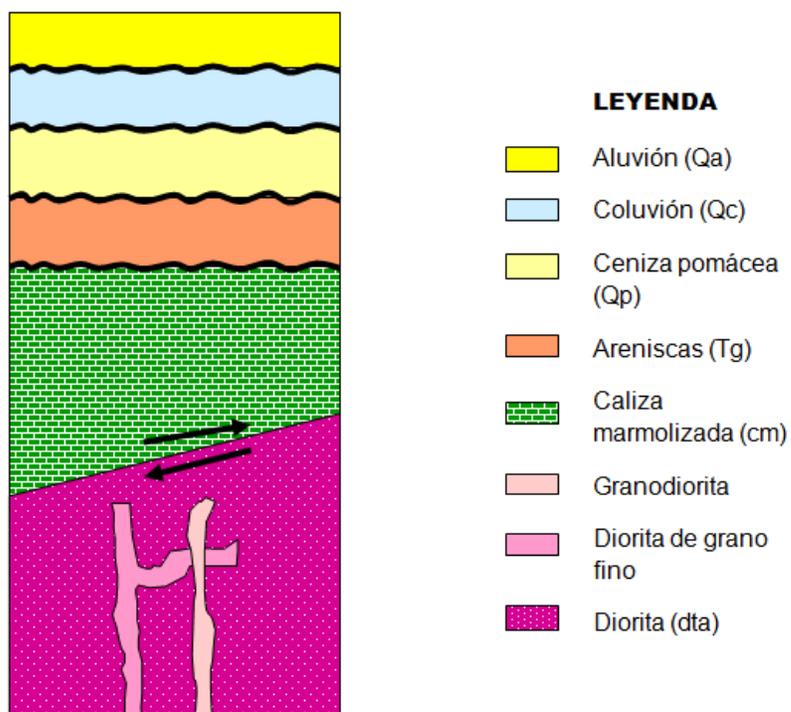
Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

La unidad de aluvión presenta contacto discordante con la de Coluvión, se le asigna una edad Cuaternaria y es la unidad más reciente hasta la actualidad.

4.1.7 Columna lito-estratigráfica local

La columna lito-estratigráfica local se puede observar en la figura 8, está representada por la unidad ígnea en la base y sedimentaria en el techo. El contacto entre la diorita y la caliza marmolizada es fallado, ambas son de edad contemporánea. La posición de las areniscas, ceniza pomácea, coluvión y aluvión se relaciona con sus edades aproximadas y con sus contactos, siendo todos de tipo discordante.

FIGURA 8
COLUMNA LITO-ESTRATIGRÁFICA LOCAL



Fuente: Investigación de campo. 2012.

4.2 Geología estructural

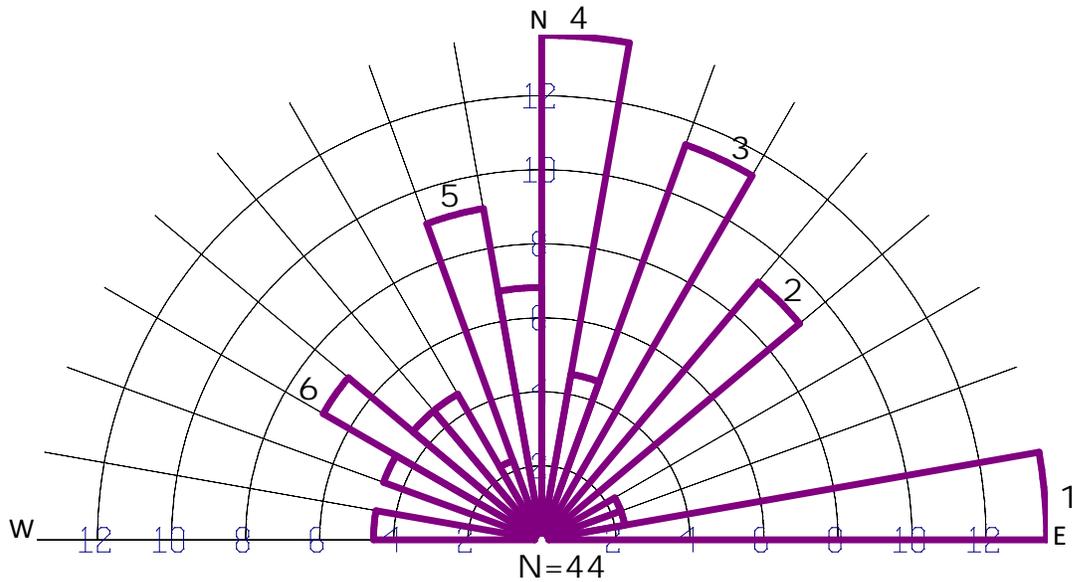
4.2.1 Lineamientos

Los lineamientos son figuras lineales a gran escala que en términos topográficos es una expresión de los rasgos estructurales, pueden comprender: Valles controlados por formaciones de fallas o de diaclasas; frentes de cadenas montañosas; montañas aisladas o cadenas de colinas y crestas estrechas. Sirven para definir zonas de falla, zonas de fractura, ejes de pliegue, intrusiones ígneas, líneas de volcanes o fisuras de erupción volcánica.

Antes del reconocimiento de área se trabajaron los lineamientos en base a fotos aéreas, en los cuales se pudieron observar las posibles

fallas, quebradas y ríos. Para lo cual a continuación se presenta el gráfico estadístico (figura 9) obtenido de esos lineamientos dando a conocer una orientación preferencial al norte y al este.

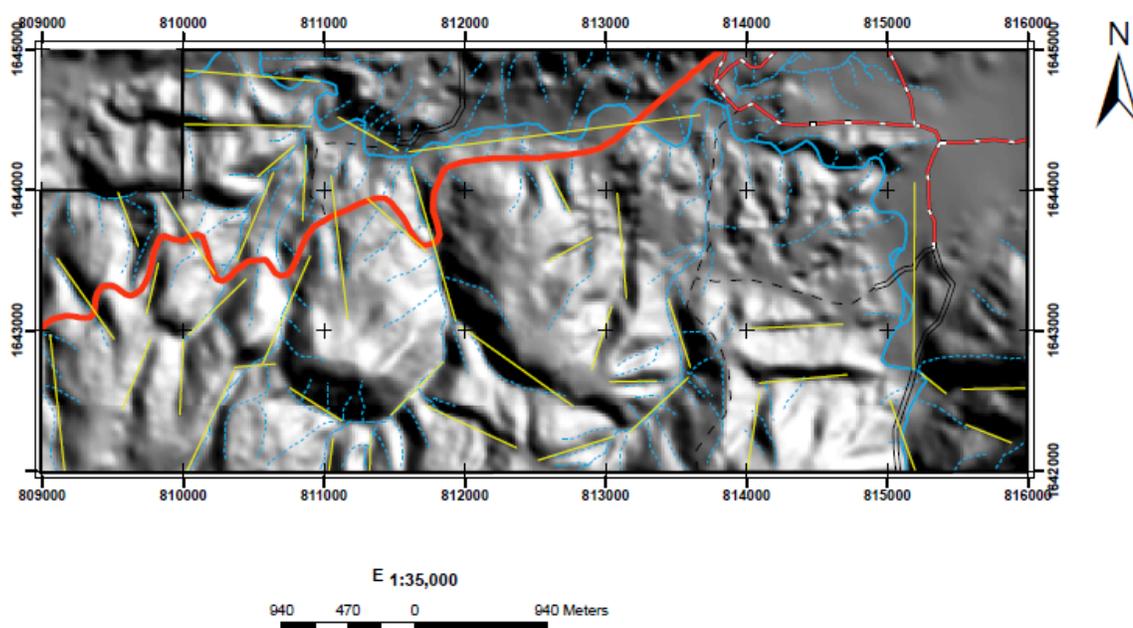
**FIGURA 9
ROSETA DE LINEAMIENTOS**



Fuente: Investigación de campo. 2012.

En base al mapa de lineamientos (figura 11), se elaboro un diagrama de rosetas (figura 10), los lineamientos procesados estadísticamente son 44, y dan como resultado 6 posibles orientaciones preferenciales de estructuras. El mayor número de estructuras posee esfuerzos orientados N-S y E-O.

FIGURA 11
MAPA DE LINEAMIENTOS



Fuente: Investigación de campo. 2012

4.2.2 Pliegues

Los pliegues son deformaciones de las rocas, se originan por esfuerzos de compresión (σ_1). En el área de investigación se observaron varios pliegues en la unidad de caliza marmolizada (Cm), cuyos ejes tienen orientaciones NE y NW; en la fotografía 9 se observa su exposición en el campo.

FOTOGRAFÍA 9
PLEGAMIENTO ABIERTO EN CALIZA EN COORDENADAS
UTM: X: 815130; Y: 1642018

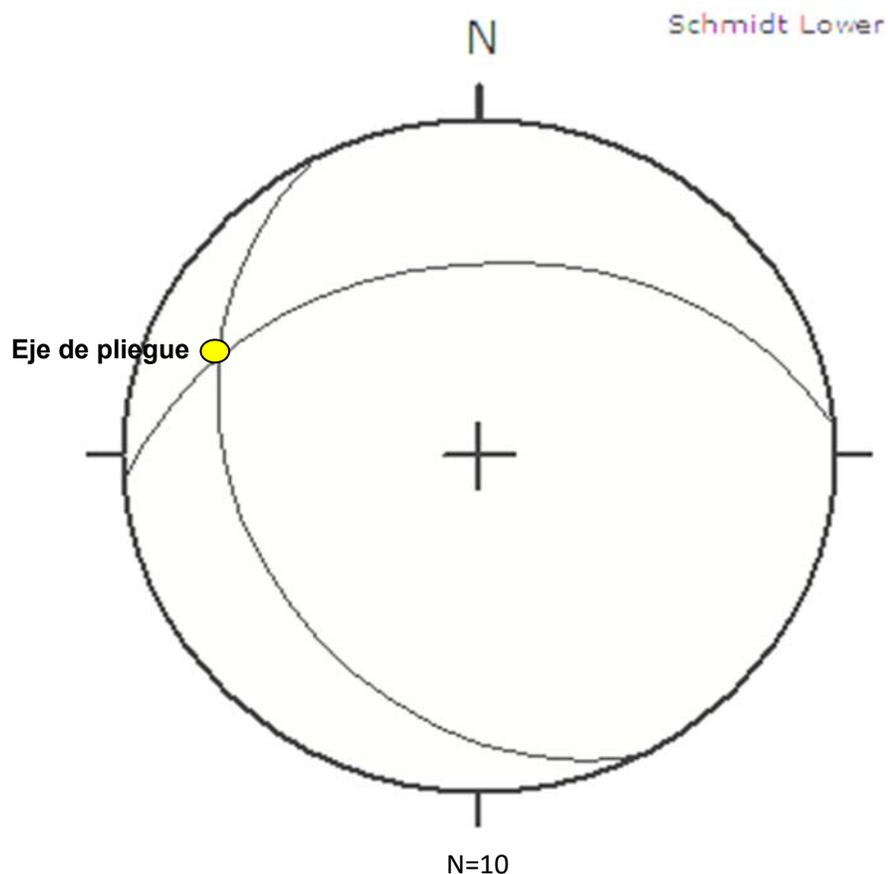


Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

El plegamiento sinforme observado en el área de estudio presentaba una dirección preferencial de flancos hacia el sureste, en base a sus formas se clasifican como pliegues abiertos, y sus estratos son de aproximadamente 0,15 m a 0,50 m.

En la figura 12, el eje de pliegue tiene una orientación preferencial 37/N299, mostrando posiblemente la presencia del sigma 3, en dicha orientación. El sigma 1 se estimó que se ubica en dirección 24/N209, haciendo esfuerzos de compresión.

FIGURA 12
EJE DE PLIEGUE



Fuente: Investigación de campo. 2012.

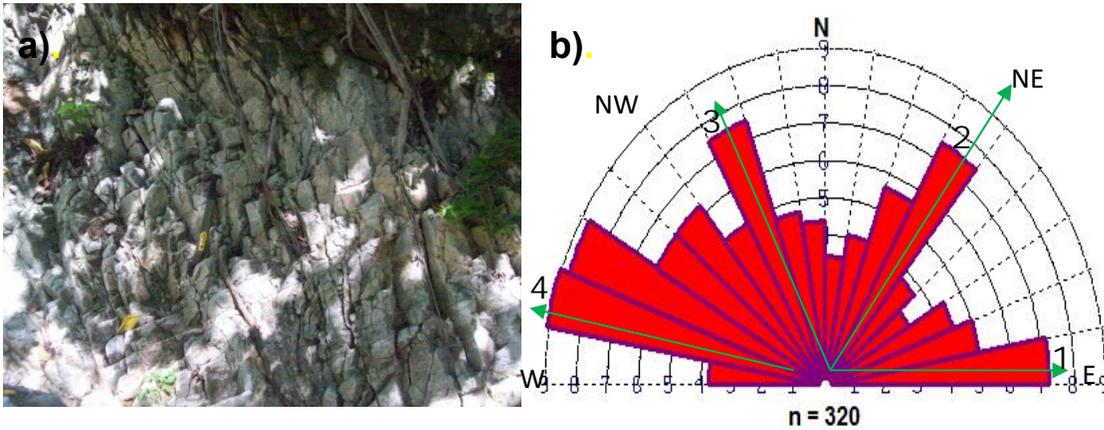
4.2.3 Fracturas

Las fracturas fueron tomadas en varias unidades, en calizas, calizas arenosas dioritas y ceniza, dando como resultado 4 familias, las cuales tienen direcciones preferenciales al noreste y noroeste. Se tomaron 320 fracturas en la etapa de campo.

En la fotografía 10 se observan varias familias de fracturas en la unidad de caliza marmolizada, así mismo el gráfico estadístico con las orientaciones preferenciales de las mismas, las cuales tienen relación con los lineamientos al NE y NW.

FOTOGRAFÍA 10

FRACTURAS EN COORDENADAS UTM: X: 810113; Y: 1643022



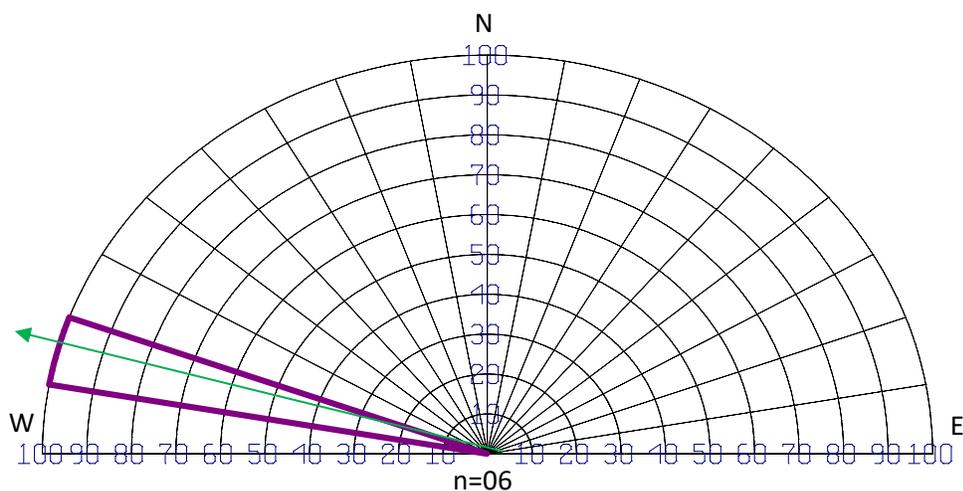
a) Fracturas expuestas en quebrada sobre la CA-9 cerca del pueblo de Guastatoya. b) Roseta de familias de fracturas, indicando 4 orientaciones preferenciales.

Fuente: Investigación de campo. 2012

4.2.4 Grietas de tensión

Las grietas de tensión se observaron en la unidad de areniscas y calizas arenosas, tienen una orientación preferencial al N 285, lo que coincide con la orientación de la familia número 4 de fracturas. Se interpretan esfuerzos de compresión al N015 y de distensión en N290 (figura 13).

FIGURA 13
ROSETA DE GRIETAS DE TENSION



Fuente: Investigación de campo. 2012

4.2.5 Fallas

Las fallas fueron medidas en las unidades de Caliza, Diorita, Calizas Arenosas y Ceniza; en varias se pudo observar el *pitch*, mientras que en otras fueron inferidas.

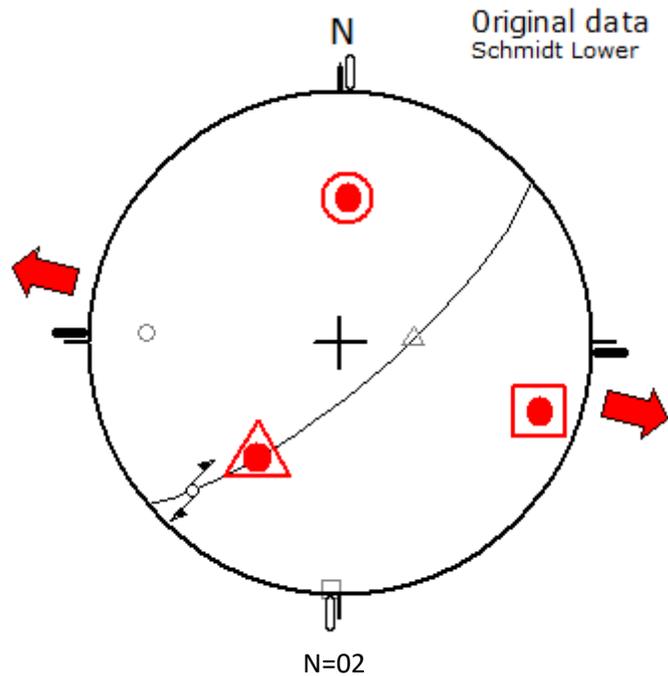
a. Fallas dextrales con componente normal

En el campo no se pudieron observar un gran número de fallas, puesto que el grado de meteorización de las unidades es alto y no hay muchas evidencias de la cinemática y tipos de fallas.

Usando como base 2 fallas dextrales con componente normal, se elaboró el estereograma de la figura 14, dando como resultado el esfuerzo principal de compresión en 42/N003, y distensión en 17/N109.

La figura 14 muestra las fallas dextrales normales en calizas, donde el círculo rojo presenta la ubicación de sigma 1, el triángulo rojo la de sigma 3 y el cuadrado rojo el sigma 2.

FIGURA 14
FALLAS DEXTRALES NORMALES EN CALIZAS



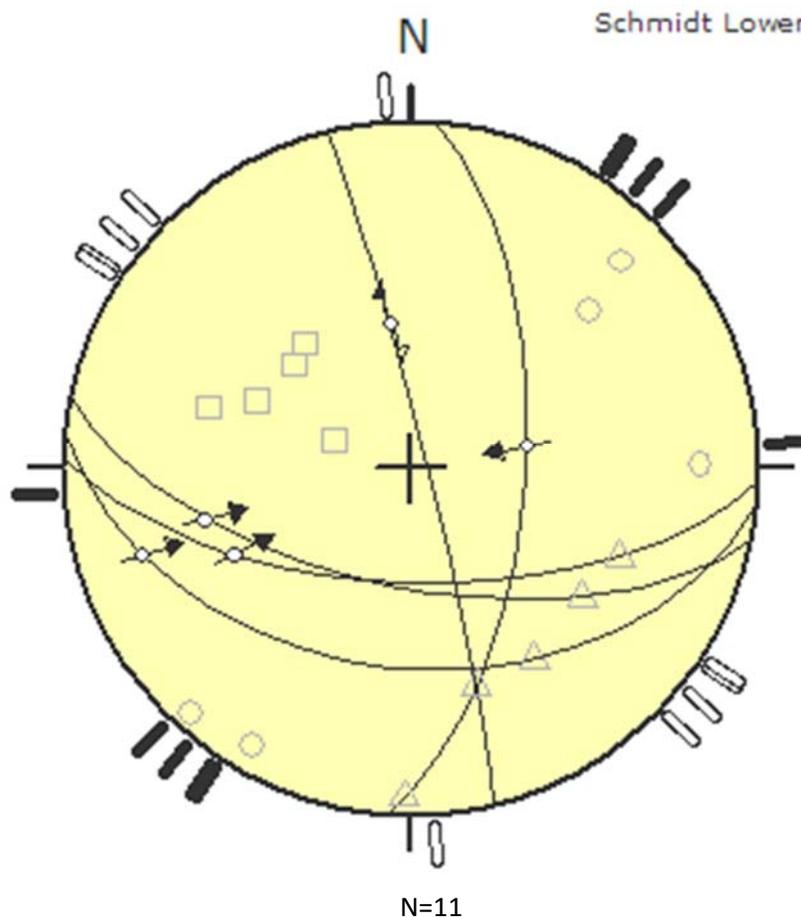
Fuente: Investigación de campo. 2012.

b. Fallas Inversas

Las fallas inversas muestran un movimiento cuando el techo sube y la base baja, en el campo se observaron estas fallas, en diferentes litologías como: Calizas Marmolizadas, Areniscas, y Dioritas.

La figura 15 presenta un estereograma en donde se observan esfuerzos de compresión en 13/N049 y distensión en 54/N301.

FIGURA 15
FALLAS INVERSAS EN CALIZAS Y DIORITAS



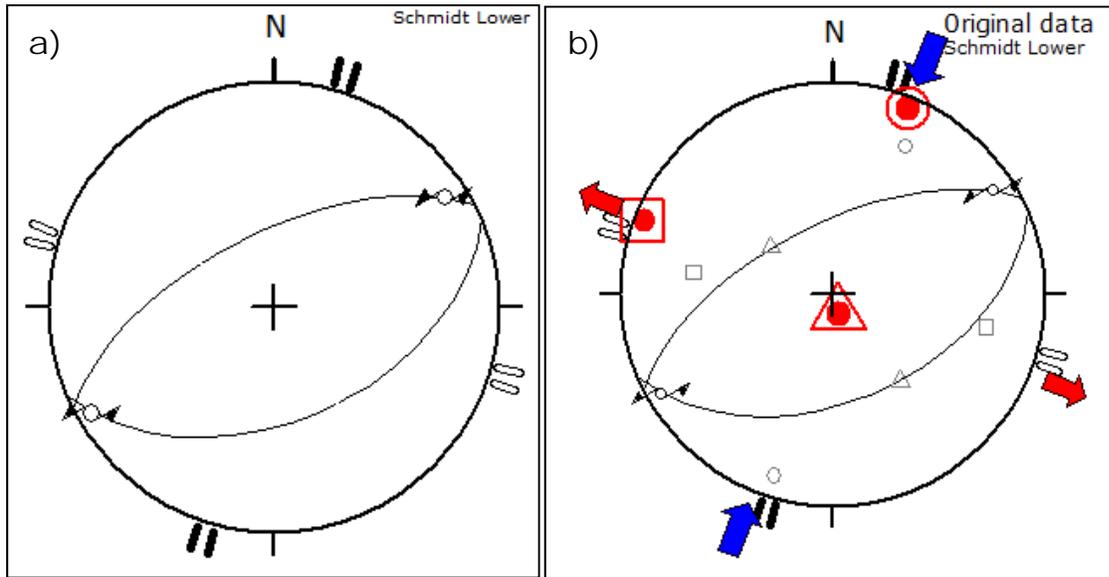
Fuente: Investigación de campo. 2012.

c. Fallas De Rumbo

1) Falla Sinestral

Las fallas sinestrales presentan un movimiento de rumbo, el movimiento se da cuando un bloque se mueve de forma horizontal acercando la masa rocosa izquierda y alejando la derecha.

FIGURA 16
FALLAS SINISTRALES EN CALIZAS Y ARENISCAS



Círculo rojo presenta la ubicación de sigma 1, el triángulo rojo la de sigma 2 y el cuadrado rojo el sigma 3.

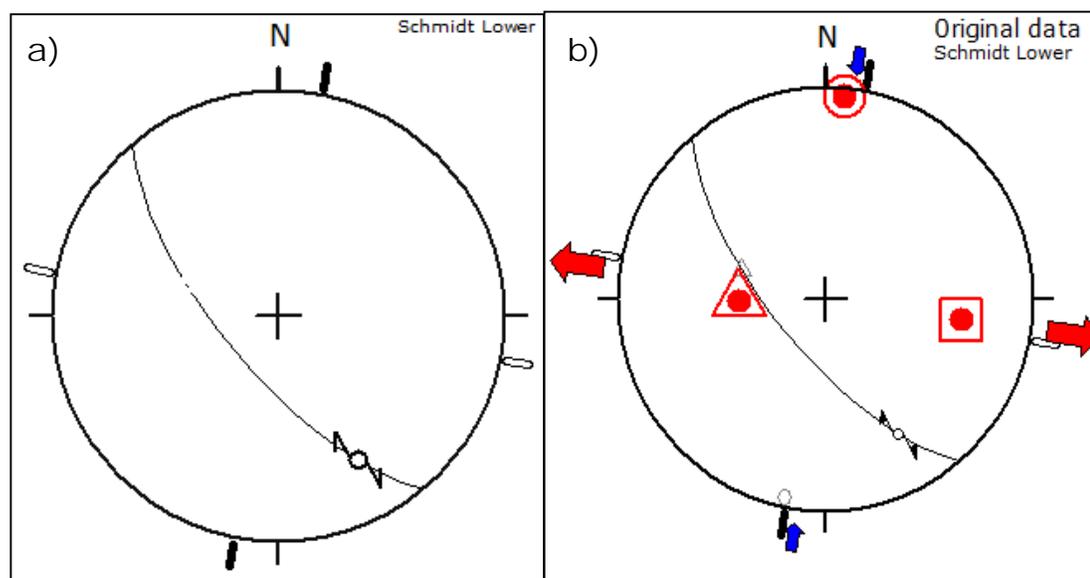
Fuente: Investigación de campo. 2012.

La figura 18 muestra diagramas trabajados en el software Win-tensor, éstos presentan un esfuerzo compresional en N22 y el distensional en N291. Las flechas de color azul en la figura 23b, indican la ubicación del esfuerzo dominante (sigma1).

2) Falla dextral

Las fallas dextrales fueron muy escasas en el área, se asocia a un evento local y no regional, interpretando la estéreo falsilla (figura 17) se observa que las direcciones de los esfuerzos principales son: sigma 3 NW-SE y sigma 1 NE-SW. La figura 17a muestra el movimiento de la falla, y la figura 17b, muestra flechas, las de coloración rojo indican el esfuerzo dominante (sigma 3).

FIGURA 17
FALLAS DEXTRALES EN DIORITAS



Círculo rojo presenta la ubicación de sigma 1, el triángulo rojo la de sigma 2 y el cuadrado rojo el sigma 3.

Fuente: Investigación de campo. 2012.

4.3 Geomorfología

4.3.1 Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas del área de estudio, fueron observadas en el campo, así mismo en fotografías aéreas y ortofotos. La geomorfología del área se distribuyó en 2 unidades geomorfológicas, siendo: las de origen denudacional y agradacional. Dichas unidades se dividen en subunidades, las cuales se pueden ver representadas en el mapa geomorfológico a escala 1:25 000 en el anexo V.

a. Unidad de origen denudacional

La unidad de origen denudacional se caracteriza porque presenta erosión y meteorización, esta se da en áreas donde las pendientes son abruptas y altas.

1) Subunidad de lomas (SI)

Las lomas son geoformas de pendiente baja y modean el relieve del terreno, en la parte central y este del pueblo de Guastatoya se observaron pequeñas lomas (fotografía 11), las cuales muestran un relieve suave, y están compuestas de ceniza pomácea. Dichas subunidades se ubicaron en el mapa geomorfológico (anexo V), como subunidad de lomas (SI)

**FOTOGRAFÍA 11
LOMAS EN LA ALDEA SANTA LUCÍA. VISTA SW**



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

Las mayores exposiciones se ubican en Santa Lucía y en la aldea Tierra Blanca (fotografía 12), las pendientes son de aproximadamente de 0 a 15 grados; lo que indica un relieve suave. Su drenaje es efímero, y se manifiesta sólo en el período de invierno.

FOTOGRAFÍA 12 ALDEA TIERRA BLANCA



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

En la subunidad de lomas se forma la erosión en cárcavas, la cual se muestra en la fotografía 13; se presenta en forma de zanjas poco profundas, éstas se pueden apreciar al NW de Guastatoya, en la aldea Tierra Blanca, se originan por la escorrentía y ausencia del suelo.

FOTOGRAFÍA 13 EROSIÓN EN CÁRCAVAS, EN LA ALDEA TIERRA BLANCA



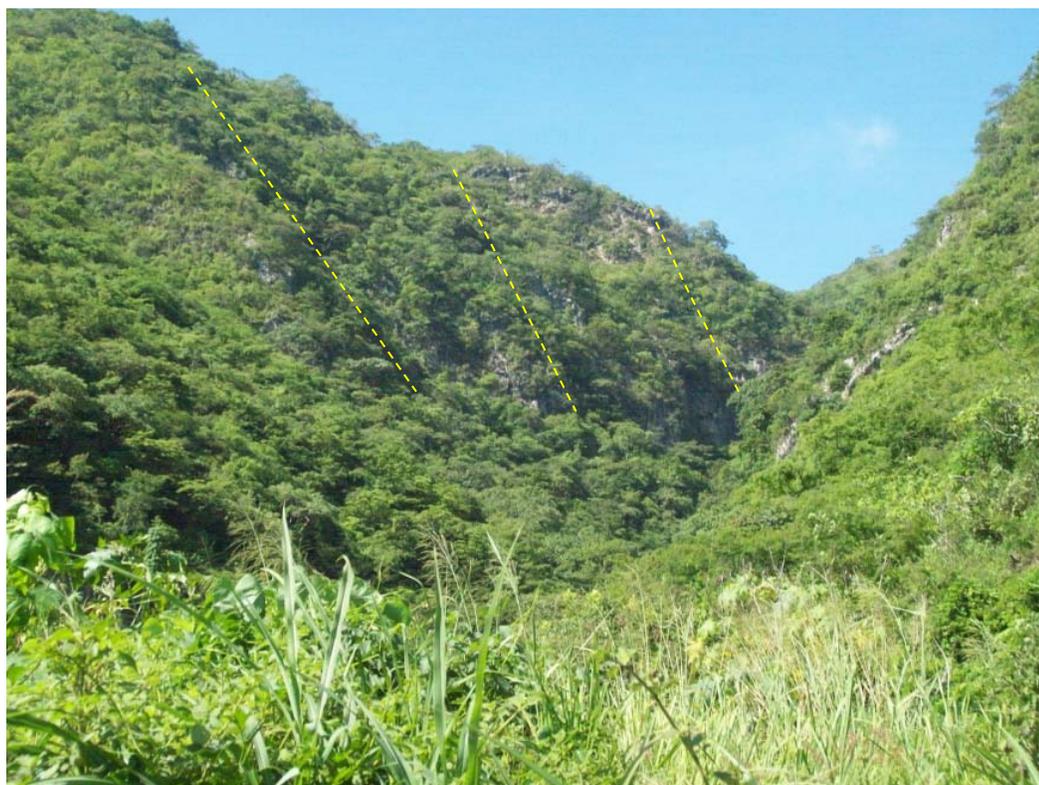
Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

2) Subunidad de escarpes (Se)

Los escarpes se observan desde la carretera CA-9, en el este del área de estudio, su único acceso es mediante una quebrada (ver mapa geomorfológico, anexo V). Se encuentran de 700 a 800 msnm, la pendiente es mayor a 45°. El drenaje es efímero, lo cual solo se activa cuando es tiempo de invierno. El suelo es de color café claro y está muy erosionado.

Estos escarpes cortan la continuidad de la ladera, en dicho lugar se presentan fallas inversas, las cuales hacen que la unidad de roca Caliza cabalque sobre la unidad de Diorita. En la fotografía 14 se pueden observar los escarpes en una quebrada.

FOTOGRAFÍA 14 ESCARPES EN CARRETERA CA-9, CON VISTA AL SUR.



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

3) Subunidad de facetas triangulares (Sft)

Las facetas triangulares son fenómenos geológicos y geomorfológicos, los cuales se producen por fallas que cortan las líneas de las cordilleras. Están presentes en zonas donde hay afluentes de agua como se puede ver en el mapa geomorfológico (anexo III). En el área de estudio se observaron

sobre la Carretera CA-9, presentan una altura de 650 msn y pendientes de 25 a 30 grados.

Estas facetas se presentan en la unidad de roca caliza (fotografía 15), la cual es Cretácica, la red de drenaje es efímera, su mayor exposición se da al este del área de estudio. Presenta un suelo de color café claro.

FOTOGRAFÍA 15 FACETAS TRIANGULARES CON VISTA AL SE



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

4) Sub-Unidad de deslizamiento rotacional (Sdr)

La mayor afluencia de deslizamientos fue observada en la Carretera CA-9, en las elevaciones de 700 a 800 msnm y pendientes de 30 a 35 grados estos se encuentran dentro de la

unidad de caliza. Tienen una dirección de flujo predominante al NW.

Esta sub-unidad geomorfológica, se encuentra en una zona de cizalla. El suelo es de color café claro, la vegetación es escasa y el drenaje es efímero, como se puede observar en la fotografía 16.

FOTOGRAFÍA 16 DESLIZAMIENTO UBICADO EN CARRETERA CA-9 CON VISTA AL SUR



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

5) Sub-Unidad Antrópica. Cantera (Sac)

Esta subunidad se encuentra al este del área de estudio, sobre la carretera CA-9, en donde hay pendientes de 25 a 30

grados y elevaciones de 700 a 800 msnm. Se expone en la unidad de roca caliza, el suelo tiene de 20 a 25 cm de grosor y es de color negro, como se puede observar en la fotografía 17. El material extraído se utiliza para construcción, esta es un área explotable económicamente.

FOTOGRAFÍA 17
CANTERA DE CALIZA UBICADA EN COORDENADAS
UTM X: 809270, Y: 1643110



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

b. Unidad de origen agradacional

Las unidades de origen agradacional se caracterizan por ser zonas de sedimentación, las cuales se ubican en pendientes bajas, donde los sedimentos pueden ser depositados.

1) Sub-unidad de terrazas (St)

a.1) Terrazas bajas inundables (Tbi)

Las terrazas bajas inundables se observaron en el Río Guastatoya, cuyo trayecto transita por el Puente Benque Viejo, en la Carretera CA-9, con elevaciones de 460 a 500 msnm, y pendientes de 0 a 5 grados. Los sedimentos se depositaron a los lados del cauce del río, donde la pendiente se hace menor y su arrastre disminuye.

En la fotografía 18 se puede observar el Río Guastatoya y planicies de inundación. La localización de las terrazas bajas inundables, se puede observar en el mapa geomorfológico (anexo III), en la subunidad de terrazas.

FOTOGRAFÍA 18 RÍO GUASTATOYA. VISTA: NW



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

a.2) Terrazas altas no inundables (Tani)

Las terrazas altas no inundables se observaron en la Carretera CA-9, son paleo terrazas puesto que el cauce del río no llega a esa elevación (650 a 690 msnm), se interpreta que fueron formadas por cauces antiguos.

Esta sub-unidad geomorfológica se encuentra dentro de la Unidad de Caliza, presenta una pendiente de 5 a 15 grados. La coloración del suelo es café claro y su espesor es de 0,15 m. Su exposición se puede observar en la fotografía 19. Se encuentra en la subunidad de terrazas en el mapa geomorfológico (anexo V).

FOTOGRAFÍA 19 TERRAZA ALTA NO INUNDABLE, CARRETERA CA-9



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

2) Subunidad de valles coluvio-aluviales (Svca)

Los valles aluviales se observaron al sur de la aldea Tierra Blanca, Guastatoya, El Progreso, en elevaciones que abarcan desde 460 a 540 msnm, y pendientes de 0 a 5 grados. Estos valles están constituidos por depósitos aluviales entre los cuales puede divagar el curso del río.

Sus características dependen de diferentes factores como el relieve y el caudal. Estos valles son más amplios que el mismo río (fotografía 20), los meandros dan lugar a un cauce aluvial mucho mayor, presentando una buena permeabilidad.

FOTOGRAFÍA 20 VALLE ALUVIAL ALDEA TIERRA BLANCA. VISTA SE



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012.

La fotografía 21 muestra lomas con geoforma oval, la cual está compuesta por ceniza pomácea, se mantiene cubierta por vegetación, así mismo se observa el trayecto regular y curvado del Río Guastatoya.

Su ubicación en el área de estudio, se puede observar en el mapa geomorfológico (anexo V).

FOTOGRAFÍA 21 RÍO GUASTATOYA Y LOMAS UBICADAS AL SUR DE GUASTATOYA



Tomada por: Marta Concepción Girón Klarks, 2012

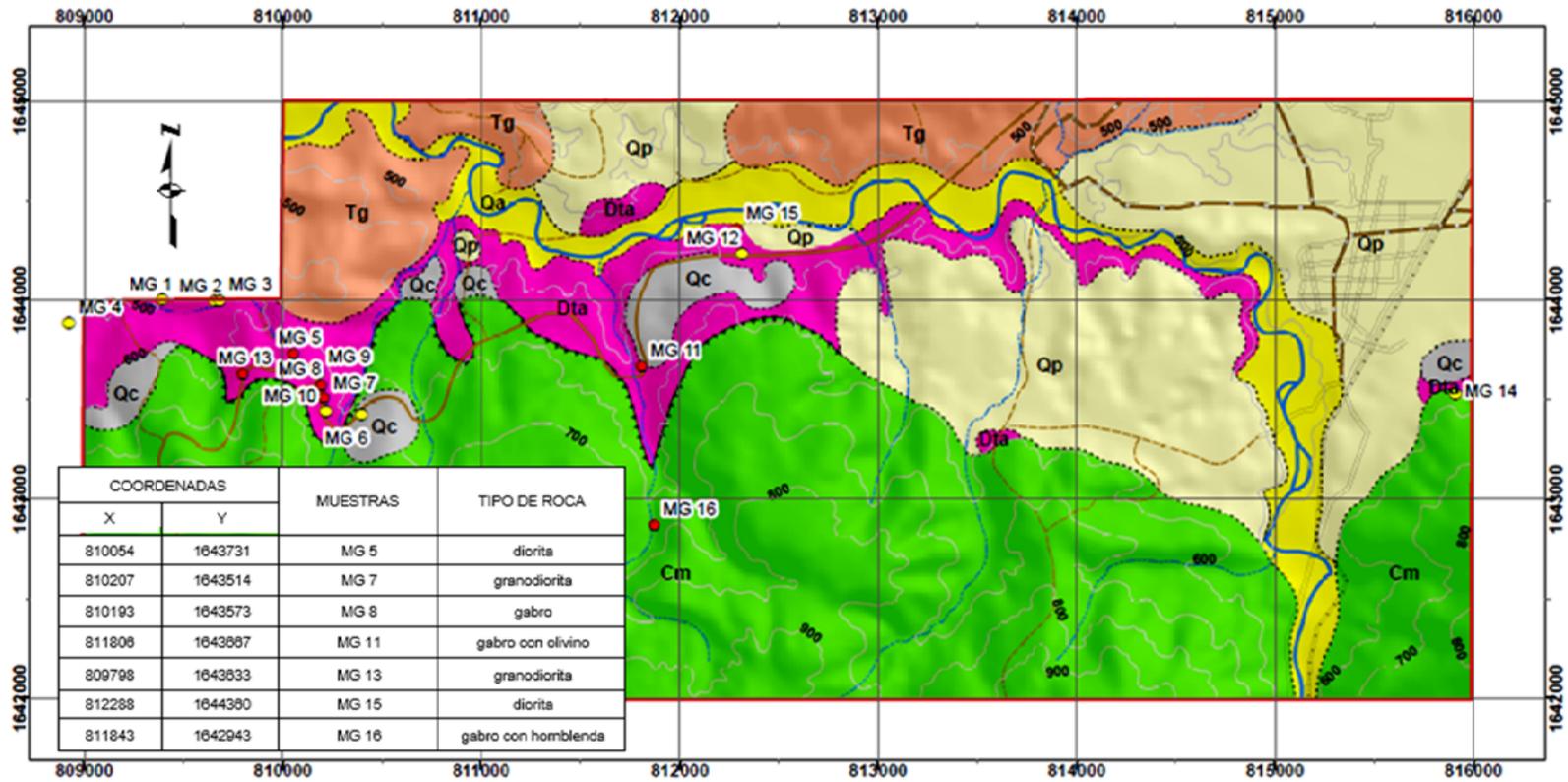
CAPITULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Descripción petrográfica y análisis de minerales

Con el fin de caracterizar y clasificar las rocas de la Unidad de Diorita, se elaboraron 7 secciones delgadas, las cuales se clasificaron en el cuadro en la figura 18 en donde se observa las coordenadas y tipo de roca de cada muestra estudiada, para comprender mejor la figura 18 se puede observar el mapa geológico (anexo I), y el mapa de ubicación de muestras en su escala 1:25 000 (anexo IV).

FIGURA 18
MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS



Fuente: Investigación de campo. 2012.

5.1.1 Diorita

Se ha llamado cuerpo intrusivo a la Unidad de Diorita (fotografía 22), ubicado al oeste del pueblo de Guastatoya. A nivel microscópico las rocas fueron clasificadas como Dioritas, con textura fanerítica inequigranular; la fase mineral predominante es la plagioclasa cálcico-sódica (45% - 47%), con cristales idiomórficos a subidiomórficos, escasamente zonados, la andesina se identificó por medio del método Michel Lévy ($An_{27} - An_{46}$) con un ángulo de extinción promedio de 35° .

FOTOGRAFÍA 22 **UNIDAD DE DIORITA LOCALIZADA EN COORDENADAS UTM:** **NORTE 1644870, ESTE 811650**



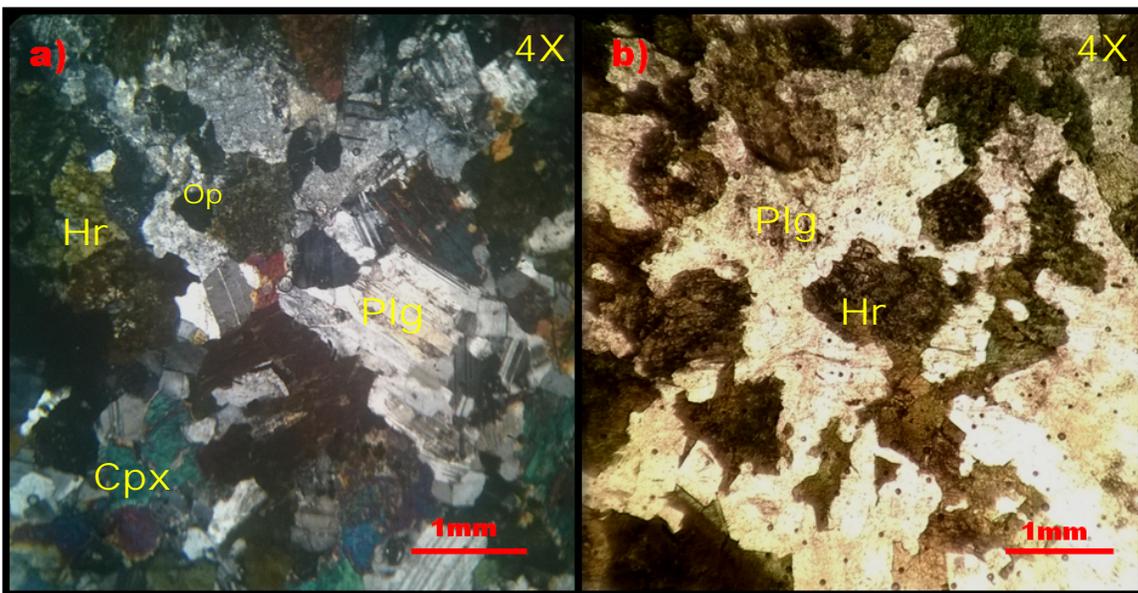
Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

a. Muestra MG-15

La muestra fue obtenida en las coordenadas Este: 812292 y Norte: 1644358, en una vereda que conduce de la Carretera CA-9 a la Aldea Tierra Blanca, pasando por el río Guastatoya. La textura es fanerítica inequigranular, holocristalina euhedral, con cristales de grano medio, como se muestra en la fotografía 23.

Esta roca presenta como minerales: Plagioclasas 45% (andesina 35% y oligoclasa 10%), hornblenda 30%, clinopiroxenos 7%, ortopiroxenos 5%, olivinos 4%, sanidina 4%, opacos 3%, otros 2%; los porcentajes se trabajaron en el triángulo de Streckeinsen dando como resultado una roca Diorítica (ver anexo VI).

**FOTOGRAFÍA 23
SECCIÓN DELGADA MG-15 ANALIZADA**



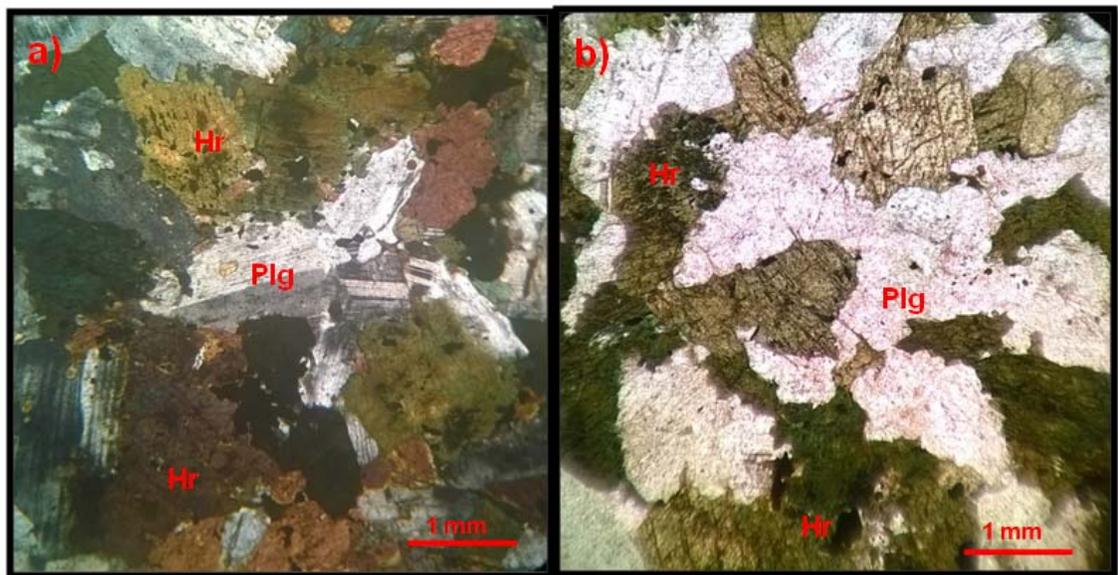
a. Plagioclasas (Plg) con ángulos de extinción entre An_{25} - An_{48} , hornblenda (Hr) de color marrón y verde, clinopiroxenos (Cpx), y opacos (Op) vista en xpl. b. Imagen en ppl, muestra la coloración parda los anfíboles tipo hornblenda (Hr), de color blanca plagioclasas calcosódicas (Plg) como andesina y oligoclasa.

Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

b. Muestra MG-5

La muestra fue extraída en las coordenadas: Este: 810054 y Norte: 1643731; sobre la carretera CA-9 que conecta el pueblo de Guastatoya con Sanarate. Mineralógicamente está constituida por: Plagioclasas 47% (andesina 34% y oligoclasa 13%), hornblenda 33%, ortopiroxenos 6%, clinopiroxenos 5%; minerales esenciales: Sanidina 4%, opacos 3%, otros 2%. De acuerdo a los porcentajes y al triángulo de Streckeinsen se clasifica como Diorita. La textura general es fanerítica inequigranular, holocristalina con cristales de grano medio, como se muestra en la fotografía 24.

FOTOGRAFÍA 24 SECCIÓN DELGADA MG-5



a. Macla de albita (Plg) al centro de 2 caras, de color blanco con relieve medio, hornblenda (Hr) de color marrón y presencia de opacos de color negro, vista en xpl. b. oligoclasa (Plg) de color blanco con relieve bajo, Hr de color verde y presencia de opacos, vista en ppl.

Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

5.1.2 Diques de Diorita de grano fino

Su mayor exposición se da sobre la carretera CA-9 (fotografía 25). Es de color verde oscuro y de grano fino, se encuentra en contacto intrusivo con la diorita de grano medio en un plano 37/N210. Su textura general es fanerítica equigranular; la fase mineral predominante es la plagioclasa (30% - 56%) como Bytownita y Labradorita; su composición se determinó por medio del método Michel Lévy ($An_{54}-An_{77}$) con ángulo medio de 65° .

FOTOGRAFÍA 25 DIORITA DE GRANO FINO LOCALIZADA EN COORDENADAS UTM: NORTE 1642943, ESTE 811843

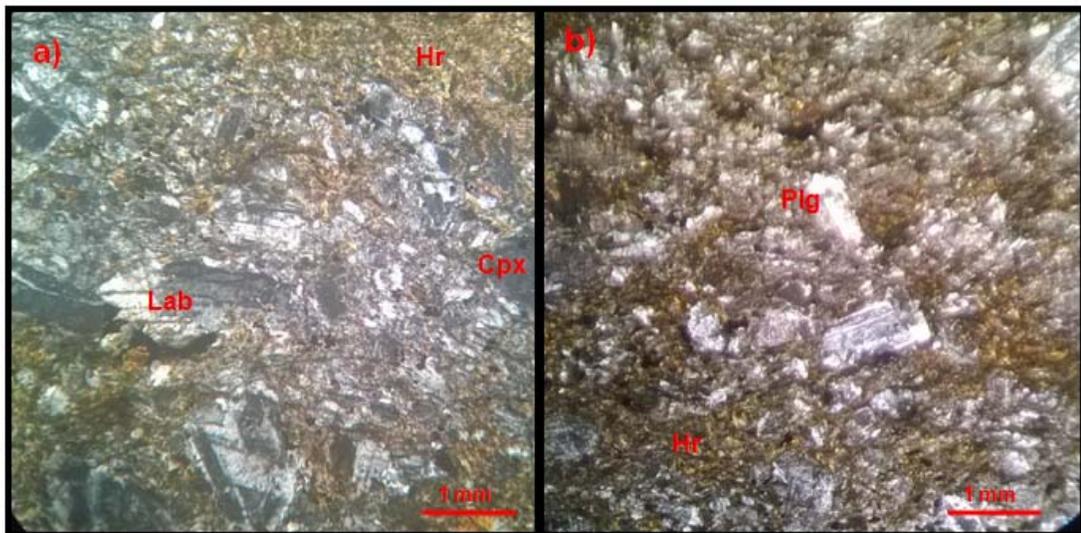


Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

a. Muestra MG-8

La muestra fue obtenida en coordenadas Este: 810193 - Norte: 1643573; sobre la Carretera CA-9. Mineralógicamente se constituye: Plagioclasas 55% (bytownita 35% y labradorita 20%), hornblenda 35%, clinopiroxenos 3%, opacos 3%, otros 2%, olivinos 1%, feldespato alcalino 1%. Se clasifica como Diorita en el diagrama de *Streckeisen*, dichos minerales se pueden observar en la fotografía 26.

**FOTOGRAFÍA 26
SECCIÓN DELGADA MG-8**

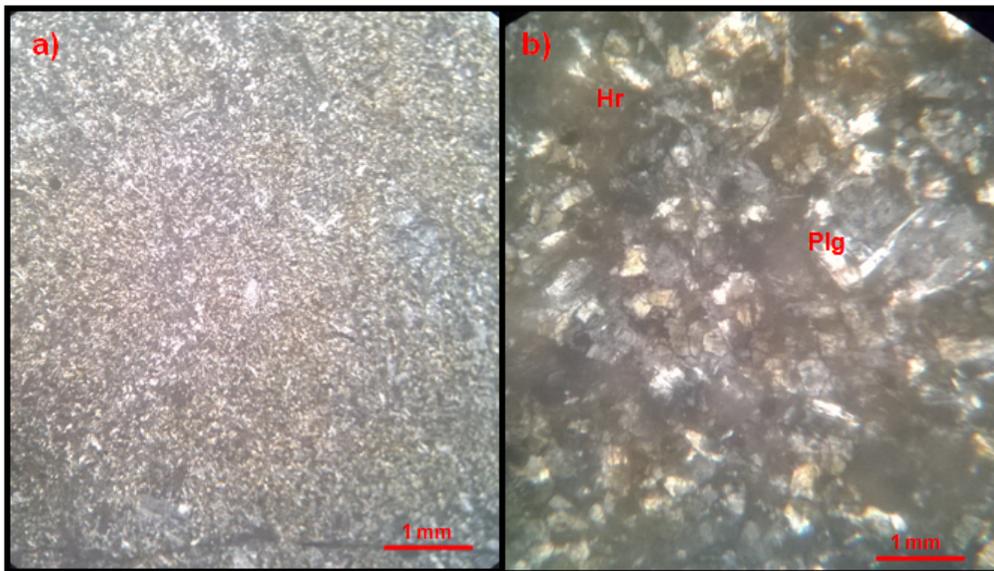


a. Labradorita de color blanco An_{63} , anfíbol de tipo hornblenda (Hr), color café alrededor de las plagioclasas (Plg), clinopiroxenos (Cpx) de color azul, vista en xpl. b. plagioclasas de color blanco y hornblenda de color verde, vista en ppl.
Tomada por: Marta Girón Klarks, 2012.

b. Muestra MG-11

La muestra MG-11 fue obtenida en coordenadas Este: 811806 y Norte: 1643667, sobre la carretera CA-9, en dicha roca se calcularon los siguientes minerales: Plagioclasas 56% (bytownita 26% y labradorita 30%), hornblenda 34%, clinopiroxenos 4%, opacos 4%, otros 2%. De acuerdo al triángulo de Streckeinsen se clasifica como una Diorita. La estructura ígnea de la roca es un dique, su textura general es fanerítica inequigranular, holocristalina euhedral, con cristales de grano fino, como se puede observar en la fotografía 27.

FOTOGRAFÍA 27 SECCIÓN DELGADA MG-11 ANALIZADA CON 4X Y 40X



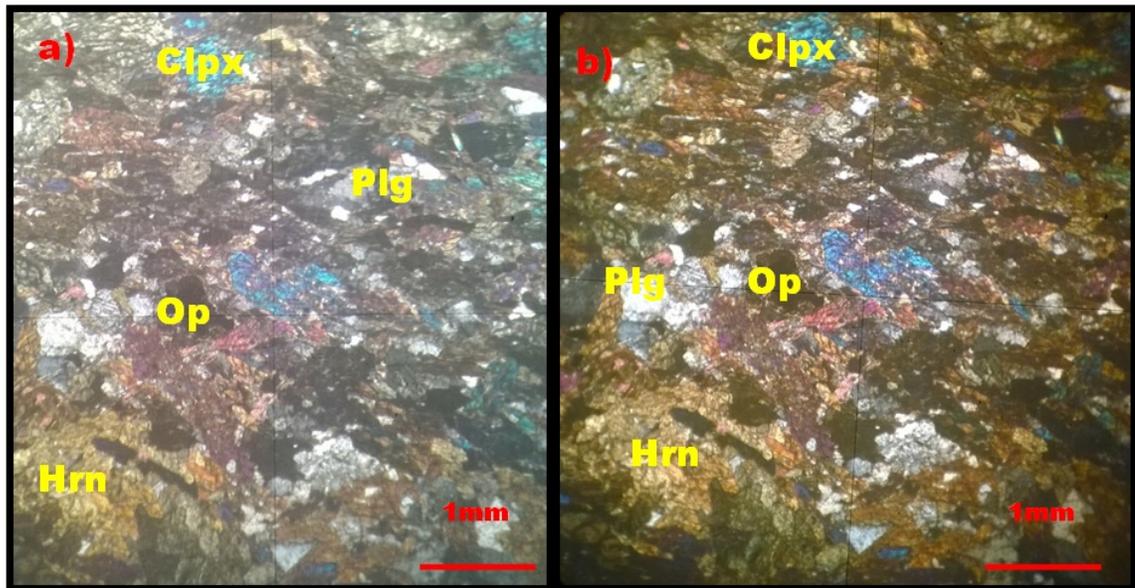
- a. Tomada en 4X y vista xpl, al centro macla de bytownita, rodeada por anfíboles tipo hornblenda de color café, minerales opacos de color negro. b. Tomada en 40X y vista xpl, de color café hornblenda(Hrn) y de color gris oscuro plagioclasas de tipo labradorita (Plg) (cristales muy pequeños).

Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012

c. Muestra MG-16

Esta muestra fue extraída en coordenadas X: 811843 & Y: 1642943 en la Quebrada Grande al suroeste del pueblo de Guastatoya. Microscópicamente es de grano fino y presenta los siguientes minerales: Hornblenda 53%, plagioclasas 30%, olivinos 5%, clinopiroxenos 4%, ortopiroxenos 3%, opacos 2%, otros 2%, feldespato alcalino 1%. Con base a su textura y composición mineral se le asigna el nombre de Diorita. Dichos minerales se pueden apreciar en la fotografía 28.

FOTOGRAFÍA 28 SECCIÓN DELGADA MG-16



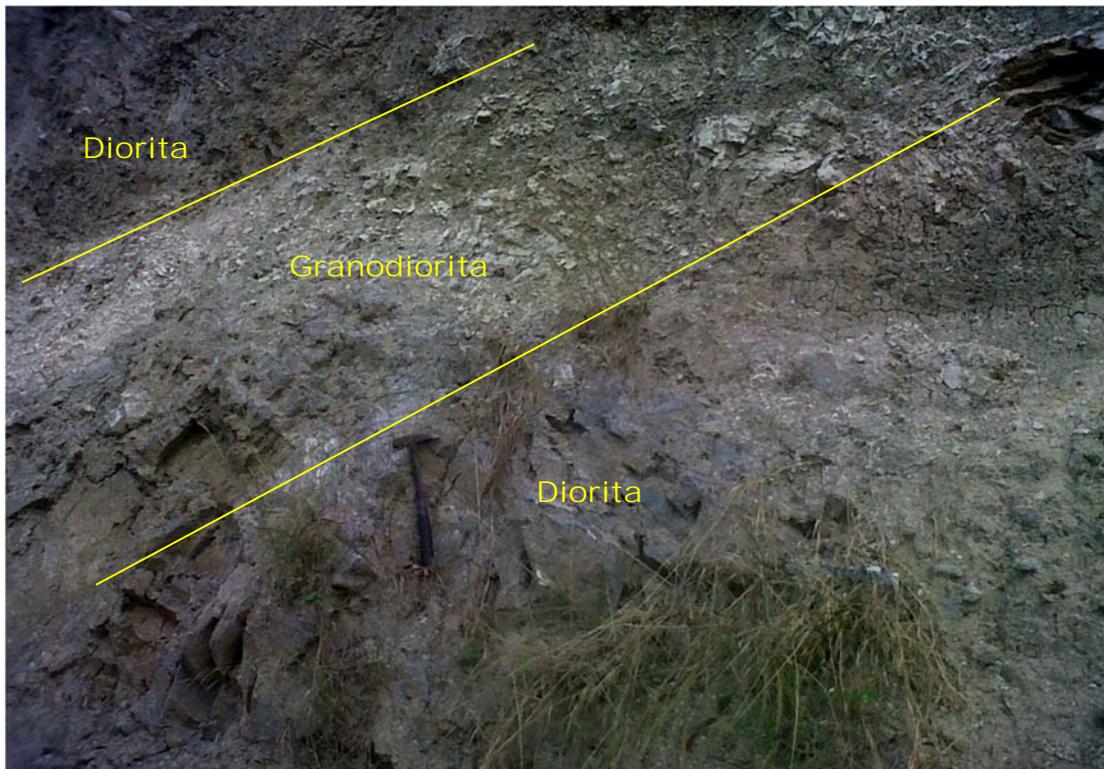
a) Anfíboles de tipo hornblenda (Hrn) de color café y pardo, alto relieve; plagioclasas (Plg) de tipo bytownita de color blanco, clinopiroxenos (Clpx) de color azul, y opacos (Op), vista en xpl. b) Plagioclasas (Plg) de tipo bytownita y labradorita, rodeadas por anfíboles (Hrn) de color café, clinopiroxenos (Clpx), opacos (Op), vista en xpl.

Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

5.1.3 Diques de Granodiorita

Las rocas asociadas a este cuerpo se encuentran sobre la CA-9 en forma de diques con espesores que van desde los 0,15 m hasta los 1,5 m, se encuentra en contacto intrusivo con la Diorita en un plano 42/N223 y con la Diorita de grano fino en un plano 39/N225. Su textura es granular, compuesta por minerales félsicos: plagioclasas y cuarzo, las primeras en mayor proporción que las segundas. Se le considera como la roca de transición entre el granito y la diorita; en la fotografía 29 se observa dicha roca en el área de estudio.

FOTOGRAFÍA 29 GRANODIORITA LOCALIZADA EN COORDENADAS UTM: NORTE 1642943, ESTE 811843

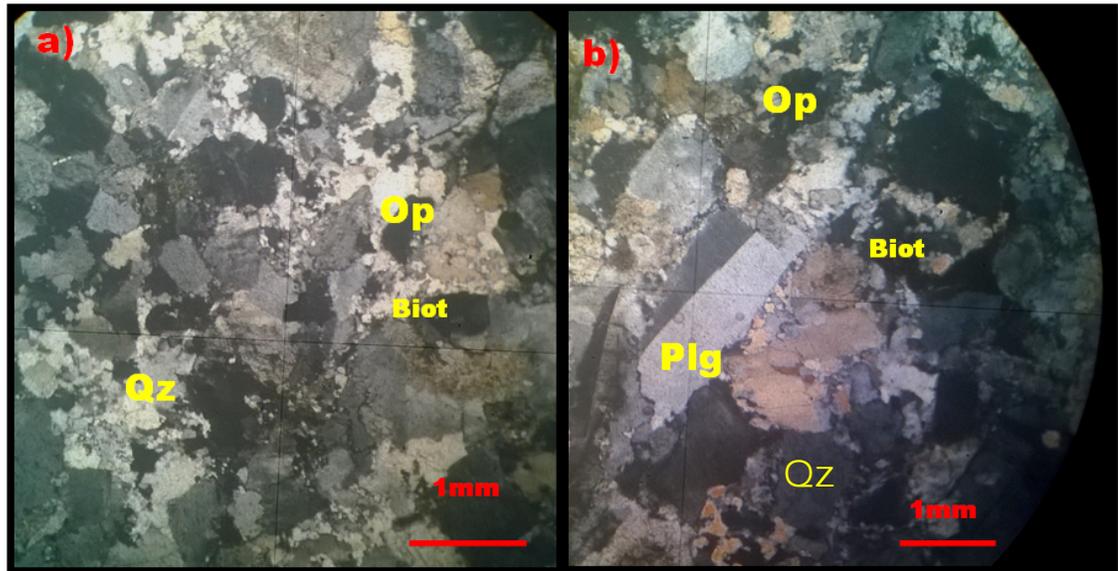


Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012

a. Muestra MG-13

La muestra MG-13 se extrajo de las coordenadas Este: 809798 y Norte: 1643633; sobre la carretera CA-9, se encuentra en diques pequeños de aproximadamente 1,5 m (magnitud superficial). La composición mineralógica es: Plagioclasas 37% (Oligoclasa 25% y andesina 12%), cuarzo 30%, biotita 20%, feldespato alcalino 8%, opacos 3%, Clorita 1%, Otros 1%. Los resultados modales la clasifican como una roca granítica llamada Granodiorita (ver fotografía 30).

**FOTOGRAFÍA 30
SECCIÓN DELGADA MG-13**



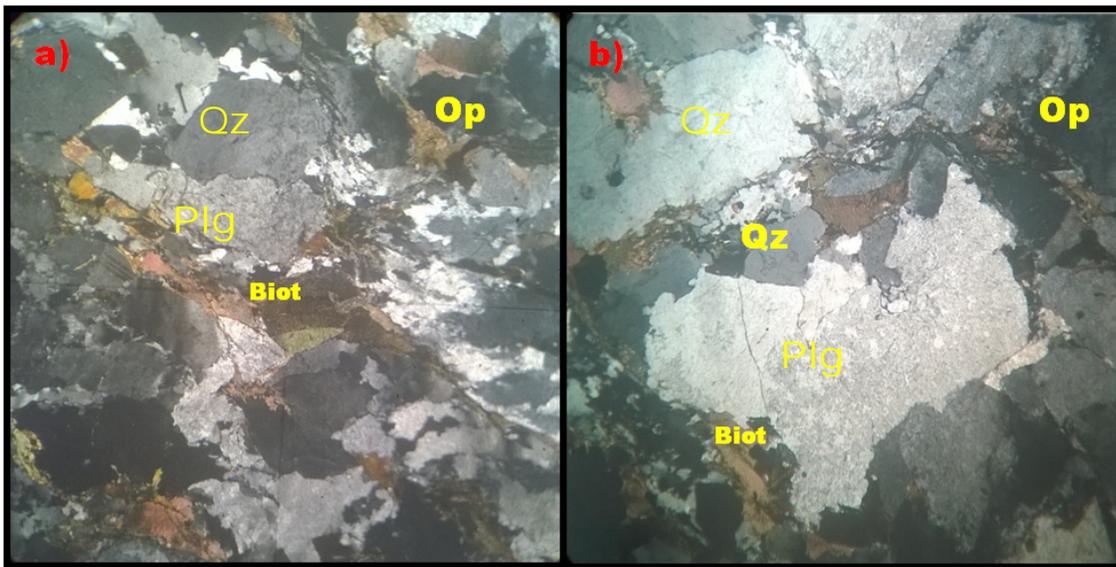
a) plagioclase (Plg) de tipo oligoclasa An_{28} , cuarzo (Qz) en forma anhedral, bajo relieve, biotita (Biot) sistema tabular de coloración café y minerales opacos (Op), vista en xpl b) Plagioclasas (Plg) de $An_{27} - An_{39}$ oligoclasa y andesina, cuarzo (Qz) borde saturado, biotita (Biot), opacos (Op), vista en xpl.

Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

b. Muestra MG-7

La muestra MG-7 fué extraída en las coordenadas Este: 810207 y Norte: 1643514, sobre la carretera CA-9, intruye a la Diorita en un plano 42/N223. Los minerales son: Plagioclasas 35% (Oligoclasa 25% y andesina 10%), cuarzo 32%, biotita 20%, feldespato alcalino 8%, opacos 3%, Clorita 1%, Otros 1%. Dando como resultado la composición mineralógica de la roca Granodiorita, dicha composición se puede observar en la fotografía 31.

FOTOGRAFÍA 31 SECCIÓN DELGADA MG-7 ANALIZADA CON 4X



a) Biotita (Biot) de color marrón de forma tabular, pleocroica, plagioclasas de color blanco relieve moderado de tipo oligoclasa An_{23} , cuarzo (Qz) de bajo relieve, vista en xpl. b) biotita (Biot) color café, minerales opacos (Op), plagioclasa (Plg) y cuarzo (Qz), vista en xpl.

Tomada por: Marta Girón Klarks. 2012.

5.2 Asociación mineralógica

A continuación se detallan las características sobresalientes de los minerales que son de importancia para la clasificación de rocas.

5.2.1 Plagioclasas

Corresponden al mayor porcentaje modal en las dioritas, las plagioclasas cálcicas son: bytownita ($70 < An < 90$) y labradorita ($50 < An < 70$), éstas presentan extinción oblicua, desarrollo de un maclado polisintético, y colores de birrefringencia (escala de gris). Las plagioclasas calco-sódicas son: andesina ($30 < An < 50$), oligoclasa ($10 < An < 30$). son subidiomorfos con zonación oscilante, superpuestas y en algunos casos con zonación irregular. Las plagioclasas sódicas son: albita ($An < 10$).

5.2.2 Cuarzo

Se presenta en granos monocristalinos a veces con extinción ondulante, se presenta como un mineral subordinado y de menor tamaño que las plagioclasas.

5.2.3 Anfíboles

Este mineral es el segundo más abundante en dioritas y se presenta como accesorio en granodioritas, se determina como anfíbol de tipo hornblenda, en PPL tiene tonalidades de: amarillo y verde, y en XPL de color marrón. Su relieve es alto.

5.2.4 Biotita

Es uno de los minerales esenciales en las granodioritas, y puede ser accesorio en las dioritas; presenta un hábito tabular, en PPL tiene tonalidades de amarillo y en XPL tonalidades naranja.

5.2.5 Clinopiroxeno

Este mineral presenta birrefringencia en tonos fuertes (azul), de segundo orden, los cristales son subidiomorfos con extinción recta. Cuando es alterado puede transformarse en hornblenda de forma irregular, lo que permite decir que ésta posee un origen secundario en parte por reemplazamiento de un piroxeno original.

5.2.6 Ortopiroxeno

Son esenciales en las dioritas, presentan birrefringencia en tonos claros (amarillo), su plano de exfoliación se corta a 90°. Se presenta en cristales subidiomorfos con extinción recta.

5.2.7 Olivino

Este mineral se observó en una de las dioritas de grano fino, pero no sobrepasa el 5%, posee un brillo vítreo y de translúcido a transparente, su color varía entre verde amarillento a verde oliva.

5.2.8 Feldespato alcalino (sanidina)

Son esenciales en las granodioritas, presentan hábito prismático y exfoliación en dos direcciones que forman un ángulo muy próximo a 90°.

5.3 Variación mineralógica y textural.

El cuerpo rocoso sobre el cual se basa la investigación, presenta una variación mineralógica y textural, la cual fue definida en base al contenido mineral de las secciones delgadas (figura 18).

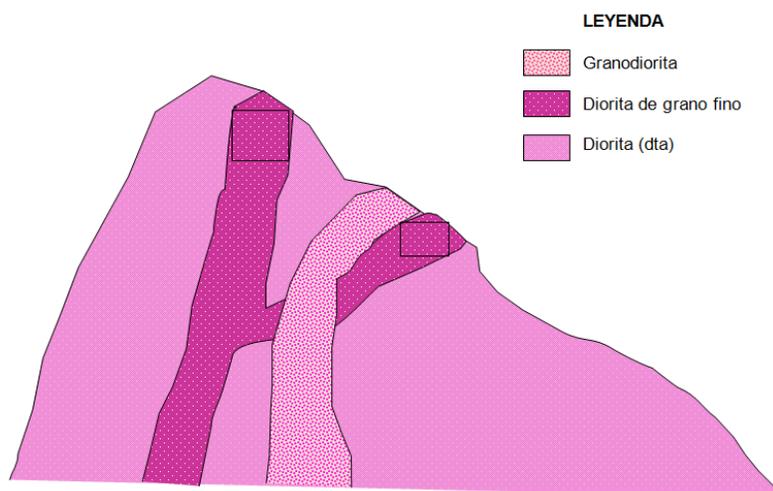
Después de detallar las composiciones mineralógicas que poseen las muestras extraídas en diversos puntos del área estudiada, se determinó que el cuerpo ígneo es completamente de roca Diorita y que al centro del mismo hay intrusiones de diques de Granodiorita y Diorita de grano fino.

El análisis de los contenidos modales de las muestras, refleja que al centro del intrusivo se poseen porcentajes mayores de plagioclasas cálcicas y anfíboles, dichas proporciones mineralógicas la clasificaron como diorita de grano fino. Así mismo se evaluaron diques que mostraron porcentajes de plagioclasas alcalinas y cuarzo, determinando la composición de la Granodiorita. En los bordes laterales del cuerpo ígneo se estudió que la composición mineral es predominante en plagioclasas calcosódicas y anfíboles, dando la estructura mineral de diorita.

Las características de la diorita y granodiorita son muy parecidas, excluyendo su composición mineral, en su grado de cristalinidad son holocristalinas, en su granulometría: textura fanerítica $> 0,1$ mm, tamaño de grano fino a medio de 0,1 a 4 mm, equigranular en el tamaño de sus cristales, en sus formas cristalinas son alotriomórficas e hipidiomórficas.

El macizo rocoso de diorita, es intruído por diques de diorita de grano fino y granodiorita, dichas variaciones de textura y minerales se pueden observar en la figura 19.

FIGURA 19 VARIACIÓN TEXTURAL Y MINERALÓGICA

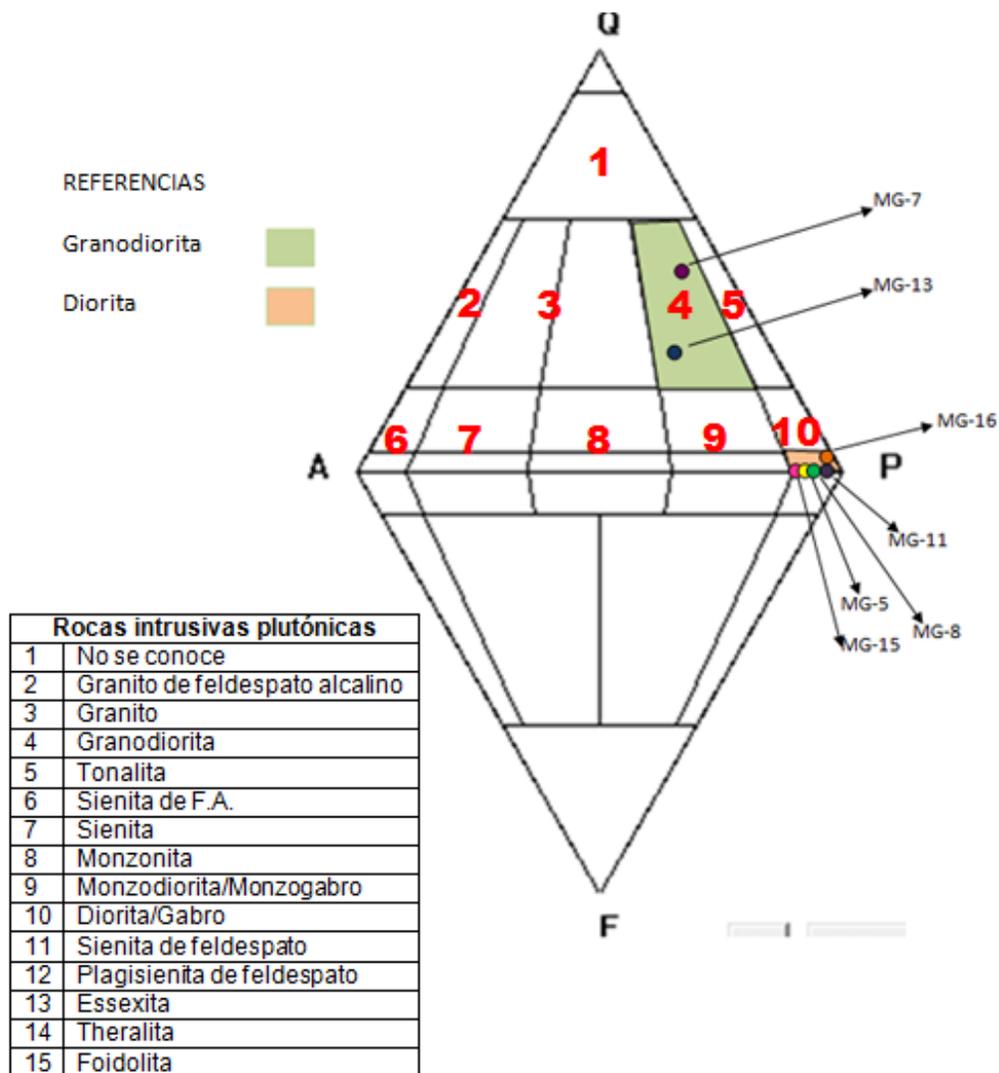


Fuente: Investigación de campo. 2012.

5.4 Diagrama de *Streckeinsen*

Los porcentajes minerales obtenidos de cada una de las muestras analizadas, se clasificaron con el diagrama de *Streckeinsen*, en la figura 11 se pueden observar las ubicaciones modales de las muestras extraídas, donde el mayor número de muestras se encuentra en la ubicación 10, debido a su alto contenido de plagioclasas.

FIGURA 20
DIAGRAMA DE STRECKEINSEN PARA ROCAS INTRUSIVAS



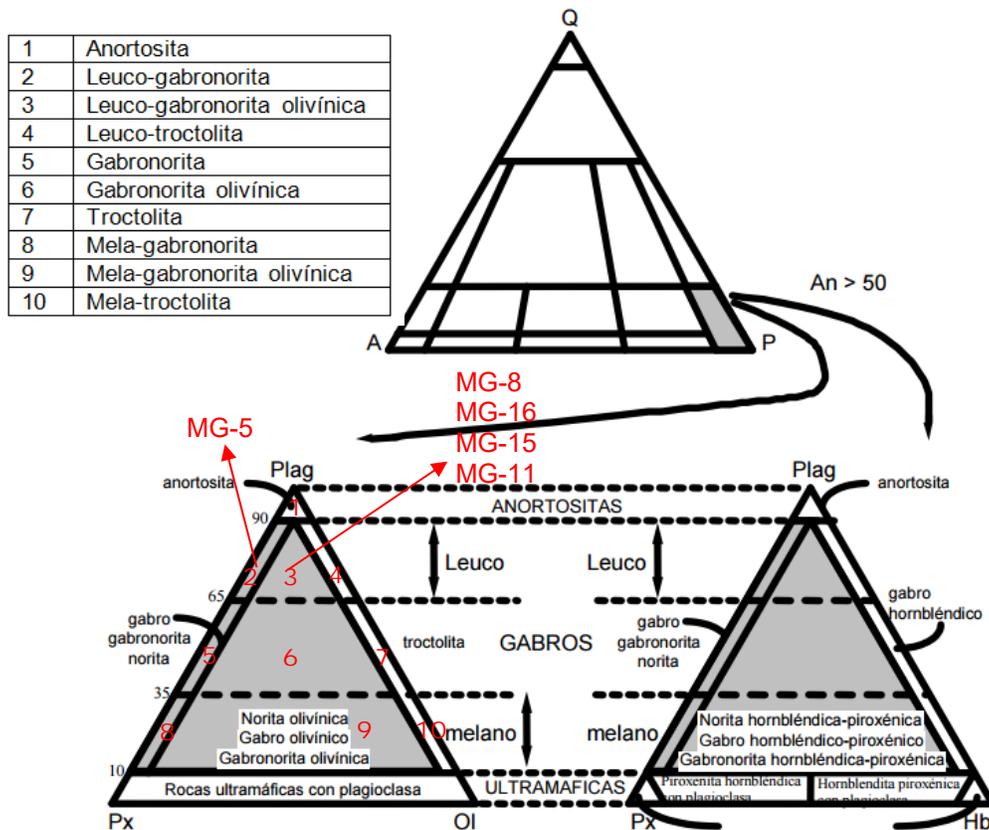
Fuente: Investigación de campo. 2012.

5.5 Diagrama de *Streckeisen* para rocas gabroicas

Debido a que hay muestras que se caracterizaron como dioritas, se procedió a utilizar el diagrama de clasificación de rocas gabroicas de *Streckeisen*, donde se evalúa el porcentaje de plagioclasa, piroxenos y olivinos que hay presentes.

En la figura 21 se muestra la ubicación de las secciones que fueron clasificadas como Dioritas en la figura 20, de las cuales la MG-5 se clasificó como Leuco-gabronorita debido a un alto porcentaje de plagioclasas sin presencia de olivinos. Las secciones delgadas MG-8, MG-11, MG-15 y MG-16, se evaluaron como Leuco-gabronorita olivínica, en base a sus valores modales de plagioclasas, olivinos y piroxenos.

FIGURA 21
DIAGRAMA DE STRECKEISEN PARA ROCAS GABROICAS

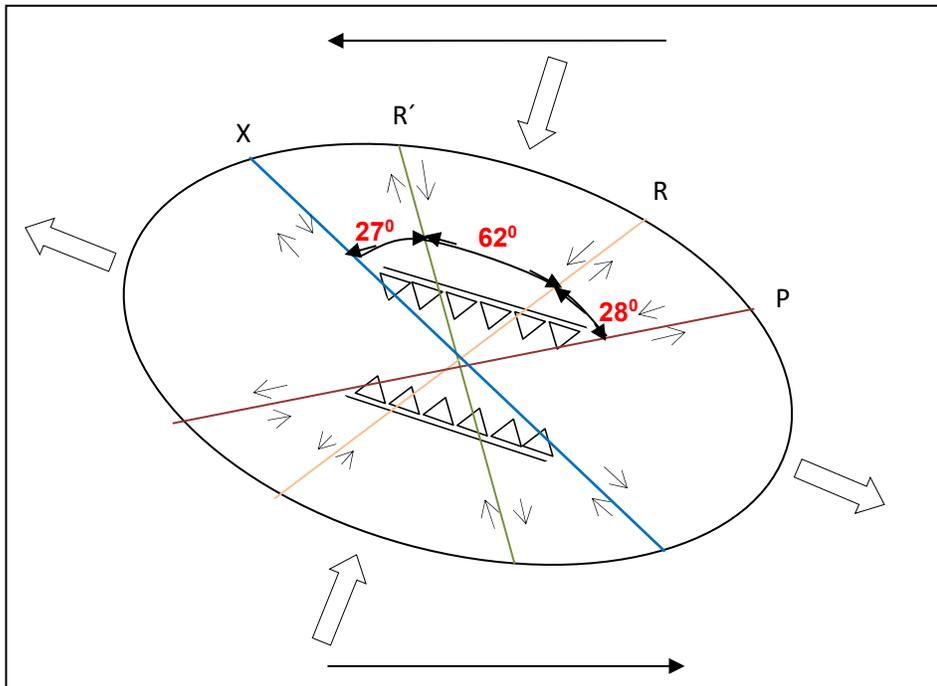


Fuente: Investigación de campo. 2012.

5.6 Elipse de deformación local

La elipse de deformación sinistral, se puede observar en la figura 22, la cual fue obtenida a partir de los datos recolectados de los diagramas presentados en el capítulo 4. Se determinó que el esfuerzo principal (σ_1) tiene una dirección N012, el σ_3 N102. Las fallas secundarias tienen direcciones: R en N037 y R' en N335, formando un ángulo entre ambas de 62 grados. Las fallas P en N066, y las fallas X en N 335.

FIGURA 22
ELIPSE DE DEFORMACIÓN DE MOVIMIENTO SINISTRAL



Fuente: Investigación de campo. 2012.

La disposición de los esfuerzos principales en este sistema sinistral, se pueden observar en la figura 22, se observa que el esfuerzo normal (σ_2) es perpendicular a los esfuerzos compresional (σ_1) y distensional (σ_3). Los sigmas con orientación NE y SW (σ_1), pueden asociarse a la falla del Motagua, por su movimiento sinistral, dicho evento es el que domina el área de estudio.

5.7 Historia geológica y relieve actual

El área de estudio abarca 20 km² ubicados en Guastatoya, El Progreso y al SW de la misma; las unidades litológicas presentes en el lugar son ígneas y sedimentarias.

Las edades de las unidades están comprendidas desde el Cretácico hasta el Cuaternario; la unidad más antigua es la Diorita (Cretácico), sigue la de Caliza Marmolizada (Albiano-Maastrichtiano), Arenisca (Terciario), Ceniza (Cuaternario), Coluvión (Cuaternario) y Aluvión (Cuaternario).

Al suroeste del área de estudio se encuentra un cuerpo ígneo intrusivo, el mismo se puede observar sobre la carretera CA-9, varios autores lo han definido como un macizo rocoso de diorita, en la actualidad se ha clasificado como un intrusivo que posee variaciones mineralógicas y texturales. Se ha concluido que la roca dominante es la diorita, la cual es afectada por diques de granodiorita.

La Unidad de Caliza marmolizada posee calizas cristalizadas, en base a las características litológicas se asume que esta unidad pertenece a la Formación de Caliza Cerro de La Virgen de edad Cretácica.

Al norte del área se encuentra depositada la Unidad de Areniscas, y se le relaciona con la Formación Guastatoya de edad Terciario Tardío. Las fallas: Motagua-Chamelecón tienen movimiento sinistral y edad Mioceno. La Falla Cabañas posee la misma edad que la Falla Motagua, presenta el mismo movimiento sinistral, se ubica fuera del área al Norte de ésta y posee una traza este a oeste.

La actividad volcánica en Guatemala dió inicio en el Cuaternario, a partir de este evento se originó la Unidad de Ceniza. Seguidamente se produjo la Unidad de coluvión, y por último se originó la Unidad de Aluvión.

En base a los resultados obtenidos se puede observar que la unidad de caliza marmolizada está cabalgando a la unidad de diorita. El cuerpo

intrusivo al norte se encuentra en contacto fallado de comportamiento sinistral con la unidad de areniscas.

El evento regional, es de movimiento lateral sinistral, teniendo esfuerzos distensionales al NW-SE, y compresionales al NE-SW.

CONCLUSIONES

1. General

En el área de estudio afloran rocas de origen ígneo y sedimentario, constituyendo 6 unidades, en orden de antigüedad: Diorita con intrusiones de granodiorita, del Cretácico; Caliza marmolizada del Albiano-Maastrichtiano, Areniscas del Plioceno, Ceniza pomácea, Coluvión y Aluvión del Cuaternario.

En base a los resultados obtenidos se determinó que la cinemática regional del área es de tipo sinistral, en donde los esfuerzos principales poseen una dirección compresional N012 y distensional N102.

2. Específicas

2.1 La unidad litológica dominante es la Caliza marmolizada, la cual presenta estructuras con fases de tipo dúctil (pliegues) y de tipo frágil (fallas), las mismas están presentes en un mismo modelo. Dicha unidad se encuentra cabalgando a la unidad de Diorita en una orientación 65/N239, tiene relación geomorfológica con las facetas triangulares.

2.2 Con base al estudio petrográfico del cuerpo ígneo, se determinaron cambios mineralógicos y texturales; al centro del intrusivo hay diques con presencia de plagioclasas alcalinas 37% (sanidina y ortosa en maclas Carlsbad), y un porcentaje significativo de cuarzo 30%.

Hay presencia de diques compuestos por plagioclasas cálcicas (labradorita 20% y bytownita 35%), anfíboles 18% y olivinos 7%; generalmente el macizo rocoso está compuesto por plagioclasas calcosódicas 47% (oligoclasa), hornblenda 30% y piroxenos 10%.

- 2.3 Utilizando el diagrama de *Streckeinsen*, el cuerpo ígneo se clasificó como diorita, el mismo es afectado por varios diques clasificados como diorita de grano fino y granodiorita.

Para las rocas evaluadas como Diorita se determinó una sub-clasificación en el diagrama de *Streckeinsen* para rocas gabroicas, clasificándose como Leuco-gabronorita y Leuco-gabronorita olivínica.

Se estima que los diques del área, no pertenecen a una misma cámara magmática, debido a las variaciones minerales y texturales observadas.

RECOMENDACIONES

1. Determinar la edad específica de la unidad de Diorita por medio de dataciones radiométricas utilizando el método Uranio-Plomo, para una relación estratigráfica más completa.
2. Hacer estudios geoquímicos para tener una mejor clasificación de rocas, utilizando diagramas TAS y normas CIPW, como otro método para clasificar las rocas en base a sus elementos.
3. Realizar estudios geológicos en las zonas adyacentes a la Hoja de El Progreso, para verificar si el comportamiento de la litología del área de estudio se expande a las demás áreas y relacionar eventos.
4. Llevar a cabo estudios más detallados sobre los movimientos de ladera que se dan al este del área de estudio sobre la carretera CA-9, puesto que este tramo es muy transitado y es una de las carreteras más importantes del país.

BIBLIOGRAFÍA

- Castillo Moeschler, Bernie Gamaliel. *Cartografía geológica al este de Guastatoya, El Progreso*. Trabajo final de campo. Técnico en geología. CUNOR-USAC. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2000.
- Chiquín Yoj, Mauricio. (Comp.) *Geología del cuadrángulo El Progreso*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación, 2003.
- Donnelly, T. Et-Al. *Northern Central America; The Mayan and chortis Block*. United States of America: Geological Society Of America, 1990.
- Villagran. *Catalogo de sismos*. Slp. Geopetrol, 2002.
- Giunta. *The Motagua suture zone in Guatemala*. United States of America, 2002.
- Instituto Geográfico Nacional –IGN-. *Atlas Nacional de Guatemala*. Guatemala: IGN., 1982.
- *Hoja Topográfica el progreso (2161 I)*. Esc. 1:50,000 color. Guatemala: IGN., 1982
- López Hércules, Jorge Armando. *Levantamiento geológico de superficie, en el área del cuadrángulo El Progreso*. Trabajo Final de Campo. Técnico en Geología. Centro Universitario del Norte. Universidad San Carlos de Guatemala. Cobán Alta Verapaz. Guatemala: Carrera de Geología, 1993.
- Simmons Charles S. Et.Al. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala: Editorial José de Pineda Ibarra, 1959.



V.ºB.º

Adán García Veliz

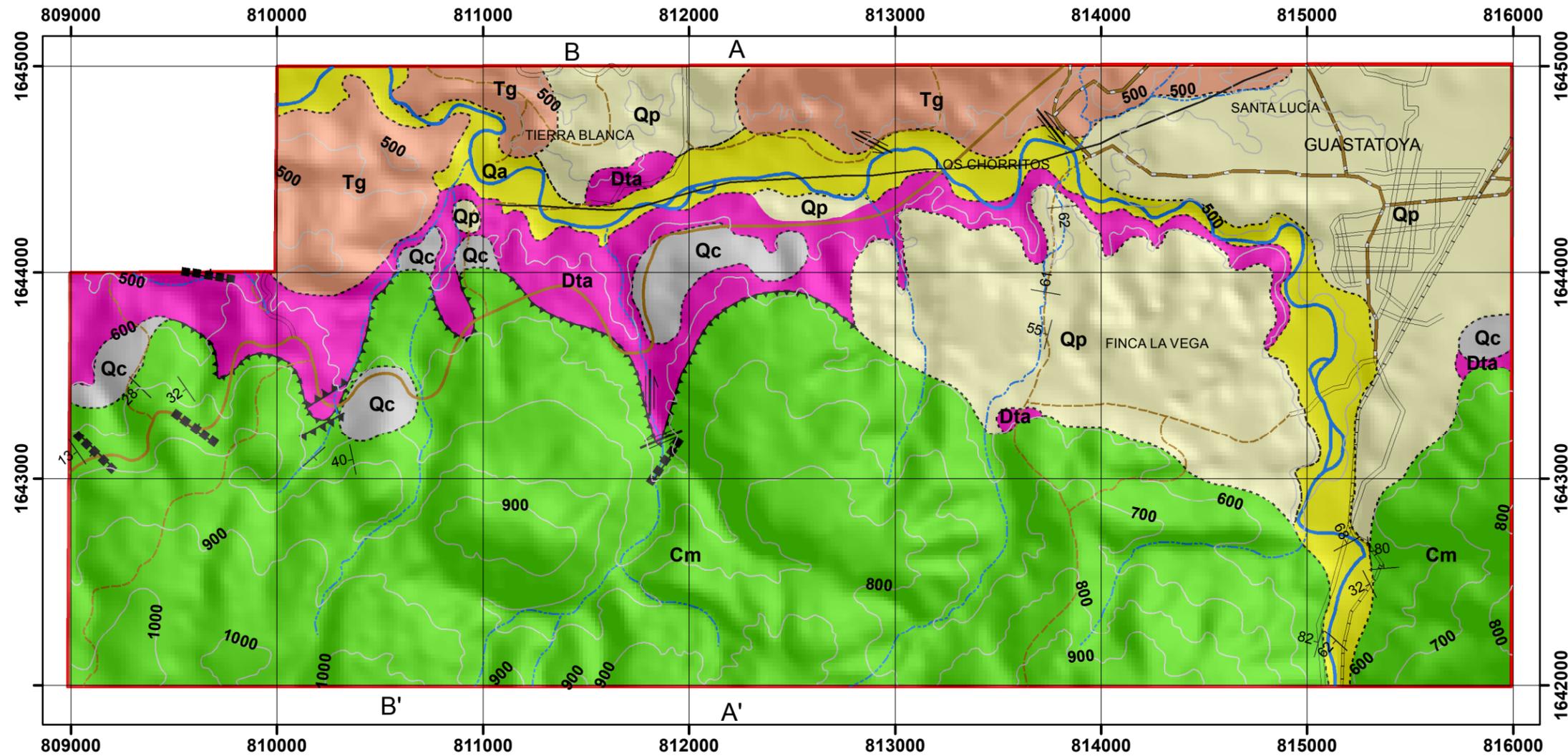
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario



Geología

ANEXOS

MAPA GEOLÓGICO



Simbología

▭ Límite de área

— Curvas a 100m

Drenaje

— Permanente

- - - - - Intermitente

Vías

— Asfalto

— Línea ferrea

— Pavimento

— Terraceria

- - - - - Vereda

Estructuras

▲▲▲▲ Falla inversa

■ ■ ■ ■ Falla normal

≡≡≡ Falla sinextral

— Estratificación

— Foliaciones

Contacto

- - - - - Discordante

▲▲▲ Fallado

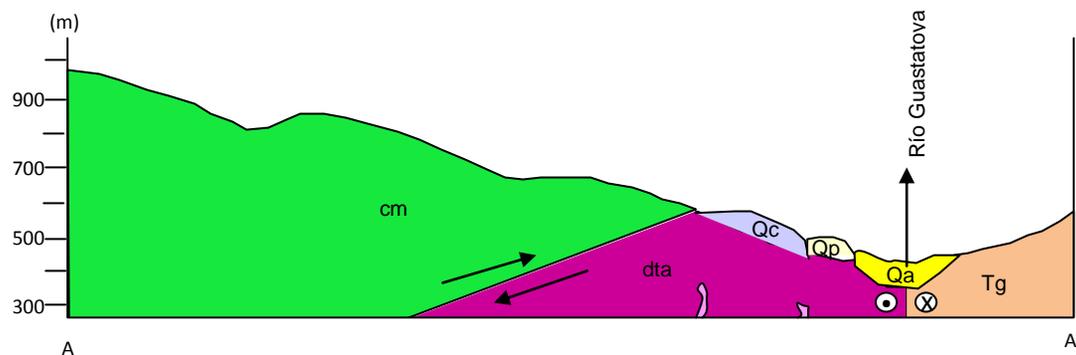
Leyenda	
Unidades litológicas	
Qa	Aluvi3n
Qc	Coluvi3n
Qp	Ceniza pomácea
Tg	Areniscas
Cm	Caliza marmolizada
Dta	Diorita



Escala 1:25 000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO		
MARTA CONCEPCI3N GIR3N KLARKS		200740122	
MAPA GEOL3GICO	ESCALA 1: 25 000	ASESOR: Ing. Sergio Morán	HOJA: 1/1

PERFIL GEOLÓGICO



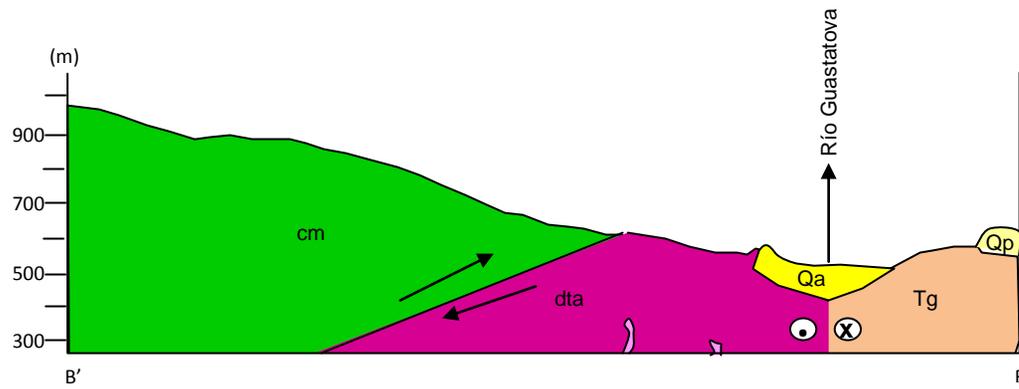
LEYENDA

ALUVIÓN (Qa)	
COLUVIÓN (Qc)	
CENIZA POMÁCEA (Qp)	
ARENISCAS (Tg)	
CALIZA MARMOLIZADA (cm)	
GRANODIORITA	
DIORITA (dta)	

Escala horizontal 1:25000
Escala vertical 1:12500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-	
TÍTULO:	PERFÍL GEOLÓGICO	
REALIZADO POR:	MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS	
ESCALA: 1:25000	ASESOR: Ing. Sergio Morán	HOJA: 1/1

PERFIL GEOLÓGICO



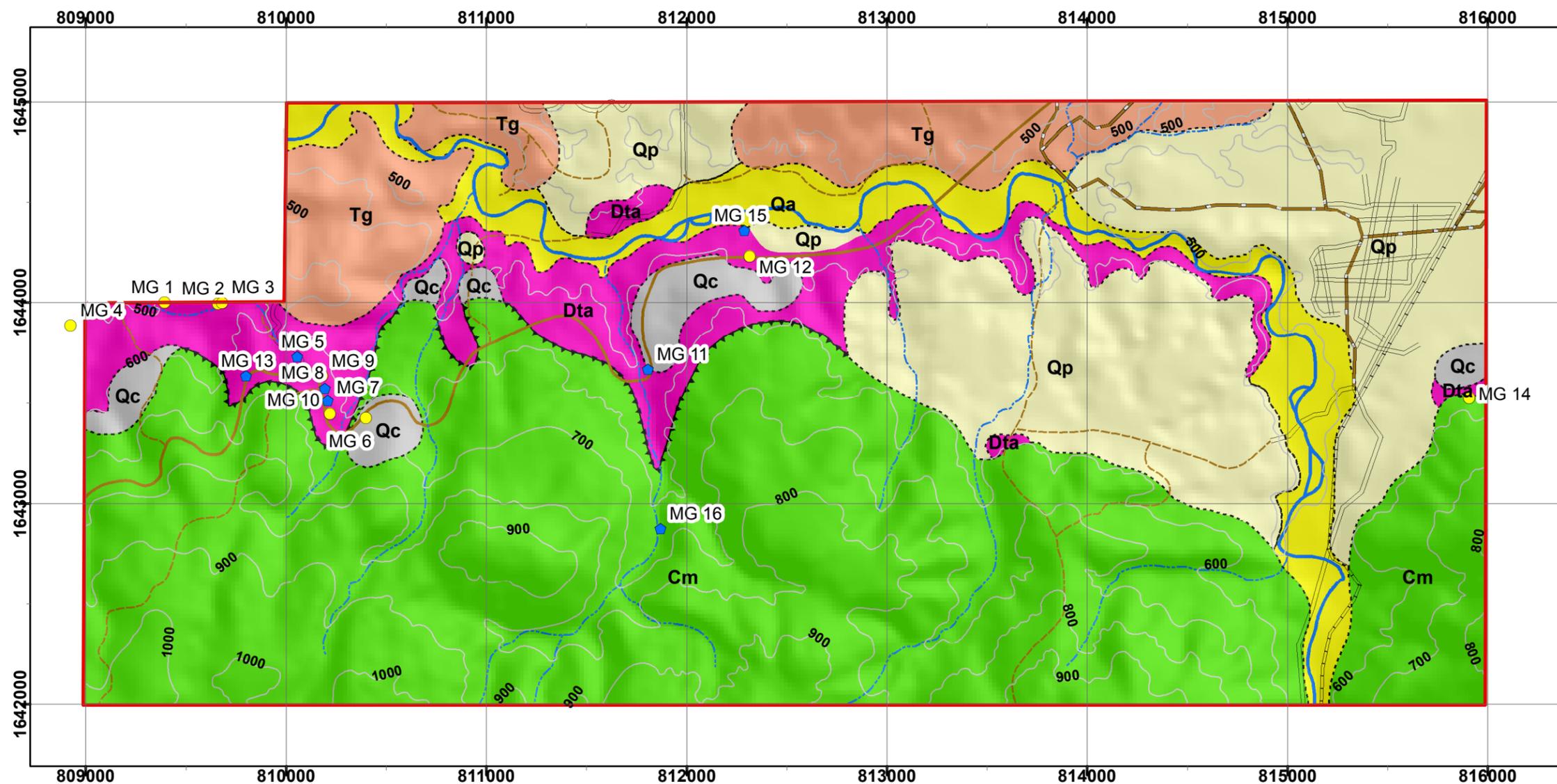
LEYENDA

ALUVIÓN (Qa)	
CENIZA POMÁCEA (Qp)	
ARENISCAS (Tg)	
CALIZA MARMOLIZADA (cm)	
GRANODIORITA	
DIORITA (dta)	

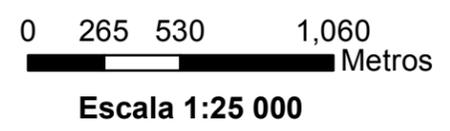
Escala horizontal 1:25 000
Escala vertical 1:12 500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE -CUNOR-	
TÍTULO:	PERFIL GEOLÓGICO	
REALIZADO POR:	MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS	
ESCALA: 1:25000	ASESOR: Ing. Sergio Morán	HOJA: 1/1

MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS



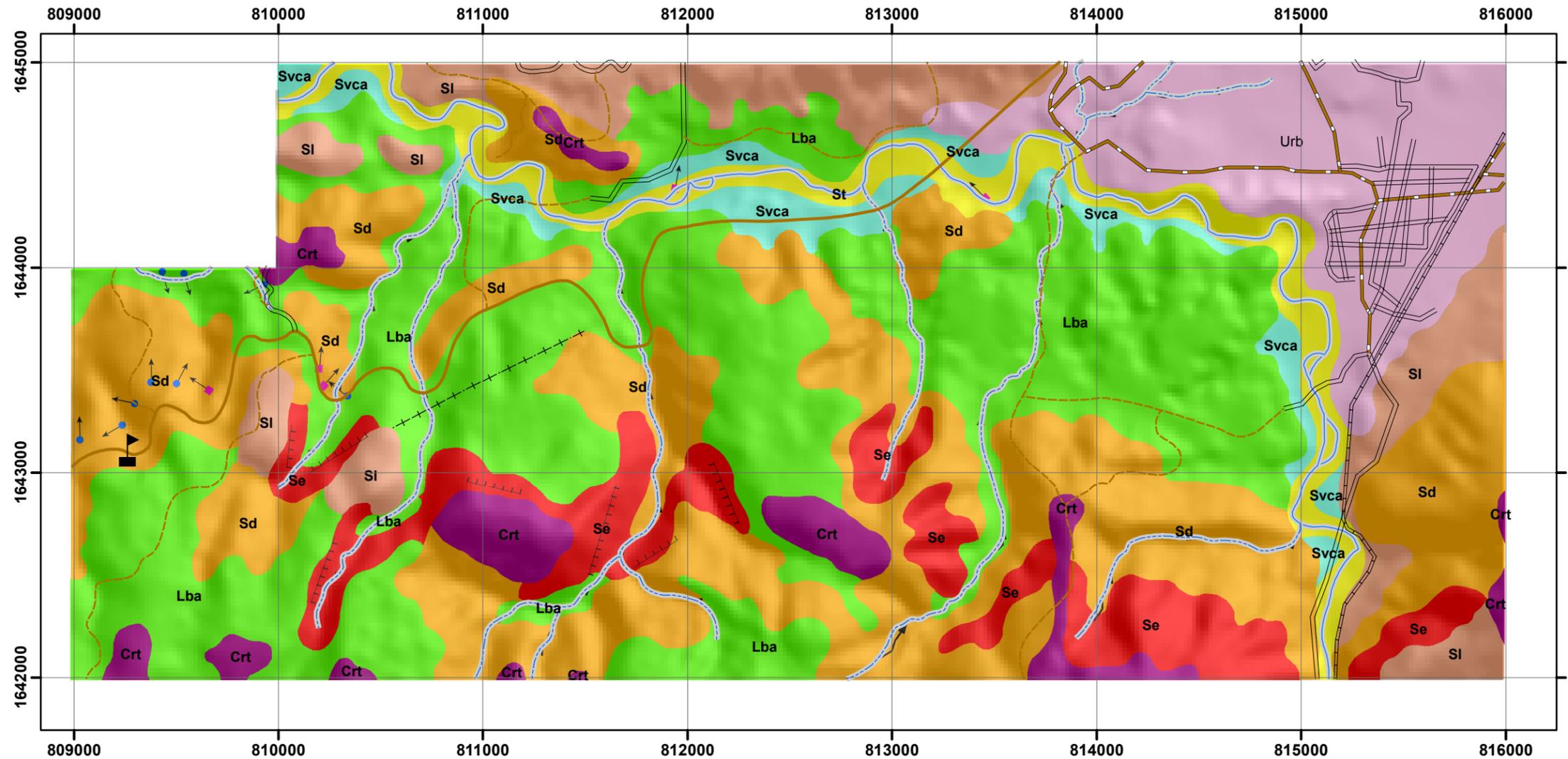
Leyenda	
■ (Yellow)	Aluvión (Qa)
■ (Grey)	Coluvión (Qc)
■ (Light Yellow)	Ceniza pomácea (Qp)
■ (Orange)	Areniscas (Tg)
■ (Green)	Caliza marmolizada (Cm)
■ (Pink)	Diorita (Dta)



Simbología		Vías		Drenaje	
● (Yellow)	Muestras Macroscópico	□ (Red)	Límite área	— (Blue)	Permanente
● (Blue)	Muestras Petrográfico	— (Grey)	Curvas a 100m	- - - (Blue)	Intermitente
— (Dotted)	Contacto Discordante	— (Orange)	Asfalto		
— (Dashed)	Contacto Fallado	— (Grey with cross-ticks)	Línea ferrea		
		— (Brown)	Pavimento		
		— (Grey with horizontal lines)	Terraceria		
		— (Dashed)	Vereda		

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	ANÁLISIS PETROGRÁFICO AL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO		
MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS		200740122	
MAPA DE MUESTREO	ESCALA 1:25 000	ASESOR: Ing. Sergio Morán	HOJA: 1/1

MAPA GEOMORFOLÓGICO



Legenda

Unidad Agradacional
Sub-unidades

Geoforma

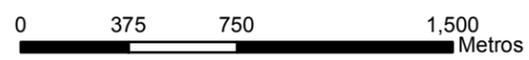
- Svca Planicie de Inundación
- St Valles coluvio-aluviales

Unidad Denudacional

- Sub-unidades
- Crt Cresta
- SI Lomas
- Se Ladera escarpada
- Sd Ladera media
- Lba Ladera baja

Unidad Antrópica

- Urb Área urbana



Escala 1:25 000

Simbología

- Facetas triangulares
- Vías Tipo: Asfalto
- Línea ferrea
- Pavimento
- Terraceria
- Vereda
- Escarpe
- Traslacional
- Rotacional
- Dirección de flujo
- Cantera

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE		
	ANÁLISIS PETROGRÁFICO AL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE GUASTATOYA, EL PROGRESO		
MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS		200740122	
MAPA GEOMORFOLÓGICO	Escala 1: 25 000	ASESOR: Ing. Sergio Morán	HOJA: 1/1

Muestra	MG-5	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano medio		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Inequigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Plagioclasas 47% (andesina 34% y oligoclasa 13%), hornblenda 33%, ortopiroxenos 6%, clinopiroxenos 5%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Sanidina 4%, opacos 3%, otros 2%.		
Clasificación de la roca	Diorita		
			
<p>Izquierda: fotografía de afloramiento en las cercanías del Río Guastatoya. Derecha: microfotografía con aumento 10X de una plagioclasa , seccion delgada de diorita.</p>			

Muestra	MG-7	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano medio		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Inequigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Plagioclasas 35% (oligoclasa 25% y andesina 10%), cuarzo 32%, biotita 20%, feldespato alcalino 8%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Opacos 3%, clorita 1%, otros 1%.		
Clasificación de la roca	Granodiorita		
 <p> Diorita Gabro Granodiorita </p> <p> Op Qz Biot </p>			
<p>Izquierda: fotografía de diques sobre CA-9, los mismos intruyendo a diorita y afectados por diques de gabro. Derecha: microfotografía con aumento 10X, seccion delgada de granodiorita, observandose oligoclasas.</p>			

Muestra	MG-8	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano fino		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Inequigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Plagioclasas 55% (bytownita 35% y labradorita 20%), hornblenda 18%, clinopiroxenos 10%, olivinos 7%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Ortopiroxenos 3%, opacos 3%, feldespato alcalino 2%, otros 2%.		
Clasificación de la roca	Diorita de grano fino		
			
<p>Izquierda: fotografía de diques en cercanías del Rio Guastatoya, los mismos intruyendo a diorita. Derecha: microfotografía con aumento 10X, seccion delgada de gabro, observandose plagioclasas y piroxenos.</p>			

Muestra	MG-11	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano fino		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Equigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Plagioclasas 56%, hornblenda 15%, olivinos 15%, clinopiroxenos 8%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Opacos 3%, otros 2%, feldespato alcalino 1%.		
Clasificación de la roca	Diorita de grano fino		
 <p>Izquierda: fotografía de diques sobre CA-9, los mismos intruyendo a diorita . Derecha: microfotografía con aumento 40X, sección delgada de microgabro, observándose hornblenda y piroxenos.</p>			

Muestra	MG-13	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano medio		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Inequigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Plagioclasas 37% (oligoclasa 25% y andesina 12%), cuarzo 30%, biotita 20%, feldespato alcalino 8%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Opacos 3%, clorita 1%, otros 1%.		
Clasificación de la roca	Granodiorita		



Izquierda: fotografía de diques sobre CA-9, intruyendo a granodiorita.
Derecha: microfotografía con aumento 10X, sección delgada de granodiorita.

Muestra	MG-15	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano medio		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Inequigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Plagioclasas 45% (andesina 35% y oligoclasa 10%), hornblenda 30%, clinopiroxenos 7%, ortopiroxenos 5%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Olivinos 4%, sanidina 4%, opacos 3%, otros 2%.		
Clasificación de la roca	Diorita		
			
Izquierda: fotografía de afloramiento sobre CA-9, con intrusiones de gabro y granodiorita. Derecha: microfotografía con aumento 10X, sección delgada de diorita.			

Muestra	MG-16	Autor	Marta Girón
Estructura	Dique		
Aspectos Texturales			
Textura General	Fanerítica		
Cristalinidad	Holocristalina		
Tamaño de los Cristales	Grano fino		
Morfología de los Cristales	Euhédrico		
Distribución de Tamaño	Equigranular		
Aspectos Mineralógicos			
Minerales esenciales (>5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Hornblenda 53%, plagioclasas 30%, olivinos 5%.		
Minerales accesorios (<5%)			
Félsicos y ferromagnesianos (por orden de abundancia relativa)	Clinopiroxenos 4%, ortopiroxenos 3%, opacos 2%, otros 2%, feldespato alcalino 1%.		
Clasificación de la roca	Diorita de grano fino		
			
<p>Izquierda: fotografía de afloramiento sobre CA-9, los mismos intruyendo a diorita y granodiorita. Derecha: microfotografía con aumento 10X, sección delgada de gabro, observándose hornblenda.</p>			

USAC - CUNOR

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



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:

TÉCNICO EN GEOLOGÍA

Al trabajo titulado:

**INFORME TRABAJO FINAL DE CAMPO
ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL CUERPO ÍGNEO INTRUSIVO UBICADO AL SUROESTE DE
GUASTATOYA, EL PROGRESO**

Presentado por el (la) estudiante:

MARTA CONCEPCIÓN GIRÓN KLARKS

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 28 de octubre de 2016.

Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR