

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO  
DE LAS BRECHAS EN UN ÁREA DE 24 km<sup>2</sup> A ESCALA 1:25 000,  
EN LOS ALREDEDORES DEL MUNICIPIO SANTA CRUZ  
VERAPAZ**

**CRISTHIAN MARIANO CHÁVEZ SOTO**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2017**

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO  
DE LAS BRECHAS EN UN ÁREA DE 24 km<sup>2</sup> A ESCALA 1:25 000,  
EN LOS ALREDEDORES DEL MUNICIPIO SANTA CRUZ  
VERAPAZ

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO EL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

CRISTHIAN MARIANO CHÁVEZ SOTO  
CARNÉ 201346159

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TÍTULO DE  
TÉCNICO EN GEOLOGÍA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2017

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

### **RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

### **CONSEJO DIRECTIVO**

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

### **COORDINADOR ACADÉMICO**

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

### **COORDINADOR DE LA CARRERA**

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

### **COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

COORDINADOR: Ing. Geól. Luis Alfonso Laj Hun  
SECRETARIO: Ing. Geól. Luis Alfredo Godoy Morales  
VOCAL: Ing. Geól. Luis Gustavo Chiquín Marroquín

### **REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO**

Lic. Marvin Aníbal Cuz Kuckling

### **REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Geól. Luis Alfredo Godoy Morales

### **ASESOR**

Ing. Geól. Luis Gustavo Chiquín Marroquín

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-214/2017  
14 de julio de 2017

**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](mailto:geologiausac@gmail.com)

Señores  
Comisión Trabajos de Graduación  
Nivel Intermedio, Carrera Geología  
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final del Trabajo de Graduación del Nivel Intermedio, del estudiante **CRISTHIAN MARIANO CHÁVEZ SOTO**, carné n°. **201346159**, titulado: **“GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE LAS BRECHAS EN UN ÁREA DE 24 km<sup>2</sup> A ESCALA 1:25 000, EN LOS ALREDEDORES DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

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



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-285/2017  
02 de octubre de 2017

**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](mailto:geologiausac@gmail.com)

Señores  
Comisión Trabajos de Graduación  
Nivel Intermedio, Carrera Geología  
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final del Trabajo de Graduación del nivel intermedio, del estudiante **CRISTHIAN MARIANO CHÁVEZ SOTO**, carné n°. **201346159**, titulado: **“GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE LAS BRECHAS EN UN ÁREA DE 24 km<sup>2</sup> A ESCALA 1:25 000, EN LOS ALREDEDORES DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ”**, el cual someto a consideración de ustedes, para su aprobación.

Atentamente

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

  
Ing. Geol. Luis Alfredo Godoy Morales  
Docente Revisor  
Carrera Geología  
CUNOR – USAC



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Ref. 15-CG-301/2017  
18 de octubre de 2017

**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](mailto:geologiausac@gmail.com)

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

Respetables Señores:

Adjunto remito el Informe Final del trabajo de graduación de nivel intermedio, titulado: **“GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE LAS BRECHAS EN UN ÁREA DE 24 km<sup>2</sup> A ESCALA 1:25 000, EN LOS ALREDEDORES DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ”**, del estudiante **CRISTHIAN MARIANO CHÁVEZ SOTO**, carné n°. **201346159**, 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

  
Lic. Marvin Anibal Cuz Kuckling  
Docente Carrera Geología  
CUNOR



c.c. Archivo.

## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado: GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km<sup>2</sup> a escala 1:25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz Verapaz, como requisito previo a optar el título profesional de Técnico en Geología.



Cristhian Mariano Chávez Soto  
201346159

## **RESPONSABILIDAD**

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

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

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar hasta aquí, por las bendiciones que derrama en mí y por todas las metas que me ha permitido cumplir.

A mis padres Sandra Patricia Soto Delgado y Víctor Manuel Chávez por brindarme su amor incondicional, comprensión, ayuda y dedicación en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Por ser mi guía y mi fortaleza para lograr todas las metas que me he propuesto en la vida, “con Él todo, sin Él nada”.

**A MIS PADRES:** Sandra Patricia Soto Delgado que ha salido adelante con nosotros sin importar los inconvenientes, eres ejemplo de lucha y dedicación, a Víctor Manuel Chávez por sus luchas constantes de trabajo y esfuerzo para que nunca me faltara nada.

**A MIS HERMANOS:** Alexander y Daniel por apoyarme y animarme.

**A MIS FAMILIARES:** Abuelos, tíos y primos, gracias por haber creído en mí y empañarse en que si podía lograrlo.

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE:** Por permitirnos crecer y formarnos como profesionales íntegros.

**A LOS CATEDRÁTICOS DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA:** Por las enseñanzas brindadas.

**A LOS INGENIEROS ANNY MOLINEROS Y SERGIO VALDEZ:** Por el apoyo que me brindaron y por contar con ellos en su capacidad para guiar mis ideas y consultas.

**A MIS AMIGOS:** Mireya, Violeta, Dianna, Joselyne, Mario, Hugo, Krista, Marina, Marilingne Jaime, Alfredo, Fernando, Pablo, Abimael, por la gran calidad humana que me han demostrado con una actitud de respeto, dándome con ello, momentos gratos.

## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	Página
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
	1

### CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes del problema	3
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 General	5
1.3.2 Específicos	
1.4 Hipótesis	6

### CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD PRÁCTICA

2.1. Localización geográfica	7
2.2. Vías de acceso	9
2.3. Geología regional	10
2.3.1 Litoestratigrafía	10
a. Formación Cobán	10
I) Miembro dolomítico inferior	12
II) Miembro de caliza superior	12
III) Localidad tipo	14
b. Formación San Ricardo	15
2.3.2 Geología estructural	17
2.3.3 Geomorfología regional	20
a. Condiciones climáticas	20
b. Vegetación	20
c. Meteorización	21
d. Suelos	21
e. Erosión	22
f. Relieve	23
g. Red de drenaje fluvial	23
h. Mapa fisiográfico regional	23

### **CAPÍTULO 3**

#### **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS**

3.1. Marco metodológico	25
3.1.1 Fase de planificación	25
3.1.2 Fase de campo	25
3.1.3 Fase de laboratorio	26
3.1.4 Fase de gabinete	27

### **CAPÍTULO 4**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

4.1. Litoestratigrafía local	29
4.1.1 Unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea (UCcl)	29
a. Litología	30
I. Caliza cristalina	30
II. Calcilutita	33
III. Lodolita calcárea	37
b. Estructuras sedimentarias	39
I. Tempestitas	39
II. Oolitos	41
c. Fósiles	43
I. Textularidos y fragmentos de rudistas	43
II. Rudistas	44
d. Contactos geológicos	46
e. Relaciones de campo	47
4.1.2 Unidad de brecha calcárea intraformacional (UBi)	47
a. Brecha calcárea intraformacional con nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita	47
I) Grado de consolidación	48
II) Tamaño de clastos	48
III) Clastos veteados	48
IV) Nódulos de calcedonia	49
V) Clasificación de clastos	50
VI) Litología de clastos	51
VII) Embalaje de clastos	52
VIII) Clastos	52
IX) Matriz y cemento	53
X) Espacios abiertos	53
XI) Organización interna	53
b. Brecha calcárea intraformacional con clastos de caliza cristalina y mudstone	55
I) Grado de consolidación	56
II) Tamaño de clastos	57
III) Clastos veteados	57
IV) Clasificación de clastos	58

V) Litología de clastos	58
VI) Embalaje de clastos	59
VII) Clastos	60
VIII) Matriz y cemento	61
IX) Espacios abiertos	61
X) Organización interna	62
XI) Contactos geológicos	62
XII) Ambiente de formación	63
XIII) Relaciones de campo	63
4.1.3 Unidad de brecha calcárea de disolución (UBd)	63
a. Brecha calcárea de disolución con clastos de caliza <i>mudstone</i>	64
I) Grado de consolidación	64
II) Tamaño de clastos	65
III) Clastos veteados	65
IV) Clasificación de clastos	66
V) Litología de clastos	67
VI) Embalaje de clastos	68
VII) Clastos	68
VIII) Matriz y cemento	69
IX) Espacios abiertos	69
X) Organización interna	70
XI) Contactos geológicos	71
XII) Ambiente de formación	72
XIII) Relaciones de campo	72
4.1.4 Unidad de caliza <i>wackestone</i> y <i>mudstone</i> (UCwm)	72
a. Litología	72
I) Caliza <i>wackestone</i>	74
II) Caliza <i>mudstone</i>	74
III) Fósiles: <i>Nummoloculina heimi</i>	75
IV) Contactos geológicos	77
V) Ambiente de formación	78
VI) Relaciones de campo	78
4.1.5 Unidad de caliza <i>mudstone</i> (UCm)	78
a. Litología	78
b. Contactos geológicos	80
c. Ambiente de formación	81
d. Relaciones de campo	81
4.1.6 Unidad de depósitos pomáceos (UDp)	81
4.1.7 Unidad de depósito fluvial, suelos y aluviones (UQa)	84
4.1.8 Columna lito-estratigráfica local	86
4.2. Geología estructural	89
4.2.1 Fracturas	89
4.2.2 Fallas	92
a. Fallas normales	92
I) Fallas normales puras	93
II) Fallas normales dextrales	95

III) Fallas normales sinestrales	97
b. Fallas inversas	99
I) Fallas inversas puras	99
II) Fallas inversas sinestrales	101
c. Fallas de rumbo	102
I) Fallas dextrales	103
II) Fallas dextrales normales	104
III) Fallas dextrales inversas	106
IV) Fallas sinestrales	107
V) Fallas sinestrales normales	109
VI) Fallas sinestrales inversas	112
4.2.3 Estratificaciones	114
a. Unidad de caliza cristalina, lodolita calcárea y lutita	114
b. Unidad de caliza <i>wackestone</i> y <i>mudstone</i>	116
c. Unidad de caliza <i>mudstone</i>	118
d. Unidad de brecha calcárea intraformacional	119
4.2.4 Pliegues	121
4.2.5 Grietas de tensión	123
4.2.6 Elipse de deformación local	126
4.3. Geomorfología	130
4.3.1 Unidades geomorfológicas	130
a. Unidades de origen denudacional	130
I) Subunidad de ladera abrupta	130
II) Subunidad de laderas suaves	131
III) Subunidad de escarpes	132
IV) Subunidad de deslizamientos	133
b. Unidades de origen agradacional	134
I) Subunidad de planicie	134
II) Subunidad de cavernas	135
c. Unidades de origen antrópico	140
I) Subunidad de cantera	140

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

5.1. Análisis estratigráfico local	143
5.2. Análisis estructural local	148
5.3. Análisis geomorfológico local	149
5.4. Problema de estudio	149
5.4.1 Brecha calcárea de disolución	150
5.4.2 Brecha calcárea intraformacional	151
a. Nivel estratigráfico con nódulos de calcedonia y calcita	151
b. Nivel estratigráfico con clastos de caliza cristalina y <i>mudstone</i>	152
5.4.3 Origen e interpretación de los componentes sedimentológico – facial para ambos tipos de brechas	153

CONCLUSIONES	155
RECOMENDACIONES	159
BIBLIOGRAFÍA	161
ANEXOS	163
1. Mapa y perfil geológico	165
2. Mapa geomorfológico	167
3. Mapa de ubicación de secciones estratigráficas	169
4. Mapa de muestras	171
5. Secciones estratigráficas	173
6. Análisis petrográfico	185
7. Cuadro de meteorización	218
8. Cuadro sobre la descripción de las características sedimentológicas para los tipos de brechas	219
9. Esquema de los rasgos característicos de los tipos de brechas	221
10. Diagramas	223

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Brechas carbonatadas en el cuadrángulo de Chiantla	4
2. Localización del área de estudio	8
3. Vías de acceso a) Cobán - Santa Cruz Verapaz, b) Guatemala–Santa Cruz Verapaz	9
4. Columna estratigráfica representativa para el cuadrángulo Cobán	14
5. Sección lito-estratigráfica de la Formación San Ricardo	17
6. Rasgos tectónicos regionales de Centroamérica	18
7. Principales rasgos tectónicos de Guatemala	19
8. Elipse de deformación sinistral teórica	20
9. Suelos de Alta Verapaz	22
10. Provincias fisiográficas de Guatemala	24
11. Perfil teórico de una plataforma carbonatada	86
12. Columna lito-estratigráfica local	88
13. Representación gráfica de los datos DIP-DIR de las fracturas	91
14. Orientación aproximada de esfuerzos distensivos	92
15. Estereofalsilla de las fallas normales puras	94
16. Estereofalsilla de la falla normal en la unidad de brecha calcárea de disolución	95
17. Estereofalsilla de las fallas normales dextrales	96
18. Estereofalsilla de las fallas normales sinestrales	98
19. Estereofalsilla de la falla normal sinistral en la unidad de brecha calcárea de disolución	99
20. Estereofalsilla de la falla inversa en la unidad de caliza <i>mudstone</i>	100
21. Estereofalsilla de las fallas inversas sinestrales	101
22. Estereofalsilla de las fallas dextrales	103
23. Estereofalsilla de las fallas dextrales normales	105
24. Estereofalsilla de la falla dextral normal en la unidad de brecha calcárea intraformacional	106

25.	Estereofalsilla de la falla dextral inversa	107
26.	Estereofalsilla de las fallas sinestrales	108
27.	Estereofalsilla de la falla sinestral de la unidad de brecha calcárea intraformacional	109
28.	Estereofalsilla de las fallas sinestrales normales	110
29.	Estereofalsilla de la falla sinestral normal en la unidad de caliza cristalina y lodolita calcárea	111
30.	Estereofalsilla de las fallas sinestrales inversas	112
31.	Estereofalsilla de la falla sinestral inversa en la unidad de brecha calcárea intraformacional	113
32.	Estereograma con dirección preferencial de la estratificación al NW-SE en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea	116
33.	Estereograma con dirección preferencial de la estratificación al NE-SW en la unidad de caliza <i>wackestone</i> y <i>mudstone</i>	117
34.	Estereograma con dirección preferencial de la estratificación al NW-SE en la unidad de la caliza <i>mudstone</i>	119
35.	Estereograma con dirección preferencial de la estratificación al NW-SE en la unidad de brecha calcárea intraformacional	120
36.	Estereofalsilla de los dos ejes de pliegues anticlinales y sus esfuerzos principales	122
37.	Estereofalsilla del eje del pliegue sinclinal y sus esfuerzos principales	123
38.	Roseta de la dirección preferencial de las grietas de tensión	125
39.	Esfuerzos principales del primer evento	126
40.	Modelo estructural local del área de estudio para el primer evento de deformación	127
41.	Elipse de deformación sinestral teórica	128
42.	Esfuerzos principales del segundo evento	128
43.	Modelo estructural local del área de estudio para el segundo evento de deformación	129
44.	Esquema del proceso de formación de grutas y cuevas	137

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1.	Caliza cristalina, ubicada entre el límite de la aldeas Santa Elena y Chijou	30
2.	Sección delgada de la caliza cristalina, vista XPL	31
3.	Afloramiento de caliza cristalina masiva, ubicada en la entrada de la aldea Chijou	31
4.	Afloramiento de caliza cristalina estratificada, ubicada frente a la carretera CA14, a un costado de la finca Holanda, aldea Chitul	32
5.	Afloramiento con intercalaciones de caliza cristalina y lutita, ubicada en la finca María Auxiliadora, aldea Santa Elena	33
6.	calcilutitas en laminaciones, ubicada en la finca María Auxiliadora, de la aldea Santa Elena	34
7.	Matriz lodosa de la calcilutita (a), fósiles sustituidos por calcita (b). Ambas vistas en XPL y aumento 10x	35

8.	Afloramiento de la caliza cristalina y calcilutita, ubicada en el límite de la aldea Santa Elena y Chijou	35
9.	Lutita fisil laminada, ubicada entre el límite de la aldea Santa Elena y Chijou	36
10.	Lodolita calcárea estratificada, ubicada en el balneario La Peña, de la aldea Pan Quiyau	37
11.	Lodolita calcárea con textura <i>mudstone</i> , ubicada en el balneario La Peña, de la aldea Pan Quiyau	38
12.	Lodolita calcárea en sección delgada	38
13.	Tempestitas en caliza cristalina, ubicada en la finca María Auxiliadora, aldea Santa Elena	40
14.	Tempestitas en sección delgada	41
15.	Oolitos en caliza cristalina bioclástica, ubicada en la finca María Auxiliadora, aldea Santa Elena	42
16.	Sección delgada de oolitos	42
17.	Fósiles, a. textulárido y b. fragmento de rudista	43
18.	Rudistas de la Familia <i>antilocaprinidae</i> , frente a la carretera principal CA14, a un costado de la finca Holanda, aldea Chitul	44
19.	Rudistas en sección delgada	45
20.	Contacto discordante entre la unidad de caliza cristalina y la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada en el límite de las aldeas Santa Elena y Chijou	46
21.	Brecha calcárea intraformacional con nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita, frente a la carretera CA14, en el límite de la aldea Santa Elena y Tontem	48
22.	Clastos de calcita en brecha calcárea intraformacional, ubicada en el límite de las aldeas Chitul y Tontem	49
23.	Nódulos de calcedonia, ubicada frente a la carretera CA14, en el límite de la aldea Santa Elena y Tontem	50
24.	Clastos pobremente clasificados en la brecha intraformacional, ubicada en el cruce de Santa Cruz Verapaz	50
25.	Nódulos de calcedonia y clastos de caliza <i>mudstone</i> , ubicada en el límite de las aldeas Chitul y Tontem	51
26.	Clastos subangulosos, cemento calcáreo, sin matriz, cemento calcáreo, sin matriz, ubicado en el límite de la aldea Chitul y Tontem	52
27.	Brecha calcárea intraformacional masiva, ubicada en la carretera CA14, entrada a la aldea Chitul	54
28.	Brecha de caliza gris oscura de forma caótica, en el límite de la aldea Chitul y Tontem	54
29.	Brecha calcárea intraformacional en sección delgada	55
30.	Brecha de caliza cristalina y <i>mudstone</i> , ubicada frente a la carretera CA14, entre la aldea Chitul y finca María Auxiliadora de la aldea Santa Elena	56
31.	Grado de consolidación alta, ubicada en el cruce de Santa Cruz, Alta Verapaz	56

32.	Clastos de brecha calcárea intraformacional, frente a la carretera CA14, entre la aldea Chitul y finca María Auxiliadora, de la aldea Santa Elena	57
33.	Brecha calcárea intraformacional con mala clasificación de clastos, ubicada en el límite de la aldea Chitul y Tontem	58
34.	Clastos de caliza cristalina y caliza <i>mudstone</i> , ubicada en la aldea Santa Elena	59
35.	Brecha calcárea intraformacional con clastos de caliza cristalina y caliza <i>mudstone</i> , ubicada entre el límite de la aldea Chitul y Tontem	59
36.	Textura clasto soportado con cemento calcáreo, ubicada entre el límite de la aldea Chitul y Tontem	60
37.	clastos subangulosos de caliza cristalina y caliza <i>mudstone</i> con cemento calcáreo, ubicada en la aldea Santa Elena	61
38.	Relictos de estratificación en la brecha, ubicada en la finca Saquijá, cruce de Santa Cruz Verapaz	62
39.	Brecha calcárea de disolución, ubicada entre el límite de la aldea Tontem y Santa Elena	64
40.	clastos de la brecha calcárea de disolución, ubicada en el límite de la aldea Tontem y Santa Elena	65
41.	Clastos veteados de calcita, ubicada en la aldea Santa Elena	66
42.	Cristales de calcita en la brecha, ubicada entre el límite de la aldea Tontem y Santa Elena	66
43.	Clastos de caliza <i>mudstone</i> y calcita, ubicada en la aldea Tontem, Cobán, alta Verapaz	67
44.	Textura clasto soportada, muestra extraída en la aldea Tontem, Cobán, alta Verapaz	68
45.	Matriz, cemento y clastos angulosos, ubicada entre la aldea Tontem y Santa Elena	69
46.	Brecha calcárea de disolución, ubicada entre el límite de la aldea Tontem y Santa Elena	70
47.	Brecha calcárea de disolución, muestra extraída entre el límite de la aldea Tontem y Santa Elena	71
48.	Estratificación en la caliza <i>wackestone</i> , ubicada en la parte de atrás de la escuela de la aldea Chitul	73
49.	Caliza <i>wackestone</i> , ubicada en la aldea Chitul	74
50.	Caliza <i>wackestone</i> con <i>Nummoloculina heimi</i>	76
51.	Caliza <i>packstone</i> con <i>Nummoloculina heimi</i>	76
52.	Afloramiento de caliza <i>mudstone</i> , ubicada en la aldea Chitul	79
53.	Caliza <i>mudstone</i> , ubicada en la aldea Chitul	79
54.	Caliza <i>mudstone</i> a y c. matriz lodosa calcárea (a. XPL, b. PPL). b y d. fracturas rellenas de calcita con presencia de óxidos (b. XPL, d. PPL)	80
55.	Unidad de depósitos pomáceos a. entrada a la finca La Aurora, b. y c. aldea las conchas y d. aldea Chijou	82
56.	Componentes de la unidad de depósitos pomáceos	83
57.	Depósito fluvial intercalado con suelo rojizo, ubicada en Labor Las Carmelias	84

58.	Depósito fluvial con intercalaciones de caliza y ceniza volcánica, ubicado en el balneario el manantial, Santa Cruz Verapaz	85
59.	Fracturamiento en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, ubicada en la aldea Santa Elena	90
60.	Falla normal en la unidad de caliza cristalina, viste al SE, ubicada frente a la carretera principal CA14, a un costad de la finca Holanda, de la aldea Chitul	92
61.	Fallas normales en la unidad de brecha calcárea de disolución, ubicada en la aldea Santa Elena	95
62.	Falla normal dextral en la unidad de brecha calcárea de disolución, ubicada en la finca los Tres Potrillos, de la aldea Santa Elena	97
63.	Falla normal sinestral en la brecha calcárea de disolución la finca los Tres Potrillos, aldea Santa Elena	96
64.	Falla inversa en la unidad de caliza mudstone, ubicada en Las Cuevas, de la aldea Chitul	98
65.	Falla inversa sinestral en la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada en la finca Los Tres Potrillos, de la aldea Santa Elena	102
66.	Falla dextral en la unidad de brecha calcárea de disolución, ubicada entre el límite de la aldea Tontem y Santa Elena	104
67.	Falla dextral en la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada frente a la carretera CA14, en la entrada de la aldea Chitul	105
68.	Falla sinestral en la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada en la aldea Santa Elena	108
69.	Falla sinestral normal en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, ubicada en la aldea Santa Elena	110
70.	Falla sinestral normal en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, ubicada en la aldea Santa Elena	111
71.	Falla sinestral inversa en la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada en la aldea Santa Elena	113
72.	Interestratificaciones de las facies de caliza cristalina (base), calcilutita (parte media) y caliza <i>mudstone</i> (techo), en el límite de la aldea Santa Elena y Chijou	115
73.	Interestratificaciones de las facies de caliza cristalina (base), calcilutita (parte media) y caliza <i>mudstone</i> (techo), en el límite de la aldea Santa Elena y Chijou	115
74.	Estratificación en la unidad de caliza <i>wackestone</i> y <i>mudstone</i> , ubicada en la aldea Chitul	117
75.	Estratificación en la unidad de caliza mudstone, en la finca Saquijá, cruce de Santa Cruz Verapaz	118
76.	Estratificación en la unidad de brecha calcárea intraformacional, en la finca Saquijá, en el cruce de Santa Cruz Verapaz	120
77.	Grietas de tensión en la unidad de brecha calcárea de disolución con dirección de inclinación 67/N119, en el límite de la aldea Santa Elena y Tontem	124

78.	Grietas de tensión en la unidad de caliza <i>mudstone</i> , ubicada en la aldea Chitul	124
79.	Laderas suaves, ubicada en la aldea Chitul	131
80.	Laderas suaves, ubicada en la aldea Chitul	131
81.	Escarpe en la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada en el límite de la aldea Chitul y Tontem	132
82.	Escarpe en la unidad de brecha calcárea intraformacional, ubicada en la finca Saquijá, cruce de Santa Cruz, Alta Verapaz	133
83.	Deslizamiento, ubicado en la aldea Tontem	134
84.	Planicie, ubicada en labor las Carmelias y las conchas, así mismo en la aldea Pan Quiyau	135
85.	caverna en la unidad de caliza <i>mudstone</i> , ubicada en la aldea Santa Elena	137
86.	Caverna en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, ubicada en el balneario La Peña, de la aldea Pan Quiyau	138
87.	Estructuras kársticas. karst, ubicada en finca Saquimax, aldea Tontem (a), estalactita, ubicada en finca Saquijá, cruce de Santa cruz (b), columna (c) y estalagmita (d), ubicadas en finca Santa Elena (d)	140
88.	Cantera de brecha calcárea intraformacional, en el límite de la aldea Chitul y Tontem (a), canteras de brecha calcárea de disolución, en el límite de la aldea Santa Elena y Tontem (b-c)	141

## ÍNDICE DE TABLAS

1.	Vértices del área de estudio, coordenadas <i>UTM</i>	7
2.	Taxonomía de la fauna identificada	44
3.	Taxonomía de la microfauna identificada	77
4.	Componentes principales de la unidad de depósitos pomáceos	83
5.	Buzamiento preferencial de las fracturas	91
6.	Datos de las fallas normales puras	93
7.	Datos de las fallas normales dextrales	96
8.	Datos de las fallas normales sinestrales	97
9.	Datos de las fallas inversas puras	100
10.	Datos de las fallas inversas sinestrales	101
11.	Datos de las fallas dextrales	103
12.	Datos de las fallas dextrales normales	104
13.	Datos de la falla dextral inversa	106
14.	Datos de las fallas sinestrales	107
15.	Datos de las fallas sinestrales normales	109
16.	Datos de las fallas sinestrales inversas	112
17.	Datos de estratificaciones	114
18.	Datos de estratificaciones en la unidad de caliza <i>wackestone</i> y <i>mudstone</i>	116
19.	Datos de estratificaciones en la unidad de brecha calcárea intraformacional	119

20.	Datos correspondientes a los ejes de los pliegues	121
21.	Sigmas de los ejes de los pliegues anticlinales	121
22.	Sigmas del eje del pliegue sinclinal	122
23.	Base de datos de dirección de las grietas de tensión	125
24.	Sigmas del primer evento de deformación	127
25.	Sigmas del segundo evento de deformación	129



## LISTADO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>Ca:</b>	Calcita
<b>Clay:</b>	Arcilla
<b>Ab:</b>	Arcilla beige
<b>Mr:</b>	Material retrabajado
<b>Fm:</b>	Formación
<b>IGN:</b>	Instituto Geográfico Nacional
<b>CA:</b>	Ruta Centroamericana
<b>Km:</b>	Kilometro
<b>m:</b>	Metro
<b>mm:</b>	Milímetro
<b>mud:</b>	<i>Mudstone</i>
<b>wack:</b>	<i>Wackestone</i>
<b>pack:</b>	<i>Packstone</i>
<b>msnm:</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>N:</b>	Norte
<b>NE:</b>	Noreste
<b>NW:</b>	Noroeste
<b>S:</b>	Sur
<b>SE:</b>	Sureste
<b>SW:</b>	Suroeste
<b>ox:</b>	Óxidos
<b>W:</b>	Oeste
<b>E:</b>	Este



## RESUMEN

El trabajo final de campo titulado GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km<sup>2</sup> a escala 1:25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz Verapaz, producto del estudio geológico realizado durante un año, consistió en el análisis de las características lito-estratigráficas, estructurales y geomorfológicas en dicha área.

Se identificaron siete unidades de roca en el campo, en un orden estratigráfico de la más antigua a la más joven: unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea (UCcl), unidad de brecha calcárea intraformacional (UBi), unidad de brecha calcárea de disolución (UBd), unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* (UCwm), unidad de caliza *mudstone* (UCm), unidad de depósitos pomáceos (UDp) y unidad de aluvión, depósito fluvial y suelos. (UQa).

La geología estructural que rige el área de estudio con base a los datos referentes a las estructuras geológicas presentes en las unidades de roca, la posición espacial y la relación que guardan entre sí permitió determinar dos modelos de deformación. El primero, sugiere esfuerzos distensionales al NW y compresivos al NE que coincidió con la elipse de deformación sinistral teórica de la falla Cuilco-Chixoy-Polochic, el segundo, sugiere esfuerzos distensionales al NE y compresivos al NW adaptándose a un evento de deformación al cual fue sometida la falla regional mencionada, de modo que concuerda con la falla tipo *riedel* antitética del mismo.

Se identificaron las unidades geomorfológicas denudacionales siguientes: ladera abrupta formada en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita

calcárea, ladera suave que está formada en las unidades de caliza *mudstone*, *wackestone* y *mudstone* y en los depósitos pomáceos.

Éste tipo de roca por sus características geológicas como la composición mineralógica de ceniza volcánica con granulometría fina, fragmentos líticos y micas, además de agentes como la acción del agua y escorrentías provoca que se distribuyan y cubran de manera uniforme, lo que dio como resultado una topografía del terreno con relieve suave. También existen unidades agradacionales en el área que corresponden a: planicies formadas en su mayoría en la unidad de depósito fluvial, aluvión y suelos. Por último, unidades de tipo antrópico que corresponden a canteras encontradas en las unidades de brecha calcárea intraformacional, de disolución y caliza cristalina, calcilitita y lodolita calcárea.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al trabajo final de campo titulado: GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km<sup>2</sup> a escala 1:25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz Verapaz. El principal objetivo fue establecer las características lito-estratigráficas, estructurales y geomorfológicas del área de estudio.

Estas tres variables fueron utilizadas dentro del cartografiado geológico para realizar análisis, interpretación y relación entre los mismos y para reconstruir la historia geológica local. Se llevó a cabo la metodología analítica-descriptiva, a través de la realización de cuatro etapas de investigación: recopilación bibliográfica, trabajo de campo y trabajo de laboratorio; de las cuales se obtuvo la información necesaria para realizar el trabajo y la última etapa de gabinete, en la que se realizó la interpretación de los datos estructurales, litológicos y geomorfológicos.

Se elaboró un mapa geológico y perfiles geológicos para demostrar la relación lito-estratigráfica y estructural de la geología del área y un mapa geomorfológico que representa las principales unidades geomorfológicas y geformas que están presentes en el relieve de la zona.



# CAPÍTULO 1

## MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 Antecedentes del problema

Sapper (1899), dio el nombre de Formación Cobán a una gruesa secuencia de carbonatos y evaporitas del Cretácico, ocurrientes cerca de Cobán, Alta Verapaz.

Fourcade *Et. Al.* (1994), realizaron estudios que permitieron obtener una secuencia dividida en dos miembros: el dolomítico inferior y el dolomítico superior, en donde destaca que en Alta Verapaz las localidades de referencia del miembro dolomítico inferior pueden observarse en San Cristóbal Verapaz, Acamal, Chitul, Tontem y en los alrededores de Chamelco.

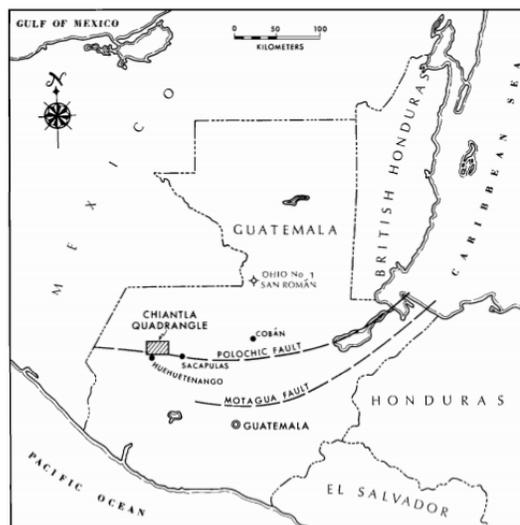
Morán *Et. Al.* (2004) en diferentes localidades y alrededores de Cobán, Carchá, norte de San Cristóbal Verapaz, Santa Cruz Verapaz y Chamelco, denotan cambios significativos en la composición y contenido microfaunal de las rocas carbonatadas de esta zona, por lo que diferenciaron dos niveles: un intervalo de calizas cristalinas-brechas y otra de calizas ricas en microorganismos, cuyas características son correlacionables con las divisiones hechas por Fourcade *Et. Al.*, 1994 y el Servicio Geológico Alemán en 1967-1968.

Valdez, Sergio *Et. Al.* (2013), en el trabajo titulado Niveles estratigráficos de la Formación Cobán en el Cuadrángulo de Cobán,

menciona que, en la localidad de María Auxiliadora y Santa Cruz Verapaz, identifican el miembro B correspondiente a la Formación Cobán. Proponen que se encuentra representado por brechas intraformacionales que corresponden a un proceso de deformación y transporte en medio de las depositaciones de la Formación Cobán inferior y superior. Se originaron debido a la envoltura de la capa fuerte dentro de la capa blanda y a un sucesivo transporte que dio origen a bloques angulosos dentro de una matriz calcárea.

Don N. Blount y Clyde H. Moore, (2013), *Geological Society of América Bulletin*, realizaron un estudio sobre brechas carbonatadas, reconociendo cinco grandes tipos en el cuadrángulo de Chiantla ubicado en los departamentos de Huehuetenango y Quiché al noroeste de Guatemala (figura 1), estas son: brechas de deposición, de disolución evaporítica-colapso, tectónicas, de caliche y pseudobrechas.

## FIGURA 1 BRECHAS CARBONATADAS EN EL CUADRÁNGULO DE CHIANTLA



**Fuente:** Index map of the Chiantla quadrangle, northwestern Guatemala. (04/10/2016).

## 1.2 Planteamiento del problema

Con el propósito de obtener resultados de la disposición de las características de las unidades litológicas y de las estructuras geológicas en el área, se realizó el mapeo geológico y se planteó el siguiente problema:

¿Cuáles son las características sedimentológicas de las brechas que se encuentran en un área de 24 km<sup>2</sup> en los alrededores de Santa Cruz, Alta Verapaz?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 General

Realizar la cartografía para describir la lito-estratigrafía y geología estructural en una superficie de 24 km<sup>2</sup> en los alrededores de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

### 1.3.2 Específicos

- a. Realizar el levantamiento de cinco secciones estratigráficas a escala 1: 100.
- b. Describir las características sedimentológicas de las brechas.
- c. Definir cuantos tipos de brechas con base a sus características sedimentológicas.
- d. Identificar cuáles son los niveles estratigráficos que presenta cada tipo de brecha.

#### **1.4 Hipótesis**

Las brechas que afloran en el área de estudio corresponden a brechas sinsedimentarias que fueron formadas a partir del material preexistente de estratos posiblemente atribuidos a la Formación San Ricardo. Las mismas brechas parecen ser la base del miembro inferior de la Formación Cobán.

## CAPITULO 2

### DESCRIPCION GENERAL DE LA UNIDAD PRÁCTICA

#### 2.1 Localización geográfica

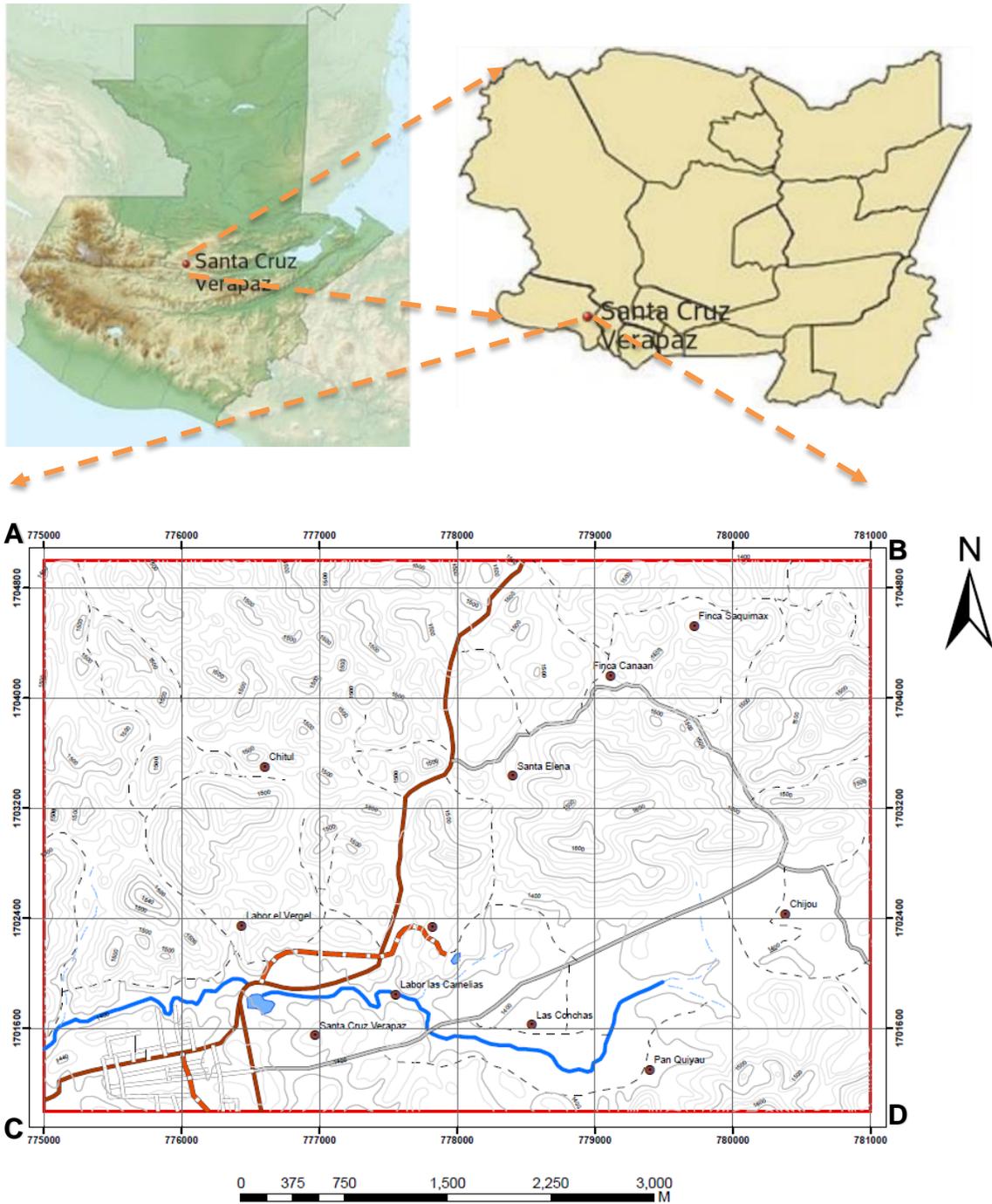
El área de estudio está ubicada en la región sur-central de Guatemala, en el departamento de Alta Verapaz, según la hoja cartográfica Cobán 2162 III del Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escala 1:50 000, en el municipio de Santa Cruz Verapaz, en los alrededores de las aldeas Santa Elena, Chijou, Chitul, Pan Quiyau, Las Conchas, labor las Carmelias, labor el Vergel y finca Holanda. Corresponde a una extensión de 24 km<sup>2</sup> (figura 2). Las coordenadas *UTM* del área de estudio se presentan en la tabla 1.

**TABLA 1**  
**VÉRTICES DEL ÁREA DE ESTUDIO,**  
**COORDENADAS *UTM* WGS 84**

VÉRTICE	NORTE (Y)	ESTE (X)
<b>A</b>	1705000	775000
<b>B</b>	1705000	781000
<b>C</b>	1701000	775000
<b>D</b>	1701000	781000

**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 2  
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

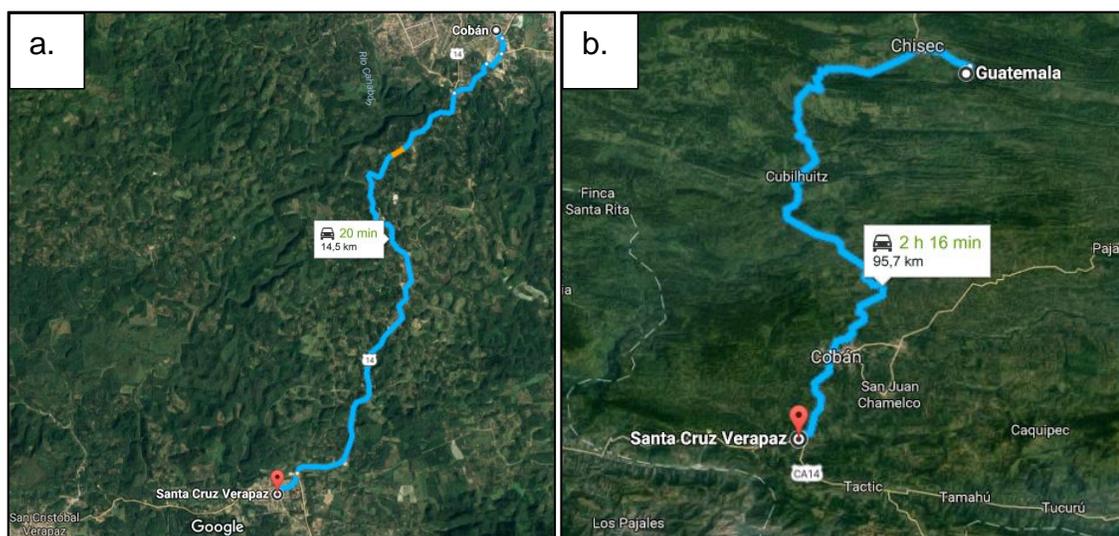


**Fuente:** Investigación de campo. 2016.

## 2.2 Vías de acceso

Existen dos vías de acceso que llegan a las fincas Holanda y Santa Elena del municipio de Santa Cruz Verapaz, se toma como referencia la ciudad de Cobán, el recorrido inicia al salir por la carretera CA-14, el tiempo es de 20 minutos con una distancia de 14,5 kilómetros (figura 3, a), de modo que se puede ingresar al área sin ninguna dificultad.

**FIGURA 3**  
**VÍA DE ACCESO a) COBÁN - SANTA CRUZ VERAPAZ,**  
**b) GUATEMALA – SANTA CRUZ VERAPAZ**



Fuente: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com). 2016.

Para llegar al área de estudio también se puede partir de la ciudad de Guatemala, a través de un recorrido 95,7 kilómetros aproximadamente sobre la ruta asfaltada CA-9 para llegar a El Rancho, El Progreso. De este punto se toma la ruta asfaltada CA-14 hacia el norte, hasta el municipio de Santa Cruz Verapaz, del departamento de Alta Verapaz, ubicada a 195 kilómetros de la ciudad de Guatemala. El tiempo es de 3 horas y 5 minutos aproximadamente (figura 3, b).

## 2.3 Geología regional

Guatemala se localiza al noroeste de la placa del Caribe, constituye el límite con la placa norteamericana. Las posiciones actuales de las placas son: la placa del Caribe está entre las placas de Norte América y Sur América. Estas tres placas tienen como límite oeste la subducción este-pacífico. Al nivel de esta fosa, la placa del pacífico (o la placa secundaria de Cocos), subduce bajo estas tres.

Guatemala está dividida en dos bloques tectónicos principales, el Bloque Maya (parte sur de la placa norteamericana), el cual se extiende desde el istmo de Tehuantepec y Yucatán en el sureste de México, hasta la falla del Motagua en Guatemala. El Bloque Chortís, yace desde la falla del Motagua hasta el centro de Nicaragua.<sup>1</sup>

El límite de los dos bloques lo constituye el sistema de fallas sinestrales: Polochic y Motagua, desde el Cretácico Superior está en contacto con el bloque Chortís que corresponde al sur de Guatemala, El Salvador, Honduras y parte de Nicaragua.<sup>2</sup>

### 2.3.1 Litoestratigrafía

#### a. Formación Cobán (Cretácico: Aptiano-Cenomaniano)

Con base a la cartografía geológica regional se demuestra la presencia de rocas sedimentarias carbonatadas en el área de estudio pertenecientes a la Formación Cobán.

---

<sup>1</sup> Beccaluva. L. *et. al.*, *El borde noreste de la Placa Caribeña en Guatemala* (Guatemala: Ministerio de Energía y Minas/ICATI, 1994), 15.

<sup>2</sup> Erick Fourcade *et. al.*, *Dating of the Settling and Drowning of the Carbonate Platform, and of the Overthrusting of the Ophiolites on the Maya Block during the Mesozoic (Guatemala)*. (Berlín, Alemania: Stuttgart, 1994), 1.

Desde los primeros estudios estratigráficos realizados en ciertas partes del área, a una de las unidades aflorantes se le asignó el nombre de Formación Cobán, definida por Sapper (1899) y Vinson (1962), como una serie gruesa de carbonatos (dolomitas y calizas) con evaporitas interestratificadas.

La cantera sobre la carretera Cobán - Carchá, en el puente sobre el río Cahabón, al oeste de la ciudad de Cobán, fue designada por Vinson (1962) como la localidad tipo (90°20' longitud oeste; 15°27' latitud norte).

Litológicamente, la sección según Walper, está compuesta de calizas, dolomitas y capas frecuentes de brecha de caliza y dolomita. La estratificación es generalmente masiva pero la presencia de una zona de estratos delgados de calizas argilíticas permitió a Walper separar la secuencia en una unidad inferior (Ixcoy) y una superior (Cobán).<sup>3</sup>

La Formación Cobán se localiza en la parte central y norte del departamento de Alta Verapaz, ocupando gran parte de su extensión. Sapper (1899), dio el nombre de Cobán a una gruesa secuencia de carbonatos y evaporitas del Cretácico cerca de Cobán, Alta Verapaz, sin embargo, esta secuencia fue posteriormente dividida por Fourcade *et al.*, (1994) en dos miembros:

---

<sup>3</sup> Donnelly, Thomas, *et al.*, *Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. (USA: The Geological Society of America, 1990), 5.

## I) Miembro dolomítico inferior

Consiste en casi 500 metros de dolomitas oscuras, algunas veces cristalinas, calizas dolomíticas con niveles de calizas con miliólidos, capas de brechas métricas y plurimétricas de origen evaporítico, y ocasionalmente algunas listas de calizas chérticas. Se ha encontrado *Chofaffatella decipiens* en la base, en la parte norte de la Sierra de los Cuchumatanes, asociada a una pieza de *Orbitolina*.

Estos foraminíferos, indican que la deposición de la Formación Cobán inició durante el Aptiano inferior. Pero cerca de Purulhá, Walper (1960), reportó *Orbitolina* cerca de la parte media de ese miembro. Los especímenes hallados por los suscritos son *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) Texana que aparece durante el Aptiano tardío.<sup>4</sup>

## 2) Miembro de caliza superior

Esta unidad de aproximadamente 600 metros de espesor, está compuesta de lodolita, caliza *wackestone* y *packstone*, con algunas listas de dolomitas y brechas con elementos que pueden llegar a los 20 centímetros en tamaño. Litológicamente los elementos de estas brechas son idénticos con la roca caja; en ambos casos consisten de *wackestone* y contienen miliólidos, ostrácodos, discórbidos, *Cuneolina sp.* y *Nummoloculina heimi*, así

---

<sup>4</sup> Mireya Archila, et. al., *Facies hidrocarburíferas del Cretácico Superior en la Cuenca Petén de Guatemala* (Mexico: 1990), 73-77.

como *Pseudorhapydionina Chiapanensis* fueron hallados hacia la base de esta unidad.

Para Michaud *et. al.* (1884) *Pseudorhapydionina Chiapanensis* ocurre también en el Cenomaniano de Chiapas. La parte superior de este miembro es de caliza color claro y contiene fósiles distintivos, tales como rudistas y foraminíferos grandes (*Dicyclina schulumbergeri*, *Pseudorhapydionina sp.* y *Valvulammina picardi*).<sup>5</sup>

La microfauna presente en este miembro indica una edad que varía desde el Cenomaniano al Santoniano. No se excluye la posibilidad de una edad del Albiano para los niveles de caliza subyacentes inmediatos de los primeros horizontes con contenidos de *Pseudorhapydionina Chiapanensis*.

Los suscritos no hallaron en este miembro la fauna abundante de globotruncánidos reportados por Paulsen y Koch (1980), sino solamente discórbidos. La Formación Cobán, así definida, es estrictamente equivalente a la Formación Sierra Madre del sur de México.<sup>6</sup>

La zona presenta características del miembro caliza superior y miembro dolomítico inferior por contener fauna y facies sedimentarias pertenecientes a una plataforma carbonatada equivalente a esta.

---

<sup>5</sup> Francois Michaud *et. al.*, *Pseudorhapydionina Chiapanensis* Nov. Sp. Nouveau Foraminifere du Cenomanien du Mexique. (1984).

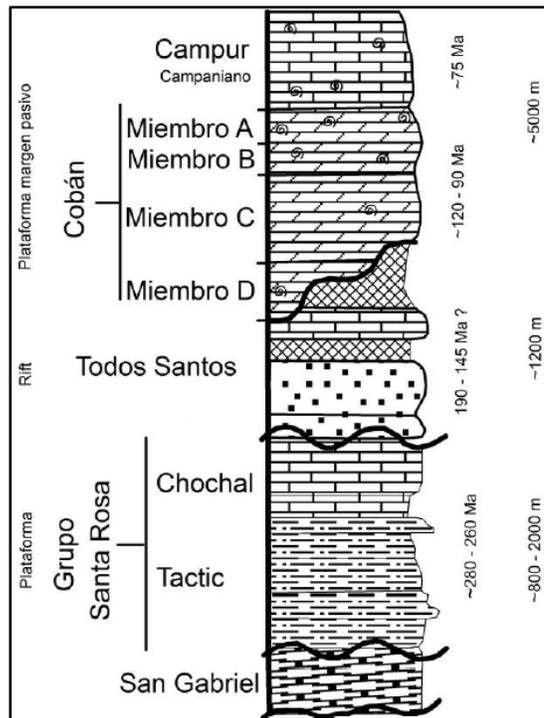
<sup>6</sup> Steele, 1982. Eate, 1983. Michaud, 1987.

### 3) Localidad tipo

Se localiza en la cantera sobre la carretera Cobán–Carcha, en el puente sobre el río Cahabón, de acuerdo a Vinson (1962).

En base a la geología superficial de campo y al análisis macroscópico y microscópico de las noventa muestras tomadas en más de cien estaciones en todo el cuadrángulo se propone la siguiente redefinición de las unidades litoestratigráficas (Figura 4), de sur a norte.<sup>7</sup>

**FIGURA 4**  
**COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REPRESENTATIVA PARA EL CUADRÁNGULO COBÁN**



**Fuente:** Tomada de: Sergio Valdez, *Et. Al.* 2013.

<sup>7</sup> Sergio Valdez, *et. al.*, *Niveles estratigráficos de la Formación Cobán en el Cuadrángulo de Cobán.* (Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Usac/Cunor, 2013)

## **b. Formación San Ricardo**

En 1972, Quezada estudia la Formación San Ricardo del Jurásico Superior-Cretácico Inferior, y él propone la localidad tipo de la Formación San Ricardo en el río Pueblo Viejo, en México y la divide en tres miembros: calcáreo, arenoso y margoso (figura 5).

De acuerdo con los datos paleontológicos recabados por Quezada (1987) y ratificados por Órnelas *Et. Al.*, (1991), la edad que se le asigna a los diferentes miembros de la Formación San Ricardo es la siguiente: miembro calcáreo, Oxfordiano-Kimmeridgiano; miembro margoso, Tithoniano y miembro arenoso, Berriasiano-Aptiano.<sup>8</sup>

Richards (1963) separó de la Formación Todos Santos una formación superior, la San Ricardo, en la cual su miembro limolita-lutita gradúa transicional y confortablemente. Otros autores (Anderson *Et. Al.*, 1973) han incluido la San Ricardo en la Formación Todos Santos. La Formación San Ricardo subyace en forma en transicional y concordante a la Formación Cobán del Cretácico Inferior.

En Ventosa, localidad ubicada en México, esta unidad consiste en lutita basal de casi 50 m en espesor, de colores rojo, café y verde. A esto sigue una caliza, llamada Miembro La Ventosa que es de 40 m en espesor, gris oscuro, densa, sub-litográfica y de estratificación laminar. Arriba del carbonato, existen 240 m de limolitas café rojizo a pardo,

---

<sup>8</sup> Mandujano and Vázquez., *Reseña bibliográfica y análisis estratigráfico de la Sierra de Chiapas*, México. 1996.

argilítica y parcialmente arenosas, cubiertas por 20 m de arenisca gris, de grano medio a grueso; cuarcíticas, de estratificación laminar que contienen clastos de chert del tamaño de guijas y gránulos. Más hacia el este, estas areniscas parecen ampliar su espesor y contienen clastos hasta del tamaño de guijarros. Este miembro clástico es llamado Arenisca Rosario.

La edad de la porción marina superior de la Formación Todos Santos (San Ricardo de Richards) ha estado también en algo de duda. Bose (1905) sugirió Cretácico Temprano, mientras que Ver Wiebe (1925) dijo que los pocos fósiles coleccionados - *Isastraea n.sp.*, *Nerineopsis gozuetae* - son del Cretácico Temprano o Jurásico Tardío.

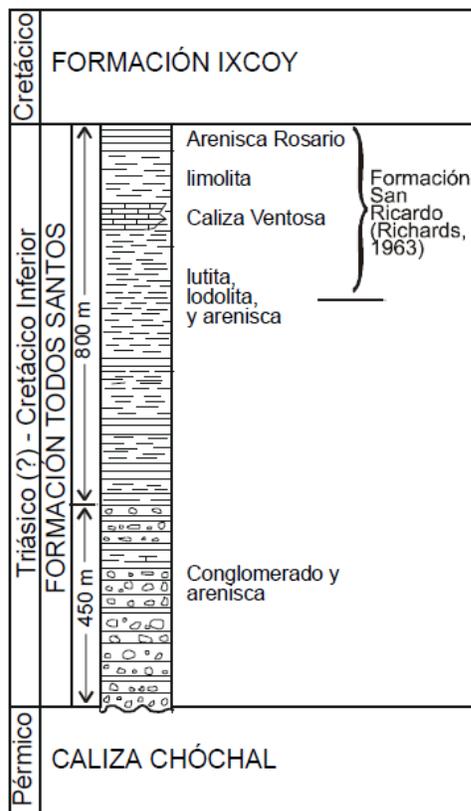
En resumen, la fauna de la parte superior de la Formación Todos Santos indica una edad transicional Jurásico Tardío-Cretácico Temprano.

El miembro superior de la Formación Todos Santos (de Richards) fue depositado en un ambiente marino marginal. Las lutitas, limolitas y areniscas fueron probablemente depositadas en una zona marina turbia, somera, de salinidad intermedia, mientras que las calizas representan una fase de agua más clara de deposición epinerítica. Por su buena clasificación y naturaleza limpia, el miembro superior de arenisca en Los Cuchumatanes (Arenisca El Rosario) sugiere deposición litoral marina.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Richards, H.G. 1963. *Stratigraphy of earliest Mesozoic sediments in Southwestern México and Western Guatemala*. (Am. Assoc. Petroleum Geol. Bull, Vol. 47), 1861-1870.

## FIGURA 5 SECCIÓN LITO-ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SAN RICARDO

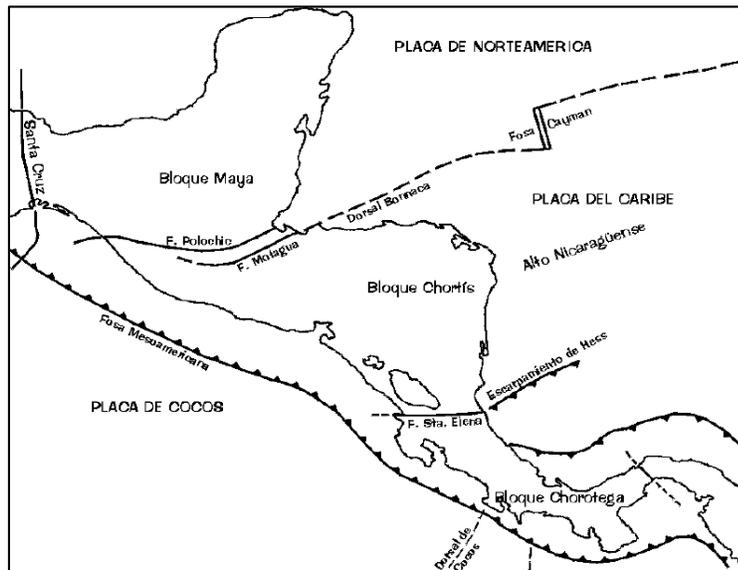


**Fuente:** Léxico Estratigráfico Bloque Maya. 1990.

### 2.3.2 Geología estructural

La parte central de Guatemala está afectada por tres placas tectónicas: al norte la placa de Norteamérica, hacia el sur la placa de Cocos y hacia el este la placa de Caribe (figura 6), atraviesa Honduras, Guatemala y el sur de México; tiene una extensión de 400 km, lo que provoca un sistema de fallas transformantes considerado como el límite noreste entre las placas Norteamérica y Caribe que corresponde a una zona activa de desplazamiento sinistral orientado este-oeste, caracterizado por las grandes fallas Polochic-Motagua y Jocotán-Chamelecón (figura 7).

## FIGURA 6 RASGOS TECTÓNICOS REGIONALES DE CENTROAMÉRICA



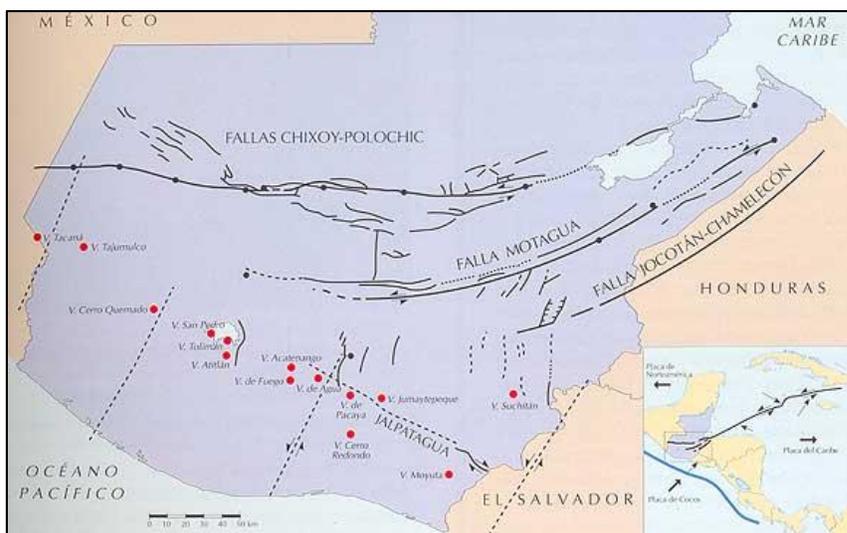
**Fuente:** Donnelly T.W. et. al.; traducción de Mauricio Chiquín Yoj. 2000.

En 1989 Sapper descubrió el sistema de falla Polochic-Motagua, al nivel del fondo de los valles que encausan los ríos Motagua y Polochic; la falla posee una convexidad marcada hacia el sur, que sugiere que la falla de Polochic sobre su parte este, es menos activa que hacia el oeste de Guatemala.<sup>10</sup>

El área se localiza al norte del sistema de falla Polochic, y es afectada por el mismo, ya que presenta fallamiento inverso paralelo a esta falla.

<sup>10</sup> Francois, Michaud, Et Al, *El Cretácico Medio y Superior de la parte meridional del Bloque Maya Guatemala*, (Guatemala, 1994,1992). 2

## FIGURA 7 PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS DE GUATEMALA



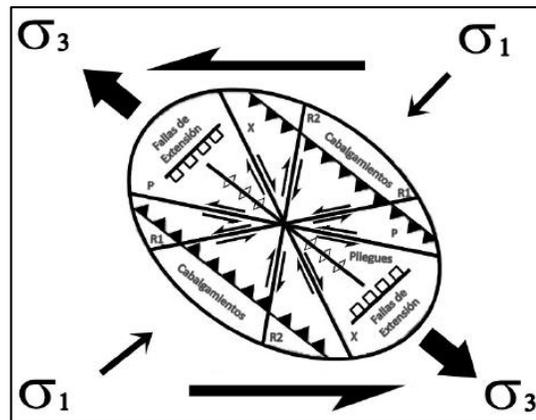
Fuente: Disponible en: <http://www.iagcovi.edu.gt>. (04/10/2016).

La falla de Chixoy-Polochic, del tipo siniestral (figura 8), también conocida como falla de Cuilco-Chixoy-Polochic, es una de las principales zonas de falla en Guatemala. 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, la falla tiene una tasa de desplazamiento (promedio sobre largo periodo) de 13 mm por año.

La falla de Chixoy-Polochic forma también la separación geológica entre las rocas cristalinas de la Sierra de Chuacús y la Sierra de las Minas al sur, y las rocas sedimentarias de la Sierra de los Chucumatanes y la Sierra de Chamá al norte. La falla de Chixoy-Polochic fue especialmente activa durante la orogenia Laramide, que se produjo durante el Terciario temprano.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Falla Cuilco-Chixoy-Polochic; [http://es.wikipedia.org/wiki/Falla\\_de\\_Chixoy-Polochic](http://es.wikipedia.org/wiki/Falla_de_Chixoy-Polochic) (13-04-12)

**FIGURA 8**  
**ELIPSE DE DEFORMACIÓN SINISTRAL TEÓRICA**



**Fuente:** The mapping of geological structures, Ken MacClay, Department of Geology, Royal Holloway University of London, Elipse de Deformación, Sinistral. 1986.

### 2.3.3 Geomorfología regional

#### a. Condiciones climáticas

El factor determinante de las condiciones climatológicas lo constituye la altura sobre el nivel del mar, en el área de estudio corresponde 1 280 msnm. El clima es cálido y húmedo, la temperatura media anual varía entre 17° C y 25° C; de acuerdo a la altitud, se determina la presencia de la masa forestal conformada por bosques de coníferas, mixtos y latifoliado. La época lluviosa es de junio a octubre.<sup>12</sup>

#### b. Vegetación

La zona boscosa de Santa Cruz Verapaz, cubre 52 630 hectáreas, esto representa 628,6 km<sup>2</sup> que constituye el

<sup>12</sup> Instituto Geográfico Nacional –IGN-. *Diccionario Geográfico Nacional*. (Guatemala: IGN., 1 983): 395.

58,10 % del territorio del municipio. Debido a la diversidad climática del lugar la cobertura forestal está compuesta en un 64 % de bosques latifoliados que son árboles de hoja ancha de clima cálido y húmedo, el 36 % restante por coníferos de clima templado.<sup>13</sup>

### **c. Meteorización**

El área de estudio está afectada directamente por la meteorización física, principalmente por el agente hídrico, la meteorización en las rocas es a través del agua, la cual se introduce en las fracturas, ya que en algunas partes suele ser muy porosa, lo que hace que se debilite la roca.

### **d. Suelos**

En dicho lugar prevalecen suelos residuales de rocas sedimentarias (figura 9), la erosión ha despojado la cubierta vegetal para dar lugar a la formación de suelos retrabajados. De acuerdo a información recopilada en el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, el suelo es de la división fisiográfica de los cerros de caliza y de las tierras bajas del Petén Caribe; que se caracterizan por las pendientes inclinadas, poco profundos, rocosos y arcillosos en algunas partes. El terreno es adecuado para la agricultura del maíz, frijol, café y cardamomo y la plantación de árboles.

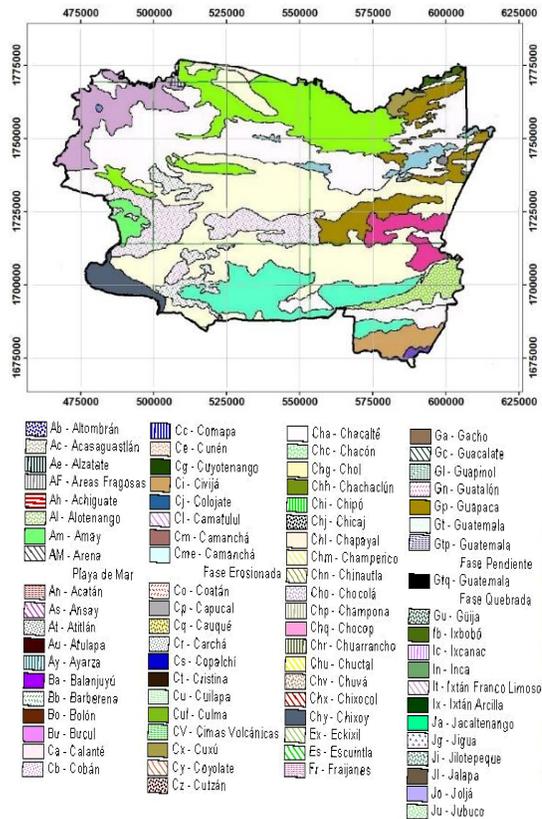
El suelo superficial es franco rocoso, friable, color café oscuro, la reacción es ligera, ácida, con nutrientes minerales, el Ph se encuentra alrededor de 6,0. Son de pendientes

---

<sup>13</sup> Instituto Geográfico Nacional –IGN-, 396.

inclinadas, colinas escarpadas y altiplanicies, precipitación pluvial variable durante todo el transcurso del año.<sup>14</sup>

**FIGURA 9  
SUELOS DE ALTA VERAPAZ**



**Fuente:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, 2003.

**e. Erosión**

El área se ve afectada por la erosión fluvial y pluvial. La primera por aguas de ríos y quebradas, la segunda, por agua de lluvias que precipitan con gran intensidad.

<sup>14</sup> Instituto Geográfico Nacional –IGN-, 397.

**f. Relieve**

La topografía del municipio presenta zonas escarpadas, con inclinaciones entre 32 % y 45 %, y planicies entre 0 % y 5 %. El área estudiada presenta pendientes fuertes y moderadas entre 40° y 60°.

El municipio es de vocación forestal, con potencialidades agroforestal o de agricultura con rigurosos programas de conservación de suelos. Por la topografía es proclive a la degradación de suelos y formación de barrancos, que se agudiza con el uso irracional de los recursos naturales.

**g. Red de drenaje fluvial**

En cuanto a cuencas hidrográficas, destaca la del río Cahabón de la vertiente de las Antillas, que es el de mayor importancia por el caudal y longitud que atraviesa hasta desembocar con el río Polochic en el Lago de Izabal, durante su recorrido recoge el agua del río Chió que atraviesa la cabecera municipal de sur a norte.<sup>15</sup> Los ríos más importantes que recorren el municipio son aprovechados por los pobladores para riego de cultivos y consumo.

**h. Mapa fisiográfico regional**

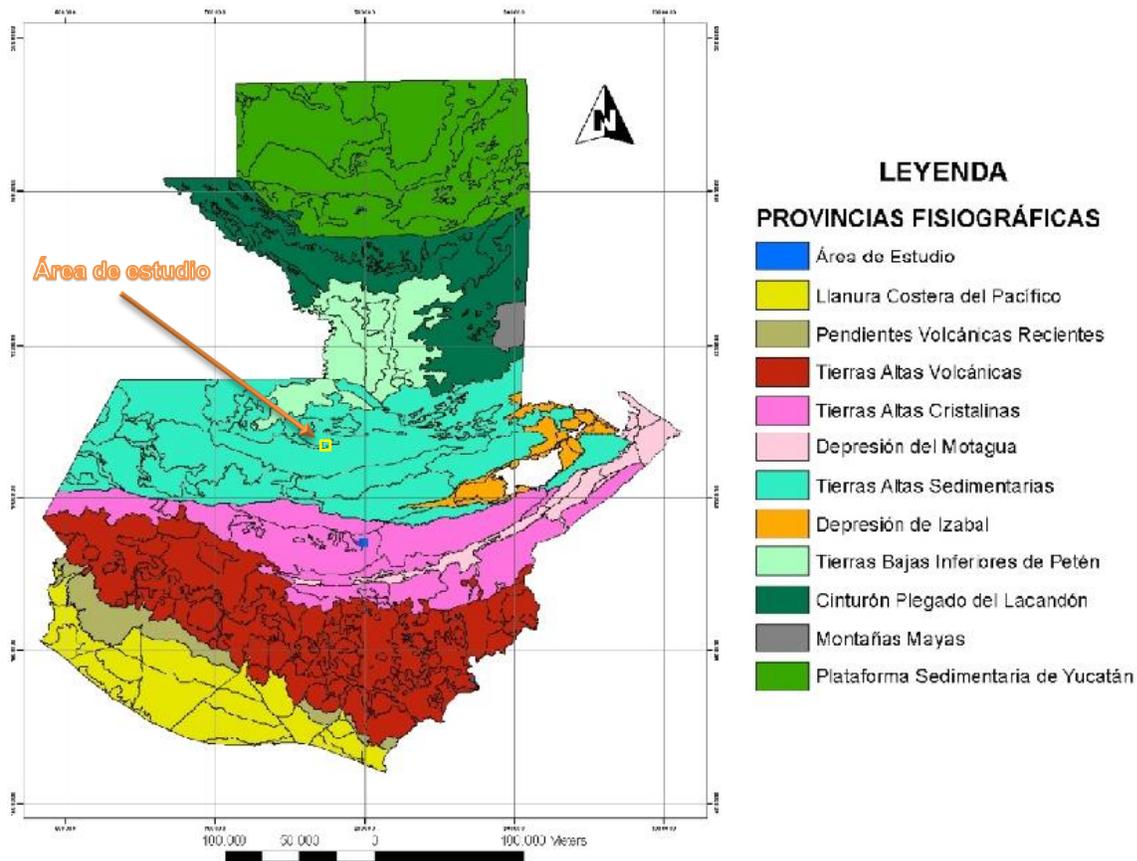
A nivel regional el área investigada se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de tierras altas sedimentarias, esto condiciona que el relieve esta moldeado sobre rocas

---

<sup>15</sup> Instituto Geográfico Nacional –IGN-. 397.

sedimentarias. La fisiografía de la zona presenta elevaciones que van 1 400 msnm a 1 600 msnm, entre los cruces de los ríos y los altos topográficos adyacentes.<sup>16</sup> Esto se puede identificar en la figura 10, así como el punto específico en donde se encuentra ubicada dicha área.

**FIGURA 10**  
**PROVINCIAS FISOGRÁFICAS DE GUATEMALA**



**Fuente:** Modificado de Atlas Temático de las Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala, SIG-MAGA. 2007.

<sup>16</sup> [http://lde.segeplan.gob.gt/tablas\\_municipal/pdfs/11\\_Retalhuleu/tabla\\_43\\_1.pdf](http://lde.segeplan.gob.gt/tablas_municipal/pdfs/11_Retalhuleu/tabla_43_1.pdf)  
(12/04/2012)

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

#### **3.1 Marco metodológico**

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

##### **3.1.1 Fase de planificación**

La recopilación de información tomó como referencia investigaciones previas que se han hecho en el área. Así mismo se consultaron trabajos finales de campo, páginas *web*, mapas topográficos, geológicos y fotos aéreas para obtener lineamientos.

Se realizó una visita a la municipalidad de Santa Cruz Verapaz, para informar sobre el proyecto de investigación geológica y para realizar el reconocimiento del área de estudio y accesos, previo a realizar la etapa de campo.

##### **3.1.2 Fase de campo**

Esta etapa se llevó a cabo durante la visita al área de estudio consistió en un lapso de cuarenta y cinco días, durante los cuales se realizó el mapeo geológico los métodos utilizados fueron por afloramientos y caminamiento. La escala de mapeo fue de 1:25 000.

Se identificaron los tipos de unidades litológicas que afloran en distintas partes del área, observando las características mineralógicas a nivel macroscópico con distintas muestras de mano para un posterior estudio en el laboratorio.

Se midieron datos estructurales con el método de *Dip-Dir* o dirección de buzamiento en los afloramientos, se tomaron los planos de las fallas, la existencia de estrías para indicar movimientos de las mismas, los planos de fracturas, estratos, entre otros.

Se determinaron rasgos geomorfológicos a partir de sus formas y características observadas, algunos otros por su disposición, principalmente los agradacionales, posteriormente se delimitaron las unidades en un mapa geomorfológico.

### **3.1.3 Fase de laboratorio**

Esta etapa consistió en el análisis de las diferentes muestras que se recolectaron en la etapa de campo. Se analizaron muestras de los tipos de brechas en estéreomicroscopio debido a que poseen clastos > 1 cm, además de ello se analizaron once secciones delgadas para identificar la mineralogía, textura, fósiles y estructuras sedimentarias a través del microscopio petrográfico.

El análisis de cada sección delgada consta de la descripción mineralógica de la roca, esto se realizó al identificar los minerales esenciales y secundarios según sus características ópticas, posteriormente se determinan los porcentajes de minerales para darle un nombre específico a las unidades de roca.

### 3.1.4 Fase de gabinete

Consistió en la síntesis de las etapas anteriores para poder elaborar el mapa geológico a escala 1:25 000, donde se plasmaron las características litológicas y estructurales sobresalientes.

Se realizó el mapa geomorfológico según las formas observadas y la ubicación de las mismas delimitándolas según las características que presentan.

Los aspectos analizados para la realización del mapa geomorfológico incluyen la topografía y la inclinación de las laderas.

La elaboración de los mapas geológico, geomorfológico, así como de los perfiles fue a través del software *ArcGis*®9.3; el análisis de los datos estructurales es representado por medio de diagramas de roseta con el programa *GeoRose*, estereogramas con los programas *Dips* 5.0 y *Win Tensor*. Para la digitalización de las cinco secciones estratigráficas se utilizó el programa de *Strater* 4.



## CAPITULO 4

### DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1 Litoestratigrafía local

Este apartado contiene las características de las unidades litológicas que se encuentran en el área investigada. Mediante la columna estratigráfica local se determinó la relación que tiene cada una. Las unidades litológicas que fueron identificadas en orden de la más antigua a la más reciente son:

- Unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea y (UCcl), extensión de 20 %
- De brecha calcárea intraformacional (UBs), extensión de 25 %
- De brecha calcárea de disolución (UBd), extensión de 8 %
- De caliza *wackestone* y *mudstone* (UCwm), extensión de 10 %
- De caliza *mudstone* (UCm), extensión de 20 %
- De depósitos pómez (UDp), extensión de 2 %
- Unidad de depósito fluvial, suelos y aluviones (UQa), extensión de 15 %

##### 4.1.1 Unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea (UCcl)

Esta unidad aflora principalmente al este del área, se encuentra mejor expuesta en la finca María Auxiliadora perteneciente a la aldea Santa Elena, y en la aldea Chitul principalmente en la finca Holanda, además de ello aparece también en la finca Saquimax y en la finca Caan, pertenecientes a la aldea

Tontem. Esta agrupación de facies lo conforman la caliza cristalina en un 75 %, la calcilitita con un 15 % y por último la lodolita calcárea en un 10 %.

**a. Litología**

**l) Caliza cristalina**

Es una roca que se caracteriza por estar compuesta fundamentalmente por granos carbonáticos cristalinos de tamaño de arena (entre 0,065 mm y 2 mm), son de tonalidad gris oscuro (fotografía 1), en ciertas partes presenta un olor fétido (hidrocarburos) al golpe con el martillo.

**FOTOGRAFÍA 1  
CALIZA CRISTALINA, UBICADA ENTRE EL LÍMITE DE LA  
ALDEAS SANTA ELENA Y CHIJOU**



**Tomadas por:** Mariano Chávez, 2016.

En sección delgada, se puede observar la presencia de la textura cristalina (fotografía 2), generalmente constituida por granos y matriz de lodo

carbonatado, los granos están en contacto unos con otros.

## **FOTOGRAFÍA 2** **SECCIÓN DELGADA DE LA CALIZA CRISTALINA, VISTA XPL**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

La caliza cristalina se encuentra en algunas partes de forma masiva (fotografía 3), principalmente al este del área, entre el límite de la aldea Chijou y la finca María Auxiliadora, y en otras estratificada (fotografía 4) ubicada y mejor expuesta en la finca María Auxiliadora.

## **FOTOGRAFÍA 3** **AFLORAMIENTO DE CALIZA CRISTALINA MASIVA, UBICADA EN LA ENTRADA DE LA ALDEA CHIJOU**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 4**  
**AFLORAMIENTO DE CALIZA CRISTALINA ESTRATIFICADA,**  
**UBICADA FRENTE A LA CARRETERA CA14, A UN COSTADO DE**  
**LA FINCA HOLANDA, ALDEA CHITUL**



**Tomada por:** Mireya Jolomná, 2016.

La caliza cristalina masiva posee fracturamientos que varían entre moderado a intenso, la tonalidad de la roca suele ser gris claro, mayormente gris oscuro, probablemente se deba a la presencia de materia orgánica, suele tener un olor a hidrocarburos. Es de meteorización de grado I, la roca presenta partes con limos de tonalidad beige, esto debido al *gouge*, ya que la mayoría de afloramientos se encuentran fallados.

La caliza cristalina de forma estratificada se observa principalmente al norte central y noreste del área, en donde los estratos de caliza cristalina se encuentran interestratificados con caliza cristalina, caliza brechosa y lutita (fotografía 5), la base es de brecha seguidamente grada a caliza cristalina y posteriormente se encuentra la lutita, aunque estas dos últimas suelen presentarse interestratificadas.

## FOTOGRAFÍA 5

### AFLORAMIENTO CON INTERCALACIONES DE CALIZA CRISTALINA Y LUTITA, UBICADA EN LA FINCA MARÍA AUXILIADORA, ALDEA SANTA ELENA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## II) Calcilutita

Posee una tonalidad gris a beige, presenta pequeñas partes con laminaciones que se parten en forma de hojas o lajas, el tamaño de grano es fino, compuesta por partículas del tamaño de la arcilla; macroscópicamente no se logran observar los fragmentos o granos de la calcilutita.

Se encuentra intercalada con la caliza cristalina y con brecha calcárea generada por fallamiento, donde la calcilutita es predominante, ubicada en la parte superior de los afloramientos.

El nombre asignado de calcilutita (fotografía 6), se debe a la presencia de lodo calcáreo lilitificado en un 100%, integrado por partículas de tamaño milimétrico. El

diagrama utilizado para afirmarlo es: la clasificación de *Correns* (1949) basado en carbonatos, lutitas y areniscas.

### FOTOGRAFÍA 6

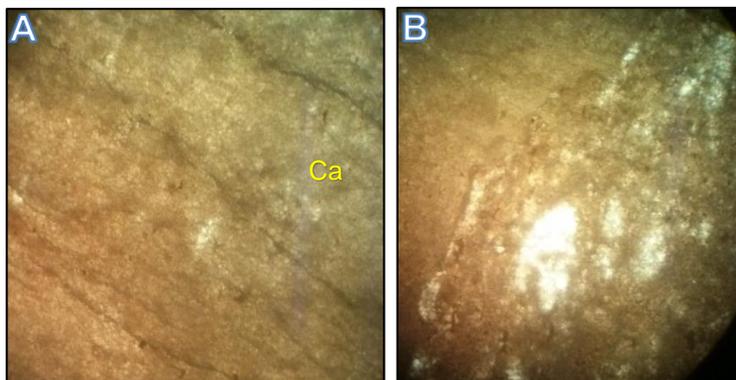
#### CALCILUTITAS EN LAMINACIONES, UBICADA EN LA FINCA MARÍA AUXILIADORA, DE LA ALDEA SANTA ELENA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

En sección delgada se pueden observar las bandas claras y oscuras que presenta la calcilutita (fotografía 7), evidencia pequeños cristales de calcita. La textura es *mudstone*. Presenta pequeñas proporciones de óxidos, con una matriz lodosa de coloración beige oscura. En la calcilutita se logró evidenciar solamente fragmentos de hojas y restos de fósiles, los cuales se encuentran reemplazados y sustituidos por calcita.

**FOTOGRAFÍA 7**  
**MATRIZ LODOSA DE LA CALCILUTITA (A), FÓSILES**  
**SUSTITUIDOS POR CALCITA (B). AMBAS VISTAS EN XPL Y**  
**AUMENTO 10X**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

Al NE del área, en la localidad del límite entre la aldea Chijou y la finca María Auxiliadora de la aldea Santa Elena, se encontró la misma secuencia entre calcilutitas y caliza cristalina (fotografía 8).

**FOTOGRAFÍA 8**  
**AFLORAMIENTO DE LA CALIZA CRISTALINA Y CALCILUTITA,**  
**UBICADA EN EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y CHIJOU**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

Estas calcilititas (fotografía 9) son claramente identificadas por su aspecto liso y con sus características laminaciones, presentan una textura *mudstone*, se comportan según su forma de fragmentación de manera fisil (forma de planos paralelos especialmente próximos).

### **FOTOGRAFÍA 9**

#### **LUTITA FISIL LAMINADA, UBICADA ENTRE EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y CHIJOU**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Mineralógicamente conformado por minerales arcillosos, cuarzo y óxidos, las calcilititas presentan una tonalidad beige con meteorización de grado II. Los contactos entre las intercalaciones son concordantes entre la caliza cristalina y calcilititas.

La lutita que se localiza en el área se formó en un ambiente sedimentario acuoso, caracterizado por existir en un nivel de energía muy bajo correspondiente a un lagoon. El color que presenta es beige oscuro que es característico de ambientes deposicionales ligeramente reductores.

### III) Lodolita calcárea

Se encuentra al sureste del área, junto a la facie de caliza cristalina en la parte externa de una caverna, si se toma como referencia el ecocentro La Peña en la comunidad de Pan Quiyau.

Esta estratificada (fotografía 10) presentando textura lodosa (*mudstone*) de granulometría muy fina < 1 mm con una tonalidad beige.

#### **FOTOGRAFÍA 10 LODOLITA CALCÁREA ESTRATIFICADA, UBICADA EN EL BALNEARIO LA PEÑA, DE LA ALDEA PAN QUIYAU**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Macroscópicamente la lodolita calcárea presenta un aspecto terroso con pequeñas impurezas de tonalidad negra, intercalado con suelo negro (fotografía 11). Presenta una meteorización de grado II, debido a que se ve afectada principalmente por el agente hídrico, por la presencia de una quebrada que durante la crecida del agua va debilitando al cuerpo rocoso.

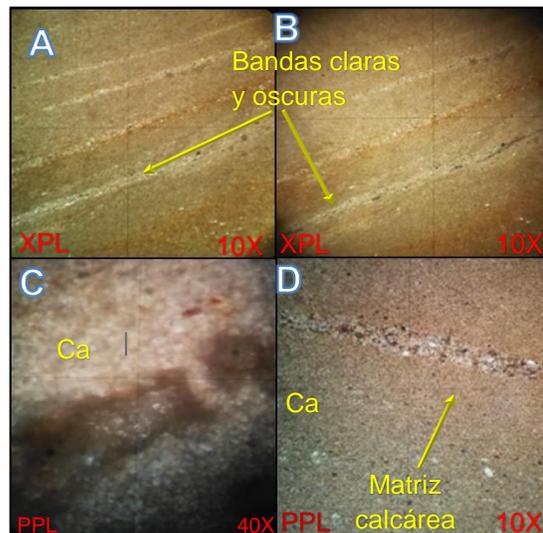
**FOTOGRAFÍA 11**  
**LODOLITA CALCÁREA CON TEXTURA *MUDSTONE*, UBICADA**  
**EN EL BALNEARIO LA PEÑA, DE LA ALDEA PAN QUIYAU**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

En sección delgada se observa la mineralogía correspondiente a bandas claras y oscuras beige (fotografías 12, a y 12, b) compuestas y recristalizadas por calcita (fotografía 12, c), con un tamaño de grano que no se logra apreciar ya que es muy fino. La matriz es de composición calcárea (fotografía 12, d).

**FOTOGRAFÍA 12**  
**LODOLITA CALCÁREA EN SECCIÓN DELGADA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

En sección delgada, la lodolita calcárea no evidencia la presencia de contenido de microfauna, el mismo si reacciona al ácido clorhídrico debido al contenido de calcita.

La lodolita calcárea fue formada en aguas poco profundas marinas, en partes lagunares tranquilas, generalmente generados en mares con mareas acusadas con energía moderada-alta.

## **b. Estructuras sedimentarias**

### **l) Tempestitas**

Dentro de la caliza cristalina se encuentran las tempestitas (fotografía 13), estas solamente se presentan al norte central del área en pequeñas dimensiones, se evidencian de manera turbulenta en diferentes direcciones, se encuentran rellenas de calcita. Son fáciles de identificar por la forma alargada o tabular que presentan.

**FOTOGRAFÍA 13**  
**TEMPESTITAS EN CALIZA CRISTALINA, UBICADA EN LA FINCA**  
**MARÍA AUXILIADORA, ALDEA SANTA ELENA**

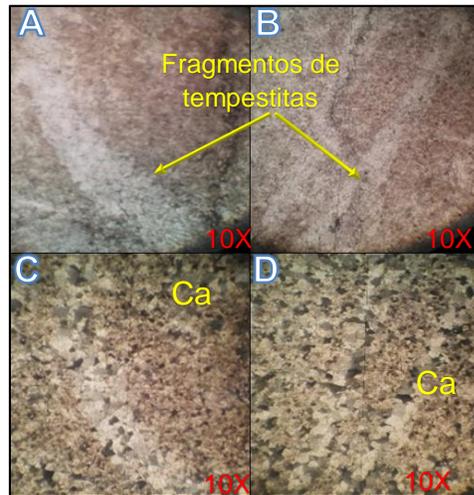


**Tomadas por:** Mariano Chávez, 2016.

Comprenden una parte dentro de la sección estratigráfica levantada junto a la lutita y caliza cristalina brechosa presentándose en la parte media de la sección (ver anexo).

En sección delgada se muestra la anatomía de las tempestitas (fotografías 14, a y 14, b) tabulares, compuestas de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), con una matriz lodosa calcárea (fotografías 14, c y 14, d).

## FOTOGRAFÍA 14 TEMPESTITAS EN SECCIÓN DELGADA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### II) Oolitos

Se encontraron estructuras carbonáticas concéntricamente laminadas que corresponden a oolitos (fotografía 15), están en la parte norte central del área, en la finca María Auxiliadora en menores proporciones. Estas estructuras poseen una forma esférica o elipsoidal, con un tamaño menor a 2 mm con buena selección, encontrándose en la facie de caliza cristalina bioclástica.

## **FOTOGRAFÍA 15**

### **OOLITOS EN CALIZA CRISTALINA BIOCLÁSTICA, UBICADA EN LA FINCA MARÍA AUXILIADORA, ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

En sección delgada se puede observar que consisten en láminas concéntricas regulares alrededor de un núcleo, dentro de la clasificación tal estructura corresponde a oolitos normales (fotografía 16), ya que poseen varias láminas alrededor del núcleo que son radiales. Se encuentra compuesto de calcita, la matriz es esparítica y en ciertas partes presenta foraminíferos bentónicos biseriados (textularidos) y algunas esporas.

## **FOTOGRAFÍA 16**

### **SECCIÓN DELGADA DE OOLITOS**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

Los oolitos en la caliza cristalina indican un origen inorgánico, formados por precipitaciones de calcita en medios marinos cálidos, poco profundos, de aguas limpias y agitadas de modo que esto sugiere un ambiente de playa.

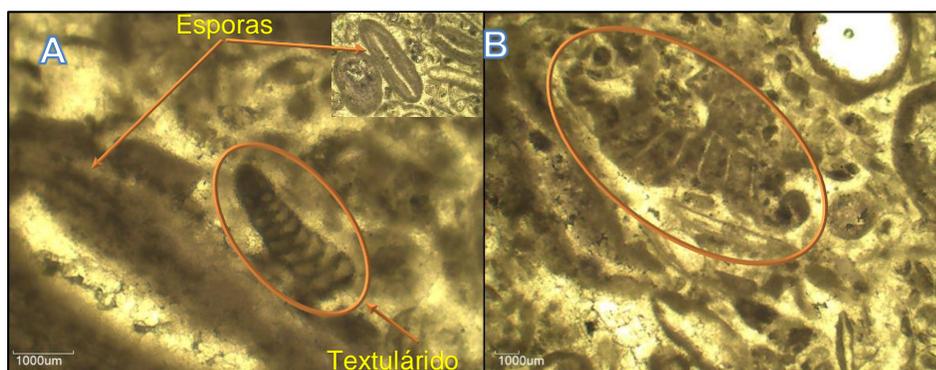
### c. Fósiles

#### l) Textularidos y fragmentos de rudista

Se pudo observar un fósil textularido del suborden de textulariina, corresponde a un foraminífero bentónico con morfología biserial, apertura basal y caparazón aglutinado.

También se observó un fragmento de rudista, con un corte longitudinal, ocupa el 2 % de la sección delgada (fotografía 17). El mismo presenta una forma con un caparazón unilocular, con el criterio de diferenciación con la forma de la cámara tabular.

### FOTOGRAFÍA 17 FÓSILES, A. TEXTULARIDO Y B. FRAGMENTO DE RUDISTA



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

## 2) Rudistas

Se encuentran en la caliza cristalina, son de la familia Antilocaprinidae (fotografía 18); se ubican en el ecocentro Holanda; evidenciados solamente en la base y en una parte del techo del afloramiento, en el cual se realizó una sección estratigráfica (ver anexos).

### **FOTOGRAFÍA 18 RUDISTAS DE LA FAMILIA ANTILOCAPRINIDAE, FRENTE A LA CARRETERA PRINCIPAL CA14, A UN COSTADO DE LA FINCA HOLANDA, ALDEA CHITUL**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2 016

Estos fósiles poseen un tamaño que va de 2 cm a 7 cm, los mismos presentan una forma elipsoidal, de tonalidad blanca, se encuentran fragmentados en ciertas partes, aunque no suelen ser tan abundantes, éstos se disgregan con moderada facilidad debido al grado II de meteorización que evidencian. La tabla 2 muestra la taxonomía de la fauna encontrada.

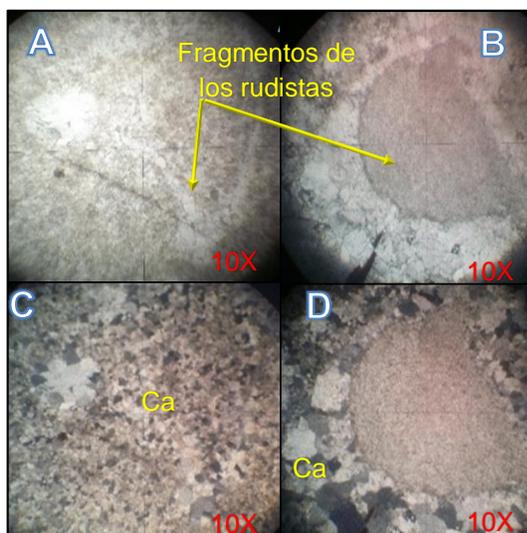
**TABLA 2**  
**TAXONOMÍA DE LA FAUNA IDENTIFICADA**

<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filum:</b>	Mollusca
<b>Clase:</b>	Bivalvia
<b>Orden:</b>	Hippuritoida
<b>Familia:</b>	Antilocaprinidae
<b>Genero:</b>	Rudista

Fuente: Investigación de campo, 2016.

En sección delgada, se puede observar la composición de los rudistas (fotografías 19, c y 19, d) que corresponden a calcita, dentro de una matriz calcárea, en ligeras partes se nota la presencia de óxidos. A nivel microscópico se pueden observar partes del rudista (fotografías 19, a y 19, b) debido a que son de dimensiones relativamente grandes.

**FOTOGRAFÍA 19**  
**RUDISTAS EN SECCIÓN DELGADA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

La facie de caliza cristalina y su contenido de rudistas indican relativamente un ambiente de formación correspondiente a un dominio intertidal de una plataforma carbonatada, formado por un rango limitado de temperaturas, profundidades de agua, salinidades y actividades de oleaje.

#### d. Contactos geológicos

Esta unidad subyace discordantemente a la unidad de brecha calcárea intraformacional, dicho contacto se determinó por medio de afloramientos (fotografía 20), que se encuentran en las orillas de la carretera principal del área. En superficie se tomó el criterio de la topografía ya que la cubierta vegetal en ocasiones dificulta el reconocimiento del cambio litológico.

### FOTOGRAFÍA 20 CONTACTO DISCORDANTE ENTRE LA UNIDAD DE CALIZA CRISTALINA Y LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN EL LÍMITE DE LAS ALDEAS SANTA ELENA Y CHIJOU



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

#### **e. Relaciones de campo**

Esta unidad se correlaciona con la Formación San Ricardo específicamente con el miembro medio y superior llamado La Ventosa, debido a que posee las características tanto mineralógicas, texturales, fosilíferas y estructuras sedimentarias.

#### **4.1.2 Unidad de brecha calcárea intraformacional (UBi)**

Esta unidad aflora al noreste y suroeste del área, en la finca Saquimax, finca Caan, aldea Santa Elena y el cruce de Santa Cruz Verapaz.

Las características observadas en campo ayudaron a identificar dos niveles estratigráficos en tal unidad, el primer nivel posee nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita, y el segundo nivel, clastos de caliza cristalina y caliza *mudstone*. Este tipo de brecha abarca toda la franja noreste y suroeste del área.

#### **a. Brecha calcárea intraformacional con nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita**

Se encuentran al norte franco y noreste del área, entre la colindancia de la ciudad de Cobán y Santa Cruz Verapaz (fotografía 21). A continuación, se describen las características sedimentológicas de estas brechas.

**FOTOGRAFÍA 21**  
**BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL CON NÓDULOS DE**  
**CHERT Y CLASTOS DE CALCITA, FRENTE A LA CARRETERA**  
**CA14, EN EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**I) Grado de consolidación**

Se encuentra moderadamente consolidado, debido a que se ven afectados constantemente por karst y trituración de la roca generada por fallamientos, presentan una meteorización de grado II lo cual es muy claro a la hora de extraer un fragmento de la brecha.

**II) Tamaño de clastos**

Varía considerablemente, los clastos van de < 1 mm hasta 1 m, comprenden dimensiones de grava fina hasta bloques.

**III) Clastos veteados**

Son muy constantes, se presentan en fracturas rellenas de calcita y contienen clastos de calcita en tonalidades color blanco y grisáceo (fotografía 22). Son

una característica importante dentro de este nivel de brecha. Algunos de ellos se encuentran dolomitizados, ya que no reaccionan al ácido clorhídrico y porque el carbonato de calcio ha sido sustituido por magnesio.

**FOTOGRAFÍA 22**  
**CLASTOS DE CALCITA EN BRECHA CALCÁREA**  
**INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN EL LÍMITE DE LAS ALDEAS**  
**CHITUL Y TONTEM**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

#### IV) Nódulos de calcedonia

Son estructuras diagenéticas, generadas por precipitación química (fotografía 23), no presentan una estructura interna. El tamaño de los nódulos de chert suele ser de varios centímetros, presentan una tonalidad negra muy intensa, esto debido a la posible existencia en ellos de materia orgánica.

**FOTOGRAFÍA 23**  
**NÓDULOS DE CHERT, UBICADA FRENTE A LA CARRETERA**  
**CA14, EN EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**V) Clasificación de clastos**

Se puede identificar una clasificación mala a pobre de clastos (fotografía 24), ya que los tamaños del mismo son de dimensiones diferentes, por lo mismo evidencian una desorientación o desorganización.

**FOTOGRAFÍA 24**  
**CLASTOS POBREMENTE CLASIFICADOS EN LA BRECHA**  
**CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN EL CRUCE DE**  
**SANTA CRUZ VERAPAZ**

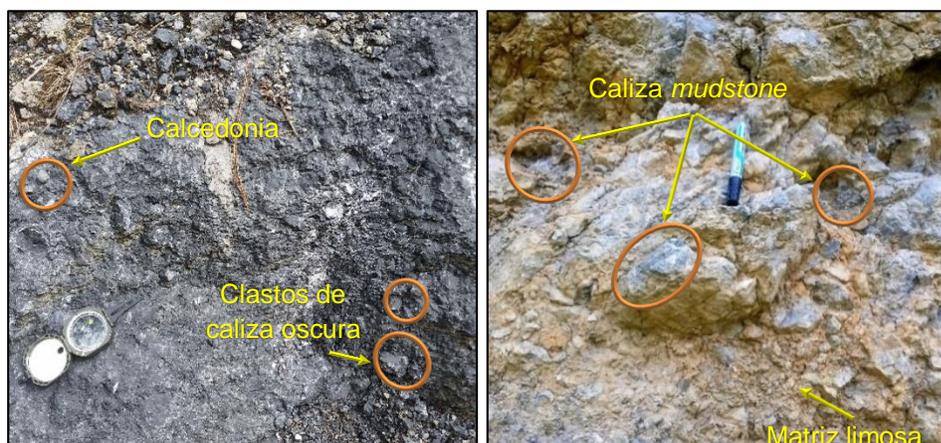


Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## VI) Litología de clastos

Consta de roca caliza gris oscuro, triturada y limos de tonalidad beige claro, estos presentan la característica principal de mantenerse constantes en los afloramientos de la extensión de tal unidad (fotografía 25).

### FOTOGRAFÍA 25 NÓDULOS DE CHERT Y CLASTOS DE CALIZA *MUDSTONE*, UBICADA EN EL LÍMITE DE LAS ALDEAS CHITUL Y TONTEM



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

Además de ello, presenta clastos de composición correspondiente a la unidad de caliza *mudstone* (fotografía 25) en un 80 % y de la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* en un 20 %. Presentan una tonalidad gris claro-oscuro, sin evidencia de microfauna porque se encuentran veteados, lo cual genera la sustitución de mismo.

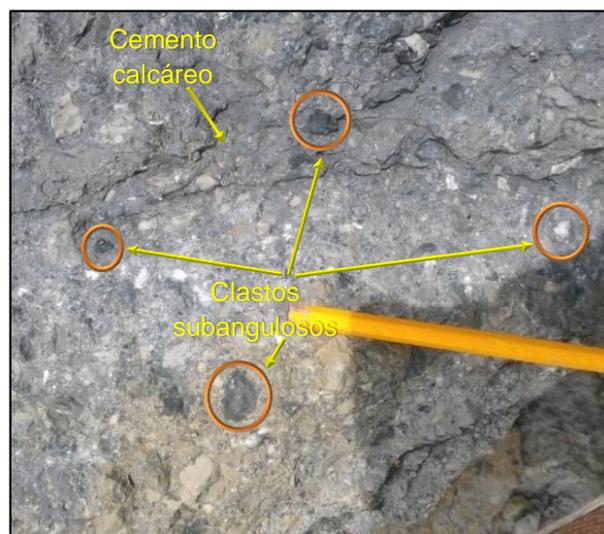
## VII) Embalaje de clastos

Presentan en su mayor parte cemento calcáreo, el empaquetamiento que contiene en función del porcentaje de matriz, corresponde a un 5 % frente a los clastos con un 95 %, de modo que la roca es de textura clasto soportada. El contacto entre granos es cóncavo-convexo.

## VIII) Clastos

Generalmente van de angulosos a muy angulosos (fotografía 26), son prolados y oblados, en el unas evidencian que el transporte que han sufrido ha sido poco, porque están cerca del área fuente correspondiente a la unidad de caliza *mudstone*.

### FOTOGRAFÍA 26 CLASTOS SUBANGULOSOS, CEMENTO CALCÁREO, SIN MATRIZ, UBICADA EN EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### **IX) Matriz y cemento**

La matriz está compuesta de material fino correspondiente a limos y arcillas, de tonalidad beige, tales componentes presentan un poco porcentaje (5 %) dentro de la brecha lo que indica una alta energía y poca turbulencia en el transporte.

La unión de los clastos en la brecha se encuentra constituido por cemento calcáreo (fotografía 26), con poca matriz.

### **X) Espacios abiertos**

Abarcan un 10 % debido a que los clastos se encuentran generalmente juntos. Se pueden presenciar en la sección delgada de la fotografía 29 los espacios abiertos, límite y contacto entre granos.

### **XI) Organización interna**

En su mayoría los afloramientos se encuentran de forma masiva (fotografías 27).

**FOTOGRAFÍA 27**  
**BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL MASIVA, UBICADA**  
**EN LA CARRETERA CA14, ENTRADA A LA ALDEA CHITUL**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016

Se identificaron afloramientos de brecha calcárea intraformacional de manera caótica (fotografías 28), debido a que han sido afectados por fallamiento, evidenciado por la presencia de gouge de tonalidad beige.

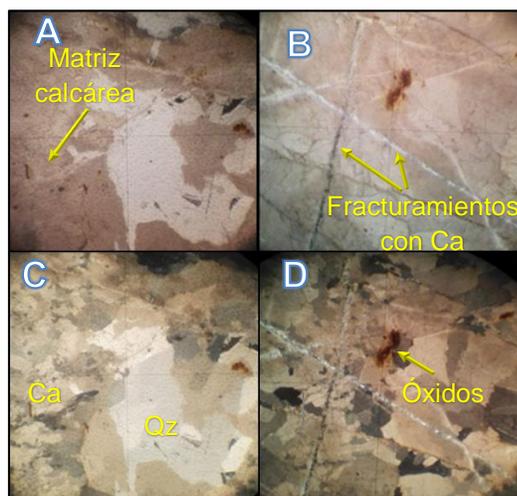
**FOTOGRAFÍA 28**  
**BRECHA CAÓTICA DE CALIZA GRIS AFECTADA POR**  
**TECTONISMO, EN EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

La fotografía 29 “a” muestra los fracturamientos rellenos de calcita, presentando una matriz calcárea con presencia de óxidos. La fotografía 29 “c” evidencia un clasto de cuarzo y matriz calcárea (29, a. XPL, 29, c. PPL). En las fotografías 29 “b” y 29 “d” se pueden observar patrones de fracturamiento y óxidos (29, b. PPL, 29, d. XPL).

### FOTOGRAFÍA 29 BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL EN SECCIÓN DELGADA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

#### **b. Brecha calcárea intraformacional con clastos de caliza cristalina y *mudstone***

La unidad de brecha calcárea intraformacional que presenta un nivel estratigráfico de clastos de caliza cristalina y *mudstone* (fotografía 30) se encuentra al noroeste y suroeste del área en las localidades del cruce de Santa Cruz Verapaz, finca Saquimax y el límite entre la aldea Chitul y la finca María Auxiliadora.

**FOTOGRAFÍA 30**  
**BRECHA DE CALIZA CRISTALINA Y MUDSTONE, UBICADA FRENTE A LA CARRETERA CA14, ENTRE LA ALDEA CHITUL Y FINCA MARÍA AUXILIADORA DE LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**I) Grado de consolidación**

Se encuentra consolidado (fotografía 31), no están deformados por actividad de fallamientos, afectados únicamente por factores climáticos principalmente por el agente hídrico.

**FOTOGRAFÍA 31**  
**GRADO DE CONSOLIDACIÓN ALTA, UBICADA EN EL CRUCE DE SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## II) Tamaño de clastos

Presentan tamaños centimétricos, la mayor parte < a 10 cm, el tamaño de grano va de arena a grava mediana. Se pueden observar macroscópicamente, aunque algunos presentan tamaños que son milimétricos.

### FOTOGRAFÍA 32 CLASTOS DE LA BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, FRENTE A LA CARRETERA CA14, ENTRE LA ALDEA CHITUL Y FINCA MARÍA AUXILIADORA, DE LA ALDEA SANTA ELENA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## III) Clastos veteados

Los afloramientos que se describieron correspondientes a este nivel en su mayoría, no presentan clastos veteados de composición de calcita, poseen un 3 % de su totalidad.

#### IV) Clasificación de clastos

Presentan una mala clasificación, no tienen una organización y evidencian algunas fracturas internas, debido a que en algunas partes cambian repentinamente de tamaño, son de dimensiones pequeñas a grandes.

### FOTOGRAFÍA 33 BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL CON MALA CLASIFICACIÓN DE CLASTOS, UBICADA EN EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

#### V) Litología de clastos

Este nivel de brecha se encuentra constituido de un 70 % de clastos de la unidad de caliza cristalina, lodolita calcárea y lutita; predominando la facie de caliza cristalina (fotografías 31-32), de tonalidad gris oscuro, con aspecto arenoso y un 30 % de la unidad de caliza *mudstone* de color gris claro-oscuro.

**FOTOGRAFÍA 34**  
**CLASTOS DE CALIZA CRISTALINA Y CALIZA MUDSTONE,**  
**UBICADA EN LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 35**  
**BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL CON CLASTOS DE**  
**CALIZA CRISTALINA Y CALIZA MUDSTONE, UBICADA ENTRE**  
**EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**VI) Embalaje de clastos**

Presentan en su mayor parte cemento calcáreo, el porcentaje de matriz corresponde a un 5 % frente a los

clastos con un 95 %, por lo tanto, la brecha es clasto soportada (fotografía 36).

### **FOTOGRAFÍA 36**

#### **TEXTURA CLASTO SOPORTADO CON CEMENTO CALCÁREO, UBICADA ENTRE EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM**

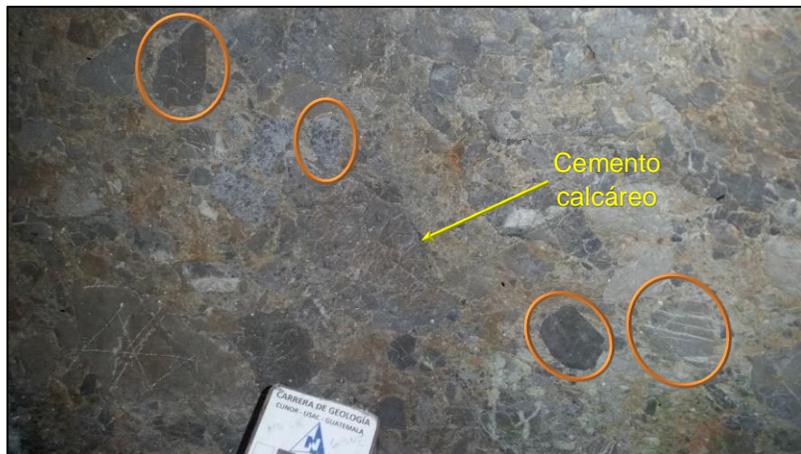


Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

#### **VII) Clastos**

Las morfologías de los clastos van de angulosos a muy angulosos (fotografía 37), son prolados y oblados, evidencian que el transporte que han sufrido ha sido poco estando dentro del área fuente, correspondiente a la unidad de caliza cristalina, lodolita calcárea y lutita y la unidad de caliza *mudstone*.

**FOTOGRAFÍA 37**  
**CLASTOS SUBANGULOSOS DE CALIZA CRISTALINA Y CALIZA**  
***MUDSTONE* CON CEMENTO CALCÁREO, UBICADA EN LA**  
**ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### **VIII) Matriz y cemento**

Está constituida de material fino correspondiente a limos, de tonalidad beige claro, constituyendo el 10 % dentro de la brecha calcárea intraformacional, de composición calcárea, la presencia de la poca matriz indica alta energía y poca turbulencia en el transporte. El cemento es de composición calcárea.

### **IX) Espacios abiertos**

Abarcan un 10 % del espacio de la brecha, por lo que los clastos presentan una distancia corta entre ellos.

## X) Organización interna

La brecha se presenta de forma masiva, aunque en algunas partes se observan algunos relictos de planos de estratificación (fotografía 38), como en la localidad del cruce de Santa Cruz Verapaz, así como en las fincas Saquijá y Saquimax.

### FOTOGRAFÍA 38 RELICTOS DE ESTRATIFICACIÓN EN LA BRECHA, UBICADA EN LA FINCA SAQUÍJA, CRUCE DE SANTA CRUZ VERAPAZ



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## XI) Contactos geológicos

Tanto el contacto inferior con la unidad de caliza cristalina, lodolita calcárea y lutita como el contacto superior con la unidad de brecha calcárea de disolución, son discordantes. Los cambios litológicos no son muy evidentes, pero algunos de ellos se pueden observar a la orilla de la carretera dentro de la vía de acceso a la aldea Chitul y parte de la finca María Auxiliadora, la cubierta

vegetal dificulta el reconocimiento del contacto, por lo que se han utilizado métodos como topografía y regla de la V para definir con exactitud el contacto litológico.

## **XII) Ambiente de formación**

La brecha calcárea intraformacional se configuró en una plataforma carbonatada interna, los fragmentos litológicos con los que se encuentra asociado nos indican el ambiente de formación, esta litología corresponde a los dos niveles: el primer nivel de clastos de calcita y nódulos de calcedonia (chert) y el segundo nivel a clastos de caliza cristalina y *mudstone*, son una evidencia clara que indica que pertenece a un subambiente intertidal de un depósito tipo sabkha.

## **XIII) Relaciones de campo**

Esta unidad se correlaciona con el miembro inferior de la Formación Cobán, debido a que poseen las características tanto mineralógicas y texturales.

### **4.1.3 Unidad de brecha calcárea de disolución (UBd)**

Al noreste del área, en la aldea Santa Elena se observa un tipo de brecha calcárea de disolución (fotografía 39), abarcando una extensión de 2 km<sup>2</sup>.

El objetivo principal fue determinar las características sedimentológicas de los tipos de brechas, por lo que en campo se lograron recolectar evidencias de toda la franja de brechas ubicadas

en el área. La unidad de brecha calcárea de disolución posee clastos de caliza *mudstone* sumamente recristalizada y de calcita.

**FOTOGRAFÍA 39**  
**BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN, UBICADA ENTRE EL**  
**LÍMITE DE LA ALDEA TONTEM Y SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**a. Brecha calcárea de disolución con clastos de caliza *mudstone***

Son brechas que contienen gran aporte de clastos de rocas pertenecientes a la unidad de caliza *mudstone* y a la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone*. Los clastos varían considerablemente de tamaño, de 1 cm a 25 cm; en algunas partes presentan una leve estratificación, con presencia de fracturamientos, recristalizados y de aspecto sedoso.

**l) Grado de consolidación**

Se encuentra moderadamente consolidada, posee partes friables, esta unidad de brecha presenta una

meteorización de grado II, debido a que se encuentran afectados por fallamientos.

## II) Tamaño de clastos

Es variable, de grava fina a media (fotografía 40), de 1 mm a 64 mm, debido a que han sido afectados por fallamientos, lo que genera un cambio constante en la granulometría del mismo.

### FOTOGRAFÍA 40 CLASTOS DE BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN, UBICADA EN EL LÍMITE DE LA ALDEA TONTEM Y SANTA ELENA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## III) Clastos veteados

Se encuentran en fracturas rellenas de calcita, en la brecha se encuentra en un 25 % (fotografía 41), además presentan también cristales de calcita en su forma ideal (fotografía 42).

**FOTOGRAFÍA 41**  
**CLASTOS VETEADOS DE CALCITA, UBICADA EN LA ALDEA**  
**SANTA ELENA**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 42**  
**CRISTALES DE CALCITA EN LA BRECHA, UBICADA ENTRE EL**  
**LÍMITE DE LA ALDEA TONTEM Y SANTA ELENA**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

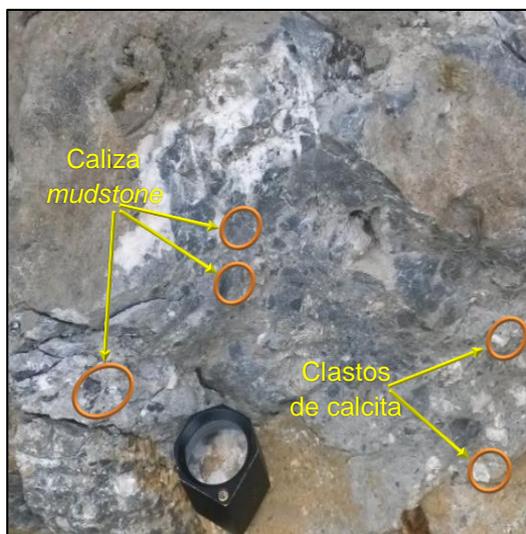
#### **IV) Clasificación de clastos**

En función de la desigualdad existente en el tamaño de los granos encontrados en la roca, se puede decir que está mal seleccionada debido a los cambios constantes en sus dimensiones.

## V) Litología de clastos

La constitución mineralógica de los clastos de la brecha, se encuentra compuesta de la unidad de caliza *mudstone* (fotografía 43), presentando una tonalidad gris claro-oscuro. La textura que presenta esta caliza es *mudstone*, no posee contenido de microfauna, solo corresponde a lodo carbonatado con menos del 10 % de granos y presencia de fracturas rellenas de calcita (tonalidad blanca) puede decir que son oligomícticos, debido a que más del 90 % de los clastos del esqueleto son de una sola variedad en su composición correspondiente a caliza *mudstone*. Los clastos se encuentran groseramente recristalizados con aspecto sedoso.

### FOTOGRAFÍA 43 CLASTOS DE CALIZA *MUDSTONE* Y CALCITA, UBICADA EN LA ALDEA TONTEM, COBÁN, ALTA VERAPAZ



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

## VI) Embalaje de clastos

El espacio entre los clastos está ocupado por cemento calcáreo, el empaquetamiento que presenta en función del porcentaje de matriz corresponde a un 10 % frente a los clastos con un 90 %, de modo que la roca presenta una textura clasto soportado (fotografía 44).

## VII) Clastos

Van de angulosos a muy angulosos, son prolados y oblados, debido a que se encuentran cerca del área fuente, evidenciando que el transporte, la intensidad de abrasión y la erosión que han sufrido ha sido relativamente poco.

### **FOTOGRAFÍA 44** **TEXTURA CLASTO SOPORTADO, MUESTRA EXTRAÍDA EN LA** **ALDEA TONTEM, COBÁN, ALTA VERAPAZ**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### VIII) Matriz y cemento

La matriz se encuentra compuesta de limos (material fino) y arcillas (fotografía 45) de tonalidad beige, tales componentes presentan un poco porcentaje dentro de la brecha (10 %), la poca matriz indica una alta energía y poca turbulencia en el transporte.

El cemento es un elemento principal dentro de la brecha, debido a que la roca se encuentra endurecida por el cemento de composición calcárea ( $\text{CaCO}_3$ ).

### IX) Espacios abiertos

Los espacios abiertos abarcan un 5 %, los clastos se encuentran generalmente juntos, esto es constante a en toda su extensión.

### FOTOGRAFÍA 45 MATRIZ, CEMENTO Y CLASTOS ANGULOSOS, UBICADA ENTRE LA ALDEA TONTEM Y SANTA ELENA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## X) Organización interna

La extensión de la unidad de brecha calcárea de disolución se encuentra de forma masiva (fotografía 46), carecen de estructuras primarias. Afectada por fallamientos, por tal razón se encuentra de forma masiva. Su estructura interna es de forma caótica.

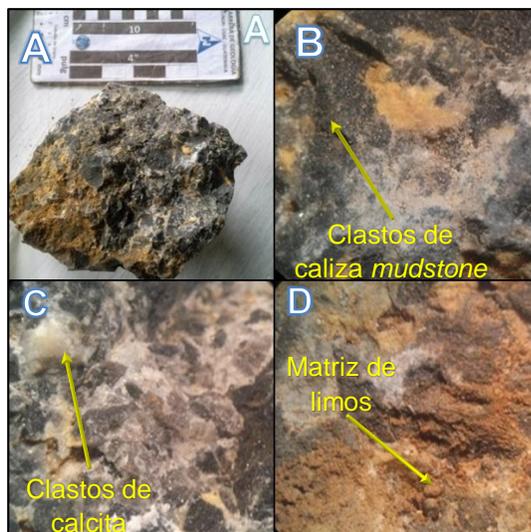
### **FOTOGRAFÍA 46 BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN, UBICADA ENTRE EL LÍMITE DE LA ALDEA TONTEM Y SANTA ELENA**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

La fotografía 47 muestra la composición de este tipo de brecha calcárea de disolución, analizado a través del estéreomicroscopio.

**FOTOGRAFÍA 47**  
**BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN, MUESTRA EXTRAÍDA**  
**ENTRE EL LÍMITE DE LA ALDEA TONTEM Y SANTA ELENA**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Identificando los clastos de caliza *mudstone* con aspecto sedoso (fotografías 47, b y 47, c), clastos de calcita que se encuentran constantemente y matriz de limos con una tonalidad beige (fotografía 47, d).

## **XI) Contactos geológicos**

El contacto inferior de la unidad de brecha calcárea de disolución con respecto a la unidad de brecha calcárea intraformacional es discordante y, el contacto superior con respecto a la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* es discordante. Los cambios litológicos se pueden evidenciar en la aldea Santa Elena y gasolinera *Nort West*.

## **XII) Ambiente de formación**

La brecha de disolución se formó en una plataforma carbonatada interna, con base al contenido de sus fragmentos litológicos de caliza *mudstone* sumamente recristalizada; es una evidencia clara que pertenece a un subambiente intertidal de un depósito tipo sabkha.

## **XIII) Relaciones de campo**

Esta unidad se correlaciona con la Formación Cobán correspondiente al miembro inferior, debido a que posee las características tanto mineralógicas y texturales.

### **4.1.4 Unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* (UCwm)**

Esta unidad se origina al noroeste del área, se encuentra mejor expuesta en la aldea Chitul. Tiene una extensión de 4,5 kilómetros cuadrados. El afloramiento donde se observa con mayor claridad es en una ladera moderada frente a la escuela rural perteneciente a la aldea Chitul.

#### **a. Litología**

Dentro del área se encuentra agrupada por una asociación de dos facies: caliza *mudstone* con un 30 % y *wackestone* con un 70 %. Suelen aparecer en afloramientos estratificados en estratos con espesores que van de 0, 20 m a 1, 5 m también de forma masiva, aunque predominan en su

mayoría las exposiciones de roca con estratificaciones con dirección de inclinación 44/N293 (fotografía 48).

**FOTOGRAFÍA 48**  
**ESTRATIFICACIÓN ENTRE CALIZA WACKESTONE Y**  
**MUDSTONE, UBICADA EN LA PARTE DE ATRÁS DE LA**  
**ESCUELA DE LA ALDEA CHITUL**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Ambas facies se logran observar interestratificadas constantemente dentro de los afloramientos a lo largo de su extensión y aparición (razón por la cual se le dio tal nombre a la unidad), se levantaron dos secciones estratigráficas (ver anexos) en donde se realizaron las debidas descripciones macroscópicas con el fin de determinar las variaciones en cuanto a su mineralogía, textura, fósiles, estructuras sedimentarias, entre otros.

A continuación, se describen las dos facies, tomando como base las características que presentan y que se lograron evidenciar tanto macro como microscópicamente.

### I) Caliza *wackestone*

Macroscópicamente presenta una tonalidad gris claro, con una meteorización de grado II, el mismo reacciona fácilmente al ácido clorhídrico.

Microscópicamente posee un contenido de 10 % de granos con tamaño superior a 20 micras y está en el interior de una matriz de lodo calcáreo (presencia de calcita), no llegan a estar los granos unos en contacto con otros, también presenta un 2 % de óxidos. La textura se clasificó como *wackestone* con contenido de fauna fósil.

### FOTOGRAFÍA 49 CALIZA WACKESTONE, UBICADA EN LA ALDEA CHITUL



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

### II) Caliza *mudstone*

Macroscópicamente presenta tonalidades en gris oscuro, en algunas partes con olor fétido, con un aspecto lodoso calcáreo, presenta una meteorización de grado II y reacciona al ácido clorhídrico.

Microscópicamente evidencia un porcentaje de granos de 0 %, con una armazón y una matriz de lodo carbonatado. El mismo no presenta contenido de fauna fósil. Equivale en parte a micrita y lutita. La textura se clasificó como *mudstone*.

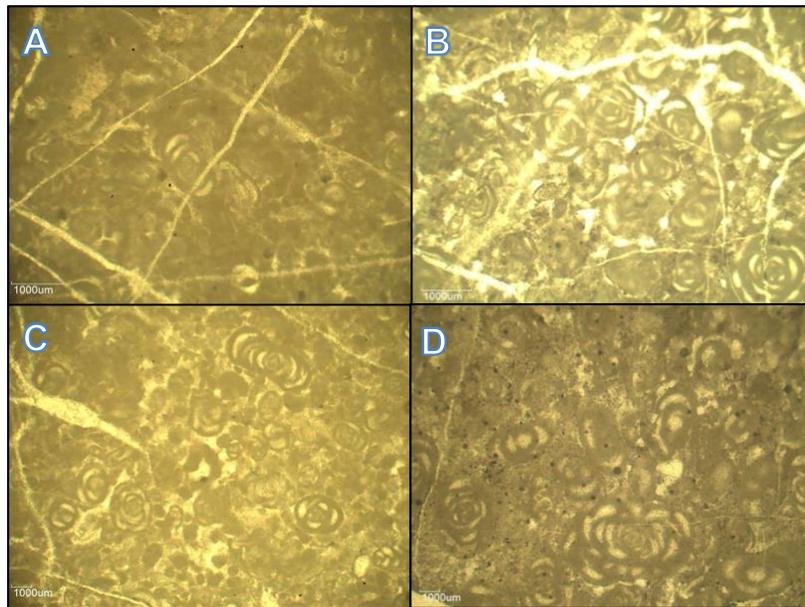
### **III) Fósiles: *Nummoloculina heimi***

Se pudo observar la presencia de un sólo fósil correspondiente a *Nummoloculina heimi*, se logró observar en campo, tras describir cada uno de los afloramientos que se encontraban dentro de la unidad.

Para una mejor descripción y detalle dentro de esta unidad, se extrajeron cinco muestras de diferentes puntos con el fin de identificar las variaciones tanto texturales como de contenido fósil y delimitar la aparición del mismo.

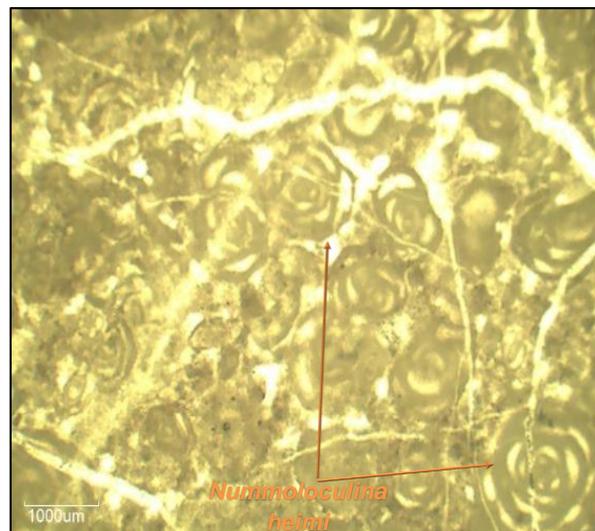
Al momento de realizarles sección delgada a cada una de las cinco muestras, cuatro de ellas presentaron un nivel textural *wackestone* (fotografía 50) y una con nivel textural *packstone* (fotografía 51).

**FOTOGRAFÍA 50**  
**CALIZA WACKSTONE CON NUMMOLOCULINA HEIMI**  
**A. MCH1, B. MCHS2, C. MCH6, D. MCH10. (AUMENTO 40X)**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016

**FOTOGRAFÍA 51**  
**CALIZA PACKSTONE CON NUMMOLOCULINA HEIMI,**  
**MUESTRA MCH4 (AUMENTO 40X)**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

Se pudo constatar que las cinco secciones delgadas de la facie de caliza *wackestone* evidenciaron la presencia de *Nummoloculina heimi* a través de cortes de planta y axiales, con cámaras multiloculares en forma de rosa o lazo en la manera de agruparse. La tabla 3 muestra la taxonomía de fósil.

Localmente este microfósil es escaso, ya que ha sido sustituido por cristales de calcita; este reemplazamiento es generado por el constante fracturamiento de la caliza.

**TABLA 3**  
**Taxonomía de la microfauna identificada**

<b>Reino:</b>	Protista
<b>Subreino:</b>	Protozoa
<b>Filum:</b>	Sarcomastigophora
<b>Subfilum:</b>	Sarcodina
<b>Superclase:</b>	Rhizapoda
<b>Clase:</b>	Granuloretículosea
<b>Orden:</b>	Foraminiferida (foraminífero)
<b>Familia:</b>	Miliolidae
<b>Genero:</b>	Nummoloculina
<b>Especie:</b>	Heimi

Fuente: Investigación de campo, 2016.

#### **IV) Contactos geológicos**

El contacto inferior de la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* con respecto a la unidad brecha calcárea de disolución es discordante y, el contacto superior con respecto a la unidad de caliza *mudstone* es concordante. Determinándose con la ayuda de la

topografía, además por el cambio de tipo de suelo, los cambios de textura y la coloración de la roca.

#### **V) Ambiente de formación**

La caliza *mudstone* y *wackestone* suponen un ambiente marino de formación en una plataforma carbonatada, en el subambiente supratidal, existente en la plataforma interna donde las facies cambian rítmicamente de *mudstone* a *wackestone* en dominio de mares cálidos, tranquilos y poco profundos. La caliza *wackestone* presenta contenido microfaunal de *Nummoloculina heimi*.

#### **VI) Relaciones de campo**

Esta unidad se correlaciona con la Formación Cobán, correspondiente al miembro de caliza superior, debido a que posee las características mineralógicas, texturales, contenido fósil y estructuras sedimentarias.

#### **4.1.5 Unidad de caliza *mudstone* (UCm)**

Aflora al noroeste y suroeste del área, en la aldea Chitul, finca El Porvenir y finca la Aurora. Tiene una extensión de 6,5 km<sup>2</sup>.

##### **a. Litología**

La caliza *mudstone* se caracteriza por no presentar microfauna. Se encuentra en su mayoría en afloramientos de forma masiva (fotografía 52), sin rasgos de estratificación.

**FOTOGRAFÍA 52**  
**AFLORAMIENTO DE CALIZA *MUDSTONE*, UBICADA EN LA**  
**ALDEA CHITUL**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Solamente en dos partes se lograron identificar estratificaciones ubicadas al suroeste del área, si se toma como referencia la finca La Aurora.

Principalmente se ubican en las cavernas, presentan macroscópicamente una tonalidad gris claro-oscuro (fotografía 53), cubiertas por la constante vegetación en donde se encuentran.

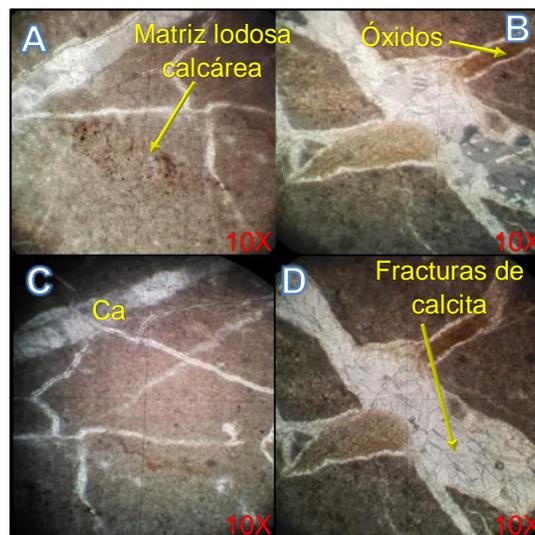
**FOTOGRAFÍA 53**  
**CALIZA *MUDSTONE*, UBICADA EN LA ALDEA CHITUL**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

En cuanto a su mineralogía, se encuentra compuesta de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), el porcentaje de granos es de 0 % y el porcentaje de fósiles (microfauna) es de 0 %. El mismo presenta una textura *mudstone* (fotografía 54), se pueden observar franjas de calcita que son muy constantes a lo largo de toda la sección delgada identificadas por el enrejillado característico de la calcita.

**FOTOGRAFÍA 54**  
**CALIZA MUDSTONE A Y C. MATRIZ LODOSA CALCÁREA (A. XPL, B. PPL). B Y D. FRACTURAS RELLENAS DE CALCITA CON PRESENCIA DE ÓXIDOS (B. XPL, D. PPL)**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**b. Contactos geológicos**

El contacto inferior de la unidad de caliza *mudstone* con respecto a la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* es concordante y el contacto superior con respecto a la unidad de depósitos pomáceos es discordante. Se determinó con la ayuda de la topografía, además por el cambio de tipo de suelo

y las variaciones en los niveles texturales que presentan los cuerpos rocosos.

**c. Ambiente de formación**

La caliza *mudstone* sugiere un ambiente marino de formación en una plataforma carbonatada específicamente, el subambiente de formación es subtidal, existente en la plataforma interna donde la facie corresponde a *mudstone* en dominios de aguas un poco agitadas, tranquilas y medias.

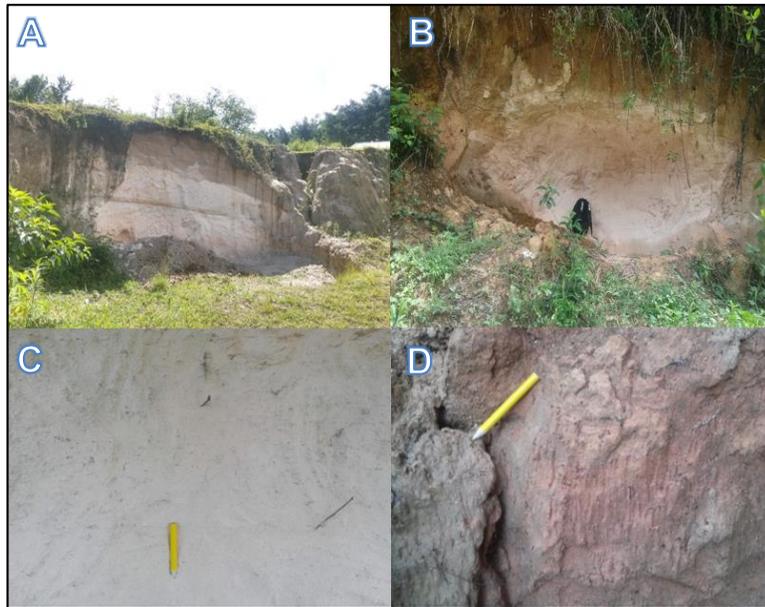
**d. Relaciones de campo**

Esta unidad se correlaciona con la Formación Cobán, correspondiente al miembro de caliza superior, debido a que posee las características tanto mineralógicas, texturales y estructuras sedimentarias.

**4.1.6 Unidad de depósitos pomáceos (UDp)**

Se encuentra al sureste y suroeste del área en las aldeas Las Conchas, labor las Carmelias y parte de la aldea Acamal. Es una unidad ígnea piroclástica, la cual fue identificada en colinas que presentan laderas suaves formando semiplanicies. Se encuentra mejor expuesta a las orillas del río Saquijá. Presenta un color rosado cálido a blanco (fotografía 55).

**FOTOGRAFÍA 55**  
**UNIDAD DE DEPÓSITOS POMÁCEOS A. ENTRADA A LA FINCA**  
**LA AURORA, B. Y C. ALDEA LAS CONCHAS Y D. ALDEA**  
**CHIJOU**

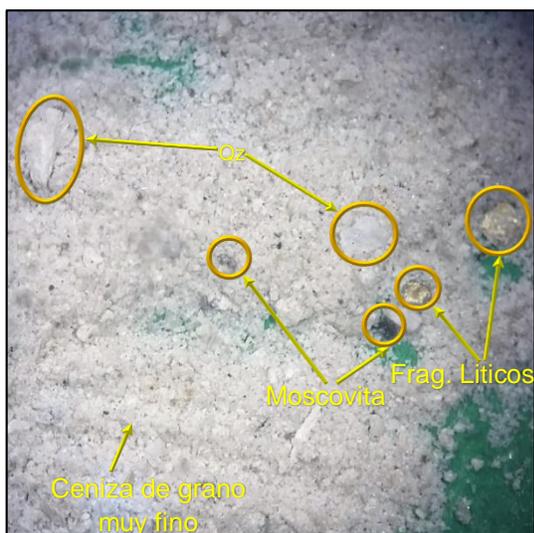


**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Son depósitos piroclásticos de caída, los cuales no se encuentran compactados, el tamaño de las partículas varía desde ceniza fina (< 2 mm). La meteorización varía de un grado II a III. Es muy porosa y permeable, presentándose de forma masiva.

Esta unidad se analizó a través de un estereomicroscopio, compuesta por depósitos no consolidados (fotografía 56), solamente observándola con aumento se pudieron identificar los componentes y porcentajes (tabla 4).

## FOTOGRAFÍA 56 COMPONENTES DE LA UNIDAD DE DEPÓSITOS POMÁCEOS



Tomada por: Mariano Chávez, 2 016

## TABLA 4 COMPONENTES PRINCIPALES DE LA UNIDAD DE DEPÓSITOS POMÁCEOS

No.	Componente	Porcentaje
1	Ceniza	50%
2	Moscovita	15%
3	Fragmentos líticos	20%
4	Cuarzo	15%

Fuente: Investigación de campo, 2016.

El contacto inferior de la unidad de depósitos pomáceos con respecto a la unidad de caliza *mudstone* es discordante, y el contacto superior con respecto a la unidad de depósito fluvial, suelos y aluviones, también. El mismo se determinó con la ayuda de la topografía, por el cambio de tipo de suelo y los cambios de textura de la roca.

#### 4.1.7 Unidad de Depósito fluvial, suelos y aluviones (UQa)

Aflora al sureste y suroeste, en las aldeas Las Conchas, Chijou, Pan Quiyau, labor Las Carmelias, encontrándose sobre una planicie. Es principalmente visible en la parte del río Saquijá, en donde se pueden observar fragmentos o clastos de rocas que han sido acarreados por corrientes, algunos de ellos intercalados con suelo rojizo (fotografía 57).

### FOTOGRAFÍA 57 DEPÓSITO FLUVIAL INTERCALADO CON SUELO ROJIZO, UBICADA EN LABOR LAS CARMELIAS



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

Está compuesta en su mayoría de fragmentos líticos, los cuales varían desde arcillas finas (0,004 mm) a bloques (> 256 mm) (fotografía 58).

**FOTOGRAFÍA 58**  
**DEPÓSITO FLUVIAL CON INTERCALACIONES DE CALIZA Y**  
**CENIZA VOLCÁNICA, UBICADO EN EL BALNEARIO EL**  
**MANANTIAL, SANTA CRUZ VERAPAZ**



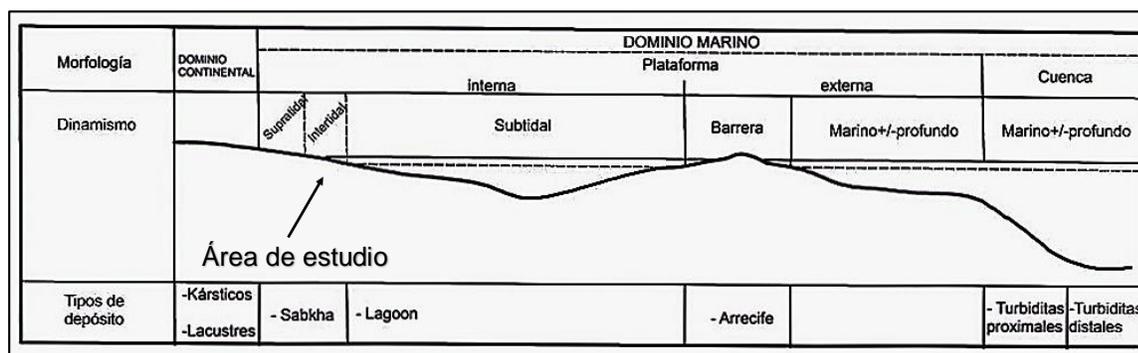
**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

La forma de los clastos es oblada y en algunas partes varia a prolada, la morfología que presentan tales clastos va de subangulosos a angulosos.

Se encuentra compactada por arena fina de origen sedimentario, lo que logra que esta unidad sea grano soportado y el contacto entre clastos es cóncavo-convexo, el arreglo es medio sorteado, y permeable.

Con la descripción de las facies, se ha tomado un modelo preestablecido (figura 11), en el cual encajen cada una de las unidades litológicas encontradas en el área, según las características que presentan.

**FIGURA 11**  
**PERFIL TEÓRICO DE UNA PLATAFORMA CARBONATADA**



**Fuente:** Ilustración modificada de ELF-Arquitaine, citada en Rene, Marroco 1989. (15/10/2016).

Si bien la secuencia no se encuentra de una forma ideal como se muestra en los libros, en el área de investigación existe una variación de: supratidal, intertidal y subtidal, correspondientes a una plataforma carbonatada. Esta secuencia se ha depositado en períodos de tiempo considerables, debido a corrientes de alta energía como las brechas y de menor energía como la caliza cristalina.

Por lo tanto, se determinó que las facies pertenecen a un ambiente sedimentario de plataforma carbonatada interna, de subambientes supratidal, intertidal y subtidal.

#### 4.1.8 Columna lito-estratigráfica local

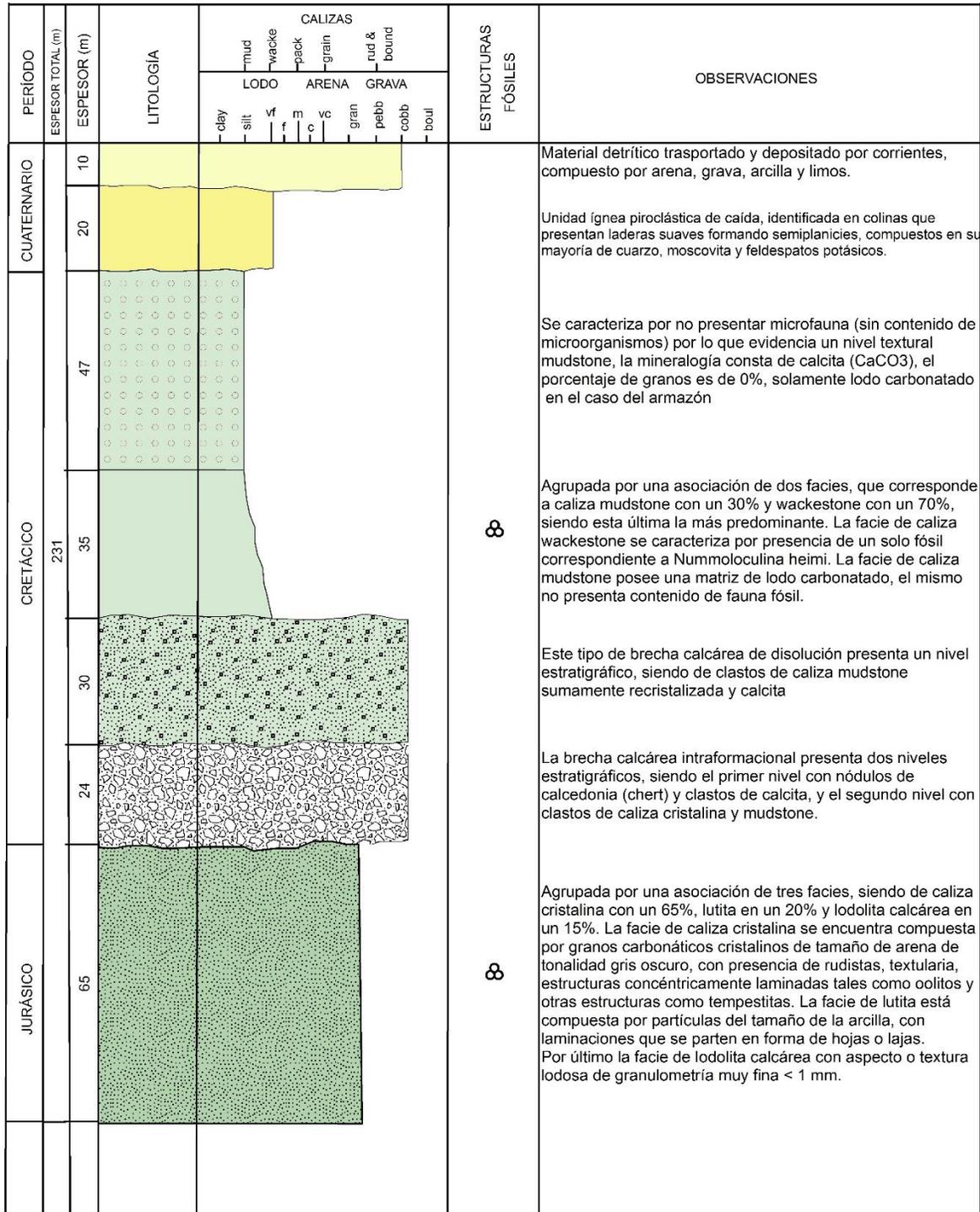
Se realizó la columna lito-estratigráfica (figura 12) con las unidades identificadas en el área, clasificadas según la disposición en el campo, utilizando el principio de correlación de capas y los últimos eventos que han formado los depósitos aluviales.

Se identificaron siete unidades de roca en el campo. En la base se encuentra la caliza cristalina, calcilitita y lodolita calcárea

(UCcl), sobreyacen discordantemente a la brecha calcárea intraformacional (UBi), con presencia de dos niveles estratigráficos: el inferior con nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita y el superior con clastos de caliza cristalina y *mudstone*, tal unidad subyace discordantemente a la brecha calcárea de disolución, con un nivel de clastos de caliza *mudstone* y calcita (UBd). Sobreyacen discordantemente a esta última, la caliza *wackestone* y *mudstone* (UCwm).

La unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* (UCwm) corresponde a una asociación de dos facies, que subyace concordantemente a la caliza *mudstone* (UCm) sin presencia de microfauna, el mismo subyace discordantemente a los depósitos pomáceos (UDp), los cuales son depósitos piroclásticos de caída conformados por fragmentos no consolidados, este subyace de manera discordante a los depósitos fluviales, suelos y aluviones (UQa), los cuales se encuentran en las partes proximales de los principales ríos que recorren el área.

**FIGURA 12**  
**COLUMNA LITO-ESTRATIGRÁFICA LOCAL**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

## 4.2 Geología estructural

Este apartado trata sobre la geología estructural local, de cómo las variaciones de los esfuerzos principales han generado deformaciones y dan como resultado fallas normales e inversas, de movimiento lateral y fracturamiento en las distintas unidades litológicas que se hallan dentro del área de investigación.

Para realizar un análisis a cada una de las estructuras, fueron recolectados datos a través de la observación directa en campo, se utilizó el método conocido como *Dip-Dir* (Dirección de Buzamiento).

Se describen a continuación las estructuras geológicas, así mismo el análisis a través estereofalsillas que permitió determinar los esfuerzos locales; los cuales han establecido la geología estructural del área:

- Fracturas
- Fallas
- Estratificaciones
- Pliegues
- Grietas de tensión

### 4.2.1 Fracturas

Son los planos de ruptura de la roca, en ellas pueden fluir aguas de lluvia que se infiltran y erosionan la roca. Fue posible identificar planos de fracturamiento dentro de casi todas las unidades litológicas que afloran dentro del área, principalmente en las unidades de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea y en la unidad de brecha calcárea de disolución e intraformacional, a excepción de la unidad de depósito fluvial y unidad de depósitos pomáceos.

Se midieron datos estructurales en el campo, logrando recoger 212 planos de fracturamiento, los cuales permitieron crear una base de datos. El fracturamiento de las rocas se observa en diversas direcciones, forma principalmente dos grupos de familias de diaclasas, uno de los cuales tiende a buzarse al *W* y el otro al *E*.

La fotografía 59 muestra el fracturamiento de la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea en dos direcciones una hacia el *NW* (1) y otra con menor influencia hacia el *NE*.

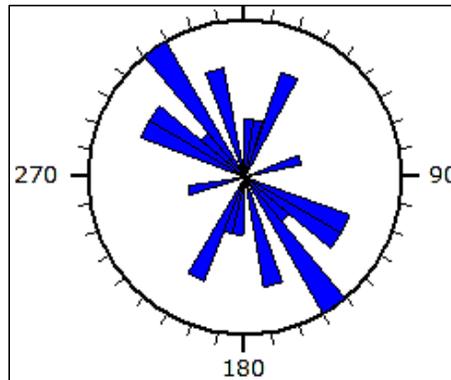
**FOTOGRAFÍA 59**  
**FRACTURAMIENTO EN LA UNIDAD DE CALIZA CRISTALINA,**  
**CALCILUTITA Y LODOLITA CALCÁREA, UBICADA EN LA**  
**ALDEA SANTA ELENA**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

Las orientaciones preferenciales hacia donde buzarse los planos de las diaclasas se observan en la roseta bidireccional (figura 13). Estas orientaciones sugieren esfuerzos distensivos, los cuales generaron un régimen tectónico frágil en las unidades de roca.

### FIGURA 13 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS DATOS DIP-DIR DE LAS FRACTURAS



El patrón preferencial de orientación hacia donde buzanan los planos de fracturamiento es hacia el *N30W-N40W, N20E-N30W*.

Fuente: Investigación de campo, 2016.

El gráfico anterior evidencia que los planos de fracturamiento tienen dos tendencias de buzamiento (una hacia el *NW* y otra al *SE*), los rangos más importantes hacia donde buzanan las fracturas son los siguientes (tabla 5):

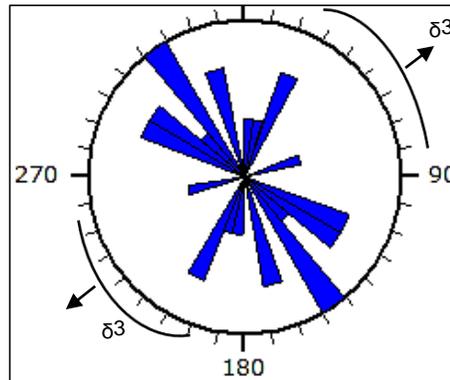
**TABLA 5  
BUZAMIENTO PREFERENCIAL DE LAS FRACTURAS**

N020° a N030°	N250° a N260°
N070° a N080°	N290° a N300°
N110° a N120°	N300° a N310°
N150° a N160°	N320° a N330°
N200° a N210°	N340° a N350°

Fuente: Investigación de campo, 2016.

Estos rangos señalan que se tienen esfuerzos distensivos ( $\delta^3$ ) hacia donde buzanan principalmente los planos de fracturamiento, los cuales actuaron sobre el área (figura 14), generaron y produjeron un comportamiento frágil en las rocas.

## FIGURA 14 ORIENTACIÓN APROXIMADA DE ESFUERZOS DISTENSIVOS



Fuente: Investigación de campo, 2016.

### 4.2.2 Fallas

Conocemos por falla a un plano en la cual existe movimiento de dos bloques de roca, uno llamado techo y el otro piso, los cuales interactúan entre sí a través del movimiento sobre el plano de falla, cuyo proceso ocurre influenciado por esfuerzos tectónicos. Existen tres tipos principales de fallas, estos presentan un movimiento normal, inverso y de rumbo (dextral y sinistral).

En el área de estudio fue posible observar y medir fallas normales, inversas y de rumbo. Las cuales sugieren eventos tectónicos diferentes. A continuación, se presenta la descripción y análisis de cada tipo de falla, utilizando los datos tomados en campo y gráficos geológicos, los cuales fueron utilizados para determinar la dirección de esfuerzos y eventos tectónicos.

#### a. Fallas normales

Son de distensión, generan una apertura en el plano de falla donde los bloques se mueven normalmente a la vertical,

formando estrías, tectoglifos y *gouge* (arcilla) debido al esfuerzo que realiza cuando un bloque baja y el otro sube.

Este tipo de fallas fueron observadas principalmente noreste y sureste del área, mostrando una tendencia de buzamiento hacia el NE y SW, identificadas en las unidades de brecha calcárea intraformacional, de disolución y de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea.

Se observaron fallas normales puras, así como fallas con componente de rumbo, para un mejor análisis se han dividido en grupos.

#### **I) Fallas normales puras**

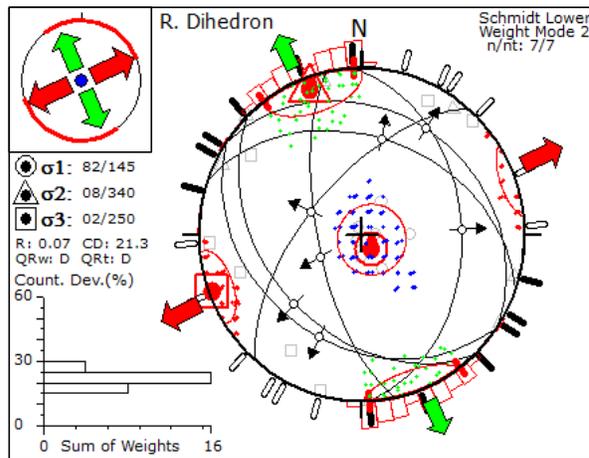
Las cuales presentan un *pitch* de 90°. Se muestran los datos de los planos de falla medidos en el campo en la tabla 6, así mismo su representación mediante una estereofalsilla (figura 15).

**TABLA 6  
DATOS DE LAS FALLAS NORMALES PURAS**

<b>No.</b>	<b>Plano de Falla</b>	<b>Buz</b>	<b><i>Pitch</i></b>	<b>Dirección del <i>pitch</i></b>	<b>Tectoglifos</b>
1	N136°	41°	89°	SE	Estrías y escalones
2	N168°	68°	86°	SE	Estrías y escalones
3	N124°	34°	81°	SE	Estrías y escalones
4	N357°	38°	90°	SW	Estrías y escalones
5	N221°	63°	84°	SW	Estrías y escalones
6	N289°	41°	85°	NW	Estrías y escalones
7	N303°	26°	89°	NW	Estrías y escalones

**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

## FIGURA 15 ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS NORMALES PURAS



Fuente: Investigación de campo, 2016.

## FOTOGRAFÍA 60 FALLA NORMAL EN LA UNIDAD DE CALIZA CRISTALINA, VISTA AL SE, UBICADA FRENTE A LA CARRETERA PRINCIPAL CA14, A UN COSTADO DE LA FINCA HOLANDA, DE LA ALDEA CHITUL



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

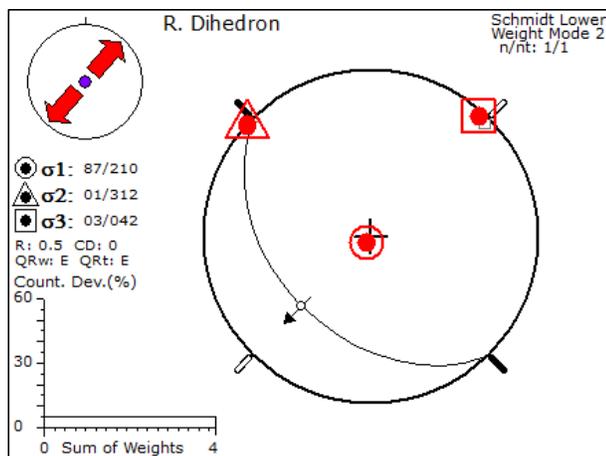
Se pudo observar un fallamiento normal puro el cual fue identificado por estrías y escalones, correspondiente a la unidad de brecha calcárea de disolución con dato de 68/N186, *pitch* 86SE. (fotografía 61 y figura 16).

**FOTOGRAFÍA 61**  
**FALLAS NORMALES EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA**  
**DE DISOLUCIÓN, UBICADA EN LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FIGURA 16**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA NORMAL EN LA UNIDAD DE**  
**BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

## 2) Fallas normales dextrales

El fallamiento normal suele aparecer con componentes de movimiento horizontal, como es el caso de las fallas normales dextrales observadas en el campo

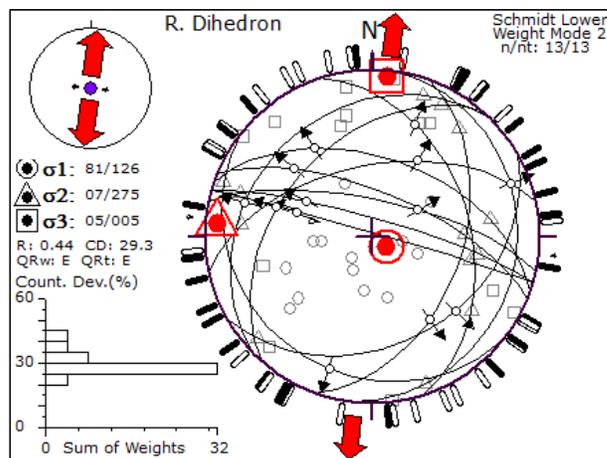
cuyos datos se presentan en la tabla 7 y su representación gráfica en la figura 17. En la fotografía 62 se puede observar una falla normal dextral en la unidad de brecha calcárea de disolución evidenciado por estrías y escalones.

**TABLA 7**  
**DATOS DE LAS FALLAS NORMALES DEXTRALES**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del <i>pitch</i>	Tectoglifos
1	N020°	45°	64°	SW	Estrías y escalones
2	N342°	41°	47°	NE	Estrías y escalones
3	N225°	25°	62°	SW	Estrías y escalones
4	N129°	19°	70°	SW	Estrías y escalones
5	N061°	35°	74°	NE	Estrías y escalones
6	N286°	88°	51°	NW	Estrías y escalones
7	N221°	43°	72°	SW	Estrías y escalones
8	N258°	55°	62°	NW	Estrías y escalones
9	N289°	51°	51°	NW	Estrías y escalones
10	N292°	68°	42°	NW	Estrías y escalones
11	N286°	81°	54°	NW	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 17**  
**ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS NORMALES DEXTRALES**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FOTOGRAFÍA 62**  
**FALLA NORMAL DEXTRAL EN LA UNIDAD DE BRECHA**  
**CALCÁREA DE DISOLUCIÓN, UBICADA EN LA FINCA LOS**  
**TRES POTRILLOS, DE LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### 3) Fallas normales sinestrales

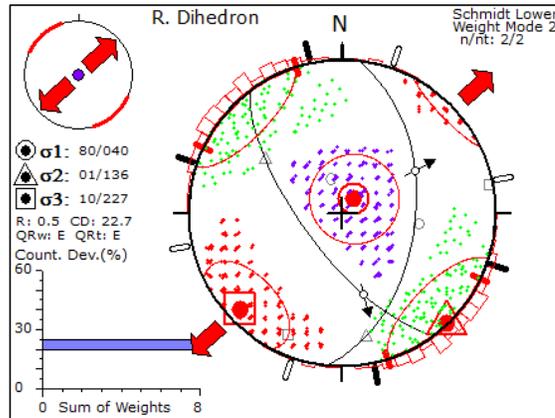
De igual forma se observaron fallas normales con componente sinistral, las cuales se presentan en la tabla 8, y su representación en una estereofalsilla (figura 18). En el área afectan la parte noreste del cuadrángulo estudiado.

**TABLA 8**  
**DATOS DE LAS FALLAS NORMALES SINISTRALES**

No.	Plano de falla	Buz	<i>Pitch</i>	Dirección del <i>pitch</i>	Tectoglifos
1	N006°	50°	65°	NW	Estrías y escalones
2	N143°	69°	48°	SE	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de campo, 2016.

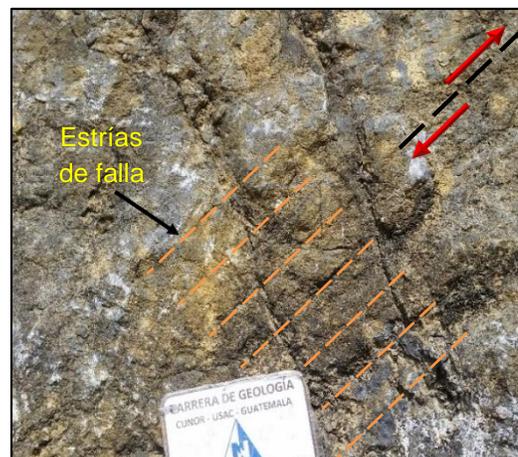
## FIGURA 18 ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS NORMALES SINISTRALES



**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

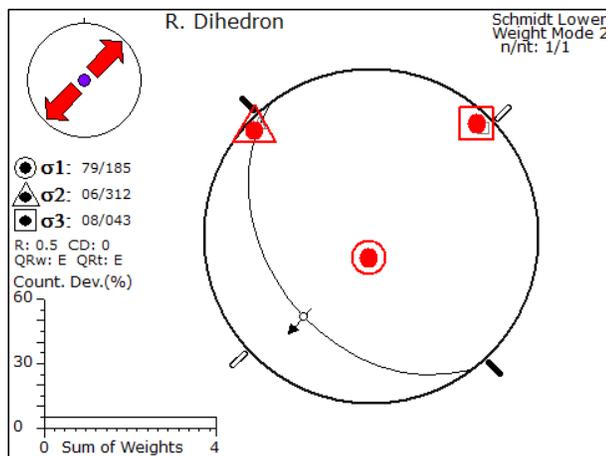
La presencia de este fallamiento está evidenciada en la unidad de brecha calcárea de disolución y en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea y (fotografía 63). También se muestra su representación en la estereografía (figura 19).

### FOTOGRAFÍA 63 FALLA NORMAL SINISTRAL EN LA BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN CON DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN 69/N143, PITCH 80SW, LA FINCA LOS TRES POTRILLOS, ALDEA SANTA ELENA



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

## FIGURA 19 ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA NORMAL SINISTRAL EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN



Fuente: Investigación de campo, 2016.

### b. Fallas inversas

En un fallamiento inverso ocurre un proceso contrario al de un fallamiento normal, en este tipo de falla el bloque piso realiza un movimiento hacia arriba con respecto al plano de falla que le permite interactuar con el bloque techo el cual baja.

#### l) Fallas inversas puras

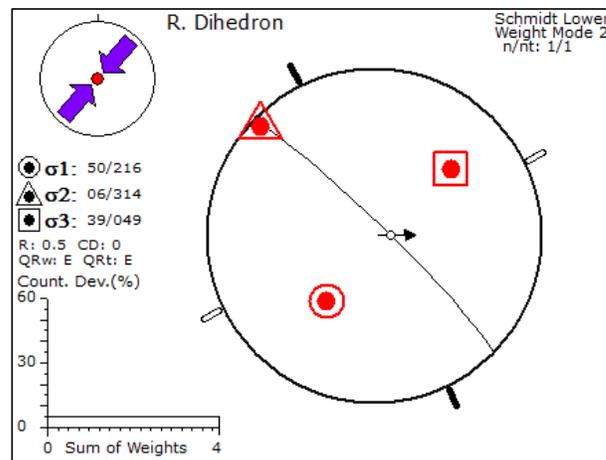
Fue posible examinar una falla con movimiento inverso puro (con un *pitch* de  $90^\circ$ ), la cual se puede observar en la fotografía 64 cuyos datos se muestran en la tabla 9. Fue representada en un diagrama de estereofalsilla (figura 20).

**TABLA 9**  
**DATOS DE LAS FALLAS INVERSAS PURAS**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del <i>pitch</i>	Tectoglifos
1	N314°	84°	89°	NW	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de Campo, 2016.

**FIGURA 20**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA INVERSA EN UNIDAD DE CALIZA MUDSTONE**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FOTOGRAFÍA 64**  
**FALLA INVERSA EN LA UNIDAD DE CALIZA MUDSTONE, UBICADA EN LAS CUEVAS, DE LA ALDEA CHITUL**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## II) Fallas inversas sinestrales

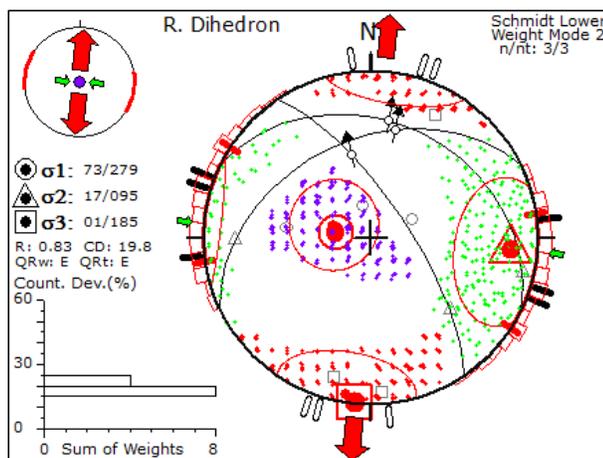
El fallamiento también suele aparecer con componentes de movimiento horizontal, como es el caso de fallas inversas sinestrales observadas en el campo cuyos datos se presentan en la tabla 10, y su representación gráfica en una estereofalsilla (figura 21).

**TABLA 10**  
**DATOS DE FALLAS INVERSAS SINISTRALES**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del pitch	Tectoglifos
1	N244°	41°	59°	NW	Estrías y escalones
2	N296°	31°	75°	NE	Estrías y escalones
3	N326°	72°	51°	NE	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 21**  
**ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS INVERSAS SINISTRALES**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

La presencia de este fallamiento está evidenciado en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, además en la unidad de brecha calcárea

intraformacional, una de estas fallas con dirección de inclinación  $72/N326$  y *pitch*  $51\text{ NW}$  se puede observar en la fotografía 65.

**FOTOGRAFÍA 65**  
**FALLA INVERSA SINISTRAL EN LA UNIDAD DE**  
**BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN LA**  
**FINCA LOS TRES POTRILLOS, DE LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**c. Fallas de rumbo**

Una falla de rumbo es una falla en la cual interactúan dos bloques de roca lateralmente, o sea, que el movimiento no es hacia arriba o abajo sino ocurre a través de un movimiento lateral entre los dos bloques. En el área fueron identificadas este tipo de fallas las cuales se clasificaron en dextrales y siniestrales.

### I) Fallas dextrales

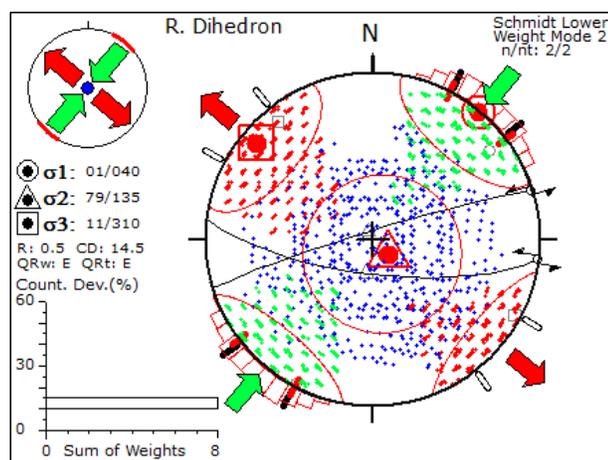
Falla observada donde el bloque derecho corre hacia adentro y el izquierdo hacia afuera. Los planos de falla observados fueron (tabla 11) y se ven representados en el diagrama de una estereofalsilla (figura 22).

**TABLA 11**  
**DATOS DE LAS FALLAS DEXTRALES**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del <i>pitch</i>	Tectoglifos
1	N253°	86°	01°	NE	Estrías y escalones
2	N097°	73°	01°	SW	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de Campo, 2016.

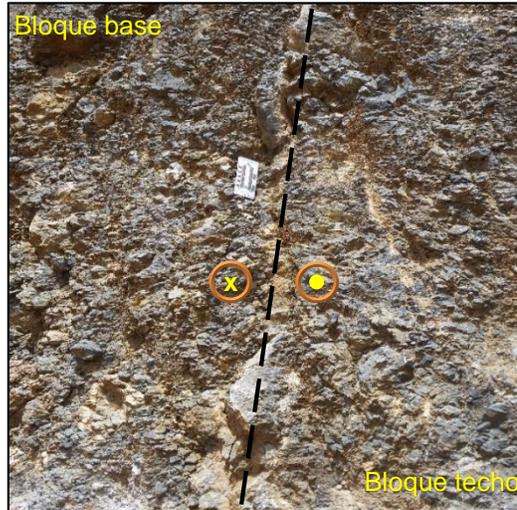
**FIGURA 22**  
**ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS DEXTRALES**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

Este fallamiento está evidenciado en la unidad de caliza cristalina, calcilita y lodolita calcárea y en la unidad de brecha calcárea de disolución, una de estas fallas se puede observar en la fotografía 66 con dirección de inclinación 86/N256, *pitch* 01 NE.

**FOTOGRAFÍA 66**  
**FALLA DEXTRAL EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA DE**  
**DISOLUCIÓN, UBICADA ENTRE EL LÍMITE DE LA ALDEA**  
**TONTEM Y SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

## II) Fallas dextrales normales

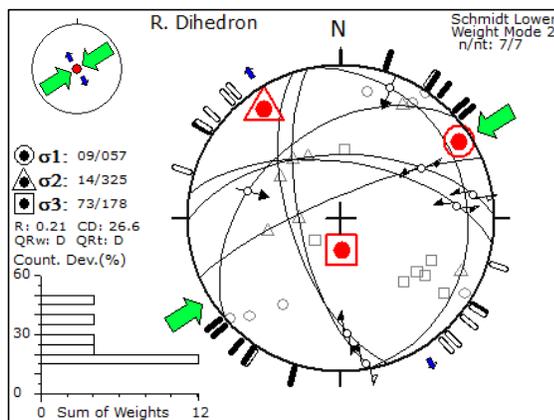
Se observaron fallas dextrales con componente normal moderadamente constantemente en el área de estudio, las cuales se presentan en la tabla 12, y su representación en una estereofalsilla (figura 23).

**TABLA 12**  
**DATOS DE LAS FALLAS DEXTRALES NORMALES**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del pitch	Tectoglifos
1	229°	42°	64°	SW	Estrías y escalones
2	162°	63°	30°	SW	Estrías y escalones
3	349°	18°	33°	NE	Estrías y escalones
4	269°	56°	16°	NE	Estrías y escalones
5	247°	79°	39°	NE	Estrías y escalones
6	168°	68°	04°	SW	Estrías y escalones
7	279°	60°	29°	NW	Estrías y escalones
8	157°	37°	31°	NW	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de campo, 2016.

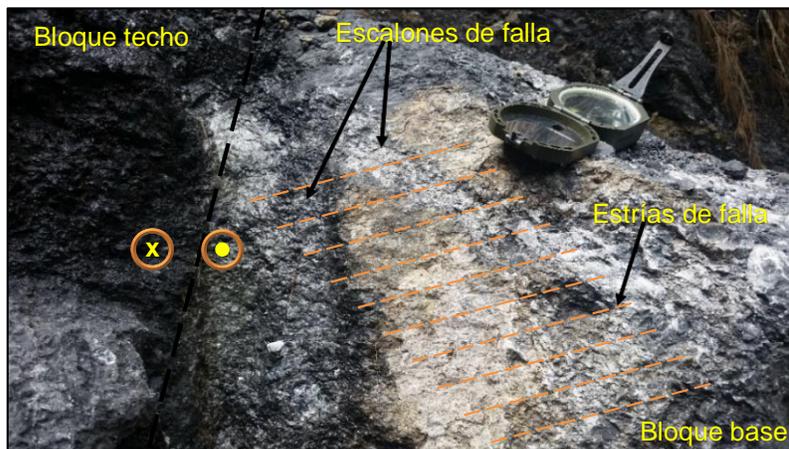
## FIGURA 23 ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS DEXTRALES NORMALES



Fuente: Investigación de campo, 2016.

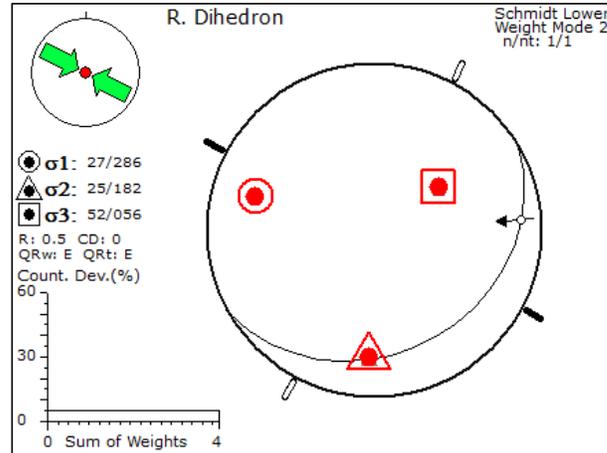
Tal fallamiento está evidenciado en la unidad de brecha calcárea intraformacional; una de estas fallas de tipo normal dextral se puede observar en la fotografía 67, con dirección de inclinación 60/N279, *pitch* 29 NW y su representación en una estereofalsilla (figura 24).

## FOTOGRAFÍA 67 FALLA DEXTRAL NORMAL EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, UBICADA FRENTE A LA CARRETERA CA14, EN LA ENTRADA DE LA ALDEA CHITUL



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FIGURA 24**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA DEXTRAL NORMAL EN LA**  
**UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL**



**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

### III) Fallas dextrales inversas

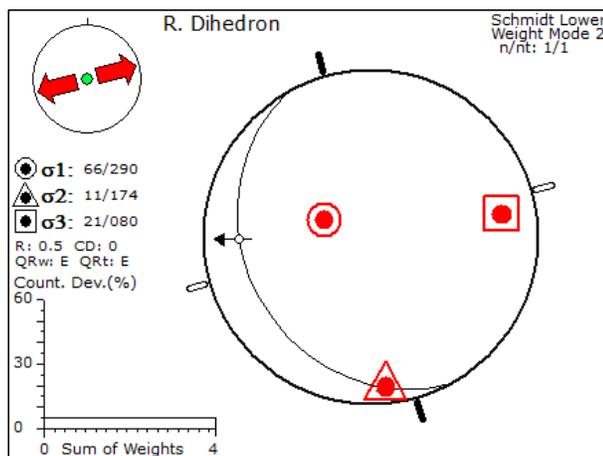
Este tipo de fallamiento es muy escaso en el área, solamente se pudo observar una falla de este tipo, la cual se muestra en la tabla 13 y es representada en una estereofalsilla (figura 25).

**TABLA 13**  
**DATOS DE LA FALLA DEXTRAL INVERSA**

No.	Plano de falla	Buz	<i>pitch</i>	Dirección del <i>pitch</i>	Tectoglifos
1	151°	25°	64°	NW	Estrías y escalones

**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 25**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA DEXTRAL INVERSA**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

#### IV) Fallas sinestrales

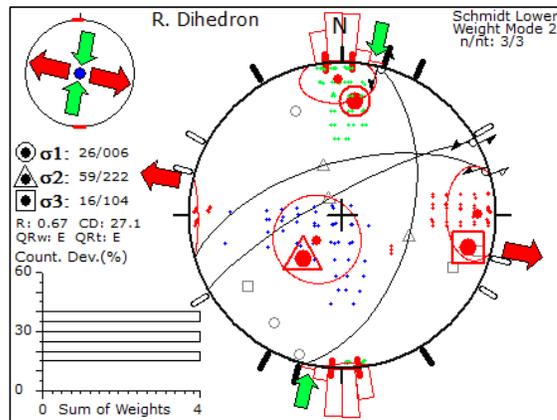
Fallas observadas donde el bloque izquierdo corre hacia adentro y el derecho hacia afuera. Este tipo de fallamiento se pudo observar en el área, los datos tomados se muestran en la tabla 14 y su respectiva estereofalsilla (figura 26).

**TABLA 14**  
**DATOS DE LAS FALLAS SINISTRALES**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del pitch	Tectoglifos
1	N241°	79°	02°	NE	Estrías y escalones
2	N014°	52°	02°	NW	Estrías y escalones
3	N254°	62°	03°	NW	Estrías y escalones

Fuente: Investigación de campo, 2016.

## FIGURA 26 ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS SINISTRALES



**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

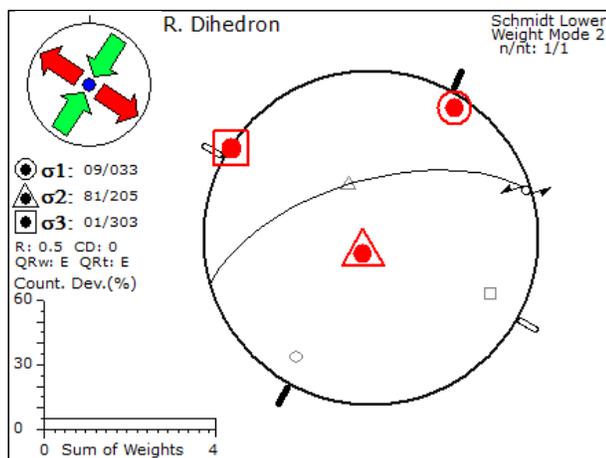
En la unidad de brecha calcárea intraformacional se pudo observar una falla siniestral, esta se puede observar en la fotografía 68, con dirección de inclinación 62/N254, *pitch* 03 NW y por consiguiente su representación estereográfica (figura 27).

## FOTOGRAFÍA 68 FALLA SINISTRAL EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN LA ALDEA SANTA ELENA



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

**FIGURA 27**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA SINISTRAL DE LA**  
**UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

## 5 Fallas sinestrales normales

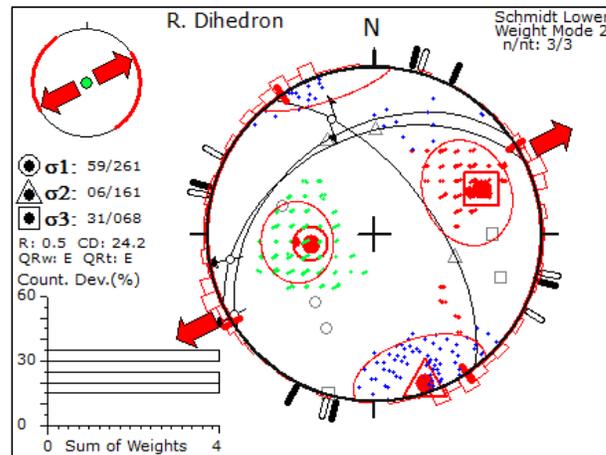
Este tipo de fallas de rumbo con componente normal, fueron observadas al noreste del campo investigado, identificadas por indicadores cinemáticos como estrías y escalones de falla (fotografía 69-70). A continuación, los datos presentados en la tabla 15 y su diagrama en estereofalsilla (figura 28).

**TABLA 15**  
**DATOS DE LAS FALLAS SINISTRALES NORMALES**

No.	Plano de falla	Buz	Pitch	Dirección del pitch	Tectoglifos
1	N234°	38°	07°	SE	Estrías y escalones
2	N244°	41°	21°	SE	Estrías y escalones
3	N323°	61°	32°	NW	Estrías y escalones

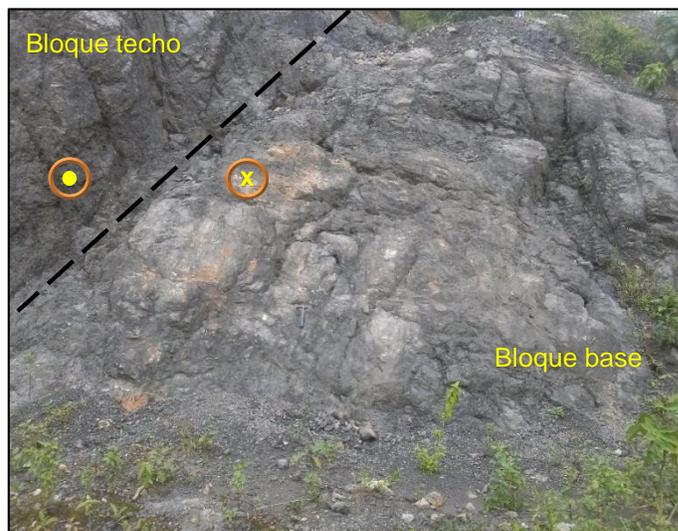
Fuente: Investigación de campo, 2016.

## FIGURA 28 ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS SINISTRALES NORMALES



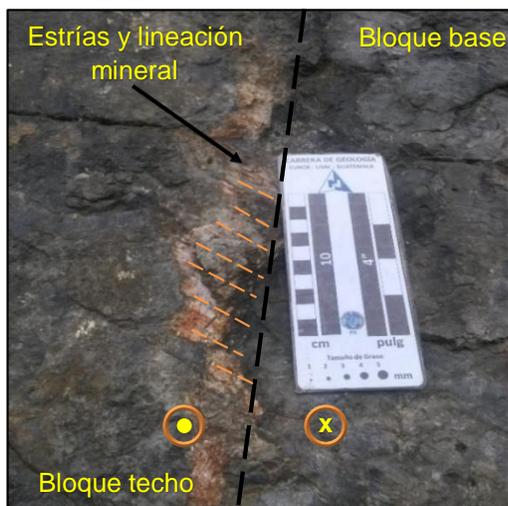
Fuente: Investigación de campo, 2016.

## FOTOGRAFÍA 69 FALLA SINISTRAL NORMAL EN LA UNIDAD DE CALIZA CRISTALINA, DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN 61/N323, PITCH 32 NW, UBICADA EN LA ALDEA SANTA ELENA



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

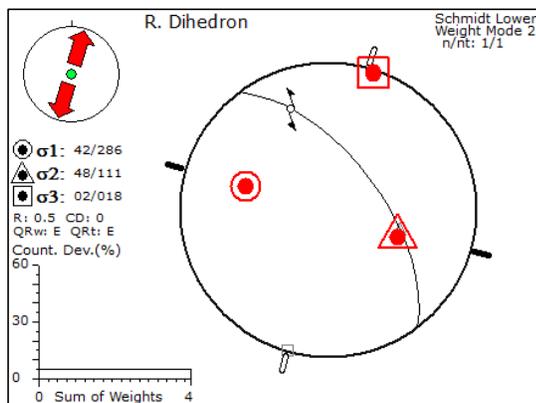
**FOTOGRAFÍA 70**  
**FALLA SINISTRAL NORMAL EN LA UNIDAD DE CALIZA**  
**CRISTALINA, CALCILUTITA Y LODOLITA CALCÁREA, UBICADA**  
**EN LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

Aquí se observa la representación en una estereofalsilla (figura 29) de la falla sinistral normal en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea.

**FIGURA 29**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA SINISTRAL NORMAL EN LA**  
**UNIDAD DE CALIZA CRISTALINA Y LODOLITA CALCÁREA**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

## VI) Fallas sinestrales inversas

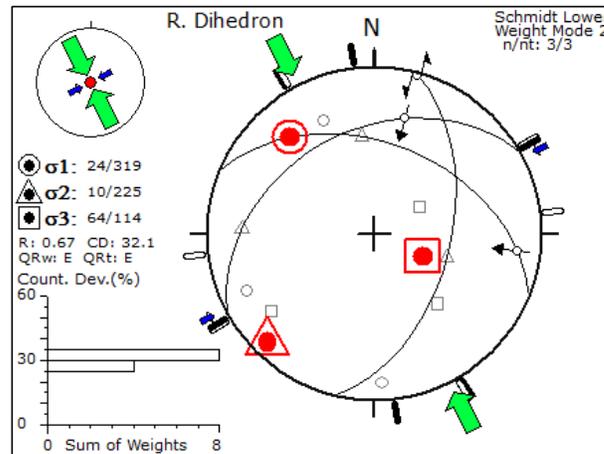
Fallamiento de rumbo con componente inverso, fue observado al este del área, identificado por estrías y escalones de fallas en el plano de falla (fotografía 71). A continuación, los datos en la tabla 16 y su diagrama en una estereofalsilla (figura 30).

**TABLA 16**  
**DATOS DE LAS FALLAS SINISTRALES INVERSAS**

No.	Plano de falla	Buz	<i>Pitch</i>	Dirección del <i>pitch</i>	Tectoglifos
1	N241°	38°	53°	NE	Estrías y escalones
2	N014°	52°	02°	NW	Estrías y escalones
3	N292°	45°	21°	SE	Estrías y escalones

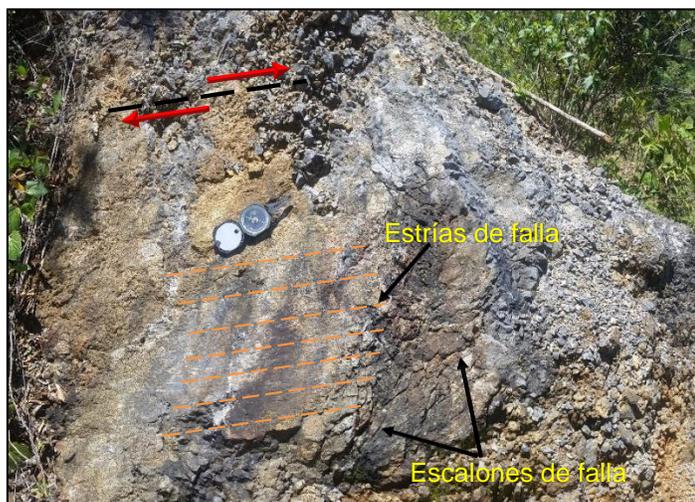
Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 30**  
**ESTEREOFALSILLA DE LAS FALLAS SINISTRALES INVERSAS**



Fuente: Investigación de Campo, 2016.

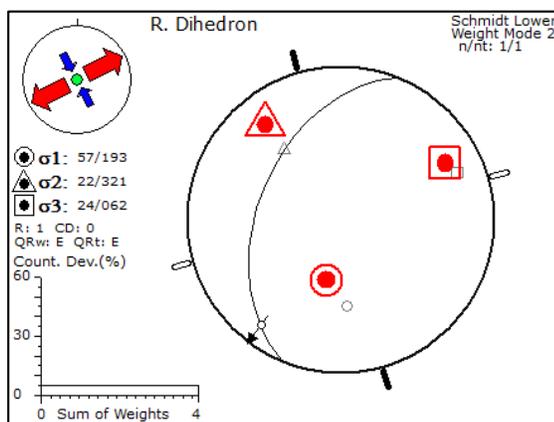
**FOTOGRAFÍA 71**  
**FALLA SINISTRAL INVERSA EN LA UNIDAD DE BRECHA**  
**CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, DIRECCIÓN DE**  
**INCLINACIÓN 45/N292, PITCH 21 SE, UBICADA EN LA ALDEA**  
**SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

En la presente imagen se observa una representación en una estereofalsilla (figura 31) de la falla sinistral inversa en la unidad de brecha calcárea intraformacional.

**FIGURA 31**  
**ESTEREOFALSILLA DE LA FALLA SINISTRAL INVERSA EN LA**  
**UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

### 5.1.2 Estratificaciones

La estratificación consiste en la superposición de sedimentos y rocas sedimentarias en capas sucesivas y paralelas llamadas estratos, estas capas tienen grosor variable y están formadas por materiales de distinto tipo separados entre sí por planos de estratificación.

Las estratificaciones en el área, se encuentran específicamente en cuatro unidades, en orden de abundancia: la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, seguidamente la de caliza *wackestone* y *mudstone*, posteriormente la de caliza *mudstone* y por último la unidad de brecha calcárea intraformacional.

#### a. Estratificación en la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea

La tabla 17 muestra los datos de estratificación en esta unidad (fotografías 72-73), y su modelo en la estereofalsilla en la figura 32, identificando que existe un patrón preferencial en dirección NW-SE.

**TABLA 17**  
**DATOS DE ESTRATIFICACIONES**

No.	Dip	Dirección
1	55°	N325°
2	57°	N327°
3	53°	N323°
4	54°	N324°
5	39°	N309°

Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FOTOGRAFÍA 72**  
**INTERESTRATIFICACIONES DE LAS FACIES DE CALIZA**  
**CRISTALINA (BASE), CALCILUTITA (PARTE MEDIA) Y CALIZA**  
***MUDSTONE* (TECHO), EN EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA**  
**ELENA Y CHIJOU**



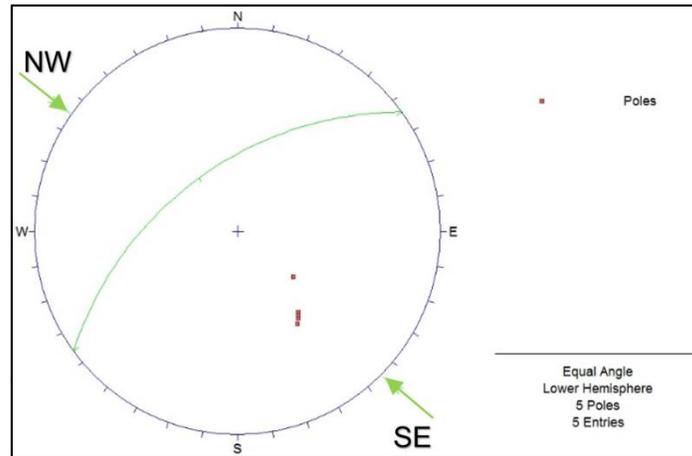
Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 73**  
**INTERESTRATIFICACIONES DE LAS FACIES DE CALIZA**  
**CRISTALINA (BASE), CALCILUTITA (PARTE MEDIA) Y CALIZA**  
***MUDSTONE* MODERADAMENTE BRECHADA (TECHO), EN EL**  
**LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y CHIJOU**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FIGURA 32**  
**ESTEREOGRAMA CON DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE LA**  
**ESTRATIFICACIÓN AL NW-SE EN LA UNIDAD DE CALIZA**  
**CRISTALINA, CALCILUTITA Y LODOLITA CALCÁREA**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

**b. Estratificación en la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone***

Se encontraron estratificaciones en esta unidad (fotografía 74), donde se lograron obtener diferentes datos, regidos con base a la posición en la que se encontraron, (tabla 18), representados en la estereofalsilla, la cual muestra una dirección preferencial *NE-SW* (figura 33).

**TABLA 18**  
**DATOS DE ESTRATIFICACIONES EN LA**  
**UNIDAD DE CALIZA *WACKESTONE* Y *MUDSTONE***

No.	Dip	Dirección
1	24°	N230°
2	28°	N154°
3	37°	N210°
4	44°	N293°

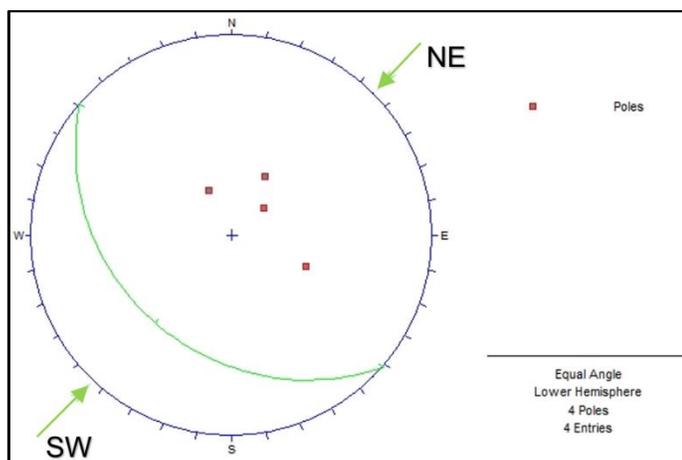
Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FOTOGRAFÍA 74**  
**ESTRATIFICACIÓN EN LA UNIDAD DE CALIZA WACKESTONE Y**  
**MUDSTONE, UBICADA EN LA ALDEA CHITUL**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FIGURA 33**  
**ESTEREOGRAMA CON DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE LA**  
**ESTRATIFICACIÓN AL NE-SW EN LA UNIDAD DE CALIZA**  
**WACKESTONE Y MUDSTONE**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

**c. Estratificación en la unidad de caliza *mudstone***

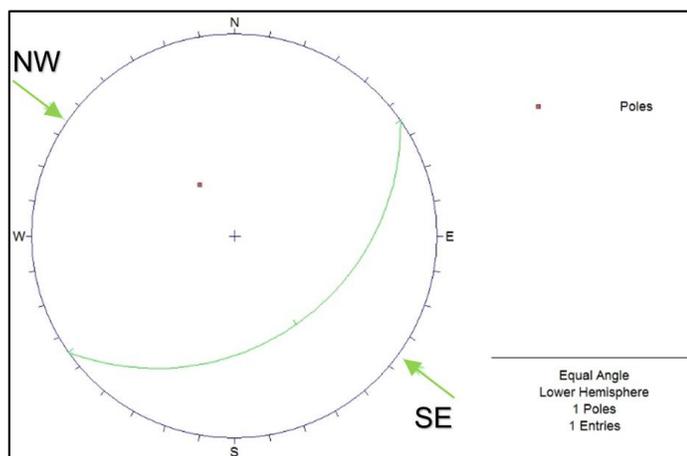
En esta unidad (fotografía 75) solamente se pudo observar una estratificación con dirección 34/N146, la cual se representa en el diagrama de roseta de la figura 34 que muestra un patrón preferencial al NW-SE. Los afloramientos de esta unidad se encuentran de forma masiva.

**FOTOGRAFÍA 75  
ESTRATIFICACIÓN EN LA UNIDAD DE CALIZA *MUDSTONE*, EN  
LA FINCA SAQUIJÁ, CRUCE DE SANTA CRUZ VERAPAZ**



**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016

**FIGURA 34**  
**ESTEREOGRAMA CON DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE LA**  
**ESTRATIFICACIÓN AL NW-SE EN LA UNIDAD DE LA CALIZA**  
**MUDSTONE**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

**d. Estratificación en la unidad de brecha calcárea intraformacional**

En esta unidad (fotografía 76) se encontraron relictos de estratificación, estos se lograron medir de modo que se obtuvieron diferentes datos, estos se muestran en la tabla 19 y representado en la estereofalsilla, con dirección preferencial hacia el NW-SE (figura 35).

**TABLA 19**  
**DATOS DE ESTRATIFICACIONES EN LA UNIDAD DE BRECHA**  
**CALCÁREA INTRAFORMACIONAL**

No.	Dip	Dirección
1	70°	N154°
2	49°	N146°
3	21°	N169°

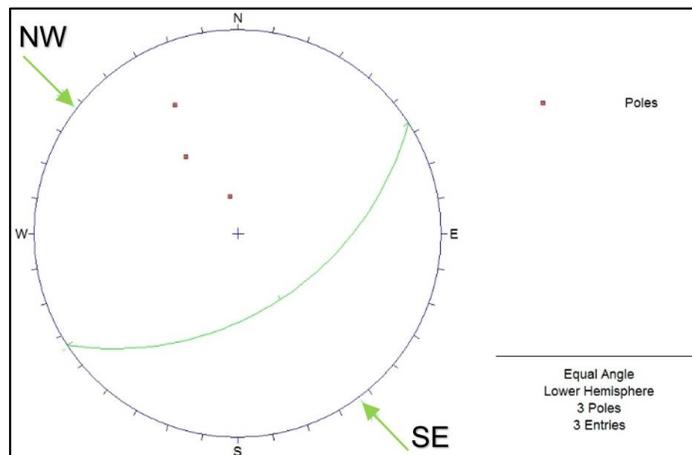
Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FOTOGRAFÍA 76**  
**ESTRATIFICACIÓN EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA**  
**INTRAFORMACIONAL CON DIRECCIÓN 70/N154, EN LA FINCA**  
**SAQUIJÁ, EN EL CRUCE DE SANTA CRUZ VERAPAZ**



Tomada por: Mariano Chávez, 2 016

**FIGURA 35**  
**ESTEREOGRAMA CON DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE LA**  
**ESTRATIFICACIÓN AL NW-SE EN LA UNIDAD DE BRECHA**  
**CALCÁREA INTRAFORMACIONAL**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

### 5.1.3 Pliegues

En dicho lugar, mediante el análisis de las estratificaciones se pudieron determinar tres pliegues, mediante las direcciones que evidencian los estratos. En la tabla 20 se puede observar los datos de los ejes de los tres pliegues, dos anticlinales y un sinclinal, se analizarán por separado a continuación:

**TABLA 20**  
**DATOS CORRESPONDIENTES A LOS EJES DE LOS PLIEGUES**

No.	Dip	Dirección	Tipo de pliegue
1	61°	N061°	Anticlinal
2	80°	N066°	Anticlinal
3	70°	N085°	Sinclinal

Fuente: Investigación de campo, 2016.

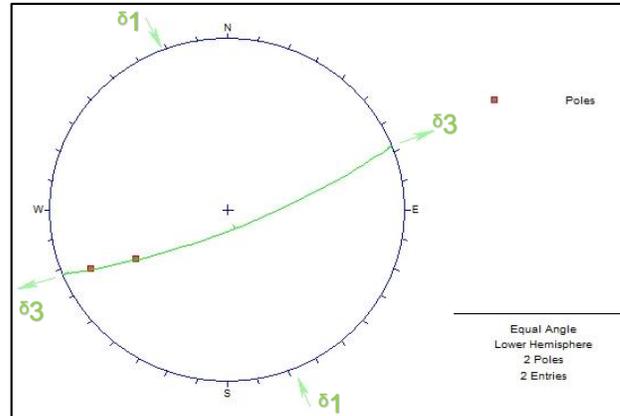
En la tabla 21 se puede observar las sigmas que se obtuvieron a través de los dos ejes de los pliegues anticlinales; en la figura 36 se visualiza su representación en la estereofalsilla.

**TABLA 21**  
**SIGMAS DE LOS EJES DE LOS PLIEGUES ANTICLINALES**

Nombre	Abreviatura	Azimut
Sigma 1	$\delta_1$	N337
Sigma 3	$\delta_3$	N248

Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 36**  
**ESTEREOFALSILLA DE LOS DOS EJES DE PLIEGUES**  
**ANTICLINALES Y SUS ESFUERZOS PRINCIPALES**



**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

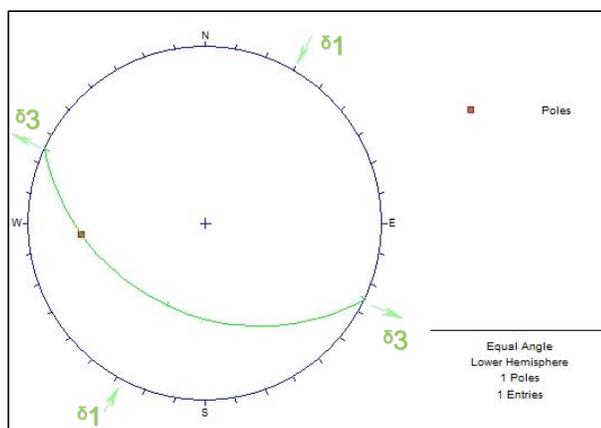
En la tabla 22 se observan los sigmas que se obtuvieron a través del eje del pliegue sinclinal, en la figura 37 se visualiza su representación en la estereofalsilla.

**TABLA 22**  
**SIGMAS DEL EJE DEL PLIEGUE SINCLINAL**

Nombre	Abreviatura	Azimut
Sigma 1	$\delta_1$	N209
Sigma 3	$\delta_3$	N295

**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

### FIGURA 37 ESTEREOFALSILLA DEL EJE DEL PLIEGUE SINCLINAL Y SUS ESFUERZOS PRINCIPALES



Fuente: Investigación de campo, 2016.

#### 5.1.4 Grietas de tensión

Son indicadores de aperturas dentro de la roca en la cual han subido fluidos, los cuales cristalizan y recristalizan. En el área se localizaron gran cantidad de grietas de tensión, principalmente, de calcita, aunque también se identificaron algunas de cuarzo.

Se observaron desde una vista de planta, por lo que se midieron al tomar la orientación de la línea o grieta de tensión, el mismo se representa en un diagrama de roseta (figura 38) para mostrar orientaciones preferenciales. Las grietas de tensión se encuentran principalmente al noreste y noroeste, su presencia es mayor en las unidades de caliza *mudstone*, brecha calcárea intraformacional y brecha calcárea de disolución.

En las fotografías 77 se observan vetas con dimensiones de 3 cm a 10 cm de largo y de 0,5 cm a 1 cm de espesor en la unidad de brecha calcárea de disolución con dirección de inclinación 67/N119. En la fotografía 78 se observa la veta (83/N349) en la

unidad de caliza *mudstone*. La tabla 23 muestra los datos de las grietas de tensión.

**FOTOGRAFÍA 77**  
**GRIETAS DE TENSIÓN EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN CON DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN 67/N119, EN EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 78**  
**GRIETAS DE TENSIÓN EN LA UNIDAD DE CALIZA *MUDSTONE*, UBICADA EN LA ALDEA CHITUL**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

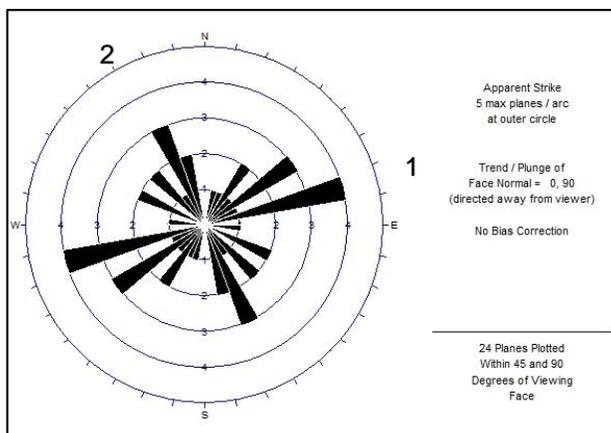
**TABLA 23**  
**BASE DE DATOS DE DIRECCIÓN DE LAS GRIETAS DE TENSION**

Dirección de buzamiento	Buzamiento	Dirección de buzamiento	Buzamiento
N222	87°	N300	86°
N187	86°	N305	65°
N346	86°	N325	37°
N332	78°	N313	29°
N325	81°	N066	64°
N341	50°	N320	87°
N234	58°	N345	44°
N134	77°	N341	39°
N100	78°	N077	73°
N204	54°	N347	80°
N144	47°	N349	82°
N119	67°	N253	75°
N040	68°	N012	34°
N042	15°	N067	76°
N020	25°	N060	89°
N023	47°	N078	39°

Fuente: Investigación de campo, 2016.

Se utilizaron los datos de la tabla anterior para hacer el modelo de rosa de la figura 38.

**FIGURA 38**  
**ROSETA DE LA DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE LAS GRIETAS DE TENSION**



El patron preferencial de las grietas de tension es hacia el NE-SW, N70E (1) y otra en dirección NW-SE, N30W (2)

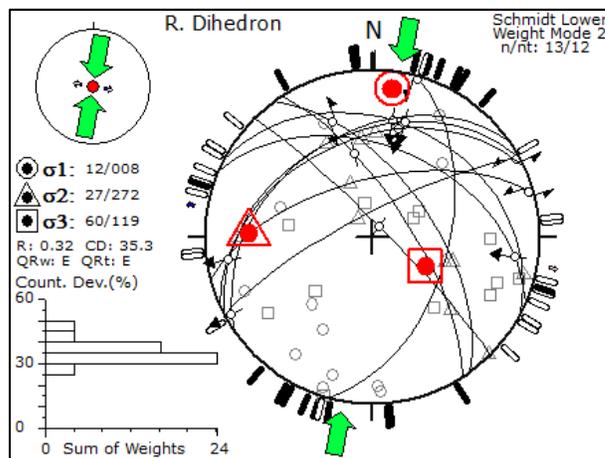
Fuente: Investigación de campo, 2016.

### 5.1.5 Elipse de deformación local

A través de un análisis de fallas, estratificaciones, pliegues y grietas de tensión se determinaron dos eventos tectónicos importantes que afectan y forman dos elipses de deformación que rigen la geología estructural.

El primero (figura 39) de éstos se determinó a través de los datos y gráficos de fallas inversas puras, inversas sinestrales, sinestrales puras, sinestrales inversas y sinestrales normales. El análisis de falsillas correspondientes a tales fallamientos (figura 40) sugiere un régimen tectónico compresivo ( $\sigma_1$ ) establecido con orientación N008°-N188°, y se determinó mediante la intersección de los planos de dichas fallas que reflejan que el buzamiento de los planos tiende a estar en dirección noreste-suroeste. La tabla 24 muestra las sigmas del primer evento de deformación.

**FIGURA 39**  
**ESFUERZOS PRINCIPALES DEL PRIMER EVENTO**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

Estos datos confirman y determinan el primer evento de deformación, dan como resultado las sigmas:

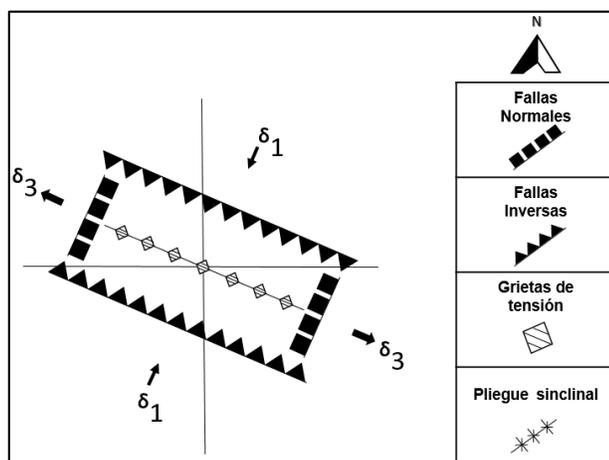
**TABLA 24**  
**SIGMAS DEL PRIMER EVENTO DE DEFORMACIÓN**

Nombre	Abreviatura	Dirección
Sigma 1	$\delta_1$	12/N008
Sigma 3	$\delta_3$	60/N119

Fuente: Investigación de campo, 2016.

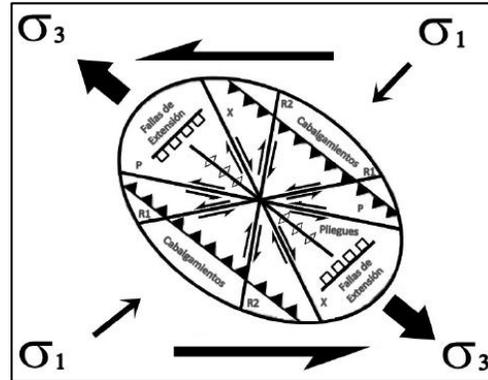
Los datos concuerdan con la elipse de deformación sinistral del modelo teórico de la falla Cuilco-Chixoy-Polochic (figura 41).

**FIGURA 40**  
**MODELO ESTRUCTURAL LOCAL DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA EL PRIMER EVENTO DE DEFORMACIÓN**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

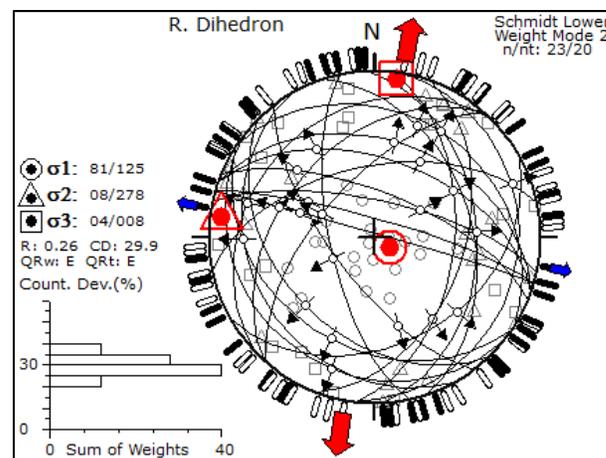
**FIGURA 41**  
**ELIPSE DE DEFORMACIÓN SINISTRAL TEÓRICA (MODELO**  
**TEÓRICO DE LA FALLA CUILCO-CHIXOY-POLOCHIC)**



**Fuente:** The mapping of geological structures, Ken MacClay, Department of Geology, Royal Holloway University of London, Elipse de Deformación, Sinistral, 1986.

El análisis de las fallas correspondientes al fallamiento normal puro, con componentes dextrales y sinestrales, y fallas dextrales (figura 42) con componente inverso, sugieren el segundo evento de deformación que determinó la disposición estructural del área (figura 43).

**FIGURA 42**  
**ESFUERZOS PRINCIPALES DEL SEGUNDO EVENTO**



**Fuente:** Investigación de campo, 2016.

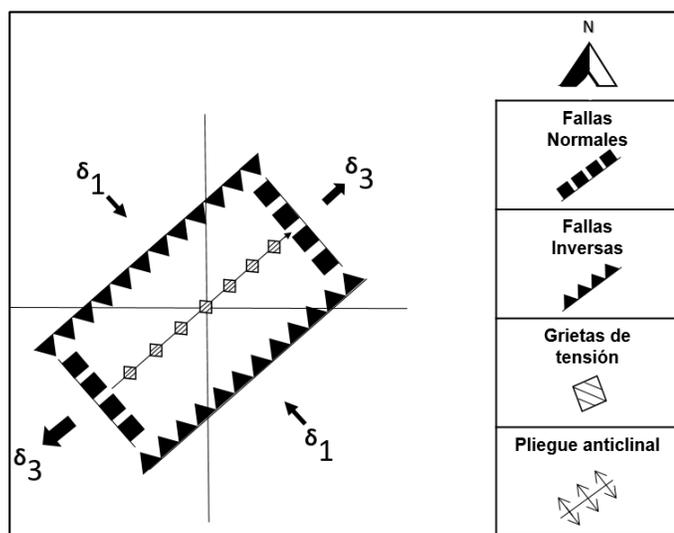
Los esfuerzos distensivos se pueden observar con una orientación NE-SW y los esfuerzos compresivos NW-SE (tabla 25), son específicamente los siguientes:

**TABLA 25**  
**SIGMAS DEL SEGUNDO EVENTO DE DEFORMACIÓN**

Nombre	Abreviatura	Dirección
Sigma 1	$\bar{\sigma}_1$	81/N125
Sigma 3	$\bar{\sigma}_3$	04/N008

Fuente: Investigación de campo, 2016.

**FIGURA 43**  
**MODELO ESTRUCTURAL LOCAL DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA EL SEGUNDO EVENTO DE DEFORMACIÓN**



Fuente: Investigación de campo, 2016.

Los datos sugieren un modelo de fallamiento transformante Dextral, el cual es local y concuerda con la falla riedel antitética de la elipse de deformación del modelo teórico de la falla Cuilco-Chixoy-Polochic (figura 8), por lo que se concluye que dicha falla geológica también afecta la geología estructural del área investigada.

## **5.2 Geomorfología**

Este apartado presenta las unidades geomorfológicas identificadas y clasificadas como unidades denudacionales, agradacionales y antrópicas. Se determinaron geoformas, las cuales son evidentes en el campo y que fueron formadas de acuerdo al accionar de los factores geomorfológicos que condicionan la erosión y meteorización (intemperismo) del área y en consecuencia el relieve.

Se evidencia que el relieve no es muy accidentado, en la parte noreste y noroeste se encuentra un relieve moderadamente abrupto, al sureste y suroeste el relieve es menos pronunciado, y como consecuencia una gran planicie.

### **5.2.1 Unidades geomorfológicas**

#### **a. Unidades de origen denudacional**

##### **l) Subunidad de ladera abrupta**

Identificada en la parte noreste y noroeste, en lugares cercanos de la aldea Chitul, Cruce de Santa Cruz Verapaz y finca Saquijá, es en esta última donde se encuentra mejor expuesta (fotografía 79). Está formada por rocas que sufrieron máxima erosión lo que ha generado pendientes abruptas. La erosión hídrica se hace presente a través de cavernas e incisiones fluviales que corren desde partes más altas hacia partes bajas, logrando así una meteorización física en las rocas que forman esta unidad geomorfológica. El transporte suele ser por medio de escorrentías.

## FOTOGRAFÍA 79 LADERAS ABRUPTAS, UBICADA EN LA ALDEA CHIJOU



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### II) Subunidad de laderas suaves

Identificada en la parte noreste y noroeste del área, en la aldea Chitul y Santa (fotografía 80). Compuesta principalmente por las facies de caliza *mudstone* y cristalina que han formado colinas de menor pendiente no mayores a  $15^{\circ}$  o semiplanicies.

## FOTOGRAFÍA 80 LADERAS SUAVES, UBICADA EN LA ALDEA CHITUL



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

### III) Subunidad de escarpes

Cortes abruptos en colinas los cuales evidencian generalmente presencia de fallamiento. Estas son evidentes en la unidad de brecha calcárea intraformacional (fotografía 81-82).

#### **FOTOGRAFÍA 81 ESCARPE EN LA UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 82**  
**ESCARPE EN UNIDAD DE BRECHA CALCÁREA**  
**INTRAFORMACIONAL, UBICADA EN LA FINCA SAQUÍJA,**  
**CRUCE DE SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ**



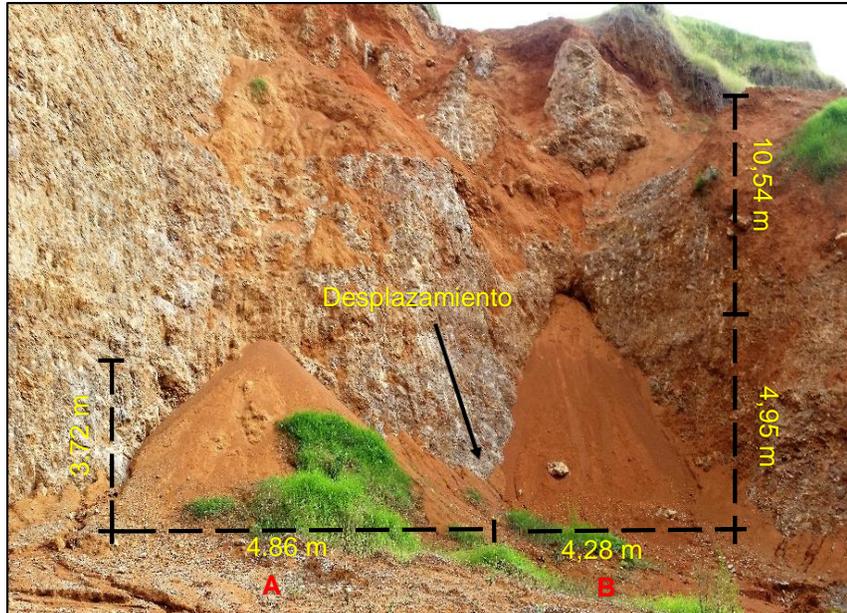
**Tomada por:** Mariano Chávez, 2016.

#### **IV) Subunidad de deslizamientos**

Son formados por agentes exógenos, pueden ser por la infiltración de las aguas y hacen que el terreno sea inestable, afectan aquellas pendientes mayores a 40° formadas de materiales plásticos y materiales inconsolidados que se debilitan y caen debido a la gravedad.

En la fotografía 83 se observan dos deslizamientos que se encuentran al noreste, el primero (A) de aproximadamente 3,72 m de ancho y 4,86 m de largo, y el segundo (B) de 4,95 m de ancho y 4,28 m de largo (pendiente abajo), el suelo es muy dúctil y permeable, los árboles y helechos muestran el movimiento de masa que genera un cambio en la vertical de estos.

**FOTOGRAFÍA 83**  
**DESLIZAMIENTOS CON DIRECCIÓN A. N064, B. N067, UBICADA**  
**EN LA FINCA TONTEM**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**b. Unidades de origen agradacional**

**l) Subunidad de planicie**

Identificada al sur en la aldea Las Conchas y labor las Carmelias, corresponden a las partes más bajas del área de estudio. Se caracterizan por ser muy estables, por lo que son utilizadas para siembras, ya que la erosión no afecta dicha zona (fotografía 84).

**FOTOGRAFÍA 84**  
**PLANICIE, UBICADA EN LABOR LAS CARMELIAS Y LAS**  
**CONCHAS, ASÍ MISMO EN LA ALDEA PAN QUIYAU**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**II) Subunidad de cavernas**

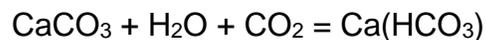
Estas geoformas se encuentran dispersas, expuestas en las localidades de las aldeas Santa Elena, Pan Quiyau y Chitul. Se pudieron observar ocho cavernas, con características parecidas; se encontraron en la brecha calcárea intraformacional, caliza *mudstone* y caliza cristalina, lodolita calcárea y lutita.

Son afectadas por procesos kársticos, generando la disolución de la caliza, presentan exponencialmente karts (disolución), que afecta a la roca, presentan una meteorización de grado II.

Una de ellas posee una profundidad  $> 10$  m, compuesto de la unidad de caliza *mudstone* (fotografía 85), mientras que otras no pasan de 5 m de profundidad (fotografía 86).

El carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) se disuelve con mucha facilidad en aguas que contienen dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso disuelto, debido a que reacciona con éste, y agua para formar bicarbonato de calcio [ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ], compuesto intermedio de alta solubilidad. Sin embargo, en entornos en el que el  $\text{CO}_2$  disuelto se libera bruscamente a la atmósfera, se produce la reacción inversa aumentando la concentración de carbonato de calcio cuyo exceso sobre el nivel de saturación precipita.

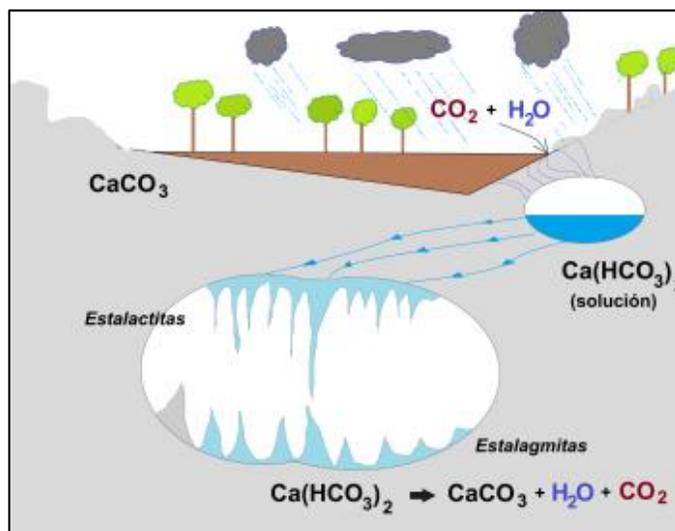
De acuerdo a lo descrito, el equilibrio químico en solución sigue la siguiente ecuación:



Esa liberación de  $\text{CO}_2$  se produce, fundamentalmente, en dos tipos de entornos: en el litoral cuando llegan a la superficie aguas cargadas de  $\text{CO}_2$  y, sobre los continentes, cuando las aguas subterráneas alcanzan la superficie.

Este es el proceso fundamental de formación de grutas y cuevas con presencia de estalactitas y estalagmitas en muchas regiones calcáreas con piedras calizas denominadas también karts, carst o carsos (figura 44).

**FIGURA 44**  
**ESQUEMA DEL PROCESO DE FORMACIÓN DE GRUTAS Y CUEVAS**



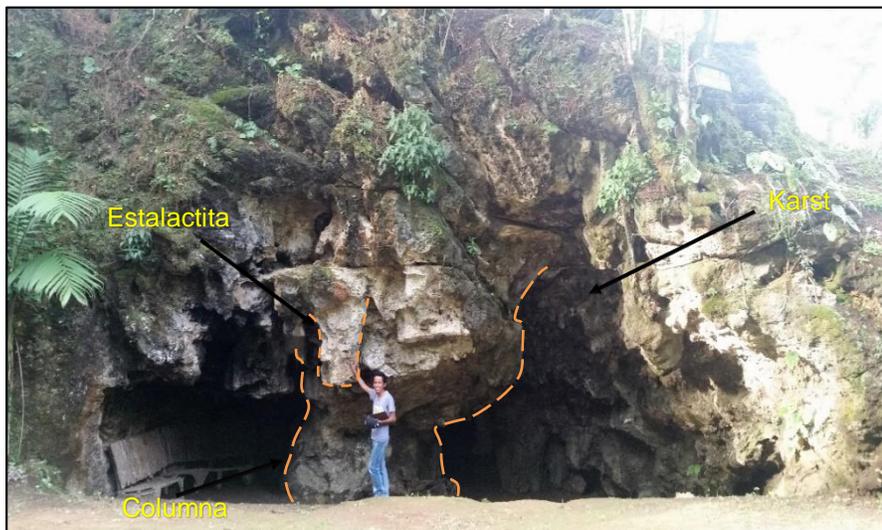
Fuente: <https://www.clubensayos.com>. (28/10/2016).

**FOTOGRAFÍA 85**  
**CAVERNA EN LA UNIDAD DE CALIZA MUDSTONE, UBICADA EN LA ALDEA SANTA ELENA**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.

**FOTOGRAFÍA 86**  
**CAVERNA EN LA UNIDAD DE CALIZA CRISTALINA,**  
**CALCILUTITA Y LODOLITA CALCÁREA, UBICADA EN EL**  
**BALNEARIO LA PEÑA, DE LA ALDEA PAN QUIYAU**



Tomada por: Mireya Jolomná, 2016.

Algunas cavernas en su interior no reaccionan al ácido clorhídrico, debido a que el carbonato de calcio ha sido sustituido por magnesio. Pero al momento de ser fracturadas con el martillo si reaccionan a tal ácido. En las cavernas se encontraron estructuras kársticas que son comunes dentro del mismo. A continuación se presentan definiciones tomadas de Fundación Cueva de Nerja, para conceptualizar y tener una clara idea de las estructuras encontradas:

Karst: Es un tipo de relieve resultado de procesos naturales causados por la disolución química y la erosión del agua en las rocas calizas, dolomitas, yeso, halita, mármoles y otras rocas solubles.

Estalactita: Es el más común. Tiene forma cónica y cuelga del techo de las cuevas. Su tamaño es muy variable. Una estalactita típica consta de un canal central, una capa tubular delgada de cristales alrededor del canal dispuestos longitudinalmente a éste y capas axiales al tubo central compuestas por un mosaico de cristales que crecen perpendicularmente al tubo. Las estalactitas están compuestas de carbonato cálcico (calcita y aragonito). La forma, tamaño, composición y textura superficial de una estalactita dependen de muchos factores: caudal de goteo, circulación de aire, pérdida de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), evaporación, humedad, temperatura, concentración del agua, presión hidrostática, etc.

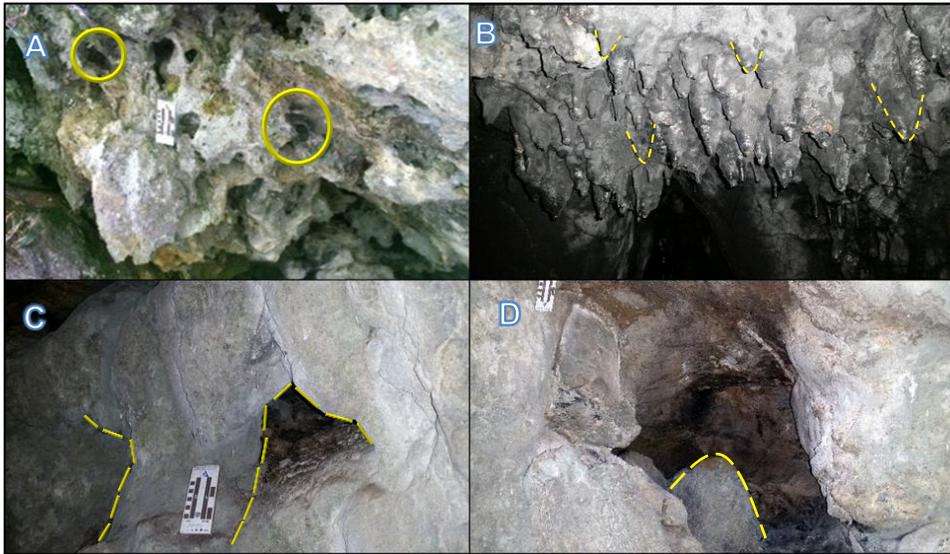
Estalagmita: Situado en el suelo de las cuevas, cuya génesis va ligada al goteo de agua desde el techo o desde una estalactita de la cavidad. Por lo general, son de mayor diámetro que las estalactitas con las que están relacionadas y suelen tener la punta redondeada. La forma y tamaño de las estalagmitas depende de muchos factores: distancia al punto de goteo, caudal de goteo, cantidad de bicarbonato en solución.

Columna: Resulta de la unión de una estalagmita con una estalactita. Se denomina columna a la formación alargada en sentido vertical de roca, generalmente cohesionados que se apoya en el suelo de la caverna y toca con otro extremo el techo.

Dentro de estas cavernas se pueden observar karst, estalactitas, estalagmitas y columnas (fotografía

87), son afectados comúnmente por karst debido a las aguas meteóricas constantes.<sup>17</sup>

**FOTOGRAFÍA 87**  
**ESTRUCTURAS KÁRSTICAS. KARST, UBICADA EN FINCA SAQUIMAX, ALDEA TONTEM (A), ESTALACTITA, UBICADA EN FINCA SAQUÍJA, CRUCE DE SANTA CRUZ (B), COLUMNA (C) y ESTALAGMITA (D), UBICADAS EN FINCA SANTA ELENA (D)**



Tomadas por: Mariano Chávez, 2016.

**c. Unidades de origen antrópico**

**I) Subunidad de cantera**

Identificada al noroeste del área en las aldeas Tontem, Santa Elena y en las cercanías de la finca La Aurora. Están expuestas sobre las unidades de brecha calcárea intraformacional, de disolución y de caliza cristalina, lodolita calcárea y lutita (fotografía 88), estas

<sup>17</sup> Fundación Cueva de Nerja. *Estalactitas, estalagmitas y otros espeleotemas en la cueva de Nerja*. (España: Ministerio de Ciencia e Innovación, 2008), 5-6.

dos unidades son rocas sedimentarias que corresponden a yacimientos no metálicos rentables a explotar.

Las personas del lugar han creado canteras donde extraen material de los dos tipos de brechas calcáreas y de la facie de caliza cristalina. El material de la facie de caliza cristalina es utilizado para balastro, mientras que los dos tipos de brechas calcáreas para uso industrial.

**FOTOGRAFÍA 88**  
**CANTERA DE BRECHA CALCÁREA INTRAFORMACIONAL, EN EL LÍMITE DE LA ALDEA CHITUL Y TONTEM (A), CANTERAS DE BRECHA CALCÁREA DE DISOLUCIÓN, EN EL LÍMITE DE LA ALDEA SANTA ELENA Y TONTEM (B-C)**



Tomada por: Mariano Chávez, 2016.



## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1 Análisis estratigráfico local**

El estudio realizado abarca los aspectos litológico, estructural y geomorfológico tuvieron su ocurrencia a través del tiempo geológico, la relación que existe entre ellos le da un sentido a lo observado en el campo y se describe de la siguiente manera:

En el área existen siete unidades litológicas, las cuales están comprendidas en diferentes eventos de formación, según la columna litoestratigráfica, la base se encuentra constituida por la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, estos abarcan una secuencia de varios metros en la finca María Auxiliadora de la aldea Santa Elena: brecha con clastos de caliza cristalina arenosa, caliza cristalina arenosa, lodolita calcárea y calcilutita. Todo esto característico de un ambiente de dominio interno en una plataforma carbonatada somera acoplándose al modelo citado en Rene Marroco (1989), sobre el perfil teórico de una plataforma carbonatada.

Esta asociación de facies se correlaciona con la Formación San Ricardo, ya que la misma presenta las características litológicas, fósiles y estructuras sedimentarias que se encontraron en el área. Estos corresponden probablemente a la parte inferior y media de la formación ya mencionada. Se formó en un ambiente de plataforma carbonatada somera al ocurrir un evento de transgresión, en donde se generó la caliza cristalina;

esto creo pequeñas cavidades con presencia de agua en donde prácticamente diseñó el ambiente propicio para la formación de los oolitos, microfauna como el foraminífero bentónico biseriado textularia y facies de calcilutita y lodolita calcárea, se generan en un ambiente de formación por precipitación orgánica en aguas marinas tropicales, en áreas de plataforma somera de alta energía.

En las dos secciones estratigráficas levantadas, pertenecientes a la Formación San Ricardo (ver anexos), se puede observar un evento de transgresión, registrado por las calcilutitas de mar abierto, sobreyacen en una de las dos secciones levantadas, especialmente en las litofacies costeras, donde las litofacies de mar abierto contienen microfauna pertenecientes al Jurásico. Sobreyacen a las calcilutitas en la misma sección, se notan intercalaciones de litofacies de caliza cristalina con litofacies de playa evidenciado por los oolitos y laguna restringida por las calcilutitas y lodolita calcárea, lo cual sugiere una transgresión.

Seguidamente se generó la brecha calcárea intraformacional originada a través de una estructura de colapso o de carga en donde el estrato suprayacente fue más denso que el subyacente, por lo que quedan los estratos más fuertes envueltos por los más blandos y estos al tener un mayor transporte se fracturan y se forman de esta manera las ruditas intraformacionales que por poseer bloques angulosos son llamadas brechas calcáreas intraformacionales.

La brecha calcárea intraformacional corresponde a un proceso de deformación y transporte en medio de las depositaciones tanto de la Formación Cobán inferior y superior como la de la Formación San Ricardo. Se originaron debido a la capa blanda y a un sucesivo transporte dentro de una matriz calcárea.

El aporte generado a tal tipo de brecha está ligado a las constantes etapas de erosión, presentan contenido de clastos correspondientes a las unidades adyacentes con las que se encuentra en contacto, estos son: la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, predomina la facie de caliza cristalina; la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone*, predomina la facie de caliza *mudstone*. El área fuente es de una distancia corta, evidenciado por los clastos angulosos.

La unidad de brechas presenta dos niveles estratigráficos: el primero comprende al compuesto por nódulos de calcedonia y clastos de calcita, corresponden estas a partes más del techo e intermedias de la unidad de brecha calcárea intraformacional; el segundo nivel compuesto por clastos de caliza cristalina y *mudstone* finamente recrystalizadas de tonalidad gris claro, son partes más basales por el contenido de clastos de caliza cristalina arenosa oscura.

Esta brecha pertenece a una plataforma carbonatada con ambiente subtidal, es de la parte interna de tal plataforma, identificado por el análisis de los clastos de los cuales se encuentra constituido.

Esta unidad corresponde a brechas calcáreas intraformacionales debido a que están compuestos por clastos que proceden de la misma cuenca de sedimentación, y proceden de la erosión de las mismas unidades sedimentarias adyacentes de la que después forman parte. Los granos del esqueleto y de la matriz son los mismos, en general se trata de material carbonático y arcilloso débilmente litificado que se erosiono debido a procesos físicos y químicos, tales como el clima.

Los clastos se encuentran consolidados con cemento calcáreo, se presentan mal clasificados con presencia de poca matriz, lo que indica que

se formaron en alta energía y poca turbulencia en el transporte de los sedimentos y fragmentos de roca. El grado de meteorización es II.

El ambiente de sedimentación por medio del cual se generaron las brechas fue en las laderas al crear abanicos, lo que propicio la desintegración y deposición de los fragmentos de roca pasando a formar parte de un conjunto, que por varios procesos propiciaron el origen de las brechas.

A continuación, se generó la brecha calcárea de disolución debido al colapso de capas calcáreas por disolución. Posee un nivel estratigráfico de clastos de caliza *mudstone* y calcita, evidenciado por la presencia de clastos y cemento sumamente calcáreo con aspecto sedoso. Si bien en el área no hay evaporitas, pero el hecho de que esta brecha presente componentes tales (como los clastos con cemento sumamente recristalizados con aspecto sedoso) y que las áreas vecinas, según varios estudios constatados, presenten evidencias de evaporitas, se supone que tal brecha puede ser correlacionable estratigráficamente con este tipo de roca. En si los clastos contienen con frecuencia pseudomorfos evaporíticos.

Posteriormente en el área ocurrió una regresión lo que dio origen a las calizas *wackestone* y *mudstone*, con *Nummoloculina heimi*; de tal manera que estos fueron generados en una plataforma carbonatada de dominio supratidal y subtidal: debido a que la secuencia gradúa de un nivel de *mudstone* (sin contenido fósil) a un nivel de *wackestone*. Esto evidencia dominios de aguas un poco agitado, aguas tranquilas y someras por el contenido microfaunal bentónico que se arrastran con el vaivén del agua.

Seguidamente se generó un evento de transgresión que dio origen a las calizas *mudstone*, sin contenido microfaunal debido a que el ambiente

en donde se formaron corresponde a un ambiente de plataforma carbonatada interna de aguas un poco más profundas de dominio subtidal.

Según el modelo sedimentario y las evidencias recolectadas y analizadas, las calizas *wackestone* con presencia de *Nummuloculina heimi* de la parte noroeste del área evidencian un dominio del subambiente supratidal, luego estos gradan a un ambiente intertidal, debido a la presencia de las brechas que corresponden a un tipo de depósito de ambiente sabkha; además de ello la presencia de caliza cristalina e interestratificaciones con calcilutita, indican que se asocian a un subambiente que va de intertidal a subtidal, de modo que, el tipo de depósito corresponde a un lagoon; además, la presencia de oolitos y rudistas evidencia la cercanía a la parte de la barrera.

Todos estos depósitos sedimentarios formaron pendientes pequeñas y laderas suaves debido a la erosión, acción del agua de lluvias y escorrentías, que provocó el origen de una planicie, tales características crearon el ambiente adecuado para la formación de una unidad de sedimentos de restos volcánicos que corresponde a depósitos pomáceos; la unidad se cree fue formada por un vulcanismo de tipo pliniano, caracterizado por una brusca expulsión de material piroclástico que podría ser relacionado a la erupción de los Chocoyos. Las evidencias que presenta son ceniza de grano fino, moscovita y fragmentos líticos, además de ello lentes de tonalidad rosada el cual sería característico del evento H de dicha erupción, aunque se recomienda realizar una datación específica para tal unidad a modo de asegurarlo puesto que en el área de estudio se encontró afloramientos estratificados y masivos, por tal razón podrían corresponder a más de un evento volcánico.

Por último, se tienen los depósitos cuaternarios de aluvión, suelos y depósito fluvial los cuales fueron depositados debido a la erosión y transporte

que dominan en el área de estudio, son recientes y se encuentran en los regímenes de los principales ríos del área. El tipo de suelo arcilloso de color rojizo es debido a la cantidad abundante de óxidos que evidencia, producido por la meteorización y erosión generada por la humedad y las lluvias constantes, generalmente suele descomponer a las rocas adyacentes principalmente a las calizas, de modo que el suelo al que da origen se le conoce como terra rosa. El transporte de sedimentos es posible gracias a la acción conjunta de varios factores como la erosión y la tasa elevada de precipitación anual, lo que provoca que viaje una mayor distancia y facilite el aporte de los mismos a lo largo y ancho de ríos y quebradas dentro del área.

## **6.2 Análisis estructural local**

Posterior a estas actividades sedimentarias ocurrieron esfuerzos estructurales generados principalmente por la falla regional Cuilco-Chixoy-Polochic que tiene un movimiento lateral hacia la izquierda.

Al existir una falla regional que genera grandes esfuerzos, el área se ve directamente afectada ocasionando fallas normales en dirección NE-SW y fallas inversas en dirección NW-SE.

Estos fallamientos afectan considerablemente a las unidades litológicas del área, principalmente a la de brecha calcárea intraformacional, de disolución y a la de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea. Esto contribuye a que los dos tipos de brechas presenten una estructura interna desordenada, generando clastos de caliza muy mal clasificados y con fracturamientos constantes rellenos de calcita.

### 6.3 Análisis geomorfológico local

A lo largo del tiempo el relieve actual ha sido confeccionado de acuerdo a procesos geológicos de diversos tipos, como las actividades de sedimentación que han generado planicies con materiales pomáceos y suelo rojizo y las colinas de tipo abrupto y suaves, compuestas de las facies de los dos tipos de brechas calcáreas y de caliza cristalina, *mudstone* y *wackestone*. Así mismo, el accionar de los diferentes eventos tectónicos ha generado escarpes y lineamientos por los cuales el agua tiende a correr provocando procesos geomorfológicos de erosión y meteorización física. La geomorfología del lugar está regida por la acción del agua, ya sea aportada por la lluvia o a través de los cauces de los ríos.

### 6.4 Problema de estudio

Los resultados obtenidos de este estudio, se producen de forma gradual, están relacionados con variaciones laterales del ambiente de sedimentación. Por otro lado, se aportan datos sobre procesos de la formación de los dos tipos brechas calcáreas.

El área investigada, ha resultado de especial interés para documentar las relaciones laterales entre los principales tipos de facies de la Formación Cobán y San Ricardo, así como la variedad de brechas calcáreas.

Allí mismo se han reconocido múltiples afloramientos de brechas, se disponen en tramos potentes y masivos, sin planos de estratificación marcados, con un aspecto caótico. Las facies son homogéneas en conjunto, pero al examinarlas con detalle se aprecian notables diferencias. Los cambios en la litología y morfología de los cantos, en la textura y la naturaleza de la matriz, son los principales criterios utilizados para clasificar

a las brechas en este informe. Cada facie de brechas caracteriza un ambiente de sedimentación y un proceso de diagénesis.

#### **6.4.1 Brecha calcárea de disolución**

Una está formada por un tipo de brecha, cuyo origen ha sido atribuido a procesos de colapso-disolución. Presenta un nivel estratigráfico de clastos de caliza *mudstone* y calcita.

Se deduce que la superposición de carbonatos al disolverse y generarse un colapso de los mismos tuvo lugar principalmente, en el medio syndiagenético y en condiciones diagenéticas tempranas, si bien en el resto de etapas diagenéticas continua la disolución.

La morfología de los clastos es angulosa, presentan tamaños centimétricos, la mayor parte menores a 5 cm. Al menos el 85 % de los clastos son de caliza *mudstone* y un 15 % de clastos de calcita, con morfología triangular a rectangular. La porosidad móldica es comúnmente constante, se atribuye a disolución de clastos de caliza con aspecto sedoso y sumamente recristalizado tras la consolidación y se observan pseudomorfos de posibles evaporitas. Los clastos presentan fracturas constantes, aparecen desplazados algunos milímetros mostrando cierta orientación. La matriz es calcítica (blanco a gris) y en partes arcillosa-limosa (anaranjado claro).

Están constituidas por clastos angulosos a subangulosos. Las brechas están mal clasificadas, no presentan organización y tienen numerosas fracturas internas.

La brecha calcárea de disolución que se encontró está presente en el miembro inferior de la Formación Cobán. Se caracteriza por clastos de caliza *mudstone* en una matriz de calcita esparítica. Este tipo de brecha es reconocido principalmente por su estrecha relación con posibles evaporitas. Criterios secundarios para su reconocimiento incluyen texturas y clastos sumamente recristalizados con aspecto sedoso debido a la disolución de la caliza. Se considera como monomítica (monolitológica) debido a que este nivel de brecha está formado exclusivamente de la unidad de caliza *mudstone*.

#### **6.4.2 Brecha calcárea intraformacional**

Una parte muy significativa está formada por brechas de tipo calcárea intraformacional, definido en dos niveles estratigráficos: primero el compuesto con nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita, y el segundo constituido con clastos de caliza cristalina y *mudstone*. La presencia de este tipo de brecha, es común al noreste y suroeste.

##### **a. Nivel estratigráfico con nódulos de calcedonia (chert) y clastos de calcita**

Consiste de fragmentos de la unidad de caliza *mudstone*, pero también contienen cantidades considerables de fragmentos de clastos de calcita y nódulos de (chert). Los fragmentos se insertan sobre una matriz de carbonato de calcio; sin embargo, una característica inusual es la presencia de poca matriz. Los clastos están en contacto uno con otro, presentan una forma irregular, varían de tamaño de limos a grava gruesa, incluso algunos presentan bloques con un

tamaño medio de guijarros. Los clastos son generalmente subangulosos a angulosos.

Los nódulos de (chert) son estructuras diagenéticas, son un criterio clave para reconocer este tipo de brecha, son de precipitación química y no presentan una estructura interna. La formación de este chert está ligado a un proceso de reemplazamiento. Entre las pruebas a favor de la hipótesis de la sustitución de carbonato por sílice, está el hecho de que en el interior de estos nódulos aparecen inclusiones de carbonato, testigos de un reemplazamiento incompleto. El tamaño de los nódulos de chert suele ser de varios centímetros, la forma de estos es variable. Presentan un color negro muy intenso, debido a la existencia de materia orgánica.

Este tipo de brecha también puede ser reconocido por la presencia de relictos de estratificación, los cuales nos indican que fueron originadas a través de una estructura de colapso. La presencia de clastos de calcita también es común dentro este tipo de brecha en el área, algunos no reaccionan al ácido clorhídrico ya que se encuentran silicificados.

**b. Nivel estratigráfico con clastos de caliza cristalina y *mudstone***

Este nivel presenta fragmentos de la unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea y de la unidad de caliza *mudstone*, aunque predomina la facie de caliza cristalina con un 80 % y la *mudstone* con un 20 %. Los clastos son subangulosos a angulosos, presentan tamaños que van de milímetros a metros generalmente la mayor parte son de 85

mm, se considera como heterolitológica (polimíctica) debido a que la mayoría de los clastos son de la caliza cristalina seguido de caliza *mudstone* y por ultimo clastos de calcita; no contiene fracturamiento con grietas rellenas de calcita, lo cual es una diferencia ante los otros niveles encontrados. No presenta matriz. El cemento corresponde en su totalidad a carbonato de calcio, los clastos de color gris oscuro de naturaleza calcítica están en contacto uno con otro.

Presenta relictos de estratificación, que corresponden a estructuras primarias, son una evidencia clave que indica que corresponden a brechas calcáreas intraformacionales.

#### **6.4.3 Origen e interpretación de los componentes sedimentológico-facial para ambos tipos de brechas**

El lugar se encuentra compuesto en su mayoría de dolinas y colinas (laderas), de modo que las unidades que se encuentran distribuidas dentro de la superficie fueron erosionadas y fragmentadas de rocas preexistentes, pasando a formar parte y dando origen a las brechas, transportadas por diferentes agentes, y el más importante es el agente hídrico. El agua se introduce en la roca fracturada ya que en algunas partes suele ser muy porosa y se debilita la roca.

Las características de los clastos (composición y grado de redondez) indican cual era la fuente, el grado de intemperismo e historia del transporte (clima y tiempo que duraron procesos de erosión-transporte). Los clastos subangulosos a angulosos evidencian que provienen de partes proximales dentro de la cuenca de sedimentación.

El porcentaje de matriz indica qué tanta energía tenía el medio de depósito. La mayoría de los afloramientos encontrados (80 %) dentro del área no presentan matriz, algunos que si la poseen (20%) son de tonalidad beige, de modo que la poca presencia de matriz nos indica alta energía y poca turbulencia en el transporte. La poca matriz en alguna de ellas nos da un régimen de transporte turbulento y depósito súbito.

Los elementos constituyentes de las brechas son los clastos. Se pudieron separar en dos poblaciones en relación a su tamaño como el esqueleto–población de mayor tamaño, los minerales constituyentes de la roca en su mayoría son alogénicos, es decir, los que permanecen inalterados de la roca original, y en menores proporciones son autigénicos, aquellos que se formaron en el sedimento genéticamente asociados con los procesos diagenéticos. La matriz de menor tamaño, se presenta en menores proporciones, de composición limosa-arcillosa de tonalidad beige, debido a la presencia de óxidos.

El cemento es la sustancia mineral precipitada de soluciones, que se encuentra en los poros vacíos y actúa como ligante de los clastos, confiriéndole el grado de consolidación. El tipo de cemento que presentan las brechas es de carbonatos, el principal, la calcita y en leves partes, proporciones de dolomita. Los poros son los espacios intersticiales entre los clastos que están vacíos, se definen como el volumen de espacios vacíos en la roca. Solamente la unidad de brecha calcárea intraformacional con niveles de clastos de caliza cristalina y *mudstone* presentan una alta porosidad, los clastos de caliza cristalina con textura arenosa son los más porosos. El ambiente en donde se depositaron estas brechas es en abanicos.

## CONCLUSIONES

### Conclusión general

Se determinó que la geología en los alrededores de Santa Cruz Verapaz, está regida por actividad sedimentaria en su totalidad es de rocas carbonatadas; a ello se le suma una serie de fallas normales, inversas y transformantes característicos en la zona, los cuales concuerdan con el modelo de deformación teórica de la falla de Cuilco-Chixoy-Polochic afectando mayormente a las unidades de brecha calcárea intraformacional, de disolución y de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea.

### Conclusiones específicas

- Con un análisis macroscópico y microscópico se lograron describir y determinar las unidades litológicas, las cuales son: unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea, unidad de brecha calcárea intraformacional, unidad de brecha calcárea de disolución, unidad de caliza *wackestone* y *mudstone*, unidad de caliza *mudstone*, unidad de depósitos pomáceos y unidad de depósito fluvial, suelos y aluvión.
- En el área se determinó dos tipos de brechas calcáreas, el primero corresponde a ser intraformacional originada a través de una estructura de colapso o de carga, y el segundo de disolución que se generó debido al colapso de capas calcáreas por disolución. El aporte generado para ambos tipos de brechas está ligado a constantes etapas de erosión de las unidades adyacentes.

- Se identificaron los niveles estratigráficos para los dos tipos de brecha que se encuentran en el área. La brecha calcárea de disolución presenta un nivel, que corresponde a clastos de caliza *mudstone* y calcita, el segundo de tipo intraformacional evidencia dos niveles, el primero corresponde a los que poseen nódulos de calcedonia (chert) y clastos calcita, y el segundo a los que contienen clastos de caliza cristalina y *mudstone*.
- En la unidad de caliza *wackestone* y *mudstone* se determinó la presencia de un solo tipo de microfauna, correspondiente a *Nummuloculina heimi*, el mismo es uno de los principales biomarcadores en edad para la Formación Cobán del miembro de caliza superior, este corresponde a la base de tal miembro, es de edad Albiano-Cenomaniano.
- La unidad de caliza cristalina, calcilutita y lodolita calcárea se correlaciona regionalmente con la Formación San Ricardo, esto debido al análisis microscópico realizado y las relaciones de campo que se observaron, además de los indicadores, tales como la litología, estructuras sedimentarias como oolitos, tempestitas, textularia y rudistas. Estos rasgos concuerdan adecuadamente con los textos citados. Pertenecen probablemente a la parte inferior y media de tal formación, y se le atribuye una edad del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano.
- Según lo observado en campo, los factores geomorfológicos están relacionados con la litología, esto se marca en la topografía donde se encuentran laderas formadas por proceso denudacionales que han actuado al desgastar con mayor rapidez las rocas débiles (predomina la facie de caliza cristalina), y generan que estas se erosionen y pasen a aportar material a los dos tipos de brechas que se encuentran dentro del campo de trabajo.

- Se presentan dos modelos estructurales locales, el primero tiene sus sigmas en las direcciones sigma uno 12/N008 y sigma tres 60/N119, en conjunto evidencian la presencia de un patrón estructural bien definido, generado a partir de la falla regional Cuilco-Chixoy-Polochic, la cual tiene una cinemática sinistral. El segundo presenta sus sigmas en las direcciones de sigma uno 81/N125 y sigma tres 04/N008, generado por la falla de tipo antitética de la misma falla regional, de movimiento dextral que coincide con el modelo local presentado.



## RECOMENDACIONES

- Realizar secciones estratigráficas de la Formación San Ricardo para identificar a través de la sección de la localidad tipo, en qué parte de la columna se encuentra tal formación en el área de estudio.
- Realizar un estudio de cenozona (estrato o conjunto de estratos caracterizados por la asociación de fósiles que contienen y que los distingue de los estratos adyacentes) correspondiente a una parte de la Formación Cobán Superior que aflora al noroeste del área para delimitar su extensión más a detalle sobre su aparición, ya que este lugar se encuentra caracterizado por sólo un tipo de fósil que corresponde a *Nummoloculina heimi*.



## BIBLIOGRAFIA

- Archila, Mireya Et.Al. *Facies hidrocarburíferas del cretácico superior en la cuenca Petén de Guatemala*. Mexico: Editorial Arche, 1990.
- Definición de tierras altas de Guatemala*. [http://de.segeplan.gob.gt/tablas/tablas\\_municipal/pdfs/11\\_Tablas\\_Retalhuelu/tabla\\_43\\_1.pdf](http://de.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/11_Tablas_Retalhuelu/tabla_43_1.pdf) (12 de septiembre de 2016).
- Donnelly, T W. *Northern Central America; The Maya and Chortis Blocks*. United States of America: The geological Society of America, 1990.
- Falla Cuilco-Chixoy-Polochic*. [http://es.wikipedia.org/wiki/Falla\\_de\\_Chixoy-Polochic](http://es.wikipedia.org/wiki/Falla_de_Chixoy-Polochic) (13 de octubre de 2016).
- Fourcade, Eric Et.Al. *Datación del establecimiento y sumergimiento de la Plataforma Carbonatada y del cabalgamiento de las Ofiolitas sobre el Bloque Maya durante el Mesozoico*. Guatemala: Editorial Océano, 1994.
- Instituto Geográfico Nacional –IGN-. *Diccionario Geográfico Nacional*. Guatemala: IGN., 1983.
- *Diccionario Geográfico Nacional*. Guatemala: IGN., 1983.
- Mandujano, Jaime y Mario Vázquez., *Reseña bibliográfica y análisis estratigráfico de la sierra de Chiapas*. Mexico: Editorial Mexicana, 1996.
- Michaud, Francois Et.Al. *El cretácico medio y superior de la parte meridional del bloque maya Guatemala*. Guatemala: Editorial José de Pineda Ibarra, 1992.
- Ubicación del municipio de Santa Cruz, Alta Verapaz, Guatemala*. [http://es.wikipedia.org/wiki-Santa\\_Cruz](http://es.wikipedia.org/wiki-Santa_Cruz) (15 de noviembre de 2016).
- Valdez, Sergio Et. Al. *Niveles estratigráficos de la formación Cobán en el cuadrángulo de Cobán*. Centro Universitario del Norte. Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Geología, 2013.



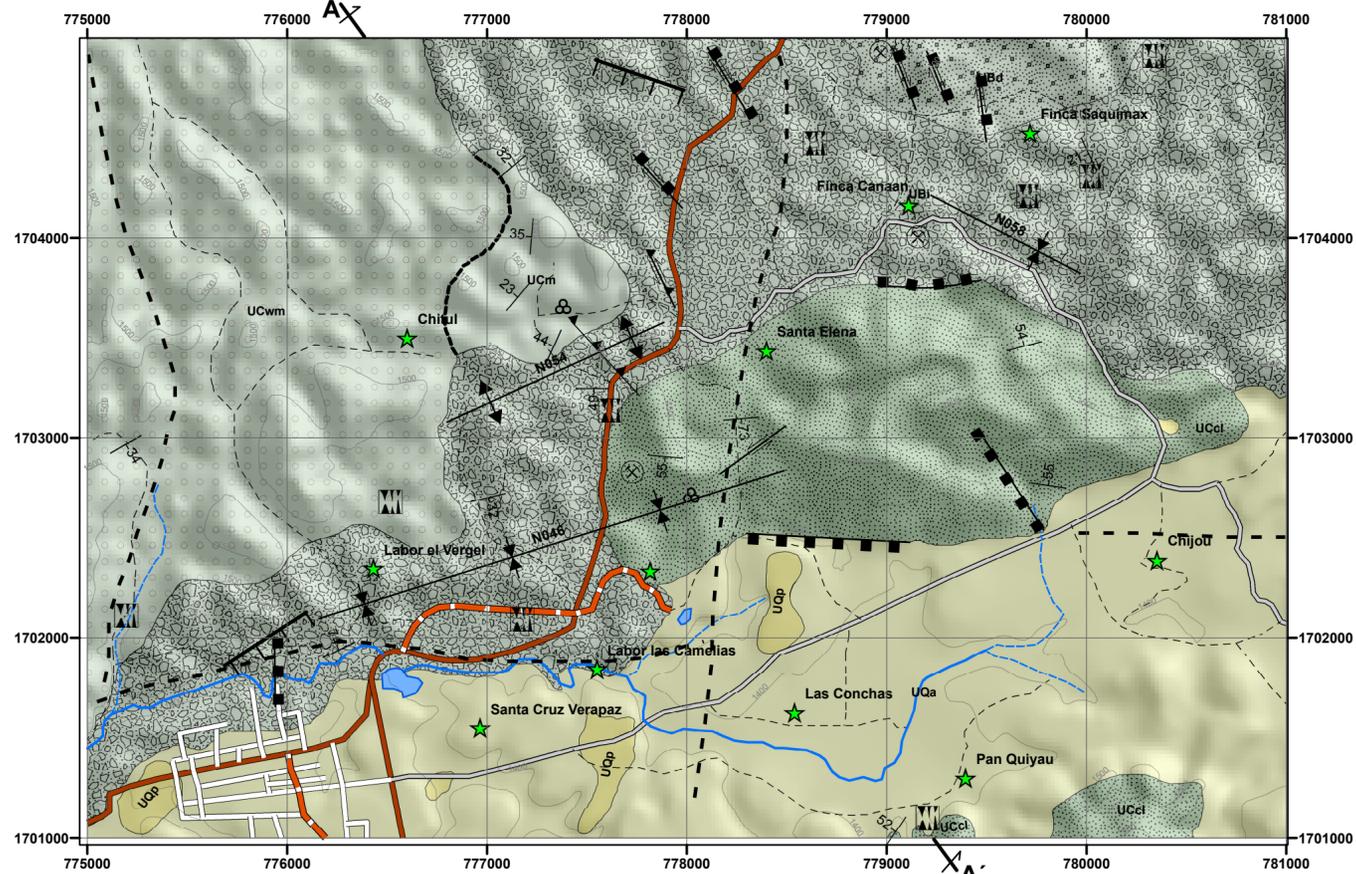


V. B.  
*[Handwritten signature]*

Adán García Véliz  
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
Bibliotecario



**ANEXOS**



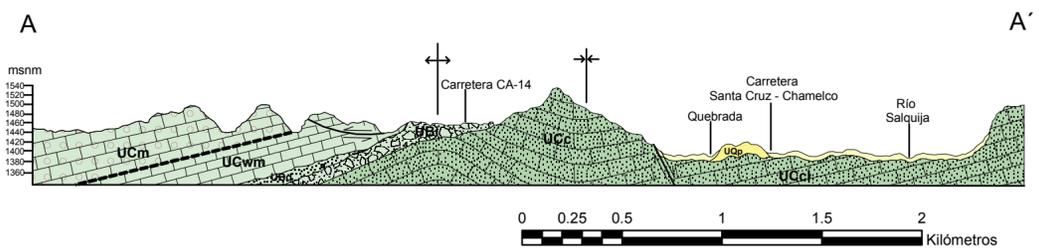
### LEYENDA

#### Litología

Cuaternario	UQa	Unidad Depósito fluvial, suelos y aluvión
	UQp	Unidad de Pómez
Cretácico	UCm	Unidad Caliza Mudstone
	UCwm	Unidad Caliza Wackstone y Mudstone
	UBa	Unidad Brecha calcárea de Disolución
Jurásico	UBf	Unidad Brecha calcárea Intraformacional
	UCcl	Unidad Caliza cristalina, calcilita y lodolita calcárea

CHAMÁ 2062 I	RUBELTEM 2162 IV	CAMPUR 2162 I
TIRITIBOL 2062 II	COBÁN 2162 III	CAQUIPEC 2162 II
LOS PAJALES 2061 I	TACTIC 2161 IV	TUCURÚ 2161 I

ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

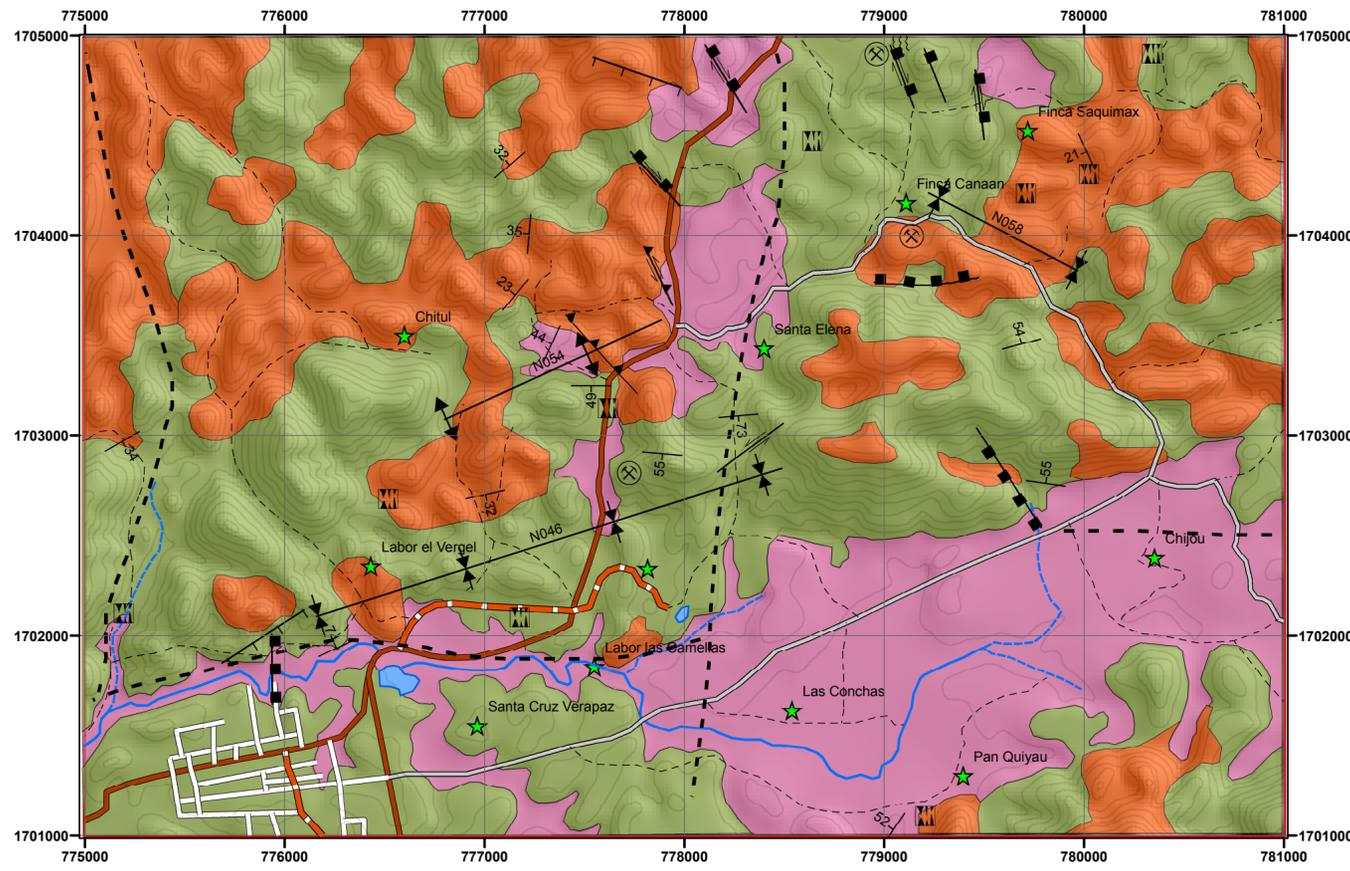


### SIMBOLOGÍA

— —	Estratificación	↕	Anticlinal	-----	Concordante	— —	Accesos
— —	Curvas de nivel	↕	Sinclinal	-----	Discordante	— —	CA 14
★	Poblados	<b>Fallas</b>	■-■-■	Normal	— —	— —	Calle
⊗	Cantera	▲-▲-▲	Inversa	— —	Principal	— —	Pavimento
⊗	Cantera	— —	Sinistral	— —	Intermitente	— —	Terracería
⊗	Fósiles	▲-▲-▲	Sinistral Inversa	— —	Laguna	— —	Vereda
⊗	Caverna	■-■-■	Dextral Normal	— —			
⊗	Deslizamiento	--- --	Inferida				
— —	Escarpes						

Proyección : UTM WGS 1984 Zona 15N  
 Latitud de origen: 0° (El Ecuador)  
 Longitud de origen: 93° (Merid.Central)  
 Meridiano Central: 93°  
 Factor de escala: 0.9996  
 Falso Norte: 0.0 m  
 Falso Este: 500,000 m

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	
GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km <sup>2</sup> a escala 1: 25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz		
Contiene: <b>MAPA Y PERFIL GEOLÓGICO</b>		
Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chávez Soto		ANEXO 1
Escala Numérica 1 : 25 000	Revisado por: Ing. Geo.Luis Chiquín	



## LEYENDA

### Unidades Denudacionales

- Ladera Abrupta
- Ladera Suave
- Escarpes
- Deslizamiento

### Unidades Agradacionales

- Planicie
- Caverna

### Origen Antrópico

- Cantera

CHAMÁ 2062 I	RUBELTEM 2162 IV	CAMPUR 2162 I
TIRITIBOL 2062 II	COBÁN 2162 III	CAQUIPEC 2162 II
LOS PAJALES 2061 I	TACTIC 2161 IV	TUCURÚ 2161 I

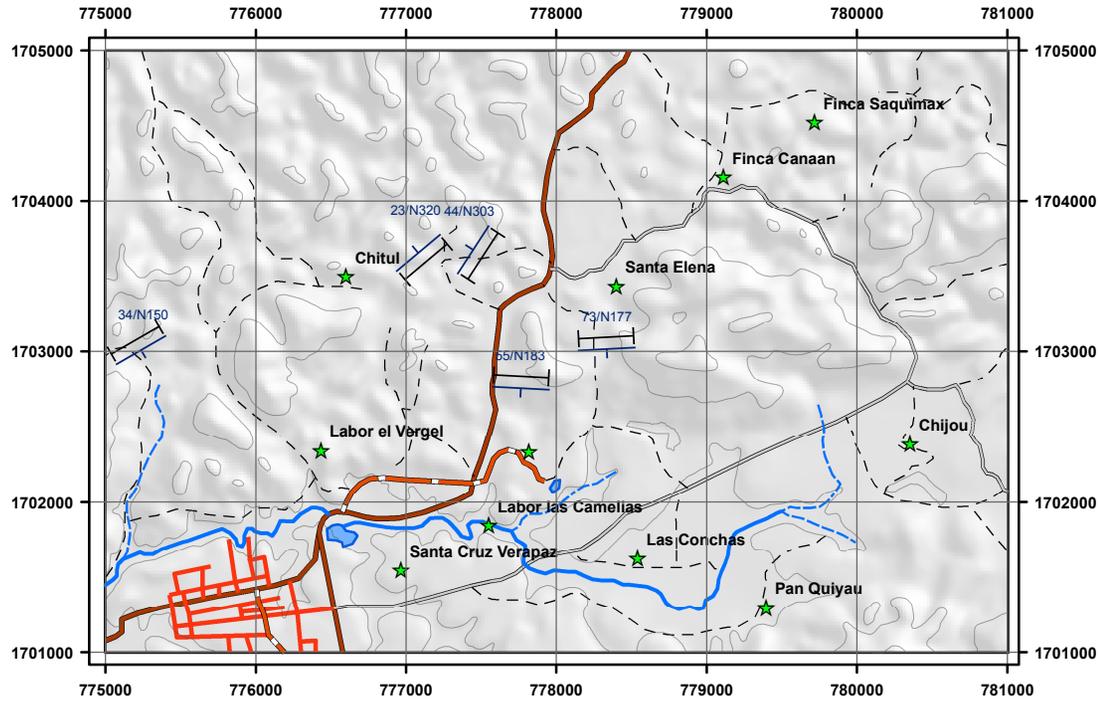
ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

## SIMBOLOGÍA

- |  |                   |                |                |
|--|-------------------|----------------|----------------|
|  | <b>Fallas</b>     | <b>Accesos</b> | <b>Drenaje</b> |
|  | Normal            | CA 14          | Intermittente  |
|  | Inversa           | Calle          | Principal      |
|  | Sinistral         | Pavimento      | Laguna         |
|  | Sinistral Inversa | Terraceria     |                |
|  | Dextral Normal    | Vereda         |                |
|  | Inferida          |                |                |

Proyección : UTM WGS 1984 Zona 15N  
 Latitud de origen: 0° (El Ecuador)  
 Longitud de origen: 93° (Merid.Central)  
 Meridiano Central: 93°  
 Factor de escala: 0.9996  
 Falso Norte: 0.0 m  
 Falso Este: 500,000 m

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
	<b>CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE</b>	
GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km <sup>2</sup> a escala 1: 25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz		
Contiene: <b>MAPA GEOMORFOLÓGICO</b>		
Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chávez Soto		<b>ANEXO 2</b>
Escala Numérica 1 : 25 000	Revisado por: Ing. Geo.Luis Chiquín	
		Referencia Espacial: WGS 1984 UTM Zona 15



CHAMÁ 2062 I	RUBELTEM 2162 IV	CAMPUR 2162 I
TIRITIBOL 2062 II	COBÁN 2162 III	CAQUIPEC 2162 II
LOS PAJALES 2061 I	TACTIC 2161 IV	TUCURÚ 2161 I

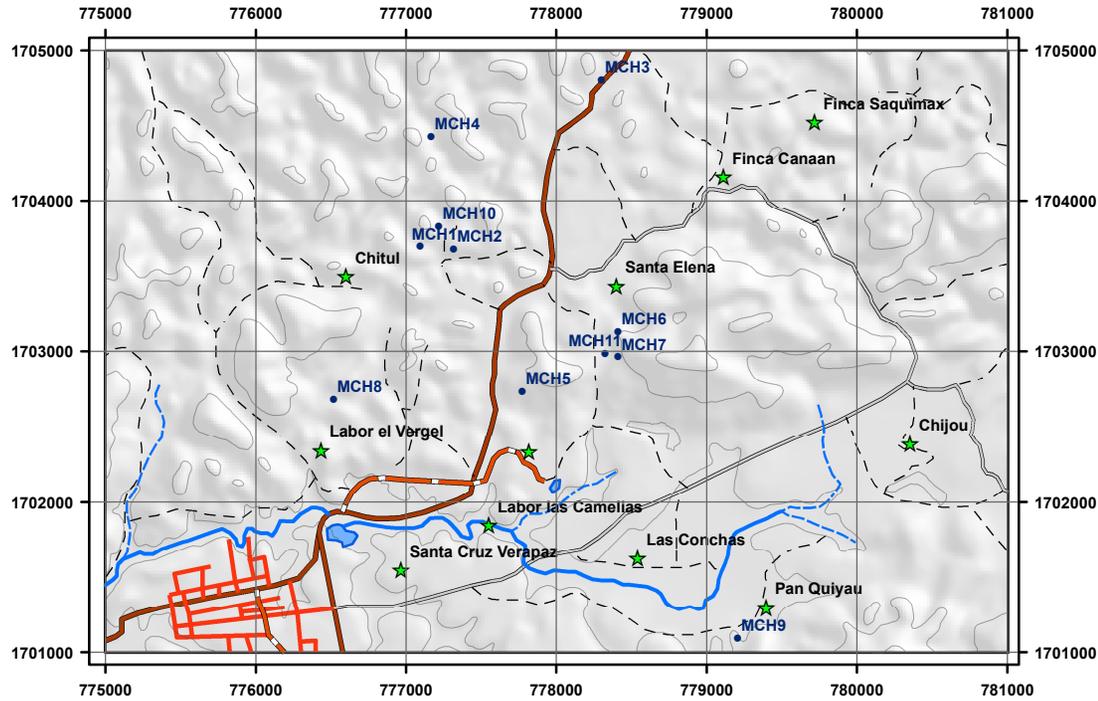
ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

Proyección : UTM WGS 1984 Zona 15N  
 Latitud de origen: 0° (El Ecuador)  
 Longitud de origen: 93° (Merid.Central)  
 Meridiano Central: 93°  
 Factor de escala: 0.9996  
 Falso Norte: 0.0 m  
 Falso Este: 500,0000 m

### SIMBOLOGÍA

Curvas de nivel	<b>Drenaje</b>	<b>Accesos</b>
Poblados	Principal	CA 14
Sección Estratigráfica	Intermitente	Calle
	Laguna	Pavimento
		Terracería
		Vereda

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE</b>	
	GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km <sup>2</sup> a escala 1: 25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz	
Contiene: <b>MAPA DE SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS</b>		
Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chávez Soto		<b>ANEXO 3</b>
Escala Numérica 1 : 50 000	Revisado por: Ing. Geo.Luis Chiquín	



CHAMÁ 2062 I	RUBELTEM 2162 IV	CAMPUR 2162 I
TIRITIBOL 2062 II	COBÁN 2162 III	CAQUIPEC 2162 II
LOS PAJALES 2061 I	TACTIC 2161 IV	TUCURÚ 2161 I

ÍNDICE DE HOJAS ADYACENTES

Proyección : UTM WGS 1984 Zona 15N  
 Latitud de origen: 0° (El Ecuador)  
 Longitud de origen: 93° (Merid.Central)  
 Meridiano Central: 93°  
 Factor de escala: 0.9996  
 Falso Norte: 0.0 m  
 Falso Este: 500,0000 m

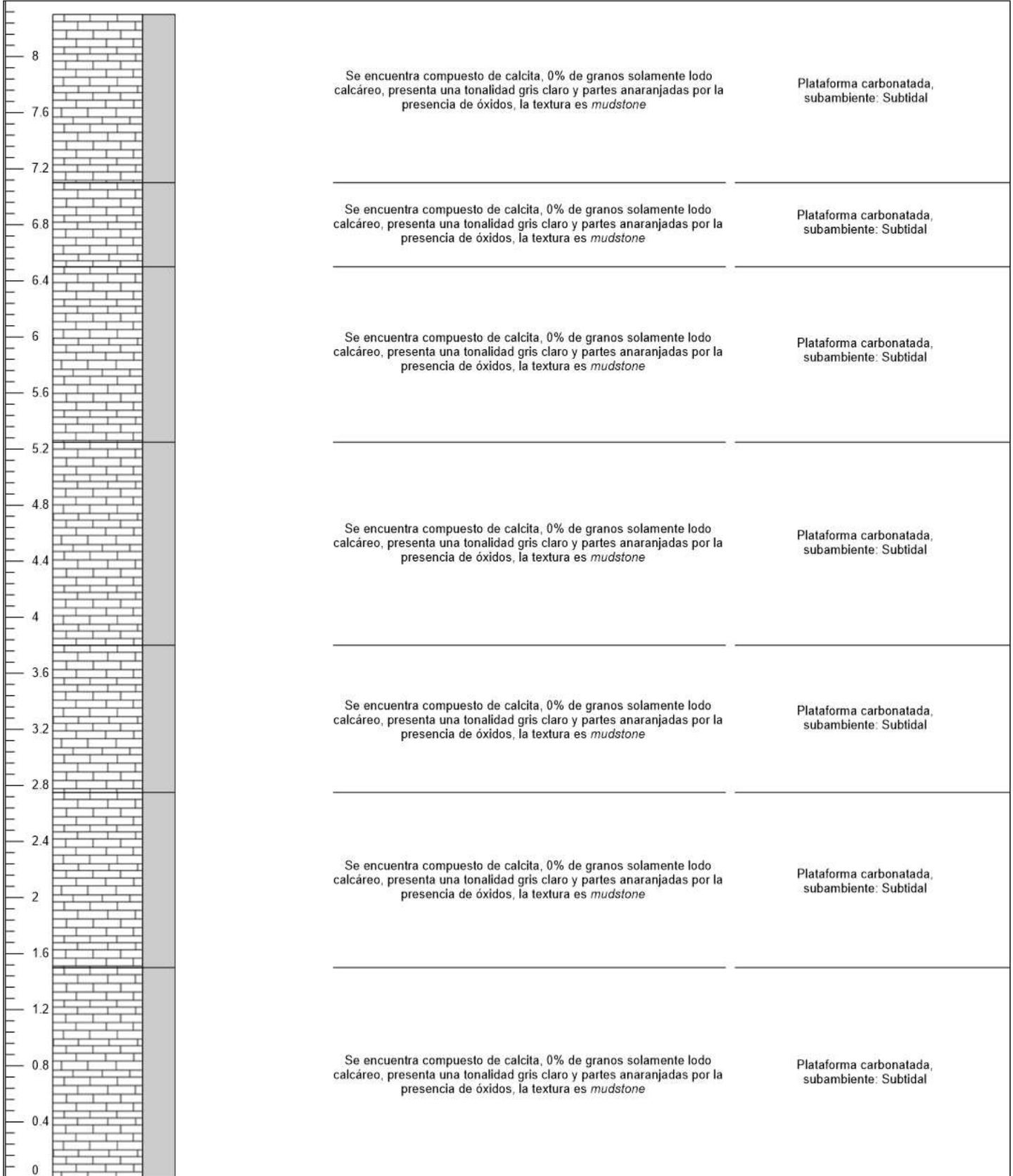
**SIMBOLOGÍA**

- |   |                   |                |              |                |            |
|---|-------------------|----------------|--------------|----------------|------------|
| — | Curvas de nivel   | <b>Drenaje</b> | —            | <b>Accesos</b> |            |
| ★ | Poblados          | —              | Principal    | —              | CA 14      |
| • | Número de muestra | - - -          | Intermitente | —              | Calle      |
|   |                   | ■              | Laguna       | —              | Pavimento  |
|   |                   |                |              | —              | Terracería |
|   |                   |                |              | - - -          | Vereda     |

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE</b>	
	GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: Análisis sedimentológico de las brechas en un área de 24 km <sup>2</sup> a escala 1: 25 000 en los alrededores del municipio Santa Cruz	
Contiene: <b>MAPA DE MUESTRAS</b>		
Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chávez Soto		<b>ANEXO 4</b>
Escala Numérica 1 : 50 000	Revisado por: Ing. Geo.Luis Chiquín	

# SECCIÓN ESTRATIGRAFICA UBICADA EN LA FINCA LA AURORA, SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ

Coordenadas UTM WGS 84	Norte (N)	1702960
	Este (E)	775200
	Altitud (msnm)	1442



METROS (m)	LITOLOGIA	TEXTURA						LITOFACIES	INTERPRETACIÓN							
		Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Soudstone	Cristalina									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>LEYENDA</th> <th>MICROFAUNA</th> <th>FORMACIÓN</th> <th>CONTACTOS</th> </tr> <tr> <td> Caliza <i>mudstone</i></td> <td><i>Nummuloculina heimi</i></td> <td>Cobán Superior</td> <td>Superficie de estratificación neta</td> </tr> </table>	LEYENDA	MICROFAUNA	FORMACIÓN	CONTACTOS	Caliza <i>mudstone</i>	<i>Nummuloculina heimi</i>	Cobán Superior	Superficie de estratificación neta							
LEYENDA	MICROFAUNA	FORMACIÓN	CONTACTOS													
Caliza <i>mudstone</i>	<i>Nummuloculina heimi</i>	Cobán Superior	Superficie de estratificación neta													

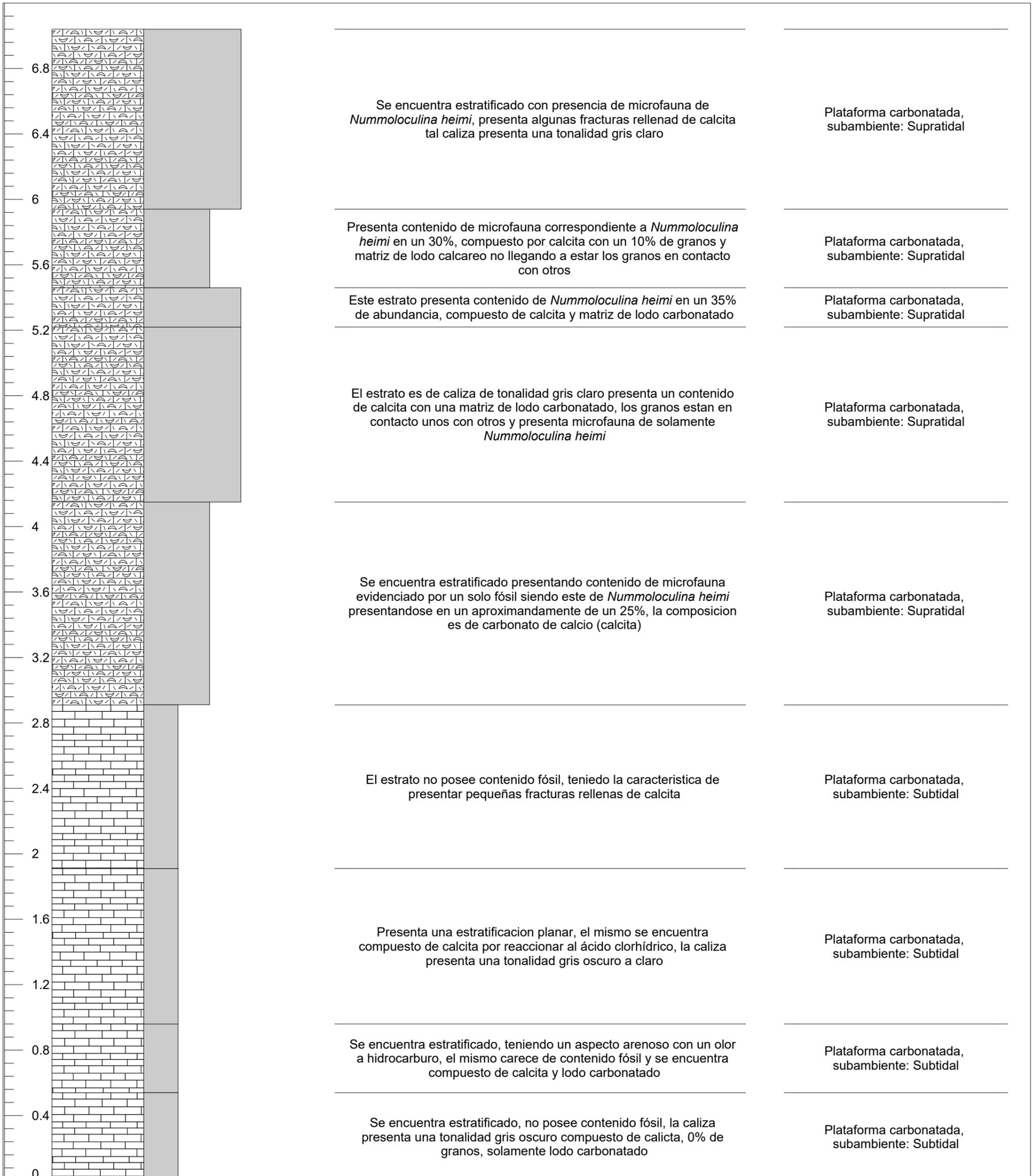
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte "CUNOR"  
Trabajo Final de Campo "TFC"  
Sección Estratigráfica

Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chávez Soto      Carne: 201346159

Revisado por: Ing. Geól. Luis Chiquín Marroquín      Esc: 1: 100

# SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA UBICADA EN LA ALDEA CHITUL, SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ

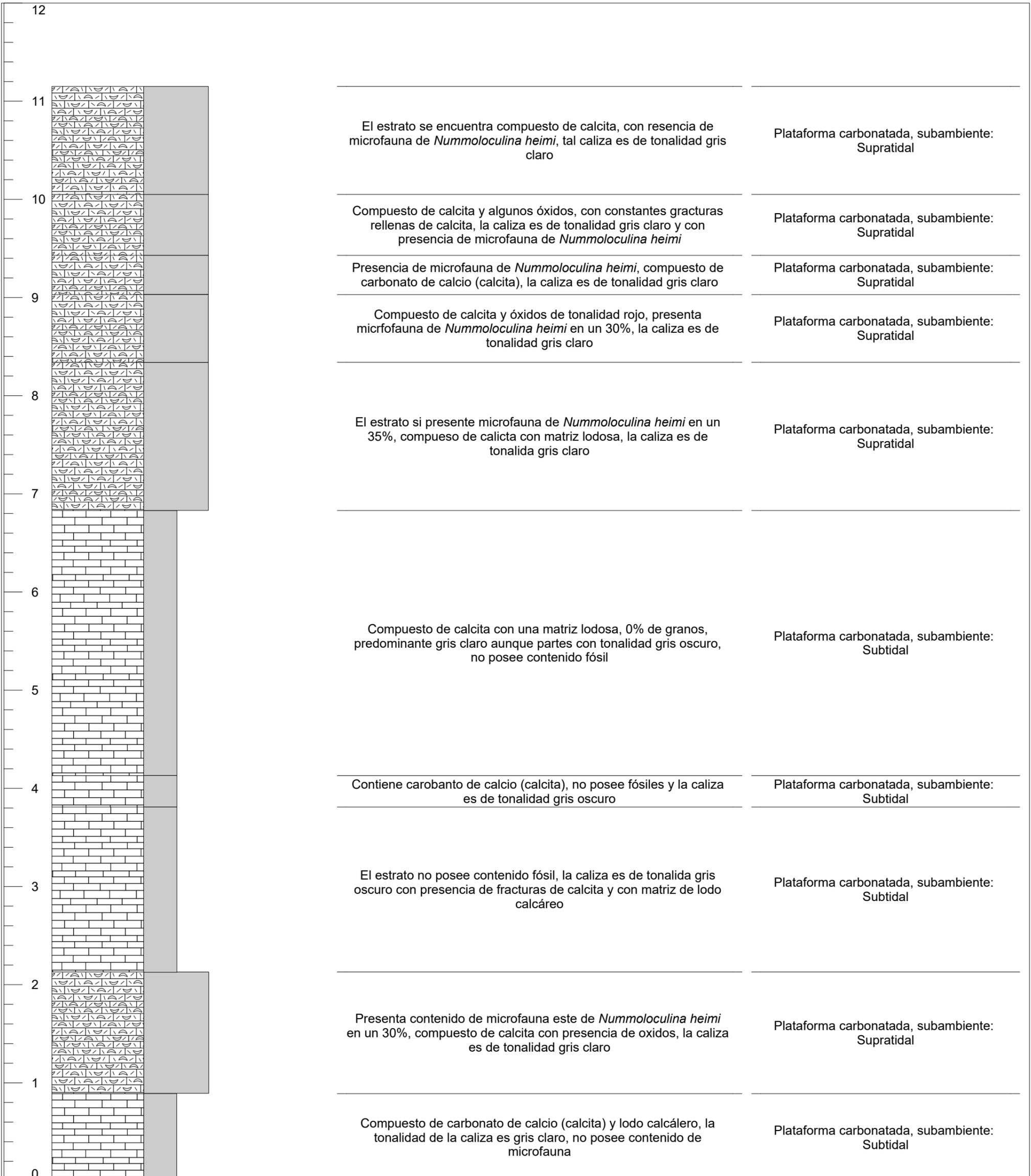
Coordenadas UTM WGS 84	Norte (N)	1703833
	Este (E)	777218
	Altitud (msnm)	1495



METROS (m)	LITOLÓGIA	TEXTURA					LITOFACIES	INTERPRETACIÓN
		Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone		
	<b>LEYENDA</b>							
	Caliza mudstone							
	Caliza con <i>Nummoloculina heimi</i>							
	<b>MICROFAUNA</b>							
	<i>Nummoloculina heimi</i>							
	<b>FORMACIÓN</b>							
	Cobán Superior							
	<b>CONTACTOS</b>							
	Superficie de estratificación neta							

# SECCIÓN ESTRATIGRAFICA UBICADA EN LA ALDEA CHITUL, SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ

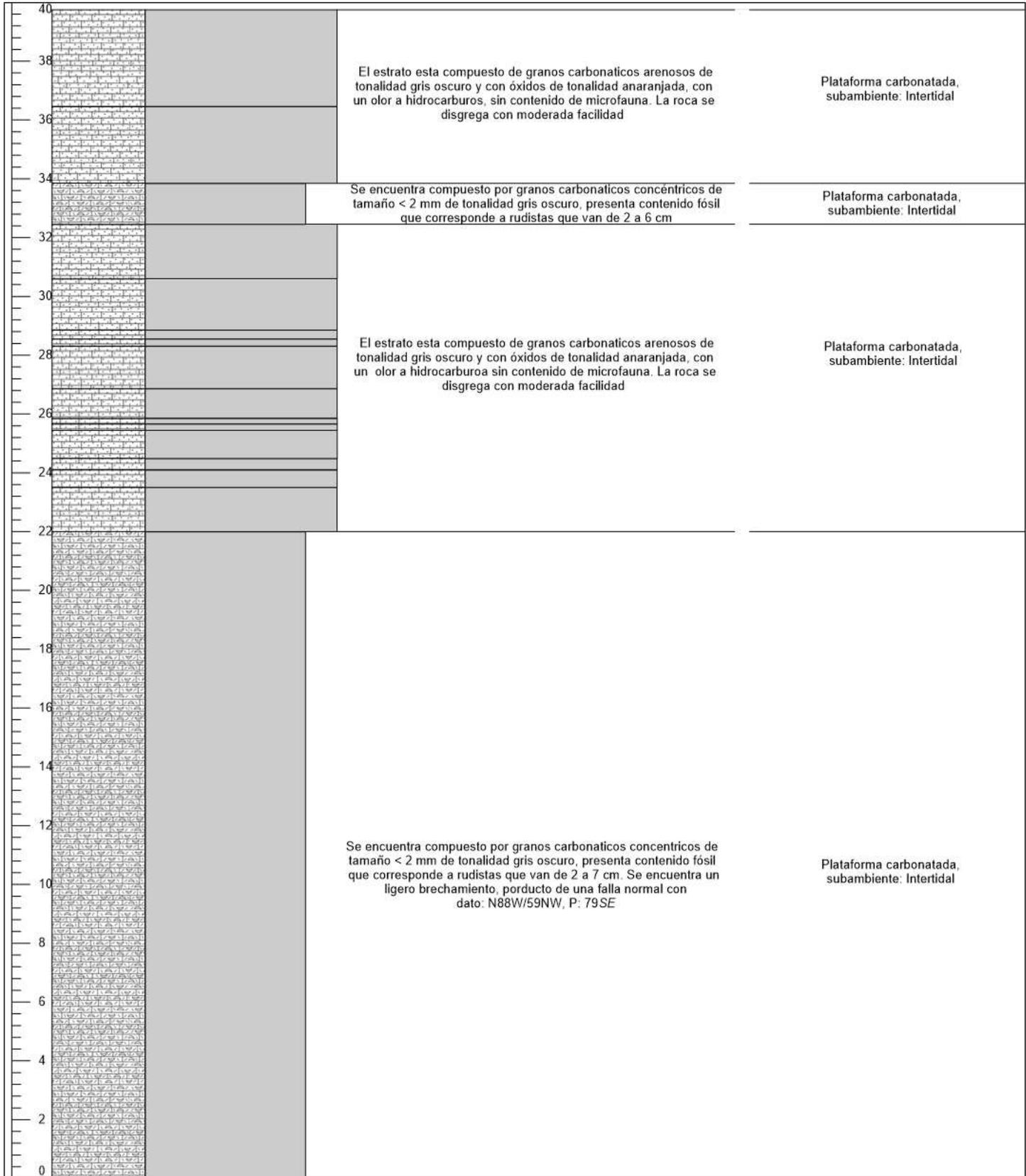
Coordenadas UTM WGS 84	Norte (N)	1703491
	Este (E)	777376
	Altitud (msnm)	1456



METROS (m)	LITOLOGIA	TEXTURA						LITOFACIES	INTERPRETACIÓN
		Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Cristalina		
	<b>LEYENDA</b>								
	Caliza mudstone								
	Caliza con <i>Nummoloculina heimi</i>								
	<b>MICROFAUNA</b>								
	<i>Nummoloculina heimi</i>								
	<b>FORMACIÓN</b>								
	Cobán Superior								
	<b>CONTACTOS</b>								
	Superficie de estratificación neta								

# SECCIÓN ESTRATIGRAFICA UBICADA EN LOS ALREDEDORES DE FINCA HOLANDA, SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ

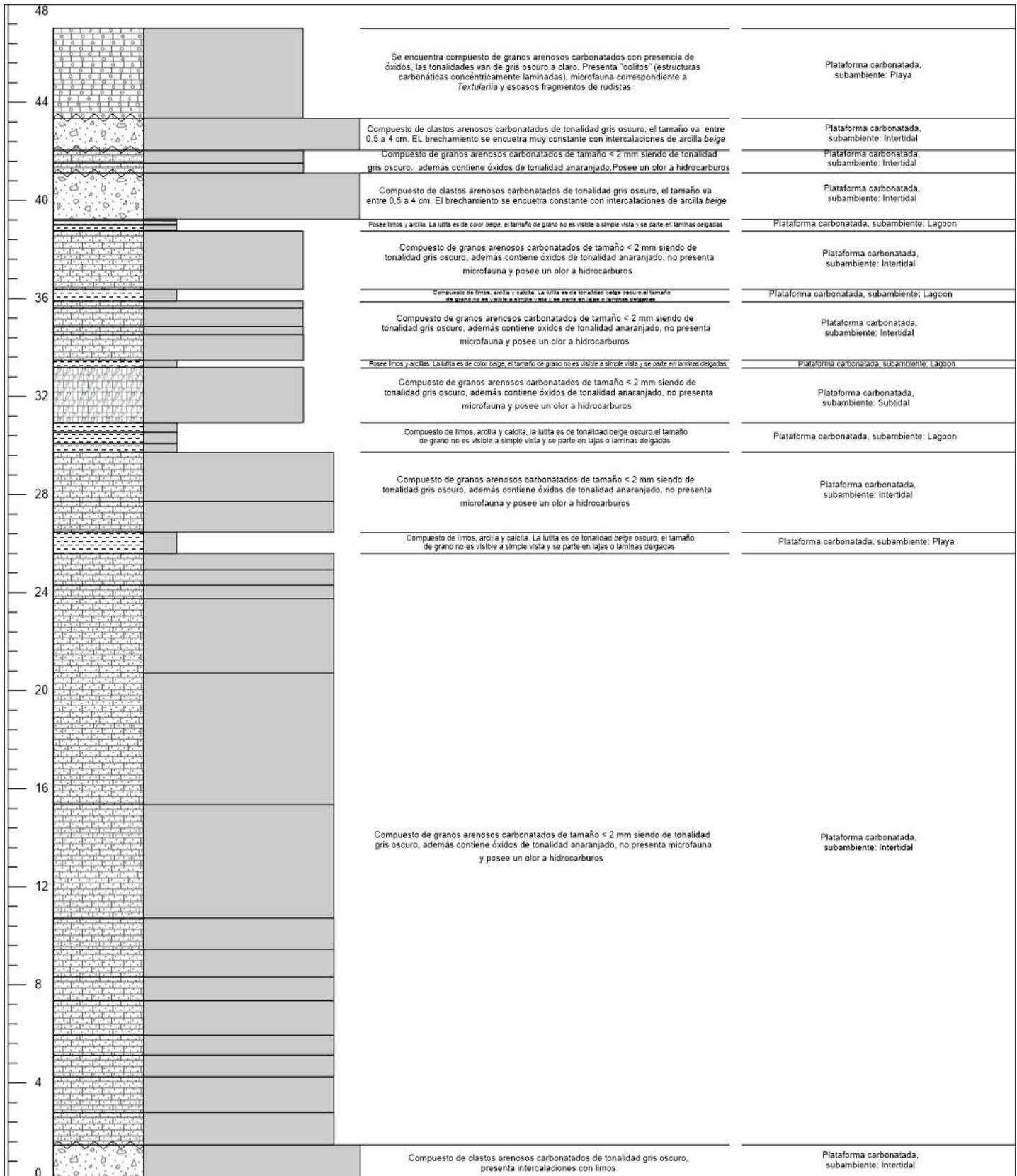
Coordenadas UTM WGS 84	Norte (N)	1702726
	Este (E)	777760
	Altitud (msnm)	1524



METROS (m)	LITOLOGIA	TEXTURA	LITOFACIES	INTERPRETACIÓN
		Mudstone   Washstone   Packstone   Grainstone   Boundstone   Cristalina		
	<b>LEYENDA</b>	<b>FAUNA</b>	<b>FORMACIÓN</b>	<b>CONTACTOS</b>
	Caliza cristalina Caliza cristalina con rudistas	Rudistas	San Ricardo	Superficie de estratificación erosiva
Universidad de San Carlos de Guatemala Centro Universitario del Norte "CUNOR" Trabajo Final de Campo "TFC" Sección Estratigráfica Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chavez Soto Revisado por: Ing. Geól. Luis Chiquin Marroquín				
				Carne: 201346159 Esc: 1: 100

# SECCIÓN ESTRATIGRAFICA. UBICADA EN MARÍA AUXILIADORA, SANTA CRUZ, ALTA VERAPAZ

Coordenadas UTM WGS 84	Norte (N)	1702985
	Este (E)	778335
	Altitud (msnm)	1451
CONTACTOS	Discordancia	
	Sup. de estrat. difusa	
	Sup. de estrat. erosiva	



METROS (m)	LITOLOGIA	TEXTURA						LITOFACIES	INTERPRETACIÓN							
		Mudstone	Wackestone	Package	Grainstone	Boudinage	Cristalina			Brecha						
<b>LEYENDA</b>																
	Brecha calcárea intraformacional		Caliza cristalina con tempestitas		Caliza cristalina		Caliza cristalina con oolitos		Textularia		Oolitos (estructuras concéntricamente laminadas)		Tempestitas		Fragmentos de rudistas	San Ricardo

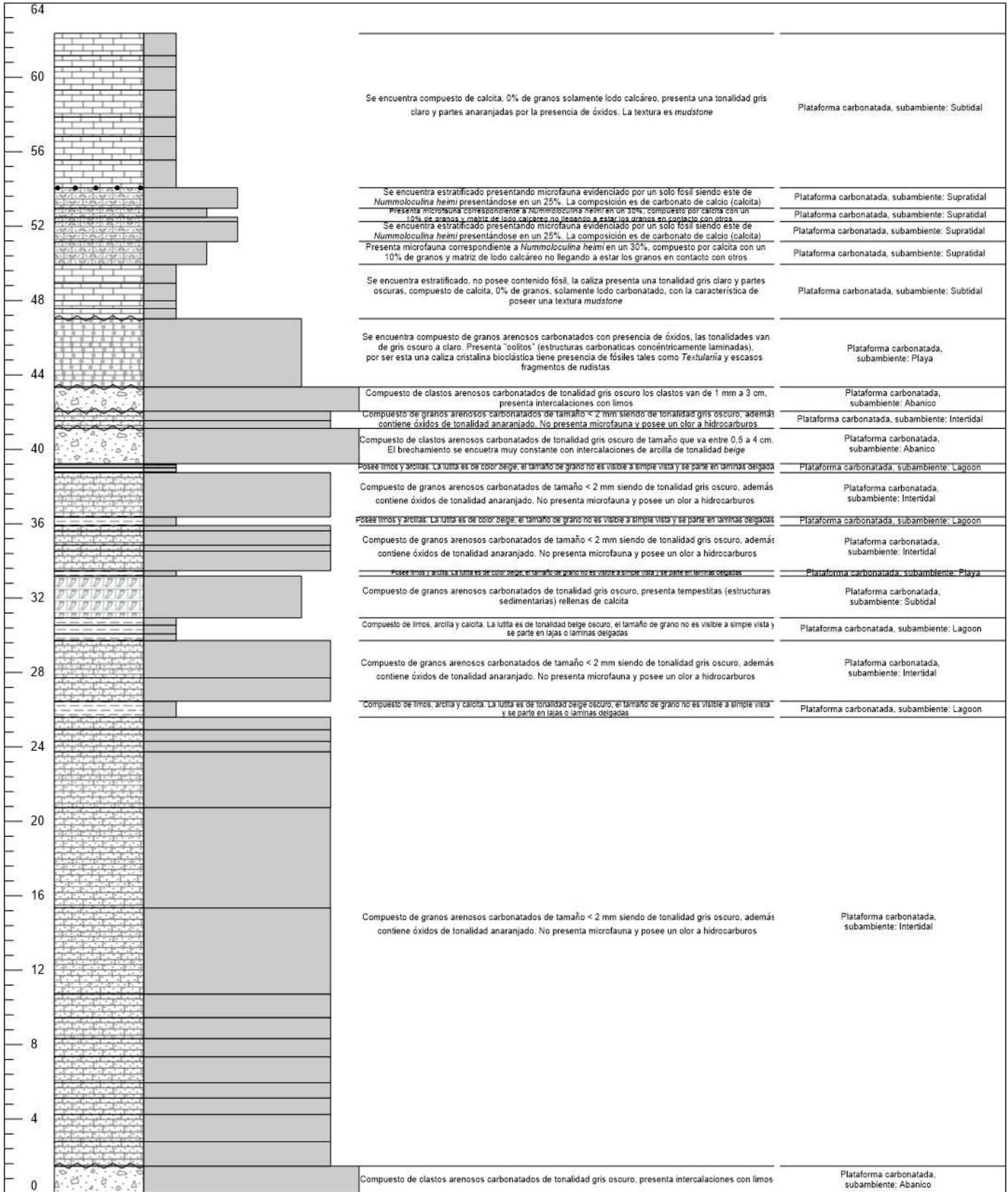
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte "CUNOR"  
Trabajo Final de Campo "TFC"  
Sección Estratigráfica

Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chávez Soto  
Revisado por: Ing. Geól. Luis Chiquin Marroquín

Came: 201346159  
Esc: 1: 100

# SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA UNIFICADA DEL ÁREA, EN TRES PUNTOS ESPECIFICOS, CORRESPONDIENTES A LAS UNIDADES DE CALIZA CRISTALINA, CALCILUTITA Y LODOLITA CALCÁREA; WACKESTONE Y MUDSTONE; Y MUDSTONE

CONTACTOS	Concordante	.....
	Discordante	~~~~~
	Sup. de estrat. difusa	-----
	Sup. de estrat. erosiva	_____



METROS (m)	LITOLOGIA	TEXTURA	LITOFACIES	INTERPRETACIÓN
		Mudstone Wackestone Packstone Grainstone Boundstone Cristalina Brecha		
<b>LEYENDA</b>				
	Caliza mudstone		Caliza cristalina	
	Caliza wackestone		Calcilutita	
	Brecha calcárea intraformacional		Caliza cristalina con oolitos	
	Caliza cristalina con oolitos		Textularia	
	Fragmentos de rudistas		Oolitos (estructuras concéntricamente laminadas)	
	Tempestitas			

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte "CUNOR"  
Trabajo Final de Campo "TFC"  
Sección Estratigráfica

Trabajo realizado por: Cristhian Mariano Chavez Soto  
Revisado por: Ing. Geól. Luis Chiquin Marroquín

Came: 201346159  
Esc: 1: 100

## ANEXO 6 ANÁLISIS PETROGRÁFICO

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 1		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH6	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 778324	UTM Norte: 1702990	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Santa Elena, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria- Caliza cristalina
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basado en la composición de Folk (1962). Escala de tamaño de granos carbonatados según Folk. Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klovan.

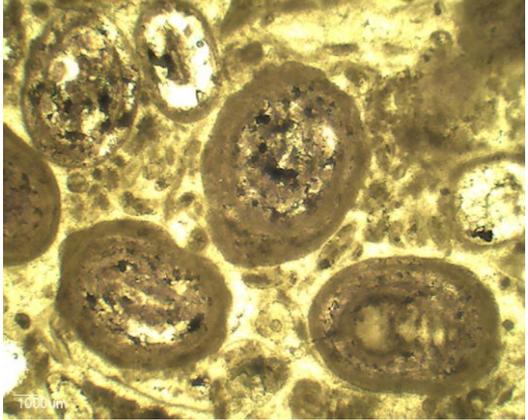
DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)	Se encuentra expuesto en una ladera suave	
X						
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b> El afloramiento se encuentra compuesto de caliza cristalina y lutita, se encuentran interestratificados ambos tipos de roca, los cuales poseen estructuras carbonatadas concéntricas que son los oolitos.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)		<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinistral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinistral)	
Estratificación (So):		74	N174			
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) (F1.....)						
<b>Diaclasas:</b>	No persistente	Persistente			F1:N53E/61NW F2:N02E/89NW F3:N82E/28NW F4:N74E/68SE F5:N22E/33NW F6:N04W/85SW F7:N21W/61NE	
J1	X		44	N332		
J2	X		51	N297		
J3						
J4						
Otras:						
<b>Fotografía No. 1</b>			<b>Fotografía No. 2</b>			
						

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris claro Roca Fresca: gris oscuro Roca alterada: gris claro
		X					
TIPO DE CLIVAJE:		Espaciado:				Continuo:	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	50 %	Fragmentos arenosos	40 %	-	-	-	
<b>TEXTURAS:</b> Oospáritica (según la clasificación de Folk) y cristalina (según Dunham)							
Porcentaje de roca: 40 % Porcentaje de microfósiles: 10 % Estructuras sedimentarias: 50 % No. de especies visibles: 1							
<b>OTROS DATOS:</b> Los oolitos se encuentran en la base del afloramiento, dentro de la caliza cristalina, se pueden observar a simple vista. En ciertas partes la roca se encuentra fracturada y meteorizada, lo cual hace que se disgregue al contacto.							
<b>Fotografía No. 3</b> 				<b>Fotografía No. 4</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

Los oolitos se encuentran moderadamente consolidados y presentan fracturamientos.

Los tamaños de los oolitos son menores a 2 mm.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA							
COMPOSICION MINERAL						MINERALES OPACOS:	
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee	
Granos arenosos	90 %	Calcita	10 %	-	-		
DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				Fósil	Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> oolítica (esférica) <b>Material ligante:</b> micrita <b>Fósiles:</b> 7 % de textularia, 3 % de fragmentos de rudistas <b>Estructuras sedimentarias:</b> 75 % de oolitos (normales) <b>Origen:</b> autóctona				Fragmento de rudista	Aporcelanado	Unilocular	Tabular
				Textularia	-	-	Acicular-tabular
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> <i>Packstone</i>				<b>Taxonomía de los Rudistas:</b> <b>Reino:</b> Animalia <b>Filo:</b> Mollusca <b>Clase:</b> Bivalvia <b>Orden:</b> Huppuritoida <b>Familia:</b> Antilocaprinidae <b>Género:</b> Rudista			
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Caliza cristalina							
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA			
<b>Fotografía No.5</b> 				<b>Fotografía No. 6</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

Los oolitos se presentan de forma uniforme sin gran variedad de tamaño, son estructuras carbonáticas concéntricamente laminadas, poseen una matriz esparítica debido al contenido de calcita que presenta.

Además de ello presenta intraclastos, con una morfología angular.

Los oolitos en base a su clasificación corresponden a oolitos normales ya que presentan varias láminas alrededor del núcleo.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 2		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH4	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 777167	UTM Norte: 1704428	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria- Caliza packstone
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad estratigráfica
CLASIFICACIÓN UTILIZADA: Clasificación de calizas basado en la composición de Folk (1962)., Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klován.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b> El afloramiento se encuentra compuesto de caliza packstone, el mismo se encuentra de forma masiva.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral		
Estratificación (So):						
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) (F1.....)						
Diaclasas:	No persistente	Persistente			F1:	
J1	X		56	N173	F2:	
J2					F3:	
J3					F4:	
J4					F5:	
Otras:					F6:	
					F7:	
<b>Fotografía No. 9</b> 			<b>Fotografía No. 10</b> 			

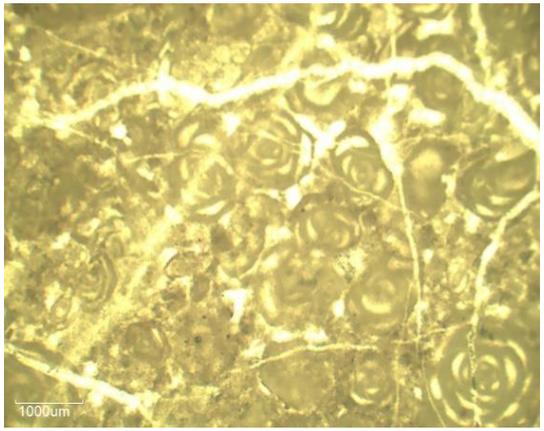
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris clara Roca alterada: gris parda.
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	95 %	-	-	Óxidos	5%	-	
TEXTURA: <i>Packstone</i>							
Porcentaje de roca: 60 % Porcentaje de microfósiles: 40 % No. de especies visibles: 1							
OTROS DATOS: Presenta un caparazón calcáreo aporcelando, el número de cámaras es plurilocular, la morfología de las cámaras es esférica.							
Fotografía No. 11 				Fotografía No. 12 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra de forma masiva, no está estratificado.

En ligeras partes se encuentra de forma caótica debido a un deslizamiento que se encuentra en tal lugar, lo cual está generando el desplome de dicho cuerpo rocoso.

El nivel a que pertenece esta caliza es wackstone.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-	-	-	-	
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> <i>Nummoloculina heimi</i> <b>Origen:</b> autóctona				Aporcelanado	plurilocular	esférico
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> <i>Packstone</i>				<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Protista <b>Filo:</b> Sarcomastigophora <b>Clase:</b> Granoreticulosea <b>Orden:</b> Foraminiferida <b>Familia:</b> Miliolidae <b>Género:</b> <i>Nummoloculina</i> <b>Especie:</b> <i>heimi</i>		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Caliza packstone</b>						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TIPICOS EN SECCION DELGADA		
<b>Fotografía No. 13</b> 				<b>Fotografía No. 14</b> 		

**Otras observaciones complementarias:**

Con la textura que se tiene se puede decir que el nivel a que pertenece tal caliza es packstone.

Los fósiles están siendo reemplazados por calcita, de esta manera se pueden observar fósiles con formas incompletas.

La microfauna corresponde únicamente a *Nummoloculina heimi*.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 3		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH1	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 777218	UTM Norte: 1703833	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca sedimentaria- Caliza <i>wackstone</i>
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basado en la composición de Folk (1962)., Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klován.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					

**VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:**  
 El afloramiento se encuentra compuesto solamente de caliza con fósiles, pero este mismo en algunos estratos no presenta contenido fósil.

<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento	(B)	(DB – pitch)	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...), (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa sinestral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)			
<b>Estratificación (So):</b>	67	N298				
<b>Foliación (S1, S2..etc):</b>						
<b>Lineaciones:</b>						
<b>Pliegues:</b>						
<b>Fallas: (orientación, pitch y tipo) (F1.....)</b>						
<b>Diaclasas:</b>	No persistente	Persistente			F1: F2: F3: F4: F5: F6: F7:	
J1	X		12	N035		
J2						
J3						
J4						
Otras:						

Fotografía No. 15



Fotografía No. 16



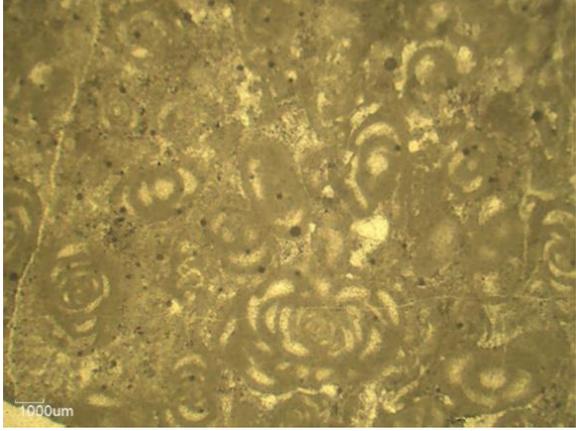
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris clara Roca alterada: gris-café
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-		-	-	-	-
<b>TEXTURA:</b> <i>Wackstone</i>							
<b>Porcentaje de roca:</b> 70 % <b>Porcentaje de microfósiles:</b> 30 % <b>No. de especies visibles:</b> 1							
<b>OTROS DATOS:</b> Presenta un caparazón calcáreo aporcelando, el número de cámaras es plurilocular, la morfología de las cámaras es esférico.							
<b>Fotografía No. 17</b> 				<b>Fotografía No. 18</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra estratificado, aunque no se logra observar tan expuesto debido a que está cubierto por vegetación.

Este presenta variaciones en cuanto a la textura por lo cual se extrajo tal muestra para identificar el fósil que corresponde a *Nummuloculina heimi*.

La columna a la que se extrajo la muestra corresponde al estrato dos de la columna ubicada en Chitul.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	No posee		No posee		
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> <i>Nummoloculina heimi</i> <b>Origen:</b> autóctona				Aporcelanado	Plurilocular	Esférico
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> <i>Wackestone</i>				<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Protista <b>Filo:</b> Sarcocystophora <b>Clase:</b> Granoreticulosea <b>Orden:</b> Foraminiferida <b>Familia:</b> Miliolidae <b>Género:</b> <i>Nummoloculina</i> <b>Especie:</b> <i>heimi</i>		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA:</b> Roca Sedimentaria-Caliza wackstone						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCIÓN DELGADA		
<b>Fotografía No. 19</b> 				<b>Fotografía No. 20</b> 		

**Otras observaciones complementarias:**

El número de especies visibles es de *Nummoloculina heimi*.

La columna a la que se extrajo la muestra corresponde al estrato dos de la columna ubicada en la aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, A.V

La tabla de clasificación utilizada fue la de Dunham.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 4		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS ( <i>DATUM</i> ): MCH2	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 777315	UTM Norte: 1703745	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria- Caliza wackstone
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basado en la composición de Folk (1962)., Escala de tamaño de granos carbonatados según Folk

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b> El afloramiento se encuentra compuesto de caliza fosilífera, el mismo se encuentra estratificado.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinistral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinistral)		
Estratificación (So):		51	N245			
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) (F1.....)						
Diaclasas:		No persistente	Persistente			
J1	X		78	N006	F1:	
J2	X		34	N104	F2:	
J3					F3:	
J4					F4:	
Otras:					F5:	
					F6:	
					F7:	
<b>Fotografía No. 21</b> 				<b>Fotografía No. 22</b> 		

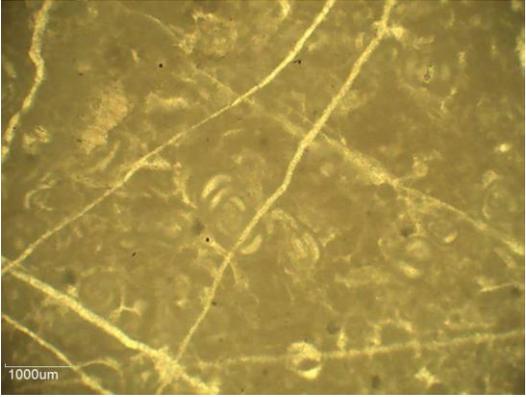
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris clara Roca alterada: gris oscuro.
	X						
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-		-	-	-	-
<b>TEXTURA:</b> <i>Wackestone</i>							
<b>Porcentaje de roca:</b> 70 % <b>Porcentaje de microfósiles:</b> 30 % <b>No. de especies visibles:</b> 1							
<b>OTROS DATOS:</b> El número de cámaras es plurilocular, el mismo presenta un caparazón calcáreo aporcelando, la morfología de las cámaras es esférico.							
<b>Fotografía No. 23</b> 				<b>Fotografía No. 24</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra de forma masiva, no está estratificado.

En ligeras partes se encuentra de forma caótica debido a un deslizamiento que se encuentra en tal lugar.

La columna a la que se extrajo la muestra corresponde al estrato 7 de la columna ubicada en Chitul.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-	-	-	-	
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA ( <i>QUALITATIVE DESCRIPTION</i> )				Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> <i>Nummoloculina heimi</i> <b>Origen:</b> autóctona				Aporcelanado	Plurilocular	Esférico
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> <i>Wackestone</i>				<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Protista <b>Filo:</b> Sarcomastigophora <b>Clase:</b> Granoreticulosea <b>Orden:</b> Foraminiferida <b>Familia:</b> Miliolidae <b>Género:</b> <i>Nummoloculina</i> <b>Especie:</b> <i>heimi</i>		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Caliza wackestone						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCIÓN DELGADA		
<b>Fotografía No. 25</b> 				<b>Fotografía No. 26</b> 		

**Otras observaciones complementarias:**

El número de especies visibles es de uno.

Contiene un 25 % de micrita y 75 % de esparita.

Los fósiles en la sección delgada analizada presentan cortes longitudinales, estos no son muy constantes.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 1		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS ( <i>DATUM</i> ): MCH8	
FECHA: octubre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	<i>UTM</i> Este: 776517	<i>UTM</i> Norte: 1702681	<i>UTM</i> Zona: 15
LOCALIDAD: Finca Saquija, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria- Caliza <i>mudstone</i>
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klovan.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X				Se encuentra expuesto en una ladera suave	

**VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:**  
 El afloramiento se encuentra compuesto de caliza *mudstone*, el mismo se encuentra de forma masiva.

<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento	(B)	(DB – <i>pitch</i> )	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinistral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinistral)	
<b>Estratificación (So):</b>				
<b>Foliación (S1, S2..etc):</b>				
<b>Lineaciones:</b>				
<b>Pliegues:</b>				
<b>Fallas: (orientación, <i>pitch</i> y tipo) (F1.....)</b>				
<b>Diaclasas:</b>	No persistente	Persistente		
J1	X		35	N321
J2	X		57	N185
J3				
J4				
Otras:				

Fotografía No. 1



Fotografía No. 2

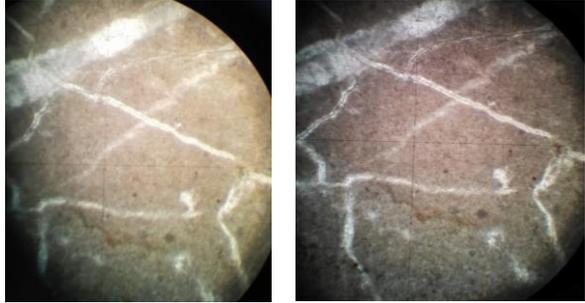


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris claro Roca Fresca: gris oscura Roca alterada: gris claro
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores		Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	95 %	-		-	Óxidos	10 %	-
<b>TEXTURAS:</b> Mudstone							
<b>Porcentaje de roca:</b> 100 % <b>Porcentaje de microfósiles:</b> 0 % <b>No. de especies visibles:</b> 0							
<b>OTROS DATOS:</b> el afloramiento se encuentra afectado por karst en un 25% lo que genera disolución de la caliza.							
<b>Fotografía No. 3</b> 				<b>Fotografía No. 4</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

Presenta constantes fracturamientos rellenos de calcita.

La tonalidad que presenta es gris oscuro por fuera debido a la materia orgánica, pero a la hora de partir la roca se presenta con tonalidad gris claro.

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>						
<b>COMPOSICIÓN MINERAL</b>						<b>MINERALES OPACOS:</b>
<b>Componentes mayores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Componentes menores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Vol. %</b>	No posee
Calcita	100 %	-	-	Óxidos	5 %	
<b>DESCRIPCION CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)</b>				<b>Caparazón</b>	<b>No. De cámaras</b>	<b>Morfología</b>
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> micrita <b>Fósiles:</b> no presenta <b>Origen:</b> autóctona				-	-	-
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> <i>Mudstone</i>				<b>Taxonomía:</b> No evidencia contenido fósil		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Caliza mudstone</b>						
<b>CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO</b>				<b>MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA</b>		
<b>Fotografía No.5</b> 				<b>Fotografía No. 6</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span><b>XPL</b></span> <span><b>PPL</b></span> </div>		

**Otras observaciones complementarias:**

Presentan constantes sistemas de fracturamiento rellenos de calcita, presentando su enrejillado característico en lámina delgada.

Se observa la presencia de óxidos, que son moderadamente constantes en la sección delgada.

La matriz es prácticamente lodosa calcárea.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 3		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH10	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 777218	UTM Norte: 1703833	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria- Caliza <i>Wackstone</i>
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klovan.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b> Corresponde a un estrato de una secuencia de estratos de los cuales presenta contenido fósil.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB - <i>pitch</i> )	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So):		67	N298			
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, <i>pitch</i> y tipo) (F1.....)						
Diaclasis:		No persistente	Persistente			
J1	X	76	N322	F1:		
J2	X	56	N287	F2:		
J3	X	69	N336	F3:		
J4				F4:		
Otras:				F5:		
				F6:		
				F7:		
<b>Fotografía No. 15</b> 			<b>Fotografía No. 16</b> 			

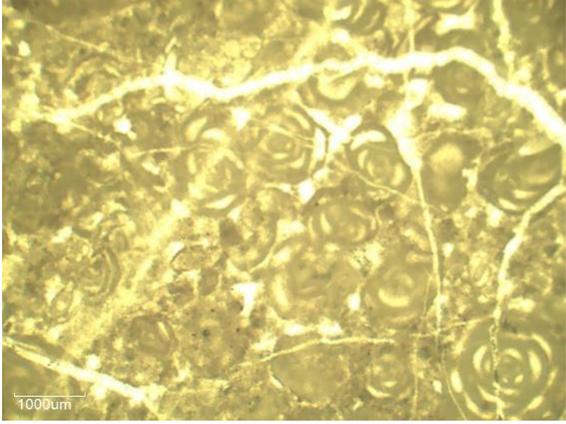
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris claro Roca alterada: gris oscuro
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):		Espaciado ( <i>Spaced</i> )				Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	No posee		Óxidos	5 %	-	
TEXTURA: <i>Wackestone</i>							
Porcentaje de roca: 70 % Porcentaje de microfósiles: 30 % No. de especies visibles: 1							
<b>OTROS DATOS:</b> Presenta un caparazón calcáreo aporcelando, el número de cámaras es plurilocular, la morfología de las cámaras es esférico.							
Fotografía No. 17				Fotografía No. 18			
							

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra de estratificado, aunque no se logra observar tan expuesto debido a que está cubierto por vegetación.

Este presenta variaciones en cuanto a la textura por lo cual se extrajo tal muestra para identificar el fósil que corresponde a *Nummoloculina heimi*.

La columna a la que se extrajo la muestra corresponde al estrato seis de la columna ubicada en Chitul.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-	-	-	-	
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA ( <i>QUALITATIVE DESCRIPTION</i> )				Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> textularia <b>Origen:</b> autóctona				Aporcelanado	Plurilocular	Esférico
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> <i>Wackestone</i>				<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Protista <b>Filo:</b> Sarcocistigophora <b>Clase:</b> Granoreticulosea <b>Orden:</b> Foraminiferida <b>Familia:</b> Miliolidae <b>Género:</b> <i>Nummoloculina</i> <b>Especie:</b> <i>heimi</i>		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA:</b> Roca Sedimentaria-Caliza wackestone						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCIÓN DELGADA		
<b>Fotografía No. 19</b> 				<b>Fotografía No. 20</b> 		

**Otras observaciones complementarias:**

El número de especies visibles es de uno, presentando sus diferentes cortes característicos.

La columna a la que se extrajo la muestra corresponde al estrato dos de la columna ubicada en Chitul.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 2		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH7	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 778324	UTM Norte: 1702990	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria-Caliza cristalina
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klovan.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b>						
El afloramiento se encuentra compuesto de caliza cristalina, el mismo se encuentra estratificado.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So):		74	N174			
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) (F1.....)				F1: N02E/89NW, pitch: 72SE (falla SN)		
<b>Diaclasas:</b>		No persistente	Persistente	F2:		
J1	X		67	N124	F3:	
J2	X		45	N187	F4:	
J3					F5:	
J4					F6:	
Otras:				F7:		
<b>Fotografía No. 9</b>				<b>Fotografía No. 10</b>		
						

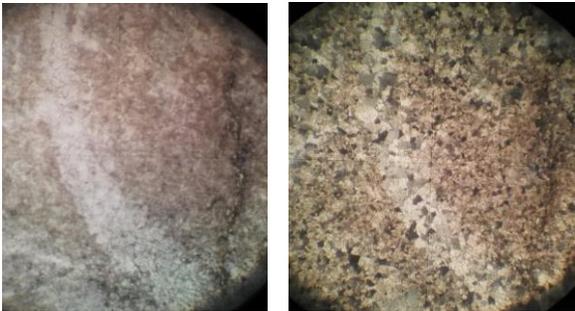
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris oscura Roca alterada: gris oscura-rojiza
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):		Espaciado ( <i>Spaced</i> )				Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Granos arenosos calcáreos (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-	-	Óxidos	5 %	-	
<b>TEXTURA:</b> Cristalina							
<b>Porcentaje de roca:</b> 55 % <b>Porcentaje de microfósiles:</b> 0 % <b>Porcentaje de estructuras sedimentarias:</b> 45 % <b>No. de especies visibles:</b> 0							
<b>OTROS DATOS:</b> Se encuentra compuesto de calcita, se presenta de manera desordenada y los tamaños generalmente van de 1 cm hasta 3 cm, además de ello presenta un olor a hidrocarburos debido a la cantidad de materia orgánica.							
<b>Fotografía No. 11</b>				<b>Fotografía No. 12</b>			
							

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra de estratificado, el mismo en esta secuencia de estratos se encuentra relacionado con las lutitas y brechas dentro del mismo afloramiento.

Las tempestitas solamente se encuentran únicamente en la parte intermedia del afloramiento.

El nivel a que pertenece esta caliza es cristalino según la clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>						
<b>COMPOSICIÓN MINERAL</b>						<b>MINERALES OPACOS:</b>
<b>Componentes mayores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Componentes menores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Vol. %</b>	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	100 %	-	-	-	-	
<b>DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)</b>				<b>Morfología</b>		
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> no presenta <b>Origen:</b> autóctona				Tabular		
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> Cristalina				<b>Estructuras sedimentarias:</b> Tempestitas		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Caliza cristalina</b>						
<b>CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO</b>				<b>MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCIÓN DELGADA</b>		
<b>Fotografía No. 13</b> 				<b>Fotografía No. 14</b>  <b>XPL</b> <b>PPL</b>		

**Otras observaciones complementarias:**

Con la textura que se tiene se puede decir que el nivel a que pertenece tal caliza es cristalina.

Las tempestitas tienen una morfología tabular, en donde se pueden observar en la sección delgada fragmentos del mismo de composición prácticamente de calcita.

<b>DATOS GENERALES</b>			
No. MUESTRA: 4		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH5	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 777772	UTM Norte: 1702735	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria- Caliza cristalina
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basado en la composición de Folk (1962)., Escala de tamaño de granos carbonatados según Folk

<b>DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO</b>						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b> El afloramiento se encuentra compuesto de caliza cristalina el cual se encuentra estratificado.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – <i>pitch</i> )	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
Estratificación (So):		55	N186			
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, <i>pitch</i> y tipo) (F1.....)						
<b>Diaclasas:</b>	No persistente	Persistente			F1: N88W/59SW, P: 7SE (Falla Normal) F2: N92W/56SW, P: 78SE (Falla Normal Sinestral) F3: F4: F5: F6: F7:	
J1	X		22	N006		
J2						
J3						
J4						
Otras:						
<b>Fotografía No. 21</b>			<b>Fotografía No. 22</b>			
						

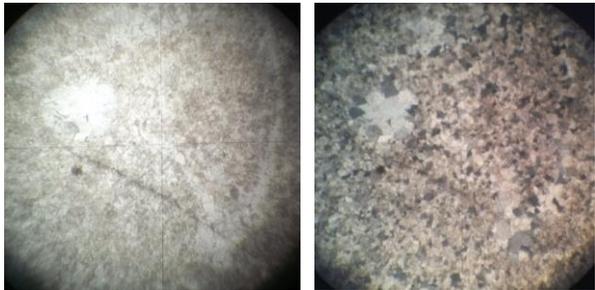
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris oscuro Roca alterada: gris oscura-rojizo-blanco
	X						
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Granos arenosos Calcáreos (CaCO <sub>3</sub> )	95 %	-	-	Óxidos	5%	-	
<b>TEXTURA:</b> Cristalina							
<b>Porcentaje de roca:</b> 50 % <b>Porcentaje de microfósiles:</b> 50 % <b>No. de especies visibles:</b> 1							
<b>OTROS DATOS:</b> Los rudistas dentro del afloramiento no se encuentran en todo el afloramiento solamente en partes específicas, estos poseen dimensiones que van de 2 a 8 cm.							
<p align="center"><b>Fotografía No. 23</b></p> 				<p align="center"><b>Fotografía No. 24</b></p> 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra de estratificada.

El grado de meteorización de la roca es de II, principalmente en la base se encuentra mayormente meteorizada.

La muestra de rudistas se extrajo del primer estrato de toda la secuencia de estratos que presenta en afloramiento.

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>						
<b>COMPOSICIÓN MINERAL</b>						<b>MINERALES OPACOS:</b>
<b>Componentes mayores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Componentes menores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Vol. %</b>	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	95 %	-	-	Óxidos	5 %	
<b>DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)</b>				<b>Caparazón</b>	<b>No. De cámaras</b>	<b>Morfología</b>
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> rudista <b>Origen:</b> autóctona				Aporcelanado	Unilocular	Tabular
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> Cristalina				<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Animalia <b>Filo:</b> Mollusca <b>Clase:</b> Bivalvia <b>Orden:</b> Hippuritoida <b>Familia:</b> Antilocaprinidae <b>Género:</b> Rudista		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Calcarenita</b>						
<b>CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO</b>				<b>MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCIÓN DELGADA</b>		
<b>Fotografía No. 25</b> 				<b>Fotografía No. 26</b>  <b>XPL</b> <b>PPL</b>		

**Otras observaciones complementarias:**

El número de fósiles apreciados es de uno, que se encuentran en solamente pequeñas partes, tanto en la base como en el techo.

En la lámina delga se puede apreciar fragmentos de un rudista, que se encuentra compuesto mineralógicamente de calcita.

Los fósiles en la sección delgada analizada presentan cortes longitudinales, estos no son muy constantes.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 5		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH11	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 778324	UTM Norte: 1702990	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria-Calculutita
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham, con modificaciones de Embry y Klovan.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b>						
El afloramiento se encuentra compuesto de cristalina, calculutita y brecha, el mismo se encuentra estratificado.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – <i>pitch</i> )	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinistral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinistral)		
Estratificación (So):		74	N174			
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, <i>pitch</i> y tipo) (F1.....)				F1: N02E/89NW, <i>pitch</i> : 72 SE (falla SN)		
<b>Diaclasas:</b>	No persistente	Persistente			F2: F3: F4: F5: F6: F7:	
J1	X		67	N124		
J2	X		45	N187		
J3	X		59	N143		
J4						
Otras:						
<b>Fotografía No. 9</b>			<b>Fotografía No. 10</b>			
						

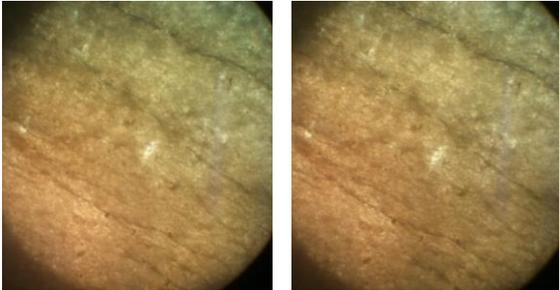
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris oscuro Roca alterada: gris oscuro-rojizo
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):		Espaciado ( <i>Spaced</i> )				Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Limos y arcillas	90 %	Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	3 %	Óxidos	7 %	-	
TEXTURA: <i>Mudstone</i>							
Porcentaje de roca: 100 % Porcentaje de microfósiles: 0 % No. de especies visibles: 0							
OTROS DATOS: la lutita se presenta interestratificada con caliza cristalina, esta roca se parte fácilmente en lajas, presentando consigo laminaciones menores a un centímetro.							
<p>Fotografía No. 11</p> 				<p>Fotografía No. 12</p> 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra de estatificado, el mismo en esta secuencia de estratos se encuentra relacionado con las calcilitas y brechas dentro del mismo afloramiento

Las calcilitas se encuentran únicamente en la parte media del afloramiento.

En una parte del afloramiento la calcilita presenta laminaciones que son menores a un centímetro.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee
Lodo calcáreo (CaCO <sub>3</sub> )	95 %	-	-	Óxidos	5 %	
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> agregados muy finos <b>Material ligante:</b> micrita <b>Fósiles:</b> no posee <b>Origen:</b> autóctona				-	-	-
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> Cristalina				<b>Estructuras sedimentarias:</b> Laminaciones		
CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Lutita						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA		
<b>Fotografía No. 13</b> 				<b>Fotografía No. 14</b>  <b>XPL</b> <b>PPL</b>		

**Otras observaciones complementarias:**

Con la textura que se tiene se puede decir que es *mudstone*, debido a que la matriz es prácticamente lodosa y demasiada fina.

Presentan bandas claras y oscuras de la misma composición que es carbonato de calcio.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 6		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH9	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 779206	UTM Norte: 1701098	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Aldea Chitul, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria-Lodolita calcárea
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basada en la textura deposicional. Después de Dunham, con modificaciones de Embry y Klován.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X					
<b>VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:</b>						
El afloramiento se encuentra compuesto de caliza cristalina y lodolita calcárea, únicamente la lodolita calcárea se encuentra estratificada y casi todo el afloramiento se encuentra sobre una caverna.						
<b>CARACTERIZACION ESTRUCTURAL:</b> B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – <i>pitch</i> )	<b>OTRAS OBSERVACIONES:</b> (sistemas y/o familias, J1...). (I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral)		
<b>Estratificación (So):</b>		52	N296			
<b>Foliación (S1, S2..etc):</b>						
<b>Lineaciones:</b>						
<b>Pliegues:</b>						
<b>Fallas: (orientación, <i>pitch</i> y tipo) (F1.....)</b>						
<b>Diaclasas:</b>	No persistente	Persistente			F1: F2: F3: F4: F5: F6: F7:	
J1	X		67	N345		
J2						
J3						
J4						
<b>Otras:</b>						
<b>Fotografía No. 9</b>			<b>Fotografía No. 10</b>			
						

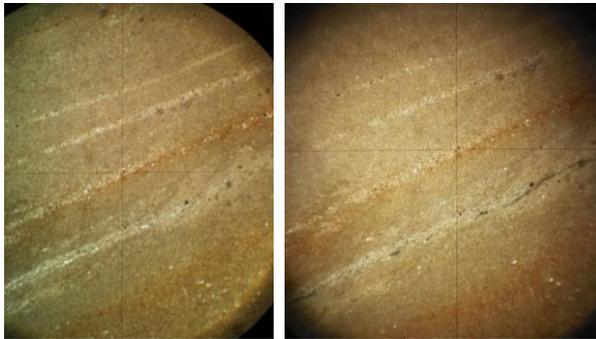
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris oscura Roca alterada: gris oscura-rojiza
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Arcilla y limos	75 %	Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	20 %	Óxidos	5 %	-	
TEXTURA: Mudstone							
Porcentaje de roca: 100 % Porcentaje de microfósiles: 0% No. de especies visibles: 0							
<b>OTROS DATOS:</b> La calcilita se presenta interestratificado con caliza cristalina, esta roca se parte fácilmente en lajas, presentando consigo laminaciones menores a un centímetro.							
<b>Fotografía No. 11</b> 				<b>Fotografía No. 12</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra estratificado solamente en donde se presenta la lodolita calcárea.

La lodolita calcárea solamente tiene una extensión de 7 m de alto y 10 m de largo, ya que el resto es de composición de caliza cristalina (calcarenita).

Se presenta con un aspecto lodoso, presentando un grado de meteorización de II.

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>						
<b>COMPOSICIÓN MINERAL</b>						<b>MINERALES OPACOS:</b>
<b>Componentes mayores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Componentes menores</b>	<b>Vol. %</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Vol. %</b>	No posee
Arcilla y limos	70 %	Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	25 %	Óxidos	5 %	
<b>DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)</b>				<b>Caparazón</b>	<b>No. De cámaras</b>	<b>Morfología</b>
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> micrita <b>Fósiles:</b> no posee <b>Origen:</b> autóctona				-	-	-
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> Cristalina				<b>Taxonomía:</b> No presenta contenido de fósiles		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA: Roca Sedimentaria-Lodolita calcárea</b>						
<b>CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO</b>				<b>MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA</b>		
<b>Fotografía No. 13</b> 				<b>Fotografía No. 14</b>  <b>XPL</b> <b>PPL</b>		

**Otras observaciones complementarias:**

La lodolita calcárea presenta solamente bandas claras y oscuras de composición de calcita.

En si la sección delgada presenta impurezas de tonalidad negra.

DATOS GENERALES			
No. MUESTRA: 6		IDENTIFICACIÓN BASE DE DATOS (DATUM): MCH3	
FECHA: septiembre de 2016		PROYECTO: Trabajo Final de Campo	
UBICACIÓN:	UTM Este: 778300	UTM Norte: 1704804	UTM Zona: 15
LOCALIDAD: Tontem, Cobán, Alta Verapaz.			
HOJA TOPO/GEO.:	Nombre: Cobán	Serie: 2162	Escala: 1:50 000
ANÁLISIS Y MUESTREO: Cristhian Mariano Chávez Soto			

TIPO DE ROCA: Roca Sedimentaria-Brecha calcárea Intraformacional
UNIDAD LITODEMICA Y/O ESTRATIGRAFICA: Unidad Estratigráfica
CLASIFICACION UTILIZADA: Clasificación de calizas basada en la textura deposicional. Después de Dunham, con modificaciones de Embry y Klovan.

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTO						
Tipo de exposición	Afloramiento Natural		Calicata		Corte de carretera	Otros
	In situ	Re-depositado	Código	Profundidad (m)		
	X				X	
VARIABILIDAD Y/O ARREGLO LITO-ESTRATIGRAFICO:						
Se encuentra me forma masiva, compuesto de brecha calcárea de tipo intraformacional, que se encuentra afectado por tectonismo (fallamientos)						
CARACTERIZACION ESTRUCTURAL: B= Buzamiento, DB= Dirección de buzamiento		(B)	(DB – pitch)	OTRAS OBSERVACIONES: (sistemas y/o familias, J1...).		
Estratificación (So):		52	N296	(I= inversa, N= normal, R= rumbo (S: sinestral, D: dextral), ID: Inversa dextral, IS: Inversa dextral, ND: Normal dextral, NS: Normal sinestral		
Foliación (S1, S2..etc):						
Lineaciones:						
Pliegues:						
Fallas: (orientación, pitch y tipo) (F1.....)						
Diaclasas:	No persistente	Persistente		F1: N69W/65SW, P: 24 NW		
J1	X		36	N279	F2: N76E/24SW, P: 24 SW	
J2	X		72	N194	F3: N59W/36SW, P: 19 NW	
J3	X		56	N282	F4: N30W/49SW, P: 49 SW	
J4	X		26	N261	F5: N24W/35SW, P: 81 SW	
Otras:				F6: N86W/86NE, P: 82 SW		
				F7: N10E/58NE, P: 51 NW		
Fotografía No. 9			Fotografía No. 10			
						

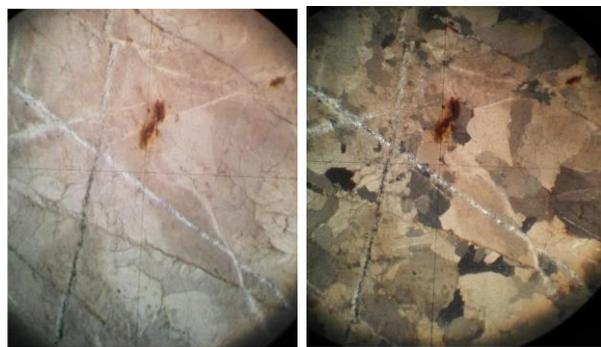
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA							
GRADO DE METEORIZACION:	I	II	III	IV	V	VI	COLOR (Munsell): gris Roca Fresca: gris oscura y claro Roca alterada: gris oscuro-rojizo
		X					
TIPO DE CLIVAJE ( <i>types of cleavage</i> ):	Espaciado ( <i>Spaced</i> )					Continuo ( <i>Continuous</i> )	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA							
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	Otros	
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	80%	Limos y arcillas	15%	Óxidos	5%	-	
TEXTURAS: <i>Mudstone</i>							
<b>Porcentaje de roca:</b> 100% <b>Porcentaje de microfósiles:</b> 0% <b>No. De especies visibles:</b> 0							
<b>OTROS DATOS:</b> El afloramiento se encuentra compuesto en su totalidad de brecha intraformacional, con presencia de niveles de caliza <i>mudstone</i> , clastos de calcita y chert, en base a las características sedimentológicas del mismo.							
<b>Fotografía No. 11</b> 				<b>Fotografía No. 12</b> 			

**Otras observaciones complementarias:**

El afloramiento se encuentra afectado grandemente por karst generando una disolución de la roca.

El afloramiento presenta diferentes horizontes de brecha intraformacional unos de tonalidad gris oscuro y otros de tonalidad gris claro.

Se encuentra intercalado en partes por suelo rojizo, generando una matriz de tal brecha arcillosa.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA						
COMPOSICIÓN MINERAL						MINERALES OPACOS:
Componentes mayores	Vol. %	Componentes menores	Vol. %	Accesorios	Vol. %	No posee
Calcita (CaCO <sub>3</sub> )	85%	Arcillas y limos gris-beige	10%	Óxidos	5%	
DESCRIPCIÓN CUALITATIVA (QUALITATIVE DESCRIPTION)				Caparazón	No. De cámaras	Morfología
<b>Partículas:</b> agregados <b>Material ligante:</b> esparita <b>Fósiles:</b> no posee <b>Origen:</b> autóctona				-	-	-
<b>Tipo de caliza según Dunham:</b> Sin clasificación propia, pero el mismo evidencia niveles de caliza con textura <i>mudstone</i> .				<b>Taxonomía:</b> No presenta contenido de fósiles.		
<b>CLASIFICACION Y/O NOMBRE DE LA ROCA:</b> Roca Sedimentaria-Brecha calcárea intraformacional						
CONTEXTO DEL AFLORAMIENTO				MICROFOTOGRAFIA DE RASGOS TÍPICOS EN SECCION DELGADA		
<b>Fotografía No. 13</b> 				<b>Fotografía No. 14</b> 		
				<b>XPL</b>		<b>PPL</b>

**Otras observaciones complementarias:**

La brecha calcárea intraformacional en sección delgada evidencia constantes patrones de fracturas rellenas de calcita.

Las impurezas que se presentan son muchas dentro de la muestra, con contenido de óxidos.

## ANEXO 7

### Cuadro de meteorización

Grado	Denominación	Criterio de reconocimiento
I	Roca sana o fresca	La roca no presenta signos visibles de meteorización, pueden existir ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en los planos de discontinuidad
II	Roca ligeramente meteorizada	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloración. La roca puede estar decolorada en la pared de las juntas pero no es notorio que la pared sea más débil que la roca sana
III	Roca moderadamente meteorizada	La roca está decolorada en la pared. La meteorización empieza a penetrar hacia el interior de la roca desde las discontinuidades. El material es notablemente más débil en la pared que en la roca sana. Material débil <50% del total
IV	Roca meteorizada o muy meteorizada	Más de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua
V	Roca completamente meteorizada	Todo el material está descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta
VI	Suelo residual	La roca está totalmente descompuesta en un suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original. El material permanece "in situ" y existe un cambio de volumen importante

**Fuente:** Sociedad internacional de mecánica de rocas, (07/10/2016).

## ANEXO 8

### Cuadro de descripción de las características sedimentológicas para los tipos de brechas

<b>Grado de consolidación</b>		Suelto	
		Friable	
		Consolidado	
		Muy consolidado	
<b>Litología de los clastos</b>		Cuarzo	
		Feldespatos	
		Calcita	
		Fragmentos líticos	
		Otros:	
<b>Clastos veteados</b>		Si presenta: cuarzo, calcita, entre otros.	No presenta
<b>Empaquetamiento</b>		Clasto soportado (clasto sostén)	
		Matriz soportada (matriz sostén)	
<b>Clasificación o selección de los clastos</b>		Muy bien seleccionado	
		Bien seleccionado	
		Moderadamente seleccionado	
		Pobrementemente seleccionado	
		Mal seleccionado	
<b>Tamaño de grano (clastos), en milímetros (mm)</b>		Grava gruesa	64-256
		Grava fina/mediana	2-64
		Arena	1/12-2
		Limo	1/256-1/16
		Arcilla	1/256
<b>Componentes</b>	<b>Clastos (morfología)</b>	Muy redondeados	
		Redondeados	
		Subredondeados	
		Angulosos	
		Subangulosos	
	<b>Tipo de matriz</b>	Muy angulosos	
		Arena	
	<b>% de matriz</b>	Limo	
		Arcilla	
	<b>Tipo de cemento</b>	Porcentaje (%)	
Carbonato			
Sílice			
Óxidos			
Otros:			
<b>% de cemento</b>	Porcentaje (%)		
	<b>Espacios abiertos</b>		
<b>Organización interna</b>		Porcentaje (%)	
<b>Observaciones:</b>		Matriz soportada	
		Caótico	
		Masivo	
		No estratificado	
<b>Nivel estratigráfico:</b>		Estratificado	
<b>Tipo de brecha:</b>			

**Fuente:** Elaboración propia, Mariano Chávez, 2016.



## ANEXO 9

### Esquema de los rasgos característicos para los tipos de brechas

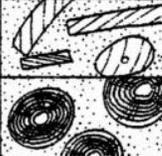
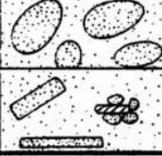
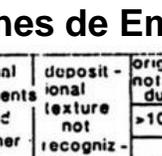
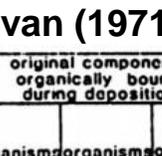
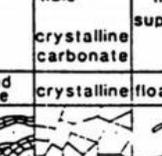
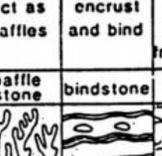
Tipo de brecha	Matriz	Litología de clastos	Embalaje de clastos	Clasificación de clastos	Redondez de clastos	Límites de la Matriz de clastos	Clastos Límite de la matriz	clasto veteado	Las relaciones de campo
<b>Las brechas de deposición</b>	Mayormente lodo de calcáreo, pero algunas de calcita espática. Calcita espática exhibe límites cosertal	En su mayoría está compuesto de roca caliza, los clastos son polimícticos	Siempre clasto soportado	Regular a mala	Angular a redondeados	Agudo	Ninguno parece estar presente en algunas muestras a causa de solución de extrema presión	No se observa, pero bien podría estar presente en ciertos casos	Camas (estratificación o relictos del mismo), exhiben estructuras sedimentarias primarias
<b>Las brechas de colapso solución-evaporíticos</b>	Calcita espática con un poco de dolomita granulada. Los resultados de calcita es por la sustitución de dolomita y no presenta límites cosertal	Mayormente dolomita	Mayormente clasto soportado	Extremadamente pobre	Mayormente angular a muy angular. Algunos son redondos debido a abrasión	Nitidez excepto cuando la matriz de calcita ha comenzado a reemplazar bordes de clastos	Pueden estar presentes o ausentes	Muy frecuentes (venas mayores de la matriz)	Restringido a la parte inferior, la caliza dolomítica de Ixcay, que contiene evaporitas en zonas cercanas
<b>Las brechas tectónicas</b>	Cualquiera de cemento de calcita o carbonato espático granulado. La calcita espática exhibe límites cosertal	Variable, los clastos son oligomícticos	Clasto soportado a excepción de unas pocas muestras con matriz granulada	Extremadamente pobre	En su mayoría muy angular, pero puede ser redondeada en los que se granula	Agudo	Excelente	Muy común (Relleno de la vena igual que matriz)	Casi siempre cerca de un gran falla o fractura. Brecha discontinua a lo largo de ejercicio de la de cama-estratificación
<b>Las brechas caliche</b>	Caliche	Variables, los clastos pueden ser polimícticos o oligomícticos	Clasto soportado	Extremadamente pobre	Variable	Agudo	Excelente en las que resultan de las vetas de caliche	Comunes en las que resultan de las vetas de caliche	Muy común a lo largo de las partes más bajas de laderas expuestas de carbonato
<b>Pseudo brechas</b>	La roca caliza se recristalizó a calcita espática por el crecimiento del grano. La calcita no presenta límites cosertal	Los restos de roca caliza son menos recristalizados. Los clastos son oligomícticos	Puede parecer ser "clasto" o "matriz" soportado	Extremadamente pobre	Muy irregulares en su contorno	Gradacional e indistinta	Ninguna	Ninguna	Sólo se observa en <i>wackestone</i> de cal y cal <i>packstone</i>

**Fuente:** Don Blount and Clyde H Moore, Jr, DEPOSITIONAL AND NON-DEPOSITIONAL CARBONATE BRECCIAS, CHIANTLA QUADRANGLE, Guatemala, 1969.



## ANEXO 10 Diagramas

### Clasificación de calizas basado en la composición de Folk (1962)

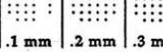
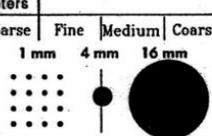
Principal allochems in limestone	Limestone types			
	cemented by sparite		with a micritic matrix	
skeletal grains (bioclasts)	biosparite		biomicrite	
oids	oosparite		oomicrite	
peloids	pelsparite		pelmicrite	
intraclasts	intrasparite		intramicrite	
limestone formed in situ	biolithite		fenestral limestone -dismicrite	

### Clasificación de calizas basada en la textura deposicional de Dunham (1962) con modificaciones de Embry & Klovan (1971)

original components not bound together during deposition		original components bound together	depositional texture not recognizable	original components not organically bound during deposition		original components organically bound during deposition			
contains lime mud				matrix supported	supported by component	organisms act as baffles	organisms encrust and bind	organisms build a rigid framework	
mud-supported	grain-supported	less than 10% grains	more than 10% grains	>10% grains	>2mm	>2mm	>2mm		
mudstone	wackestone	packstone	grainstone	bound stone	crystalline floatstone	rudstone	baffle stone	bindstone	frame stone
									

### Escala de tamaño de granos de carbonatos según Folk

Escala de tamaño de granos de carbonatos según Folk.

Size of Transported Allochems												
Carbonate terminology												
LUTITE				CALCARENITE				RUDITE				
Size of Allochems in Millimeters												
Very Fine	Fine	Medium	Coarse	Very Fine	Fine	Medium	Coarse	Fine	Medium	Coarse	Very Coarse	
.008	.016	.031	.062	.125	.25	.5	1 mm	4 mm	16 mm	64		
												
Siliciclastic terminology												
CLAY/SILT				SAND				GRAVEL				

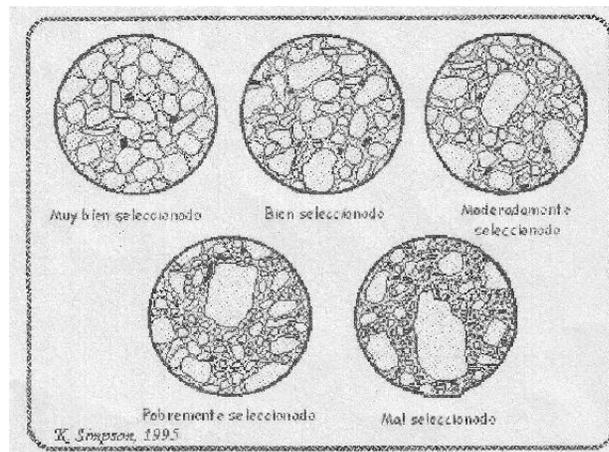
Note that the sand-gravel size break is not the same for siliciclastics and carbonates

## Clasificación de las calizas impuras-margas-areniscas y lutitas

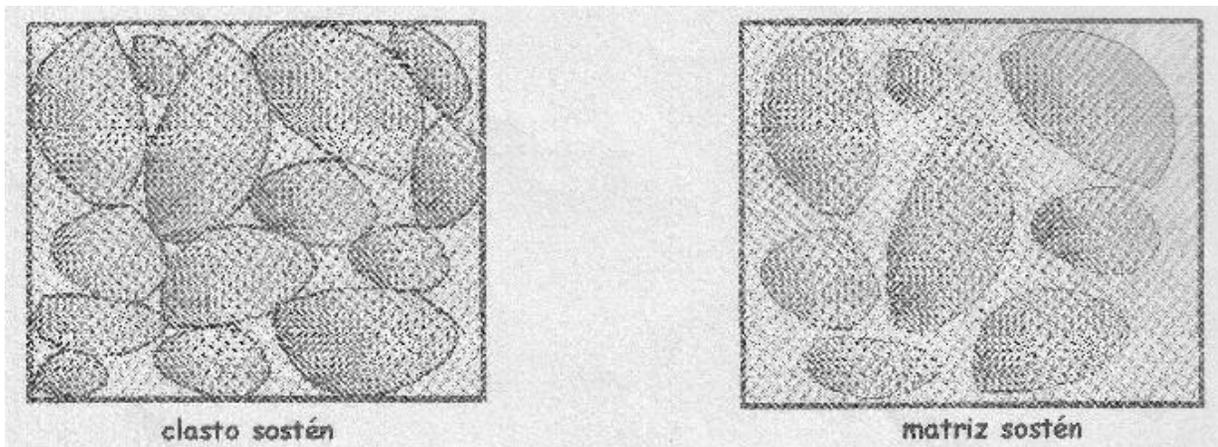


## Clasificación granulométrica de rocas clásticas de Udden & Wentworth (1922)

### Grado de selección

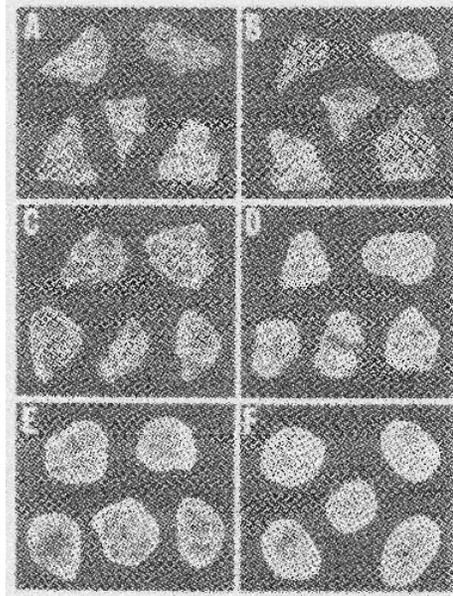


### Empaquetamiento



**MORFOLOGÍA**

**A) Muy angulosos, B) Angulosos, C) Subangulosos,  
D) Subredondeados, E) Redondeados, F) Muy redondeados**  
(Tomado de REINECK & SINGH, 1980)





No. 253-2017

**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:

**GEOLOGÍA EN ALTA VERAPAZ: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE LAS BRECHAS EN UN ÁREA DE 24 km<sup>2</sup> A ESCALA 1:25 000, EN LOS ALREDEDORES DEL MUNICIPIO SANTA CRUZ VERAPAZ**

Presentado por el (la) estudiante:

**CRISTHIAN MARIANO CHÁVEZ SOTO**

Autoriza el

**IMPRIMASE**

Cobán, Alta Verapaz 18 de Octubre de 2017.

  
Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
DIRECTOR

