

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**GEOLOGÍA DE LA REGIÓN PALMICHAL – TINACO  
ESTADOS YARACUY Y COJEDES, VENEZUELA**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo  
Por el Br. Medero G. Renier

Caracas, Octubre de 2015

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**GEOLOGÍA DE LA REGIÓN PALMICHAL – TINACO  
ESTADOS YARACUY Y COJEDES, VENEZUELA**

**TUTOR:** Dr. Franco URBANI

**TUTOR INDUSTRIAL:** Ing. Alí GÓMEZ

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo  
Por el Br. Medero G. Renier

Caracas, Octubre de 2015

*"Se reconoce que el mayor esfuerzo de la razón humana  
consiste en reducir los principios productivos de los fenómenos naturales  
a una mayor simplicidad, y los muchos efectos particulares a unos pocos generales  
por medio de razonamientos apoyados en la analogía, la experiencia y la observación."*

**David Hume (1711-1776)**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento lo dirijo a Dios, a quien le plació permitirme ingresar a esta insigne casa que vence las sombras... la ilustre Universidad Central de Venezuela... y por darme la oportunidad de llegar a esta importante etapa de mi vida, siendo soporte y columna fundamental de mi existencia.

A mi madre Milagros González y a mi padre Gustavo Medero, quienes siempre de modo incondicional me han entregado lo mejor de cada uno de ellos en su decidido empeño de formarme y conducirme al éxito como hombre de bien.

A mis abuelos, tías y primos, observadores fieles en primera fila de mí andar como estudiante, y que también supieron hacerse presentes en esta área de mi vida.

A Elba Inojosa, quien a través de sus métodos particulares y únicos para la enseñanza de las matemáticas, me mostró un nuevo horizonte al que si era posible acceder... los campos de las ciencias.

A mis compañeros de aula y de campo 2013, y en especial a mis compañeros de proyecto: Ana Hernández, Karen Montoya, Pedrimar Díaz, Sergio Núñez y Rosbeidy Hernández, quienes de modo genuino supieron acompañarme y asistirme en los diferentes procesos donde sus aportes en el desarrollo de este trabajo fueron cruciales.

A los profesores Orlando Méndez y Ricardo Alezones, por marcar en mi el sendero hacia la Geología a través de sus acertadas enseñanzas.

Al Dr. Franco Urbani, tutor de este trabajo especial de grado, quien dedicó gran parte de su tiempo a la extraordinaria asesoría del mismo y que además me permitió alcanzar la meta establecida gracias a sus amplios y acreditados conocimientos.

A todos... ¡Gracias por tanto!

**Medero G. Renier.**

**GEOLOGÍA DE LA REGIÓN PALMICHAL – TINACO  
ESTADOS YARACUY Y COJEDES, VENEZUELA**

**Tutor: Dr. Franco Urbani. Tesis, Caracas UCV. Facultad de Ingeniería.  
Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2015, p. 186**

**Palabras clave:** Fajas, terrenos, napa, olistostromo, Peridotita de Tinaquillo, Gneis de La Aguadita, Discontinuidad de Mohorovicic, Tinaco, San Sebastián, Piemontina cartografía geológica.

**Resumen:** el área de estudio está enmarcada en el extremo occidental de la Serranía del Litoral y de la Serranía del Interior, en los estados Yaracuy y Cojedes, abarcando un área de 1930 km<sup>2</sup>. El presente trabajo tiene por objeto el estudio geológico de dicha zona, con énfasis en la cartografía geológica de las unidades que la comprenden. Para lograr dicho objetivo, fue fundamental la compilación de estudios y cartografías geológicas previas, así como efectuar análisis petrográficos de las muestras colectadas en campo para elaborar 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa general a escala 1:100.000 de acuerdo al formato utilizado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB). Sobre esta base, se realizaron mapas y secciones geológicas, donde se integró la información inédita obtenida en este estudio con aquellas aportadas por los autores previos a fin de enriquecer y determinar la evolución geológica del área estudiada.

El área consta de cinco fajas tectónicas, que datan desde el Neoproterozoico hasta el Eoceno: Faja Caucagua-El Tinaco, donde se encuentran los terrenos alóctonos Tinaco y Tucutunemo, Faja Ávila, representada por los terrenos parautóctonos de Ávila y Nirgua, Faja Caracas, conformada por los terrenos parautóctonos de Agua Blanca y Las Mercedes, Faja Villa de Cura, representada por el terreno alóctono de San Sebastián, y la Faja Piemontina, la cual está constituida por la Napa Piemontina y el Olistostromo de Platillón, ambos parautóctonos. Las fajas están separadas entre sí por amplios corrimientos y fallas.

Los estudios realizados en el presente trabajo fueron enfocados a los terrenos Tinaco, San Sebastián y el Olistostromo de Platillón. Durante la fase de trabajo de campo en el terreno Tinaco se obtuvieron muestras de la Peridotita de Tinaquillo, de las apófisis de Gabro que la intrusionan, de las subunidades del Gneis de La Aguadita, así como de la Metatrondhjemita de la Gloria, del terreno San Sebastián se adquirieron muestras de las Lavas de Tiramuto; finalmente, del Olistostromo de Platillón se recolectaron muestras de las formaciones Sabana Larga y Corozal.

La Peridotita de Tinaquillo se considera parte del manto sublitosférico de la Placa Farallón, encontrándose por debajo de la discontinuidad de Mohorovicic (siendo imposible la determinación de su edad), el cual representa el contacto con la unidad máfica basal del Gneis de La Aguadita, perteneciente a la corteza continental inferior; el Gneis de la Aguadita se encuentra intrusionado por la Metatrondhjemita de la Gloria en la Zona de inyección, unidades que datan del Neoproterozoico.

El terreno Ávila se considera como el terreno parautóctono más antiguo datado, dado que el Complejo Yaritagua que lo integra se formó durante el Proterozoico. Durante el Paleozoico fue depositado el protolito del Esquisto de Tinapú sobre el terreno Tinaco, mientras que millones de años más tarde, durante el Pérmico, se inició el proceso de expansión retro-arco en conjunto con el vulcanismo que generó a la Filita de Tucutunemo, la cual define al terreno homónimo, además de la depositación del protolito del terreno Nirgua al norte de la placa suramericana durante el proceso de ruptura de Pangea.

En el Jurásico se conforman los márgenes continentales de la Placa Suramericana y se consolida la placa oceánica Proto-Caribe; el terreno Tinaco sufre alteraciones por fluidos magmáticos e hidrotermales por la subducción de la Placa Farallón por debajo de la Placa Suramericana, dando origen a las Apófisis de Gabro, Hornblenditas y Dioritas, además de la depositación de las Metavolcanosedimentarias de las Placitas. En el margen al norte de la Placa Suramericana, se inició la depositación del protolito de la Formación Cojedes II que conforma al terreno Agua Blanca.

Durante el Cretácico Temprano culmina la depositación de rocas sobre el terreno Tinaco con la Formación Mamonal, simultáneamente se generan las Lavas de Tiramuto, pertenecientes al terreno San Sebastián, el cual forma parte del arco de islas formado por la subducción intraoceánica de la Placa Proto-Caribe por debajo de la placa Caribe, esta última fragmenta al terreno Tinaco y comienza a arrastrarlo hacia el este.

En el Cretácico Tardío se depositó el protolito del Esquistos de Las Mercedes, del terreno homónimo, en las cuencas anóxicas del margen pasivo del norte de Suramérica. De igual forma, durante la transgresión, se depositó la Formación Mucaria en un ambiente epicontinental, luego en el Maastrichtiense, se inició una regresión diacrónica a la colisión de las placas Caribe y Suramericana, propiciando la depositación de la Formación Guárico, las cuales conforman a la Napa Piemontina.

Del Paleoceno al Eoceno, producto de la colisión de las placas, comienza el emplazamiento de las fajas alóctonas y parautoctonas, iniciando la imbricación y continuando el metamorfismo de las fajas Ávila y Caracas, seguido del adosamiento de las fajas Caucaagua – El Tinaco y Villa de Cura, ocurriendo diacrónicamente de oeste a este. En el Eoceno medio comienza la subducción de ángulo bajo de la Placa Caribe por debajo de la Placa Suramericana, lo cual emplaza al prisma de acreción del arco volcánico, formando de esta manera el Olistostromo de Platillón a través de la depositación de las formaciones Corozal, Sabana Larga y Orupe.

Desde el Oligoceno al Holoceno el paso de la Placa Caribe sobre el norte de Suramérica, en su régimen transpresivo, generó sistemas de fallas transcurrente dextrales y levantamientos de los bloques tectónicos conformados por las fajas, exhumando rápidamente a las fajas geológicas de las serranías del litoral y el interior. Los sistemas de fallas alcanzaron su disposición actual, siendo la falla de Tucuragua asociada al sistema Yacambú – La Victoria, y la falla El Pao las principales estructuras activas en la actualidad en el área estudiada.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Consideraciones generales	1
1.2 Ubicación y extensión del área de estudio	1
1.3 Planteamiento del problema	3
1.4 Justificación y alcance.	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Antecedentes geológicos	4
1.7 Marco metodológico	9
<b>2. GEOLOGÍA REGIONAL</b>	<b>10</b>
2.1 Consideraciones regionales	10
2.2 Marco litológico	13
2.3 Marco estructural	22
2.4 Evolución tectono-estratigráfica	26
<b>3. GEOLOGÍA LOCAL</b>	<b>32</b>
3.1 Generalidades	32
3.2 Cartografía geológica	35
3.2.1 Terreno Ávila	38
3.2.2 Terreno Nirgua	38
3.2.3 Terreno Las Mercedes	38
3.2.4 Terreno Agua Blanca	39
3.2.5 Terreno Tinaco	40
3.2.6 Terreno Tucutunemo	40
3.2.7 Terreno San Sebastián	40
3.2.8 Napa Piemontina	41
3.2.9 Olistostromo de Platillón	41
3.2.10 Depósitos cuaternarios	42
3.2.11 Simbología litológica, estructuras y toponimia.	42
3.3 Unidades litológicas	43
3.3.1 Faja Caucagua – El Tinaco / Terreno Tinaco.	44
3.3.1.1 Peridotita de Tinaquillo (tqa-tqb)	44
3.3.1.2 Apófisis de gabro (JKg)	50
3.3.1.3 Gneis de La Aguadita (NPla – NPlac – NPlad – NPlay)	53
3.3.1.4 Metatrondhjemita de La Gloria (NPlg)	67

	<b>Pág.</b>
3.3.2 Faja Villa de Cura / Terreno San Sebastián . . . . .	73
3.3.2.1 Lavas de Tiramuto (K1t) . . . . .	73
3.3.3 Faja Piemontina / Olistostromo de Platillón . . . . .	76
3.3.3.1 Formación Sabana Larga (E1E2sl) . . . . .	76
3.3.3.2 Formación Corozal (E1E2c) . . . . .	83
3.4 Geología estructural . . . . .	87
3.4.1 Fallas de corrimiento . . . . .	87
3.4.2 Fallas de alto ángulo. . . . .	89
3.4.3 Pliegues . . . . .	91
3.4.4 Cortes geológicos. . . . .	92
<b>4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES . . . . .</b>	<b>100</b>
4.1 Interpretaciones cartográficas . . . . .	100
4.2 Interpretaciones litológicas y petrográficas . . . . .	112
4.3 Interpretaciones estructurales . . . . .	119
4.4 Historia geológica . . . . .	122
<b>5. SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>128</b>
5.1 Sumario y conclusiones . . . . .	128
5.2 Recomendaciones . . . . .	131
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .</b>	<b>132</b>
<b>APÉNDICE A: MARCO METODOLÓGICO . . . . .</b>	<b>139</b>
A.1 Fase I: Recopilación de información bibliográfica . . . . .	139
A.2. Fase II: Trabajo de campo . . . . .	140
A.3: Fase III: Trabajo de laboratorio . . . . .	141
A.3.1 Elaboración de mapas geológicos . . . . .	141
A.3.2 Estudio petrográfico de muestras litológicas. . . . .	142
<b>APÉNDICE B: GEOGRAFÍA FÍSICA. . . . .</b>	<b>144</b>
B.1 Fisiografía y morfología . . . . .	144
B.2 Hidrografía . . . . .	146
B.3 Clima . . . . .	148
B.4 Vegetación . . . . .	149
B.6 Geomorfología . . . . .	149

	<b>Pág.</b>
<b>APÉNDICE C: MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE LAS</b>	
<b>ROCAS.</b> . . . . .	150
C.1 Clasificaciones para rocas sedimentarias. . . . .	150
C.1.1 Clasificación para rocas clásticas o detríticas: Conglomerados y areniscas. . . . .	153
C.1.2 Clasificación para rocas de origen químico: Carbonatos y mezclas . . .	156
C.1.2.1 Clasificación de rocas carbonáticas según FOLK (1962) . . . . .	156
C.1.2.2 Clasificación según DUNHAM (1962) . . . . .	157
C.1.2.3 Clasificación según MOUNT (1985) y MÉNDEZ (2009) . . . . .	157
C.2 Clasificaciones para rocas metamórficas . . . . .	159
C.2.1 Clasificación para rocas metasedimentarias . . . . .	160
C.2.2 Clasificación para rocas cataclásticas . . . . .	160
C.2.3 Clasificación para rocas miloníticas . . . . .	160
C.3 Clasificaciones para rocas ígneas . . . . .	161
C.3.1 Clasificación de rocas plutónicas . . . . .	162
C.3.2 Clasificación de rocas volcánicas . . . . .	162
C.4. Planillas petrográficas utilizadas . . . . .	163
<b>APÉNDICE D: SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍAS</b> . . . . .	168
<b>ANEXOS</b> . . . . .	185

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio. . . . .	2
Figura 1.2 Área de estudio (Medero, R.) y su ubicación respecto a otras TEG pertenecientes a las “Investigaciones Geológicas al norte de Venezuela”. . . . .	2
Figura 1.3 Esquema de la metodología utilizada para elaborar el presente trabajo. .	9
Figura 2.1 Subdivisión geográfica del norte de Venezuela utilizada por URBANI (2013). . . . .	10
Figura 2.2 Distribución de los terrenos de la Cordillera de la Costa. URBANI (2013). . . . .	23
Figura 2.3 Origen de los terrenos alóctonos. Tomado de WRIGHT & WYLD (2011) en URBANI (2012). . . . .	28
Figura 2.4 Migración de la Placa Caribe hacia el este en el norte de la Placa Suramericana. Tomado y modificado de URBANI (2012), a su vez de PINDEL <i>et al.</i> (2005). . . . .	29
Figura 2.5 Colisión de la Placa Caribe y la Placa Sudamericana entre el Eoceno y el Oligoceno. Adaptado de PINDELL <i>et al.</i> (2005). . . . .	30
Figura 2.6 Supersecuencias A hasta F de la evolución geotectónica de Venezuela. (Tomado y modificado de PARNAUD, 1995). . . . .	31
Figura 3.1 Superficie ocupada por los terrenos geológicos en la zona de estudio. .	37
Figura 3.2 Extensión de la Peridotita de Tinaquillo (tqa-tqb) dentro del área de estudio. . . . .	45
Figura 3.3 Afloramiento de la Peridotita de Tinaquillo (tqb) al este de la localidad de La Pica. Punto Co-14-200. . . . .	46
Figura 3.4 Peridotita de Tinaquillo, zona de granulitas con textura milonítica (tqb). A) Muestra de peridotita Co-14-217AS. B) Muestra de granulita Co-14-217DR. . . . .	47
Figura 3.5 Peridotita de Tinaquillo (tqa) Muestra de Serpentinita Co-14-217AS. .	48
Figura 3.6 Peridotita de Tinaquillo (tqa). Muestra de Gabro charnockítico cataclástico Co-14-217DR. . . . .	49
Figura 3.7 Extensión de los cuerpos intrusivos de gabro (JKg) dentro del área de estudio. . . . .	50
Figura 3.8 Apófisis de gabro (JKg). Muestra de gabro Co-14-218A. . . . .	51
Figura 3.9 Apófisis de Gabros (JKg). Muestra de Granulita máfica milonítica Co-14-218A. . . . .	52
Figura 3.10 Extensión del gneis de La Aguadita. Subunidades NPlac, NPlad, NPla, NPlay. . . . .	54
Figura 3.11 Gneis de La Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad) al oeste de la localidad de Caja de Agua. Punto CO-14-201. Afloramiento intervenido por la vegetación. . . . .	56
Figura 3.12 Gneis de La Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad) al oeste de la localidad de Caja de Agua. Punto CO-14-202. Afloramiento fuertemente diaclasado. . . . .	56

	<b>Pág.</b>
Figura 3.13 Gneis de La Aguadita, Granulitas félsicas a máficas (NPlad). A) Muestra de gneis Co-14-216AR, B) Muestra de granofel CO-14-216BR, C) Muestra de gneis CO-14-216DR. . . . .	57
Figura 3.14 Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad). Muestra de Gneis granatífero – epidótico – cuarzoso Co-14-216AR.	59
Figura 3.15 Gneis de la Aguadita - Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad). Muestra de Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico Co-14-216BR. . . . .	60
Figura 3.16 Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad). Muestra de Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso Co-14-216DR. Augita fracturada, exhibiendo un deformado maclado polisintético. . . . .	61
Figura 3.17 Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad). Muestra de Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso Co-14-216DR. Cristales de plagioclasa y augita en proceso de alteración a epidoto. . . . .	62
Figura 3.18 Gneis de La Aguadita, S.s. (NPla). Muestra de gneis Co-14-215B. . . . .	63
Figura 3.19 Gneis de la Aguadita – Sensu stricto s.s. (NPla) Muestra de Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso Co-14-215B. . . . .	64
Figura 3.20 Afloramiento del Gneis de La Aguadita en la Zona de inyección (NPlay) al oeste de la localidad de Cañaote. Punto Co-14-211. . . . .	65
Figura 3.21 Afloramiento del Gneis de La Aguadita en la Zona de inyección (NPlay) en el río Tinaco, en la localidad de Camoruco. Punto Co-14-214. . . . .	65
Figura 3.22 Gneis de La Aguadita, Zona de inyección (NPlay). Muestra de gneis Co-14-214A. . . . .	66
Figura 3.23 Gneis de la Aguadita – Zona de inyección (NPlay). Muestra de Gneis hornblendo-epidótico-clorítico Co-14-214AS. . . . .	67
Figura 3.24 Extensión de la Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg) dentro del área de estudio. . . . .	68
Figura 3.25 Afloramiento de la Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg) al sureste de la localidad de El Topo. Punto Co-14-213. . . . .	69
Figura 3.26 Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg). A) Muestra de metatrandhjemita Co-14-212B, B) Muestra de metatrandhjemita Co-14-213A. . . . .	70
Figura 3.27 Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg). Muestra de Metatrandhjemita protocataclástica Co-14-212B. . . . .	71
Figura 3.28 Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg). Muestra de Metatrandhjemita protocataclástica Co-14-213A. . . . .	72
Figura 3.29 Extensión de las Lavas de Tiramuto (K1t) en el área de estudio. . . . .	73
Figura 3.30 Lavas de Tiramuto (K1t) Afloramiento de bloques de la unidad en las inmediaciones de cerro Gordo, al oeste del cerro Tiramuto. Punto Co-14-205. . . . .	74
Figura 3.31 Lavas de Tiramuto (K1t). Muestra de basalto Co-14-205A. . . . .	75

	<b>Pág.</b>
Figura 3.32 Lavas de Tiramuto (K1t). Muestra de basalto augítico porfídico Co-14-205AS. . . . .	76
Figura 3.33 Extensión de la Formación Sabana Larga (E1E2sl) en el área de estudio.	77
Figura 3.34 Formación Sabana Larga (E1E2sl) Afloramiento en río Tinaco, al sur de la ciudad de Tinaco. Punto Co-14-204. . . . .	78
Figura 3.35 Formación Sabana Larga (E1E2sl) Afloramiento en quebrada Parapara, al oeste de la localidad de Cañaote. Punto Co-14-209. . . . .	79
Figura 3.36 Formación Sabana Larga (E1E2sl). A) Muestra de brecha Co-14-204B, B) Muestra de brecha Co-14-209B. . . . .	79
Figura 3.37 Formación Sabana Larga (E1E2sl). Muestra de Dacita porfídica Co-14-204B. Cristal euhedral maclado de augita sometido a alteración.	80
Figura 3.38 Formación Sabana Larga (E1E2sl). Muestra de Dacita porfídica CO-14-204B. . . . .	81
Figura 3.39 Formación Sabana Larga (E1E2sl). Muestra de Dacita porfídica protocataclástica. Co-14-209B. . . . .	82
Figura 3.40 Extensión de la Formación Corozal (E1E2c) en el área de estudio. . . . .	83
Figura 3.41 Formación Corozal (E1E2c). Afloramiento al noroeste de la localidad de Los Rastrojos. Punto Co-14-208. . . . .	84
Figura 3.42 Formación Corozal (E1E2c). Muestra de caliza Co-14-208B. . . . .	85
Figura 3.43 Formación Corozal (E1E2c) Muestra de arcilita micrítica. Co-14-208B.	86
Figura 3.44 Estructuras de Fallas de Corrimiento en el área de estudio. . . . .	87
Figura 3.45 Estructuras de Fallas de alto ángulo en el área de estudio. . . . .	90
Figura 3.46 Estructuras plegadas en el área de estudio. . . . .	91
Figura 3.47 Corte geológico estructural 1. . . . .	93
Figura 3.48 Corte geológico estructural 2. . . . .	93
Figura 3.49 Corte geológico. Sección a-a'. Modificado de BLIN (1989). . . . .	94
Figura 3.50 Corte geológico. Sección b-b'. Modificado de STEPHAN (1982). . . . .	95
Figura 3.51 Corte geológico. Sección c-c'. Modificado de BLIN (1989). . . . .	96
Figura 3.52 Corte geológico. Sección d-d'. Modificado de BLIN (1989). . . . .	96
Figura 3.53 Corte geológico. Sección e-e'. Modificado de STEPHAN (1982). . . . .	97
Figura 3.54 Corte geológico. Sección f-f'. Modificado de STEPHAN (1982). . . . .	97
Figura 3.55 Corte geológico. Sección g-g'. Modificado de STEPHAN (1982). . . . .	98
Figura 3.56 Corte geológico. Sección h-h'. Modificado de BLIN (1989). . . . .	98
Figura 3.56 Corte geológico. Sección i-i'. Modificado de BLIN (1989). . . . .	99
Figura 4.1 Disposición de los 16 mapas a escala 1:25.000 en la zona de estudio	111
Figura 4.2 Afloramiento de las fajas y su origen. . . . .	119
Figura 4.3 Ruptura de Pangea en el Jurásico. Modificado de PINDELL <i>et al.</i> (2005).	123
Figura 4.4 Terreno Tinaco durante el Jurásico. Modificado de MUKASA <i>et al.</i> (2007).	123
Figura 4.5 Terreno Tinaco en el Cretácico Modificado de MUKASA <i>et al.</i> (2007). . . . .	124
Figura 4.6 Inicio de la colisión de la Placa Caribe con la Placa Suramericana durante el Cretácico Tardío (Campaniense). Modificado de SMITH <i>et al.</i> (1999).	125
Figura 4.7 Colisión de la Placa Caribe y Suramérica Modificado de PINDELL (1999).	126
Figura 4.8 Configuración actual de la Placa Caribe y Placa Suramericana. Tomado de PINDELL <i>et al.</i> (2005). . . . .	127

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1	Subdivisión de los sistemas montañosos por fajas y terrenos. Tomado y modificado de URBANI (2013). . . . .	11
Tabla 2.2	Unidades pertenecientes a la Faja Villa de Cura – Terreno San Sebastián.	13
Tabla 2.3	Unidades pertenecientes a la Faja Caracas – Terreno Agua Blanca. . . . .	13
Tabla 2.4	Unidades pertenecientes a la Faja Caracas – Terreno Las Mercedes.. . . .	14
Tabla 2.5	Unidades pertenecientes a la Faja Ávila – Terreno Ávila. . . . .	14
Tabla 2.6	Unidades pertenecientes a la Faja Ávila – Terreno Nirgua. . . . .	15
Tabla 2.7	Unidades pertenecientes a la Faja Piemontina – Napa Piemontina. . . . .	16
Tabla 2.8	Unidades pertenecientes a la Faja Piemontina – Olistostromo de Platillón.	17
Tabla 2.9	Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tucutunemo. . . . .	18
Tabla 2.10.a	Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tinaco. . . . .	18
Tabla 2.10.b	Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tinaco. . . . .	19
Tabla 2.10.c	Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tinaco. . . . .	20
Tabla 2.10.d	Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tinaco. . . . .	21
Tabla 3.1.	Terrenos alóctonos y sus respectivas unidades geológicas aflorantes en la zona de estudio. . . . .	33
Tabla 3.2	Terrenos y napas para autóctonos aflorantes en la zona de estudio.. . . .	34
Tabla 3.3	Unidades cuaternarias. . . . .	34
Tabla 3.4	Muestras tomadas de la Peridotita de Tinaquillo. . . . .	44
Tabla 3.5	Composición mineralógica (%). Serpentinita – Muestra Co-14-217AS.	48
Tabla 3.6	Composición mineralógica (%). Gabro charnockítico cataclástico - Muestra Co-14-217DR. . . . .	49
Tabla 3.7	Muestras de gabro que intrusionan la Peridotita de Tinaquillo. . . . .	50
Tabla 3.8	Composición mineralógica (%). Granulita máfica milonítica - Muestra Co-14-218A. . . . .	52
Tabla 3.9	Muestras tomadas del Gneis de La Aguadita “G L.A” (NPlad, NPla, NPlay). . . . .	53
Tabla 3.10	Composición mineralógica (%). Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso - Muestra Co-14-216AR. . . . .	58
Tabla 3.11	Composición mineralógica (%). Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico – Muestra Co-14-216BR. . . . .	60
Tabla 3.12	Composición mineralógica (%). Gneis granulítico granatífero-augítico cuarzoso – Muestra Co-14-216DR. . . . .	61
Tabla 3.13	Composición mineralógica (%). Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso – Muestra Co-14-215B. . . . .	63
Tabla 3.14	Composición mineralógica (%). Gneis hornblendo-epidótico-clorítico – Muestra Co-14-215B. . . . .	66
Tabla 3.15	Muestras tomadas de la Metatrondhjemita de La Gloria (NPlg).	67
Tabla 3.16	Composición mineralógica (%). Metatrondhjemita protocataclástica - Muestra Co-14-212B. . . . .	70
Tabla 3.17.	Composición mineralógica (%). Metatonalita protocataclástica – Muestra Co-14-213A. . . . .	72

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.18 Muestras tomadas de las Lavas de Tiramuto (K1t). . . . .	73
Tabla 3.19 Composición mineralógica (%). Basalto augítico porfídico – Muestra Co-14-205AS. . . . .	75
Tabla 3.20 Muestras tomadas en la Formación Sabana Larga (E1E2sl). . . . .	76
Tabla 3.21 Composición mineralógica (%). Dacita porfídica – Muestra Co-14-204B.	80
Tabla 3.22 Composición mineralógica (%). Dacita porfídica protocataclástica Muestra Co-14-209B. . . . .	82
Tabla 3.23 Muestras litológicas tomadas en la Formación Corozal (E1E2c).	83
Tabla 3.24 Componentes (%).Arcilita micrítica – Muestra Co-14-208B. . . . .	85
Tabla 4.1.a. Aportes cartográficos geológicos (La Victoria / Laguna Alta / Miraflores).	105
Tabla 4.1.b. Aportes cartográficos geológicos (La Aguadita / La Pica) . . . . .	106
Tabla 4.1.c. Aportes cartográficos geológicos (Las Tres Personas / Agua Amarilla).	107
Tabla 4.1.d. Aportes cartográficos geológicos (Curiepe / La Amarilla) . . . . .	108
Tabla 4.1.e. Aportes cartográficos geológicos (Tierra / La Aguadita 2) . . . . .	109
Tabla 4.1.f. Aportes cartográficos geológicos (Las Cañadas / El Cacao) . . . . .	110
Tabla 4.1.g. Aportes cartográficos geológicos (San Carlos / Tinaco). . . . .	111
Tabla 4.1.h. Aportes cartográficos geológicos (Las Peonías) . . . . .	112
Tabla 4.2 Resumen de muestras tomadas en el terreno Tinaco. . . . .	113
Tabla 4.3 Muestras tomadas en el terreno San Sebastián. . . . .	115
Tabla 4.4 Resumen de muestras tomadas en el Olistostromo de Platillón. . . . .	116
Tabla 4.5 Origen y metamorfismo de los terrenos parautóctonos. . . . .	117
Tabla 4.5 Origen y metamorfismo de los terrenos alóctonos. . . . .	118

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La realización del presente Trabajo Especial de Grado forma parte de los proyectos LOCTI, en el marco de las Investigaciones Geológicas en el norte de Venezuela, los cuales son coordinados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y ejecutados con la colaboración de la Universidad Central de Venezuela (UCV).

El propósito fundamental de este trabajo es integrar la cartografía geológica en la región Palmichal – Tinaco, en los estados Yaracuy y Cojedes respectivamente. La articulación entre el trabajo geológico de campo, los análisis petrográficos, la revisión minuciosa de la bibliografía existente y la compilación cartográfica permitirá generar 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico a escala 1:100.000 totalmente actualizados.

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados para estudios tectono-estratigráficos (de orden regional) de las distintas unidades y proponer una interpretación de la tectónica que explique su distribución espacial.

### 1.2 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio forma un polígono irregular, cubriendo un área de aproximadamente 1.930 km<sup>2</sup> ubicado en el occidente de Venezuela, correspondiente al área de 16 mapas topográficos a escala 1:25.000.

Comprende el sector sureste del estado Yaracuy, al sur de la localidad de Nirgua y la parte noroeste del estado Cojedes, incluyendo la ciudad de San Carlos, la cual es capital del estado, como se muestra en la Figura 1.1.

En la Figura 1.2 se observa la ubicación del área de estudio respecto a los proyectos colindantes, enmarcados en las “Investigaciones Geológicas al norte de Venezuela”.

El polígono se circunscribe dentro de las siguientes coordenadas:

- Coordenadas Oeste: 68°45'00" - 68°15'00"
- Coordenadas Norte: 10°5'00" - 9°40'00"

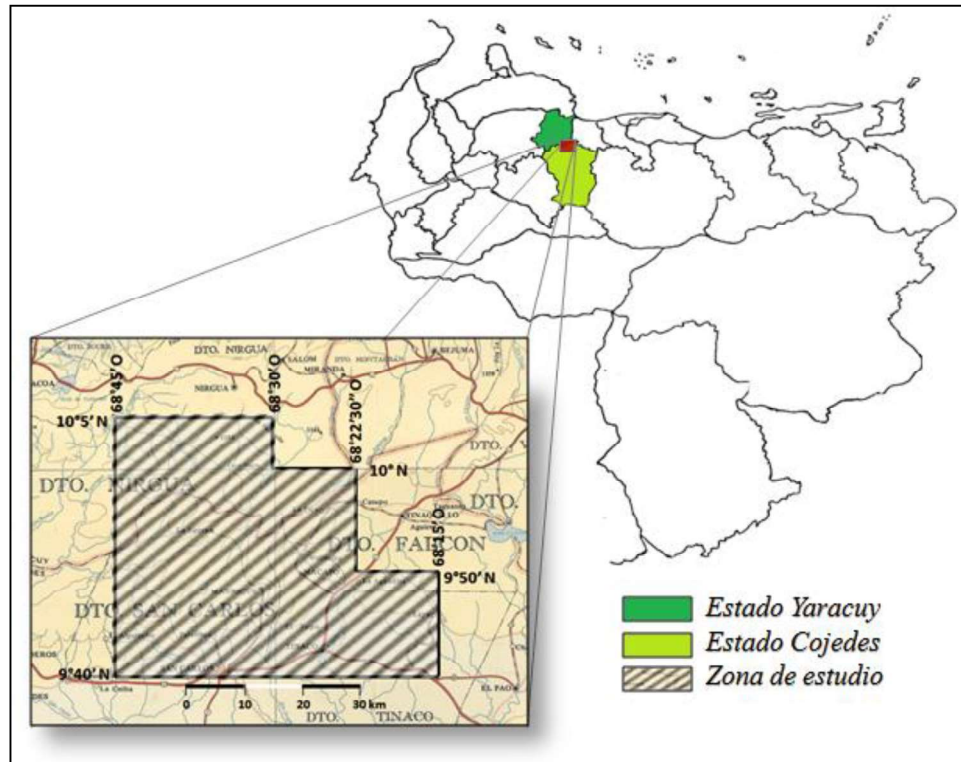


Figura 1.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.

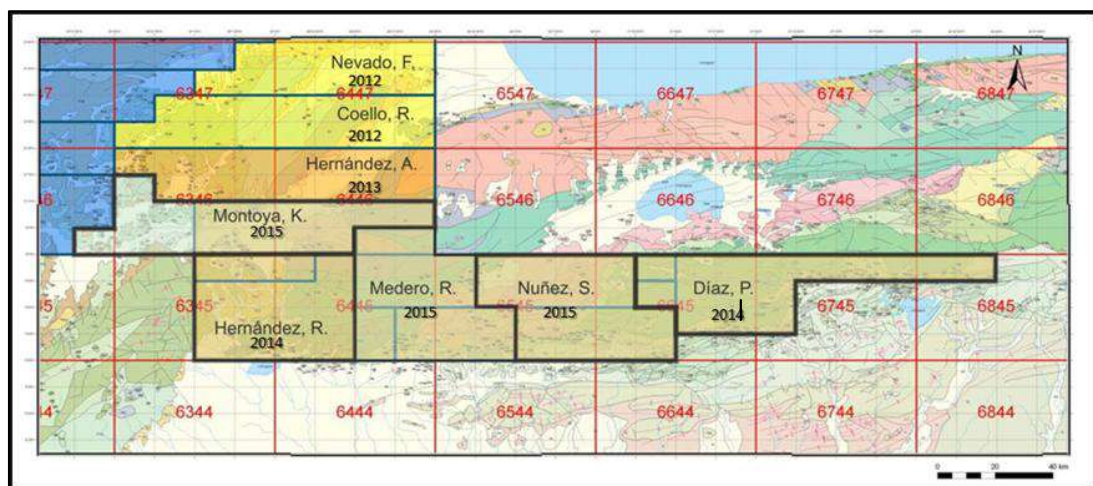


Figura 1.2 Área de estudio (Medero, R.) y su ubicación respecto a otras TEG pertenecientes a las “Investigaciones Geológicas al norte de Venezuela”  
La zona abarca 16 mapas a escala 1:25.000.

### 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso adecuado del territorio nacional requiere la existencia de sistemas de información espacial que expresen características topográficas y geológicas del terreno. La ausencia de una base de datos geológicos actualizados en formato de mapas a escala 1:25.000 da lugar a la ejecución de proyectos dirigidos a integrar y actualizar la cartografía geológica de las regiones dentro del área geográfica nacional, la región Palmichal-Tinaco, estados Yaracuy y Cojedes respectivamente, forma parte de dichos proyectos.

El uso de nuevas tecnologías y metodologías en el ámbito de las geociencias suponen la posibilidad de actualizar los datos geológicos que fueron interpretados en el pasado.

### 1.4 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente Trabajo forma parte de los proyectos LOCTI, en el marco de las Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela y bajo el nombre de “Proyecto Yaracuy-Cojedes” el cual forma parte de una contribución preestablecida con FUNVISIS, para el municipio Nirgua del estado Yaracuy y los municipios San Carlos, Tinaco y Lima Blanco pertenecientes al estado Cojedes, cuyo propósito está orientado a que se pueda disponer de una base geológica que permita el diseño de planes de ordenación del territorio, infraestructura, actividades económicas, entre otras. El aprovechamiento óptimo del territorio de un país depende en gran medida del conocimiento geológico del mismo.

Actividades como la minería, agricultura, obras civiles y otras, exigen para su eficiente desarrollo el uso de los grandes aportes de los estudios geológicos. En este orden de ideas, los trabajos previos fueron incorporados a fin de corroborar o aportar información actualizada a la ya existente de forma oficial.

Los resultados obtenidos podrán formar parte importante de estudios tectono-stratigráficos (de orden regional) y proponer nuevas interpretaciones en este campo de estudio.

El alcance viene establecido por la generación de 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000, actualizados, del sector Sur-oriental del estado Yaracuy y Noroccidental del estado Cojedes.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo general

Integrar la cartografía geológica de la región Palmichal – Tinaco, estados Yaracuy y Cojedes, conjugando los datos ya existentes con los recopilados en campo.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Compilar la información topográfica y geológica de los trabajos previos realizados por diferentes autores, así como la obtenida durante el trabajo de campo ejecutado en la zona de estudio, para efectuar la revisión y/o redefinición de los contactos de las unidades geológicas, logrando de esta forma la actualización y vectorización de la cartografía topográfica y geológica de la región.
- Analizar petrográficamente las muestras colectadas en la zona de estudio para actualizar la clasificación de las unidades litológicas que allí se encuentren.
- Elaborar 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 de la zona de estudio a partir de la integración cartográfica de mapas topográficos y geológicos de la zona publicados anteriormente y las observaciones propias obtenidas durante el trabajo de campo.
- Integrar la información de los mapas geológicos a escala 1:25.000 en un mapa geológico a escala 1:100.000.

## 1.6 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

RENZ & SHORT (1960), realizan la cartografía geológica y la comparación estratigráfica entre la secuencia de rocas cretácicas ligeramente metamorfizadas de la zona comprendida entre San Carlos y Acarigua, depositada en una cuenca, y otra más al este que aflora entre San Carlos y El Pao, depositada sobre los flancos del macizo de Tinaco. Entre las principales observaciones, los autores introducen y describen la Formación Mucaria, dicha secuencia presenta un leve metamorfismo en la sección oeste, mientras que hacia el macizo de Tinaco no presenta metamorfismo ocupando vastas áreas, asociadas a un hiato estratigráfico entre las formaciones Mucaria y “Querecual”. Los autores enriquecen su trabajo agregando la historia de la depositación de las secuencias y otros procesos que

explican el origen de los afloramientos. Describieron y cartografiaron las formaciones Cojedes, Orupe, Mucaria, Guárico y “Querecual”, y el Complejo El Tinaco, entre otras.

MENÉNDEZ (1965), realizó estudios geológicos en el área de Tinaco con el fin de determinar las distintas fases evolutivas que dieron origen a la formación de un sistema montañoso tipo Alpino. En este estudio, analizó y cartografió de manera detallada el Complejo El Tinaco (incluyendo el Esquisto de Tinapú y Gneis de La Aguadita), las intrusiones de trondhjemitita, las formaciones Pilacones, Paracotos y Las Placitas.

MENÉNDEZ (1966), propone la subdivisión de la Cordillera de la Costa en un sistema conformado por 4 fajas: Faja de la Cordillera de la Costa, Faja de Caucagua-El Tinaco, Faja de Paracotos y Faja de Villa de Cura.

MACKENZIE (1966), genera el mapa geológico de la zona noreste del estado Cojedes. El autor delimita el área que abarca la Peridotita de Tinaquillo, lo cual sirve como punto de partida para estudios posteriores del área.

BUSHMAN (1967), en su obra elaboró un estudio geológico de la región comprendida entre Agua Blanca y San Carlos. Al igual que sus predecesores, RENZ & SHORT (1960), estudió las rocas con bajo metamorfismo de la zona incluyendo al Complejo El Tinaco con la finalidad de evaluar la factibilidad de los yacimientos minerales y su posible valor comercial. Describió las formaciones Araure, Agua Blanca, Cojedes, Mapuey, Mucaria, Guárico, Orupe y Guarumen, con las estructuras geológicas presentes. El autor refiere que hacia el norte, al piedemonte de la Cordillera de la Costa, se observa un aumento en el grado de metamorfismo de las rocas. Incluyó un apartado referido a sedimentos aluvionales, describió las rocas metamórficas al sur de Yaritagua, así como una sección acerca de deslizamientos submarinos.

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968), tomaron algunas consideraciones estratigráficas de la geología de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. En esta obra, se realizaron importantes mapas geológicos ampliamente conocidos y utilizados tomando en cuenta las formaciones Nirgua, Aroa, Los Cristales, Yaritagua y Las Brisas. De igual forma, elaboraron columnas estratigráficas en varias de las regiones enmarcadas dentro de estas consideraciones. Los autores proponen que las descripciones informales de las Formaciones Aroa y Nirgua deben ser incluidas en el Léxico Estratigráfico de Venezuela, realizando un

estudio más detallado de las mismas a fin de hacerlas concordantes con los formatos de la época para ser anexadas en el léxico.

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976), al igual que en trabajos anteriores, realizaron el estudio de la geología del occidente venezolano, enfocándose en este caso en la geología del estado Yaracuy haciendo énfasis en la fisiografía, y la estratigrafía desde sedimentos recientes hasta las litologías más antiguas. De igual forma, se estudió la geología estructural de la Cordillera de la Costa en esa zona y se establecieron correlaciones cronoestratigráficas entre las formaciones litológicas. Dicho trabajo contiene un registro fotográfico de los afloramientos y las características de las rocas así como numerosos mapas geológicos que incluyen la exposición de los sedimentos recientes y su morfología.

GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980), publican un resumen enfocado en la litología y la cartografía geológica de la región norcentral de Venezuela, destacando su evolución sobre la base de la recopilación bibliográfica de diversos autores desde la década de los años 1960. Estos sugieren que debido a la complejidad estructural y estratigráfica se realicen estudios posteriores orientados a conocer a profundidad las implicaciones geológicas referidas de forma somera por ellos.

STEPHAN (1982), en su obra acerca de la geodinámica producto del paso de la Placa Caribe al norte de Venezuela, publica una serie de mapas y cortes geológicos ubicados al este de la ciudad de Tinaco, cercano al Cerro Tiramuto. Los cortes muestran las estructuras geológicas y la disposición en subsuelo de las formaciones Guárico, Mucaria, Orupe, la Brecha Ígnea de Sabana Larga y el Gneis de La Aguadita.

OSTOS (1985), estudia las estructuras de la Peridotita de Tinaquillo, así como su roca caja. Describe los constituyentes principales de esta unidad y sus adyacentes, destacando la yuxtaposición de la Peridotita de Tinaquillo y el Complejo El Tinaco, como consecuencia de la colisión de un arco volcánico con Sudamérica.

BELLIZZIA (1986), describe la Cordillera del norte de Venezuela como un complejo orográfico ubicado en la región norte del país que se extiende desde la región de Barquisimeto hasta la Península de Araya-Paria, definiéndolo como un “edificio tectónico polifásico” comprendido por varias napas de corrimiento que atraviesan la zona que incluye Tinaco y el sur de Yaracuy, el piedemonte, la cordillera de la costa entre otras.

BLIN (1989), en su tesis doctoral estudia el frente de montañas sur de la Cordillera de la Costa desde Acarigua hasta San Francisco de Tiznados, de los cual genera una serie de mapas y cortes geológicos, así como también columnas estratigráficas que incluyen vastas áreas al norte de Cojedes. Los mapas contienen una serie de cortes que van desde el norte de la ciudad de San Carlos y se extienden hacia el este del cerro Tiramuto. Muestra la estructura en el subsuelo de las Formaciones Guárico, Orupe, Mucaria, “Querecual”, la Brecha Ígnea de Sabana Larga, las Lavas de Tiramuto en conjunto con el klippe que forman y el Complejo de Tinaco.

ROJAS (1989), efectuó la cartografía geológica de la zona de contacto entre la Peridotita de Tinaquillo y el Esquisto de las Mercedes.

SEYLER & MATTSON (1989) en su obra efectúan la caracterización petrológica de la Peridotita de Tinaquillo a fin de determinar su evolución termal. En este trabajo, proponen la redefinición de la unidad en dos subunidades, denominadas a y b y establecen el contacto con el Gneis de La Aguadita, al sur de la unidad b, a través de un área del gneis llamado como zona máfica basal y más al sur la zona de Granulitas félsicas a ultramáficas.

SEYLER *et al.* (1998), en su obra acerca de la evolución y metamorfismo relacionado a la Peridotita de Tinaquillo propone la subdivisión de esta en peridotitas con diferencias en su constitución a medida que se extiende hacia el sur dicha unidad. Propone la asociación de la Peridotita con granulitas máficas, definiendo una unidad de complejo basal de la corteza que migra hacia el sur a intercalaciones máficas y félsicas de granulitas.

URBANI (2000), propone la redefinición de algunos términos de rocas ígneas y metamórficas desactualizados. De tal forma que la Formación Paracotos, Las Placitas, Las Mercedes, Pilancones, Las Hermanas, el Grupo Villa de Cura y la Formación Tucutunemo, se denominen como Filita de Paracotos, Filita de Las Placitas, Esquisto de Las Mercedes, Volcánicas de Pilancones, Metavolcánicas de Las Hermanas, Asociación Metavolcanosedimentaria de Villa de Cura y Filita de Tucutunemo respectivamente.

URBANI (2008), realiza una revisión de la nomenclatura utilizada en las unidades de rocas ígneas y metamórficas en la zona norte del país, proponiendo una actualización y adaptándolas a las normas de unidades litodémicas. Redefiniendo a las Formaciones

Nirgua, Las Brisas, Aroa y Mamey, como Complejo Nirgua, Complejo San Julián, Esquisto de Aroa y Esquisto de Mamey respectivamente.

URBANI (2013), integra la información geológica referente a los estudios de la Cordillera de la Costa y redefiniendo sus fajas y propone el uso del término de “terrenos”, considerando zonas con distintas características geológicas dentro de una misma faja tectónica.

HERNÁNDEZ (2014), en su obra realiza la integración geológica de la región Terepaima, Sarare y San Rafael de Onoto, estados Lara, Yaracuy, Portuguesa y Cojedes, la cual se encuentra inmediatamente al oeste del presente trabajo y sigue la misma metodología.

NÚÑEZ (2015), realiza la integración geológica de la región de Tinaquillo, Cachinche y Chaparrote, en los estados Cojedes, Carabobo y Guárico, la cual se encuentra en la zona contigua al este del presente trabajo, aplicando la misma metodología utilizada en este estudio.

MONTOYA (2015), en su obra realiza la integración geológica de la región de Barquisimeto y Chivacoa, en los estados Lara y Yaracuy, la cual se encuentra en el área justo al norte del presente estudio y sigue la misma metodología de este trabajo.

### 1.7 MARCO METODOLÓGICO

A continuación, en la figura 1.3, se detallan las características de cada fase de trabajo, en las cuales se desarrolla el presente estudio:

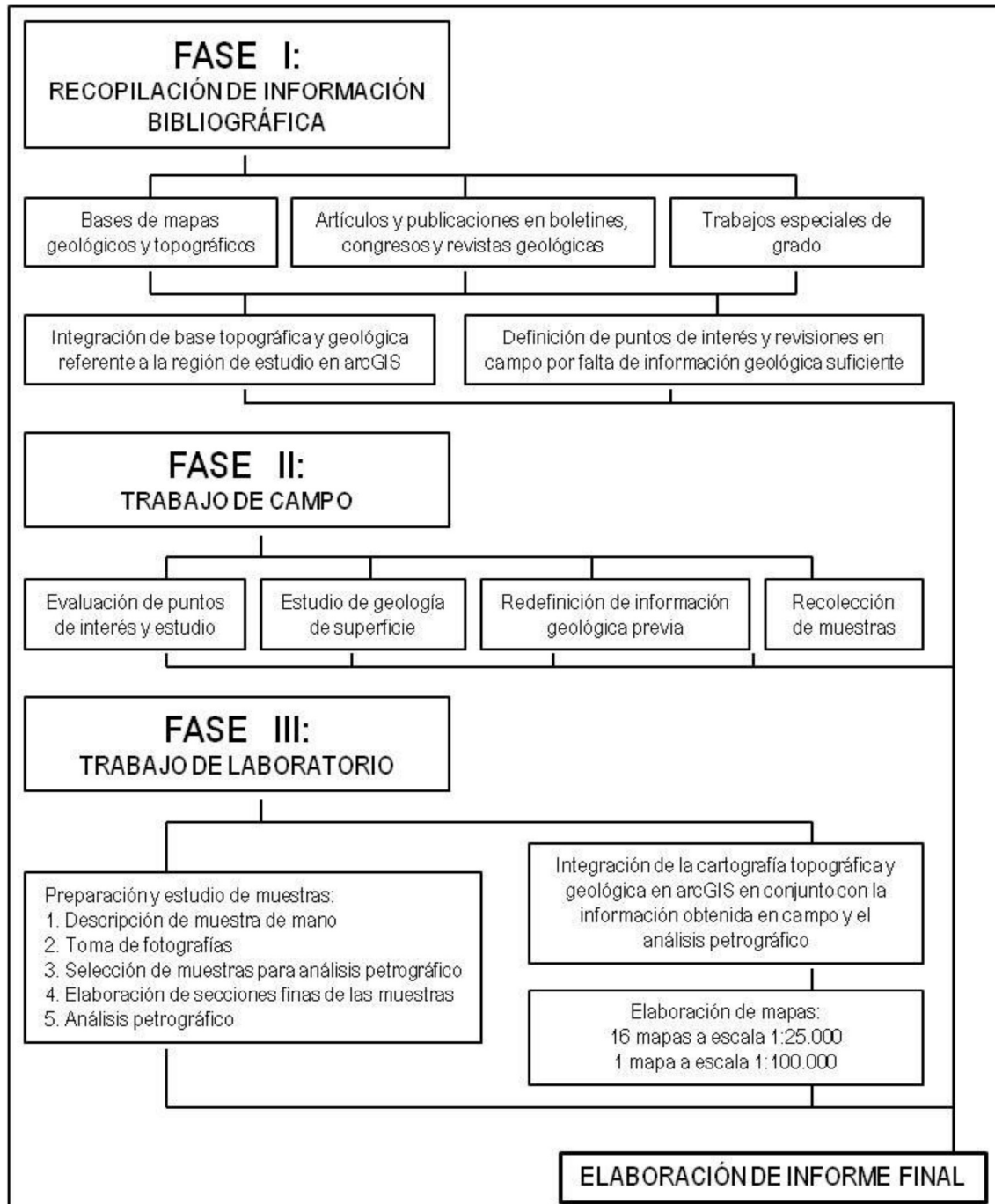


Figura 1.3 Esquema de la metodología utilizada para elaborar el presente trabajo.

Para mayor información, veáse Apéndice A.

## 2. GEOLOGÍA REGIONAL

### 2.1 CONSIDERACIONES REGIONALES

La zona de estudio se encuentra emplazada en el extremo suroccidental de la Cordillera de la Costa, la cual se origina como resultado de la interacción, desde el Cretácico Tardío hasta el presente, del margen norte de la Placa Suramericana con la Placa Caribe.

Las elevaciones montañosas en la zona centro-norte de Venezuela pueden ser subdivididas en tres grandes regiones: la serranía del litoral y la serranía del interior en la zona central, el sistema montañoso de Aroa – Bobare – Yumare, mostradas en la figura 2.1; regiones constituidas por distintos terrenos geológicos, configurados y acrecionados entre sí al norte de la Placa Suramericana.

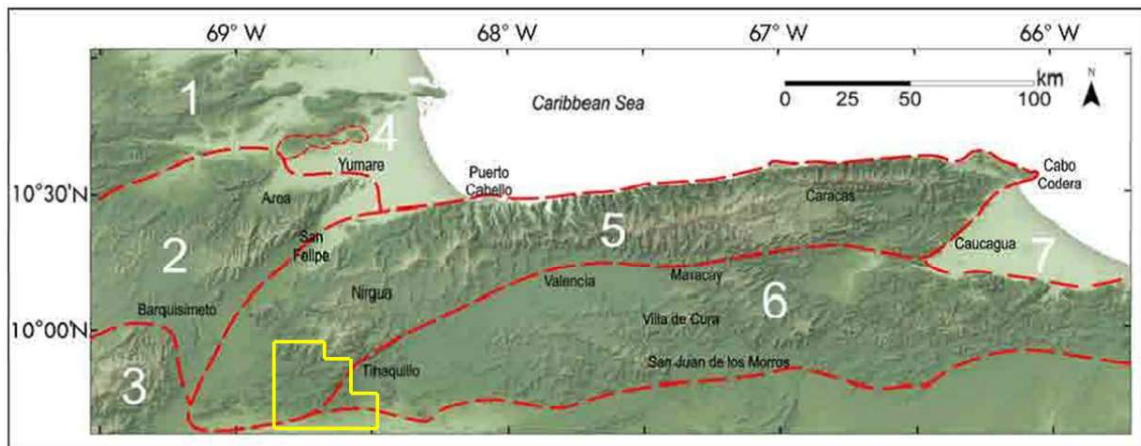


Figura 2.1 Subdivisión geográfica del norte de Venezuela utilizada por URBANI (2013) 1: Falcón. 2: Serranías de Bobare y Aroa. 3: Noreste de los Andes de Mérida con rocas de dominio Caribe. 4: Macizos de Yumare. 5: Serranía del Litoral. 6: Serranía del Interior. 7: Barlovento. Modelo digital de elevación tomado de HACKLEY et al. (2006). EL polígono amarillo enmarca la región de estudio.

La zona de estudio está enmarcada en los extremos occidentales de la Serranía del Litoral y de la Serranía del Interior. El origen de estas estructuras ha sido objeto de estudio de diversos autores. MENÉNDEZ (1966) fue el primero en describir un sistema de fajas tectónicas en el Sistema montañoso del Caribe, identificadas por rasgos estructurales característicos y divididas como: Faja tectónica de la Cordillera de la Costa, Faja de Caucagua-El Tinaco, Faja Paracotos y el bloque alóctono de Villa de Cura.

BELL (1968), STEPHAN (1982), URBANI & OSTOS (1989) reinterpretaron este sistema de fajas y propusieron nuevas subdivisiones del mismo. URBANI (2008) propuso una clasificación más amplia tomando en cuenta diversos mapas geológicos actualizados a la fecha, siendo publicado en el año 2013 (tabla 2.1). La clasificación de los autores se muestra a continuación:

Menéndez (1966), fajas	Stephan (1982), napas	Beck (1986), napas	Urbani & Ostos (1989), fajas	Este trabajo Fajas	Terrenos
Cordillera de la Costa	Margarita-Coastal	Margarita-Coastal	Coastal	Coastal	Tacagua
	Cordillera de la Costa	Cordillera de la Costa	Ávila	Ávila	Carayaca
					Ávila
			Caracas	Caracas	Nirgua
					Agua Blanca
	Caucagua - El Tinaco	Caucagua-El Tinaco	Caucagua-El Tinaco	Caucagua-El Tinaco	Caucagua -El Tinaco
Las Brisas					
El Tinaco - Tucutunemo					
Paracotos	Paracotos	Loma de Hierro	Loma de Hierro	Loma de Hierro	Tacagua (Caucagua)
Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Villa de Cura	Paracotos
					Loma de Hierro
					Villa de Cura
					San Sebastián

Tabla 2.1. Subdivisión de los sistemas montañosos por fajas y terrenos. Tomado y modificado de URBANI (2013)

De acuerdo a este sistema de clasificación, las litologías aflorantes en el área de estudio se encuentran entre las siguientes fajas:

- Faja Ávila (parautóctono):
  - Terreno Nirgua: Complejo Nirgua, Complejo Nirgua II.
  - Terreno Ávila: Complejo Yaritagua.
- Faja Caracas (parautóctono):
  - Terreno Agua Blanca: Formación Cojedes II.
  - Terreno Las Mercedes: Esquisto de Las Mercedes y cuerpos de Serpentina.
- Faja Villa de Cura (alóctono):
  - Terreno San Sebastián: Lavas de Tiramuto.

➤ Faja Piemontina (parautóctono):

- Napa Piemontina: Formación Guárico y Formación Mucaria.
- Olistostromo de Platillón: Formación Orupe, Formación Sabana Larga, Formación Corozal.

➤ Faja Caucagua – El Tinaco (alóctono):

- Terreno Tinaco - Tucutunemo: Formación Mamonal, Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, Diques de Diorita, Apófisis y diques de Hornblendita, Apófisis de Gabro, Esquisto de Tinapú, Metatrondhjemita de La Gloria, Gneis de La Aguadita, Peridotita de Tinaquillo, Serpentinita de San Antonio.

- Terreno Tucutunemo: Filita de Tucutunemo.

De igual forma afloran cuerpos de Serpentinita sin nombramiento formal en el Terreno Las Mercedes. Hacia el sur, se encuentran amplios depósitos de material sedimentario de edad reciente que rodean y cubren en su mayor parte a las rocas de la Faja Piemontina.

La zona de estudio se encuentra dividida geológicamente mediante amplios corrimientos, y fallas de alto ángulo que superponen entre sí a las fajas y a los terrenos. Destacándose entre estos se encuentra el Corrimiento de Manrique, el cual superpone la Faja de Caucagua – El Tinaco sobre la Faja Caracas y Ávila; la Falla El Pao pone en contacto a ambas fajas con la Faja Piemontina al sur del área de estudio. Las Lavas de Tiramuto, del Terreno San Sebastián se emplazan sobre la Faja Piemontina, conformando el Klippe de Tiramuto al este de la ciudad de Tinaco.

## 2.2 MARCO LITOLÓGICO

En la zona de estudio afloran unidades de los tres tipos litológicos y comprenden edades desde el Neoproterozoico hasta el Holoceno (tablas 2.2 a 2.10). La definición de unidades se estableció tomando en cuenta la descripción de autores previos y se han modificado sus siglas siguiendo los parámetros de la actual Carta Internacional de Estratigrafía del IUGS.

Tabla 2.2 Unidades pertenecientes a la Faja Villa de Cura – Terreno San Sebastián

<b>FAJA VILLA DE CURA</b>	<b>TERRENO SAN SEBASTIÁN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Lavas de Tiramuto</b>
		<b>Nomenclatura</b>	K1t
		<b>Edad</b>	Cretácico Temprano
		<b>Litología</b>	De acuerdo a MENENDEZ (1965), está compuesta por un conjunto de metatobas líticas básicas, metatobas vítricas líticas y lavas básicas, junto con limolitas tobáceas y lutitas ftaníticas.
		<b>Consideraciones históricas</b>	El término fue introducido por MENENDEZ (1965), para describir las rocas volcánicas suprayacentes a la Formación Paracotos, en la región de El Tinaco. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976), discutieron edad y correlación. GONZÁLEZ DE JUANA <i>et al.</i> (1980), presentaron un resumen de lo publicado.

Tabla 2.3 Unidades pertenecientes a la Faja Caracas – Terreno Agua Blanca

<b>FAJA CARACAS</b>	<b>TERRENO AGUA BLANCA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Formación Cojedes II</b>
		<b>Nomenclatura</b>	J3K1c2
		<b>Edad</b>	Jurásico Tardío (Tithoniense) – Cretácico Temprano
		<b>Litología</b>	La unidad está constituida esencialmente por esquisto cuarzo - sericítico, en capas lenticulares, metaconglomerados con fragmentos de mármol, filita y arenisca; metaconglomerados carbonáticos arcósicos y mármol arenáceo conglomerático arcósico; metareniscas carbonática y feldespática de grano grueso a medio.
		<b>Consideraciones históricas</b>	Este término fue introducido por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) para designar la unidad superior de la Formación Los Cristales, definida por BUSHMAN (1959). Los autores originales en 1968 recomendaron sustituir este nombre por el de Los Cristales. BELLIZZIA (1968) acogió este criterio. SKERLEC (1979) la considera perteneciente al "Grupo Los Cristales o Grupo Caracas".

Tabla 2.4 Unidades pertenecientes a la Faja Caracas – Terreno Las Mercedes

FAJA CARACAS	TERRENO LAS MERCEDES	<i>Unidades</i>	<b>Esquisto de Las Mercedes</b>	<b>Serpentinita</b>
		<i>Nomenclatura</i>	K2m	JKsp
		<i>Edad</i>	Cretácico Tardío	Jurásico – Cretácico Temprano
		<i>Litología</i>	Según AGUERREVERE & ZULOAGA (1937), consiste en esquistos carbonáticos, grafitosos y micáceos. Según WEHRMANN (1972) y GONZÁLEZ DE JUANA <i>et al.</i> (1980) consiste en esquisto cuarzo - muscovítico - carbonático - grafitoso con intercalaciones de mármol grafitoso; presentan buena foliación.	MACKENZIE (1960), OXBURGH (1965) y MENÉNDEZ (1965), cartografían serpentinitas sin darles un nombre en particular.
		<i>Consideraciones históricas</i>	Originalmente referida por AGUERREVERE & ZULOAGA (1937), la denominan Esquistos de Las Mercedes. En 1938 formalizan el nombre de la unidad. Ha sido descrita en diversas localidades de la Cordillera de la Costa sin mayores cambios por diversos autores como MACLACHLAN <i>et al.</i> (1960), MENÉNDEZ (1965), BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968), URBANI <i>et al.</i> (1989 a-b).	Es apreciable en los mapas de MACKENZIE (1960), OXBURGH (1965) y MENÉNDEZ (1965).

Tabla 2.5 Unidades pertenecientes a la Faja Ávila – Terreno Ávila

FAJA ÁVILA	TERRENO ÁVILA	<i>Unidad</i>	<b>Complejo Yaritagua</b>
		<i>Nomenclatura</i>	PRya
		<i>Edad</i>	Proterozoico
		<i>Litología</i>	BUSHMAN (1959, 1965) lo describe como gneis, gneis porfiroblástico, augengneis, cuarcita esquistosa y esquisto no carbonático. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) incluyen esquistos cuarzo - micáceos, anfíbolita granatífera, esquisto glaucofánico y mármol.
		<i>Consideraciones históricas</i>	El término fue empleado por BUSHMAN (1959) para rocas metamórficas que consideró equivalentes a la Formación Las Brisas. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) la consideran equivalente a Peña de Mora; en 1976 la consideran como base de la secuencia metamórfica.

Tabla 2.6 Unidades pertenecientes a la Faja Ávila – Terreno Nirgua

FAJA ÁVILA TERRENO NIRGUA		<i>Unidades</i>	<b>Complejo Nirgua (Fase Nirgua)</b>	<b>Complejo Nirgua II (Esquisto de San Julián)</b>
		<i>Nomenclatura</i>	PJn	PJn2
		<i>Edad</i>	Pérmico – Jurásico	Pérmico – Jurásico
		<i>Litología</i>	Los autores BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) incluyen en esta unidad a variados tipos litológicos como: esquisto cuarzo - micáceo, micáceo - grafitoso, mármol masivo, anfibolita eclogítica, anfibolita epidótica y granatífera, cuarcita, esquisto y gneis cuarzo - micáceo - feldespático.	Esquistos y gneis cuarzo - plagioclásicos - micáceos, con rápida gradación desde una textura esquistosa hasta rocas de carácter gnéisico según URBANI & OSTOS (1989). Las litologías minoritarias son mármol, cuarcita y rocas metaígneas máficas (anfibolita, gabro, diorita, tonalita y granodiorita)
<i>Consideraciones históricas</i>	BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968), introducen el término para una secuencia de rocas metamórficas con predominio de rocas anfibólicas en la parte central a norte del estado Yaracuy, incluyéndola en el Grupo Los Cristales. NAVARRO <i>et al.</i> (1988), redefinen estas rocas como Fase Nirgua. Este criterio fue aceptado por URBANI <i>et al.</i> (1989 a-b) y URBANI & OSTOS (1989). Las rocas eclogíticas pertenecientes a esta han sido objeto de particular interés petrológico, por MORGAN, (1966) y AVE LALLEMANT & SISSON (1992).	DENGO (1951, 1953), WEHRMANN (1972) y URBANI & QUESADA (1972) fueron ampliando la definición de la Formación Peña de Mora para incluir toda una amplia gama de rocas que iban apareciendo. OSTOS (1981) pudo cartografiar a los augengneises como una unidad separada a los demás tipos de rocas. Lo mismo ocurrió con URBANI <i>et al.</i> (1989 a-b), por consiguiente URBANI & OSTOS (1989) proponen el nombre de Esquisto de San Julián para incluir las litologías esquistosas y gnéisicas que circundan a la Formación Peña de Mora.		

Tabla 2.7 Unidades pertenecientes a la Faja Piemontina – Napa Piemontina

		<i>Unidades</i>	<b>Formación Guárico</b>	<b>Formación Mucaria</b>
		<i>Nomenclatura</i>	k6e1g	k4k6m
		<i>Edad</i>	Maastrichtiense Superior. – Paleoceno temprano	Cretácico Tardío (Santoniense Superior – Maastrichtiense)
<b>FAJA PIEMONTINA</b>	<b>NAPA PIEMONTINA</b>	<i>Litología</i>	PEIRSON (1965) y PEIRSON <i>et al.</i> (1966) describen depósitos flysch compuesto de secuencias de alternancias de areniscas y lutitas delgadas, La formación presenta algunas variantes litológicas del flysch compuestas por el Miembro Los Cajones, Miembro Morro del Faro, Miembro Caramacate y Miembro Mamonal. La facies flysch se compone de alternancias monótonas de lutitas, areniscas y limolitas turbidíticas, en capas muy finas a medias, cuarcíticas y grauváquicas con lutitas y arcilitas gris oscuras a gris oliva, finamente micáceas y débilmente fisiles.	Se compone principalmente de lutitas silíceas de color gris oscuro, las cuales meteorizan con color marrón claro. Se encuentra ftanita gris claro en bandas delgadas y capas ocasionales de hasta 1 m de espesor, de un microconglomerado carbonático formado por fragmentos de rocas ígneas básicas, cuarzo y feldespatos.
		<i>Consideraciones históricas</i>	MENCHER (1950) usó el término para referirse a estratos paleocenos carbonáticos y argiláceos, con calizas arrecifales hacia la base incluyendo las calizas de los morros de San Juan. MENCHER <i>et al.</i> (1951, 1953) suministraron descripciones en parte erróneas al incluir rocas ígneas y volcánicas en la unidad. WEISBORD (1956) definió la sección tipo. PEIRSON <i>et al.</i> (1966) establecieron los miembros Morro del Faro y Caramacate. BELL (1968) estableció el Miembro Los Cajones.	El término introducido por RENZ & SHORT (1960), para designar un conjunto de lutitas silíceas con algunas calizas y microconglomerados, de edad Cretácico Tardío, que afloran en el norte de los estados Cojedes y Portuguesa. OXBURGH (1965, 1966). MENÉNDEZ (1965, 1966), JARVIS (1966) y BELL (1968) la estudiaron. PEIRSON <i>et al.</i> (1966), designaron el mismo conjunto de rocas como Formación San Antonio.

Tabla 2.8 Unidades pertenecientes a la Faja Piemontina – Olistostromo de Platillón

<b>FAJA PIEMONTINA</b>		<b>OLISTOSTROMO DE PLATILLÓN</b>			
		<b>Unidades</b>	<b>Formación Orupe</b>	<b>Formación Sabana Larga</b>	<b>Formación Corozal</b>
		<b>Nomenclatura</b>	e5e6o	E1E2sl	E1E2c
		<b>Edad</b>	Eoceno medio - superior	Paleoceno - Eoceno	Paleoceno - Eoceno
		<b>Litología</b>	Comprende una unidad inferior de areniscas micáceas de grano variable entre fino y guijarroso, y una unidad superior de conglomerados de peñas, intercalados con lutitas limolíticas a guijarrosas según MENÉNDEZ (1965).	La brecha consiste en un 95%, de fragmentos ígneos embebidos en una matriz afanítica fragmental. Los fragmentos de granularidad más gruesa suelen ser de diorita piroxénica según MENÉNDEZ (1965)	Consiste en calizas arcillosas con estratificación delgada, laminadas, carbonáceo - bituminosas y lutitas carbonáticas. Todas las facies presentan un fuerte olor a hidrocarburos. HEDBERG (1950) y HAY & AYMARD (1977)
		<b>Consideraciones históricas</b>	Es descrita por RENZ & SHORT (1960) como unidad eocena de extensión localizada entre San Carlos y Tinaco, Estado Cojedes. MENÉNDEZ (1965), describe afloramientos al este, a lo largo del rumbo estructural. PEIRSON <i>et al.</i> (1966) analizaron su posición.	MENÉNDEZ (1965), introdujo este término para designar rocas intrusivas en la parte superior, fanítica, de la Formación Querecual en la región de Tinaco.	LIDDLE (1928), la incluye dentro de la Formación Guayuta. HEDBERG (1937), eleva el término Guayuta a grupo, y empleó el término Formación Querecual para designar la mitad inferior del mismo intervalo. Es aceptada formalmente desde la edición del primer Léxico Estratigráfico (MMH, 1956)

Tabla 2.9 Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tucutunemo

<b>FAJA CAUCAGUA - EL TINACO</b>	<b>TERRENO TUCUTUNEMO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Filita de Tucutunemo</b>
		<b>Nomenclatura</b>	Pt
		<b>Edad</b>	Pérmico
		<b>Litología</b>	Filitas carbonáceas arenosas que varían a metareniscas y limolitas cuarzo feldespáticas según SHAGAM (1960).
		<b>Consideraciones históricas</b>	SHAGAM (1960), utilizó el nombre para filitas carbonáceas. KONIGSMARK (1965), OXBURGH (1965) y MENÉNDEZ (1965) la designaron para litologías al oeste de la localidad tipo. BECK (1985, 1986) la incluye en Napa de Caucagua - El Tinaco. NAVARRO <i>et al.</i> (1987), lo recomiendan para litologías relacionadas con un arco volcánico.

Tabla 2.10.a Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tinaco

<b>FAJA CAUCAGUA - EL TINACO</b>	<b>TERRENO TINACO</b>	<b>Unidades</b>	<b>Diques de Diorita</b>	<b>Apófisis y diques de Hornblendita</b>	<b>Apófisis de Gabro</b>
		<b>Nomenclatura</b>	JKd	JKh	JKg
		<b>Edad</b>	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano		
		<b>Litología</b>	Sills de diorita hornbléndica intrusionando al Esquisto de Tinapú según MENÉNDEZ (1965).	Cuerpos de Hornblendita en el complejo intrusionando al Complejo Tinaco según MENÉNDEZ (1965).	Masas tabulares de roca de composición grabroide intrusionando la peridotita de Tinaquillo de acuerdo a MACKENZIE (1960)
		<b>Consideraciones históricas</b>	MENÉNDEZ (1965) y OXBURGH (1965) describieron y cartografiaron estos cuerpos en la Zona de inyección del Gneis de La Aguadita.		MACKENZIE (1960), describió esta unidad en la Peridotita de Tinaquillo. OSTOS (1985) y MATTSON (1985), comentaron que este tipo de rocas forman parte del complejo ultramáfico y no son enclaves de la roca caja.

Tabla 2.10.b Unidades de la Faja Caucaagua - El Tinaco / Terreno Tinaco

<b>FAJA CAUCAGUA – EL TINACO</b>		<b>TERRENO TINACO</b>			
		<b>Unidades</b>	<b>Metatrondhjemita de la Gloria</b>	<b>Serpentinita de San Antonio</b>	<b>Esquisto de Tinapú</b>
		<b>Nomenclatura</b>	NPlg	JKspsa	PZt
		<b>Edad</b>	Neoproterozoico	Jurásico – Cretácico Temprano	Paleozoico
<b>Litología</b>	Es un plutón que intrusión al gneis de La Aguadita con contacto gradacional y concordante. Son rocas grises verdoso, textura granular hipidiomórfica, se hace localmente gnéisica en los bordes del plutón. La roca se compone de plagioclasa, cuarzo, biotita y feldespato potásico según MENÉNDEZ (1965)	Las serpentinitas forman cuerpos de rocas color verde azulado oscuro, compuestas por crisotilo, parcial y/o totalmente reemplazado por talco granular macizo y magnesita según MENÉNDEZ (1965).	Se constituye por esquistos cuarzo-albítico-muscovítico intercalados con esquistos albítico-cuarzo-cloríticos. El bandeamiento por variaciones en el tamaño del grano es probable herencia de la roca sedimentaria original de acuerdo a MENÉNDEZ (1965)		
<b>Consideraciones históricas</b>	MENÉNDEZ (1965), empleó este término para designar a uno de los cuatro plutones de trondhjemita expuestos en la parte sur del Complejo de Tinaco. El nombre proviene del cerro La Gloria, estado Cojedes, donde aflora gran parte de la unidad.	El término fue empleado por MENÉNDEZ (1965), para masas lenticulares de serpentinita, expuestas en cuatro localidades asociadas con el Corrimiento de San Antonio, al norte de El Tinaco, estado Cojedes.	MENÉNDEZ (1965), propuso el término para esquistos que son parte del Complejo de Tinaco. Según SEIDERS (1965), esquistos al sur de La Victoria son similares al esquisto de Tinapú y recomendó considerarlos como basamento, mantenida por MENÉNDEZ (1966).		

Tabla 2.10.c Unidades de la Faja Caucagua - El Tinaco / Terreno Tinaco

FAJA CAUCAGUA – EL TINACO	TERRENO TINACO	<b>Unidades</b>	<b>Formación Mamonal</b>	<b>Metavolcanosedimentarias de Las Placitas</b>	<b>Peridotita de Tinaquillo</b>		
		<b>Nomenclatura</b>	K1ms	Jlp	tqa	tqb	
		<b>Edad</b>	Cretácico Temprano - Albiense	Jurásico	-	-	
		<b>Litología</b>	Areniscas conglomeráticas con estratificación gradada. Según MENÉNDEZ, (1965) los conglomerados se formaron por flujos de turbiedad al pie de un escarpado de falla submarina.	De acuerdo a MENÉNDEZ (1965), la unidad consiste en metaconglomerados líticos que gradan a filitas arenosas y areniscas puras carbonáticas, filitas negras, y calizas negras, carbonáceas, densas. Sufrieron metamorfismo hasta la facies del esquisto verde.	MACKENZIE (1960) la diferencia como peridotita no serpentizada y serpentizada. La serpentinita consiste casi totalmente en antigorita. Aflora en la zona norte del corrimiento de Manrique.		
		<b>Consideraciones históricas</b>	MENÉNDEZ (1965), introdujo este término para designar capas basales de la Formación Guárico, expuestas en la quebrada Mamonal, 16 kilómetros al este de Tinaco, Estado Cojedes.	MENÉNDEZ (1965), propuso el término las capas discordantes y suprayacentes al Complejo de Tinaco; afirmó que la Formación "Tucutunemo" está sobrecorrida sobre la Formación Las Placitas. SEIDERS (1965), mostró una relación inversa en su correlación.	Es referida por AGUERREVERE <i>et al.</i> (1937) y estudiado por MACKENZIE (1960), quien lo designó como de Peridotita de Tinaquillo. MENÉNDEZ (1966), ubica esta unidad en su faja de Caucagua - El Tinaco, BECK (1985) la denomina "Napa de Caucagua - El Tinaco".		

Tabla 2.10.d Unidades de la Faja Caucahua - El Tinaco / Terreno Tinaco

		<b>Gneis de la Aguadita</b>			
		<i>Unidades</i>		<i>Unidad máfica basal</i>	<i>Zona de inyección</i>
		<b>Sensu stricto</b>	<b>+ Granulitas</b>		
	<b>Nomenclatura</b>	NPla	NPlac	NPlad	NPlay
	<b>Edad</b>	Neoproterozoico			
	<b>Litología</b>	De acuerdo a MENÉNDEZ (1965), esta unidad consiste en una Alternancia de capas máficas y félsicas de colores contrastantes, que dan el aspecto bandeado del gneis. Las capas félsicas (rocas cuarzo-plagioclásicas) son más delgadas que las máficas, (gneis hornbléndico-cuarzo-oligoclásico y anfibolitas). La transición entre gneises hornbléndico y biotíticos se da en la misma capa. Contiene capas de esquistos cuarzo-plagioclásico-cloríticos y conglomerados esquistosos con cantos de cuarzo y rocas graníticas. El metamorfismo corresponde al grado inferior de la facies de la anfibolita almandínica.			
	<b>Consideraciones históricas</b>	MENÉNDEZ (1965), empleó el término para intercalaciones de gneises hornbléndico, biotíticos, anfibolitas y rocas cuarzo-plagioclásicas más antiguas del Complejo de El Tinaco. Para SEIDERS (1965), la "diorita hornbléndica" y el "granito sódico" descrito por SMITH (1953), son equivalentes, confirmando las deducciones de MACKENZIE (1966).			

### 2.3 MARCO ESTRUCTURAL

La configuración existente en lo referente a la geología estructural de la región que abarca el área de estudio es compleja, ya que está ampliamente surcada por fallas de alto ángulo, importantes fallas de componentes dextrales y corrimientos que superponen terrenos, fajas y napas entre sí, producto en si misma de la interacción de la Placa Caribe en su paso hacia el este justo en el septentrión de la Placa Suramericana. Esta ocurrencia tectónica permitió que unidades geológicas formadas dentro de la Placa Caribe sean adosadas y colocadas sobre la Placa Suramericana, siendo razonable la subdivisión propuesta por PEIRSON (1965) y BECK (1977) en dominios autóctonos, alóctonos y parautóctonos. El emplazamiento de las unidades geológicas se inicia a partir del Paleoceno debido al inicio de la interacción diacrónica en dirección oeste a este entre las placas tectónicas ya nombradas, siendo el principal promotor, hasta la actualidad, de los corrimientos y fallas de alto ángulo que atraviesan las unidades.

Los primeros intentos de clasificación de los terrenos de la zona centro norte de Venezuela corresponden a MENENDEZ (1966), quien presenta una integración entre la fisiografía del norte venezolano con la geología vigente fundamentada en estudios doctorales de la Universidad de Princeton. Las rocas ígneas y metamórficas aflorantes fueron agrupadas en cuatro fajas tectónicas de norte a sur correspondiendo a la Faja de la Cordillera de la Costa ubicada en la zona más al norte, luego la faja Cauagua-El Tinaco, faja Paracotos y la más meridional es la faja Villa de Cura, todas ellas separadas entre sí principalmente por fallas transcurrentes dextrales post-Oligocenas, todas ellas acopladas durante un único ciclo tectónico desde el Cretácico Tardío al Paleógeno.

De acuerdo a las investigaciones de BELL (1968), este divide el territorio en ocho fajas, correspondiendo adicionalmente al área de estudio la Faja Piemontina. GONZÁLEZ SILVA (1972) considera que además del ciclo tectónico principal propuesto por MENENDEZ (1966) hubo dos eventos tectónicos posteriores de reacomodo.

Para 1989, los autores URBANI & OSTOS (1989) añaden a los estudios de MENENDEZ (1966) dos fajas adicionales, la faja Ávila de rocas metaígneas y la faja Caracas, con rocas de protolito sedimentario y con metamorfismo de bajo grado, depositadas en el margen pasivo de la Placa Suramericana.

A través de los estudios realizados por URBANI & RODRÍGUEZ (2004) y la síntesis de esos datos en un mapa geológico de la zona centro norte del país realizado por HACKLEY *et al.* (2006), URBANI (2013) propone agrupar las unidades de rocas ígneo-metamórficas de la Cordillera de la Costa en terrenos geológicos con características distintivas en cuanto a edad, litología, ambiente de formación de sus protolitos y metamorfismo.

La zona de estudio queda enmarcada entre la Serranía del Litoral y la Serranía del interior, mostrado en la figura 2.2, territorios que URBANI (2013) a su vez ha subdividido en una serie de terrenos geológicos presentados a continuación de acuerdo a las litologías aflorantes en el área de estudio:

- Terreno Ávila: representado por el Complejo Yaritagua.
- Terreno Nirgua: conformado en por el Complejo Nirgua y Complejo Nirgua II.
- Terreno Las Mercedes: por Los Esquistos de Las Mercedes y cuerpos de serpentinita.
- Terreno Agua Blanca: lo representa la Formación Cojedes II.
- Terreno San Sebastián: constituido por las Lavas de Tiramuto.
- Terreno El Tinaco – Tucutunemo: representado por Filita de Tucutunemo, la Formación Mamonal, Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, Esquisto de Tinapú, Metatrondhjemita de La Gloria, Gneis de La Aguadita, Peridotita de Tinaquillo y la Serpentinita de San Antonio.

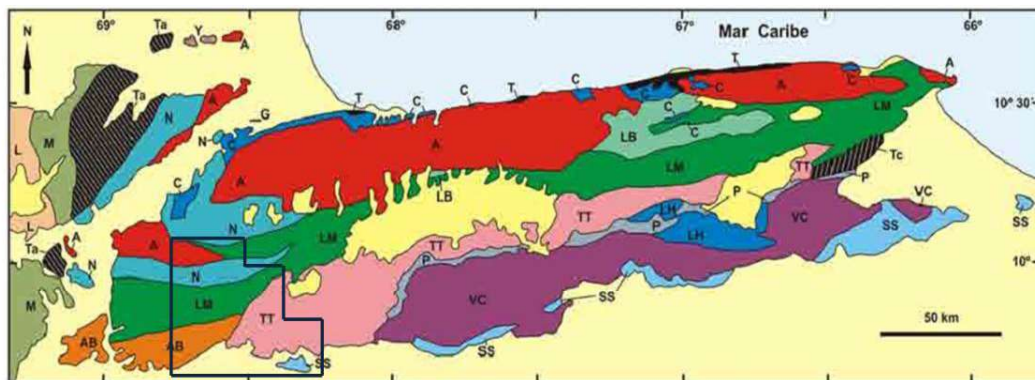


Figura 2.2 Distribución de los terrenos de la Cordillera de la Costa. URBANI (2013). Abreviaturas de terrenos: A: Ávila. AB: Agua Blanca. C: Carayaca. L: Napa de Lara. LB: Las Brisas. LH: Loma de Hierro. LM: Las Mercedes. M: Los Cristales (Mamey y Buena Vista). N: Nirgua. P: Paracotos. S.S.: San Sebastián. T: Tacagua. Ta: Tacagua (Aroa). Tc: Tacagua (Caucagua). TT: El Tinaco-Tucutunemo (incluye al Terreno Tucutunemo dentro del Terreno Tinaco). VC: Villa de Cura. El polígono azul enmarca la región en estudio.

La Faja Piemontina propuesta por BELL (1968), está representada por la Formación Mucaria y la Formación Guárico. El Olistostromo de Platillón, presente en el área de estudio y constituyente de la Faja Piemontina, está constituido actualmente por la Formación Orupe, la Formación Sabana Larga y la Formación Corozal.

La deformación que dio origen a la Cordillera de la Costa es el producto del sistema tectónico transpresivo entre la Placa Caribe y la Placa Suramericana. Este sistema produjo un continuo apilamiento de las fajas y terrenos citados y provocó a su vez la deformación de los terrenos pre-Cretácicos y Cretácicos durante el Neógeno.

Este sistema tectónico se inició con el emplazamiento de la faja piemontina de origen alóctono o parautóctono, sobre la cual, durante el Oligoceno, comenzaron a adosarse desde el noroeste en dirección al sureste los terrenos parautóctonos de Nirgua, Ávila, Caracas y Agua Blanca arrastrados por la Placa Caribe durante su trayecto, resultante del movimiento relativo de esta hacia el este y de la Placa Suramericana hacia el oeste. Posterior a ello, fue emplazado, sobre estos mismos, el terreno El Tinaco - Tucutunemo.

La división entre los terrenos geológicos viene dada por sobrecorrimientos, de los cuales el más importante es el Corrimiento de Manrique, el cuál coloca a la faja Cauagua – El Tinaco por sobre los terrenos e incluso los corrimientos entre Ávila, Nirgua, Caracas y Agua Blanca. Sobre el Terreno El Tinaco – Tucutunemo existe otro sobrecorrimiento llamado Corrimiento de San Antonio, el cual tiene asociados los afloramientos de cuerpos de Serpentinita que llevan el nombre del corrimiento y colocan por encima de este terreno a las Filitas de Tucutunemo, las cuales están incluidas como un “sub-terreno” del mismo.

El terreno San Sebastián, representado por el Klippe de Tiramuto conformado por las Lavas de Tiramuto, podría representar el vestigio erosional de un manto de corrimiento o también como un bloque deslizado hacia el sur por efecto de la gravedad.

Durante el Mioceno, la reactivación tectónica genera sistemas de fallas que cortan a aquellas preexistentes, coincidiendo con el levantamiento de la Cordillera de los Andes al oeste, afectando a la región con un levantamiento impulsado desde el suroeste dando como resultado la aparición de importantes fallas transcurrentes dextrales.

Para el Plioceno ya la topografía y la configuración litológica aflorante adquiere un aspecto similar al mostrado en la actualidad, continuando con la aparición de fallas de alto

ángulo como la Falla de Tinapú, cortada por la Falla El Viento y esta a su vez cortada por la Falla El Pao, la cual es de gran longitud y con un componente dextral importante.

Durante el Pleistoceno-Holoceno ha continuado el levantamiento tectónico de los sistemas montañosos y los procesos erosivos responsables de la formación de terrazas aluviales y valles coluvio-aluviales como principales depósitos sedimentarios y han aparecido nuevas fallas importantes como la Falla de San Carlos sobre la Faja Piemontina y el sistema de fallas Yacambú-La Victoria que se acopla al oeste con la Falla de Boconó en la Cordillera de Los Andes, la cual en la zona de estudio cambia de nombre a Falla Tucuragua hacia el noreste, observada como un valle tectónico que discurre a lo largo del Esquisto de Las Mercedes, y en sus ramales de fallas de alto ángulo aparecen cuerpos de serpentinitas.

## 2.4 EVOLUCIÓN TÉCTONO-ESTRATIGRÁFICA

Las rocas más antiguas pertenecen al Terreno Ávila, expresado a través del Complejo Yaritagua, las cuales son rocas Proterozoicas de la corteza continental de protolitos sedimentarios y plutones mayormente félsicos.

En las rocas del Terreno El Tinaco – Tucutunemo, en la zona de Tinaquillo, aflora un bloque de manto subcontinental y corteza continental inferior, representado por la Peridotita de Tinaquillo, la cual no puede ser fechada al tratarse de un manto sublitosférico cristalizado hace eones, que fue expuesto a superficie por efectos tectónicos. A estas unidades, en contacto tectónico les siguen gneises, esquistos y plutones félsicos con metamorfismos de grado medio. También posee coberturas sedimentarias con edades variables desde Pérmico hasta el Cretácico Tardío afectadas con un metamorfismo de grado bajo en la facies de la clorita de acuerdo a URBANI (2013).

El Gneis de La Aguadita y el Esquisto de Tinapú son unidades transicionales que datan del Neoproterozoico y el Paleozoico respectivamente.

Las Metatrandhjemitas de La Gloria es un plutón que intrusióna al Gneis de la Aguadita y datan también del Neoproterozoico.

El Gneis de La Aguadita representa una secuencia sedimentaria con cantidades menores de adiciones volcánicas: las capas máficas se derivaron posiblemente de una secuencia lutítico-grauváquica y las félsicas de ftanitas impuras, las anfibolitas de tobas básicas; el metamorfismo de la unidad corresponde a las de los grados inferiores de la facies de la anfibolita almandínica. El Esquisto de Tinapú está definido por variaciones en el tamaño del grano herencia de la roca sedimentaria original, alcanzando un grado metamórfico equivalente al de la subfacies cuarzo-albita-epídoto-biotita de la facies de los esquistos verdes. Las Filitas de Tucutunemo son rocas del Pérmico depositadas en aguas tranquilas, someras y anóxicas, afectadas por un metamorfismo regional de bajo grado.

La Formación Mamonal está emparentada con la Formación Guárico, considerándose esta tradicionalmente como un miembro de esta y posteriormente elevada a nivel de formación, consistiendo en areniscas conglomeráticas del Cretácico Temprano formadas por acción de flujos de turbiedad al pie del escarpado de una falla submarina.

Las rocas del terreno Nirgua, representados por el Complejo Nirgua y Complejo Nirgua II son rocas, que datan entre el Pérmico y el Jurásico, que representan un "melange" tectónico formado en un prisma de acreción o rocas depositadas en un ambiente tectónico de dorsal centro oceánica o de cuenca marginal.

El terreno Agua Blanca está representado por la Formación Cojedes II, representa rocas que fueron depositadas en aguas relativamente poco profundas en el margen pasivo sobre la Placa Suramericana durante el Jurásico al Cretácico Temprano.

Los Esquistos de las Mercedes representan a las rocas del Cretácico Tardío del terreno Las Mercedes, caracterizado por rocas cuyo protolito son sedimentos pelíticos ricos en materia orgánica, depositados en el margen pasivo de la Placa Suramericana con un metamorfismo de bajo grado en la facies de la clorita según URBANI (2013).

Las Lavas de Tiramuto constituyen las rocas aflorantes del terreno San Sebastián al este de la ciudad de Tinaco, las cuales son rocas volcánicas del Cretácico Temprano generadas en un arco de islas sufriendo un metamorfismo de grado bajo, intermedio entre las facies de la zeolita y del esquisto verde, situándose en la facies de la prehnita-pumpellitita según MENÉNDEZ (1965).

La Faja Piemontina está representada en el área de estudio por las formaciones Guárico y Mucaria, así como por el Olistostromo de Platillón que incluye a las formaciones Orupe y Corozal, las cuales fueron depositadas en ambientes pelágicos a hemipelágicos de aguas profundas. La Formación Sabana Larga se define como una unidad discordante sobre la Formación Corozal, el cual fue el nombre asignado por CONTRERAS (2000) a la parte occidental de la Formación Querecual.

El ensamblaje estructural de los terrenos conforman varias hipótesis entre las que se pueden considerar como un primer marco tectónico pre-colisional generado durante el cierre de una gran cuenca oceánica en la constitución de Pangea durante el Pérmico y luego continuado por las etapas de rifting durante la fragmentación de Pangea durante el Jurásico que generan una nueva deriva de las placas tectónicas, entre ellas, la Placa Suramericana y la Placa Caribe.

Según MENENDEZ (1965), el margen pasivo de la zona norte de la Placa Suramericana se hundía lentamente durante el periodo Jurásico y hasta el Cretácico, generando una cuenca donde se depositaron las secuencias correspondientes a los terrenos Agua Blanca y Las Mercedes.

Los terrenos Tinaco y Tucutunemo formaban parte de una superficie continental emergida perteneciente a la denominada Placa de Farallón, ubicada al noroeste de la Placa Suramericana (figura 2.3). PINDELL *et al.* (2005), refieren que los márgenes continentales suramericanos de la región del Caribe se formaron durante el Jurásico por la ruptura continental de Pangea y se enfrentaron a la ruta marítima del dominio Proto-Caribe durante la deriva continental, en donde el suelo marino resultó de la separación entre América del Norte y del Sur. Los márgenes fueron posteriormente anulados diacrónicamente por el arco de islas y los complejos oceánicos alóctonos que formaban parte de la Placa Caribe y su complejo acrecional. Simultáneamente, durante el Cretácico Temprano, las condiciones cambian al iniciarse actividades volcánicas que dan origen a las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, las cuales se depositan discordantemente sobre el terreno El Tinaco - Tucutunemo. El vulcanismo da origen al Terreno San Sebastián y genera restricciones en la cuenca, comenzando a depositarse las formaciones que conforman a la Faja Piemontina.

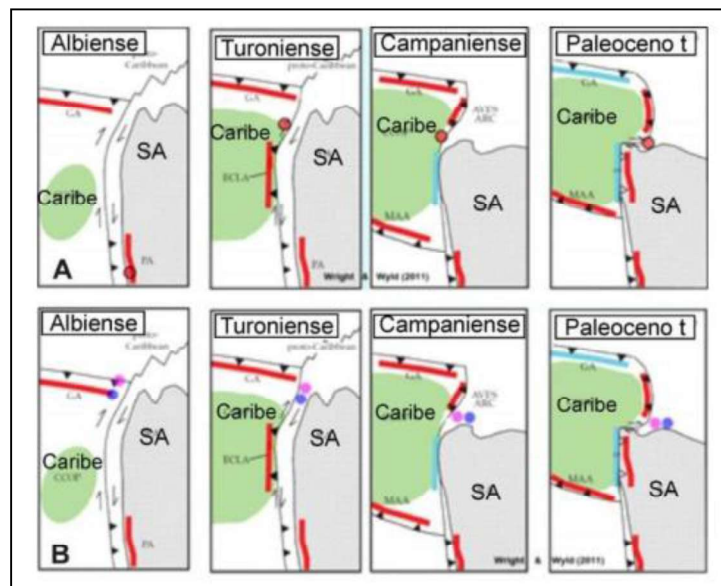


Figura 2.3. Origen de los terrenos alóctonos de El Tinaco - Tucutunemo y San Sebastián. Albiense al Paleoceno tardío. A. Terreno El Tinaco - Tucutunemo (●). B. Terreno Villa de Cura (●) y Terreno San Sebastián (●) Tomado de WRIGHT & WYLD (2011) en URBANI (2012).

Desde el Paleoceno al Eoceno, el empuje transpresivo de la Placa Caribe al norte de la Placa Suramericana desplaza lentamente el margen pasivo hacia el este (figura 2.4) y comienza a deformar, desplazar y “sobrecorrer” los terrenos pre-existentes y a través de su empuje comienzan a emplazar los terrenos para autóctonos de Nirgua y Ávila sobre los terrenos anteriores, resultando en una yuxtaposición de terrenos de edades distintas a través de estructuras de fallamiento inverso.

Durante el Eoceno superior, los nuevos levantamientos hacia el norte y el empuje de la Placa Caribe implicaron el emplazamiento del terreno El Tinaco - Tucutunemo sobre los terrenos Agua Blanca y Las Mercedes. Este levantamiento también provocó el deslizamiento del Terreno San Sebastián, dirigiéndose hacia el sur para ser emplazado por efecto de la gravedad sobre las formaciones sedimentarias de la Faja Piemontina (figura 2.5).

Las Filitas de Tucutunemo se desplazaron hacia el sur a través del corrimiento de San Antonio.

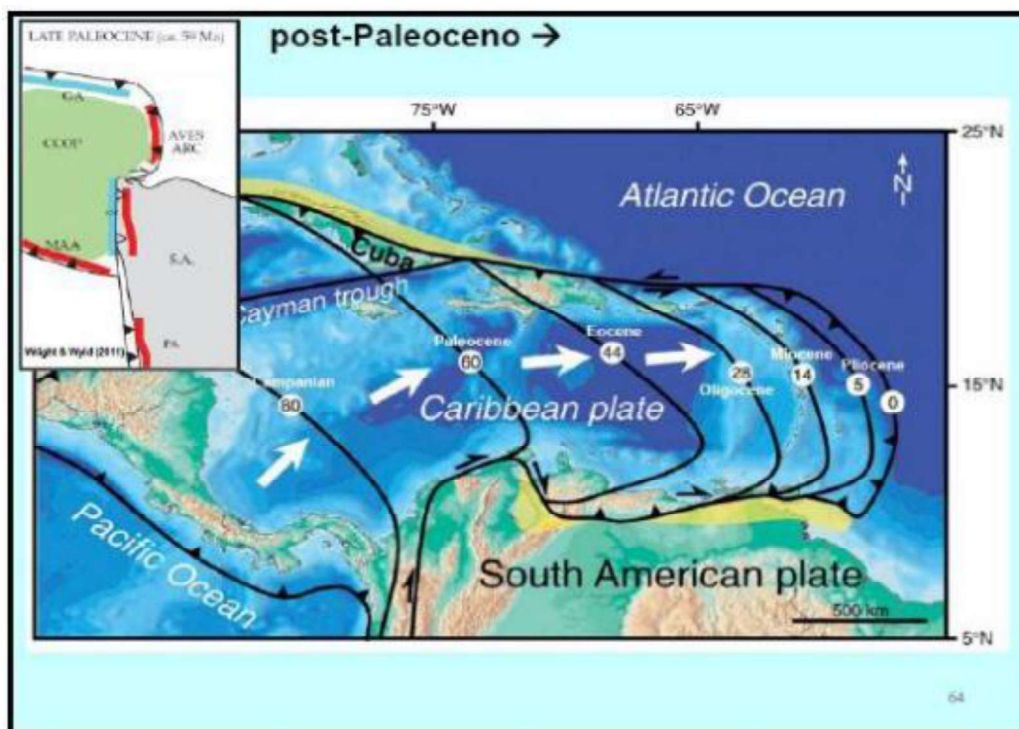


Figura 2.4 Migración de la Placa Caribe hacia el este en el norte de la Placa Suramericana. En Amarillo se interpreta el emplazamiento de las unidades alóctonas. Tomado y modificado de URBANI (2012), a su vez de PINDEL et al. (2005).

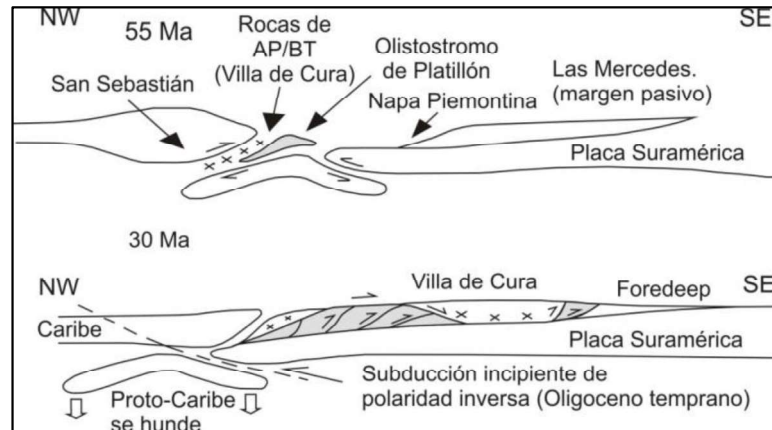


Figura 2.5 Colisión de la Placa Caribe y la Placa Suramericana entre el Eoceno y el Oligoceno.

Adaptado de PINDELL *et al.* (2005).

Todos los terrenos fueron afectados por una etapa de reajuste tectónico iniciada durante el Mioceno asociado a levantamientos al oeste de la Cordillera de los Andes, y que continuaron hasta el Plioceno expresándose a través de sistemas de fallas de alto ángulo y fallas dextrales que cortan a las litologías y las desplazan.

De acuerdo a PARNAUD *et al.* (1995) la evolución geológica del occidente venezolano puede dividirse en 4 episodios de acuerdo a la dinámica que se desarrolló en la cuenca en el margen norte de la Placa Suramericana. El autor describe una serie de supersecuencias, descritas en la figura 2.6, las cuales se desarrollan entre Mesozoico y Cenozoico:

- Supersecuencia A: ocurre en el Jurásico durante los procesos de extensión entre América del Norte y del Sur, ya se encontraban en existencia los terrenos Ávila y Nirgua y las unidades más antiguas del terreno Tinaco, comenzaba a generarse el terreno Agua Blanca.

- Supersecuencia B: corresponde al desarrollo de un margen pasivo durante el Cretácico, donde continúa generándose el terreno Agua Blanca, se forma el terreno Las Mercedes, se completan los terrenos Tinaco y Tucutunemo al depositarse las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas y la Formación Mamonal; finalmente se origina el terreno San Sebastián.

- Supersecuencia C: en esta fase ocurre la transición de margen pasivo a un margen activo durante el Cretácico Tardío y el Paleoceno temprano con drásticos cambios en los

procesos de depositación, comenzando a generarse la Faja Piemontina a través de las Formaciones Corozal, Guárico y Mucaria.

○ Supersecuencia D: ocurre durante el Paleoceno tardío al Eoceno medio, depositándose las rocas en una cuenca antepaís, durante la colisión y obducción del arco volcánico del Pacífico al norte de la Placa Suramericana. Durante este periodo se deposita la Formación Orupe y se genera la Formación Sabana Larga en contacto discordante dentro del Olistostromo de Platillón.

○ Supersecuencia E y F: se desarrollan entre Eoceno Tardío y Pleistoceno, considerando la subsidencia de la cuenca antepaís tras las cordilleras de los Andes y de la Costa debido a la colisión del arco de Panamá y el reacomodo tectónico de los terrenos ya formados en el área en estudio.

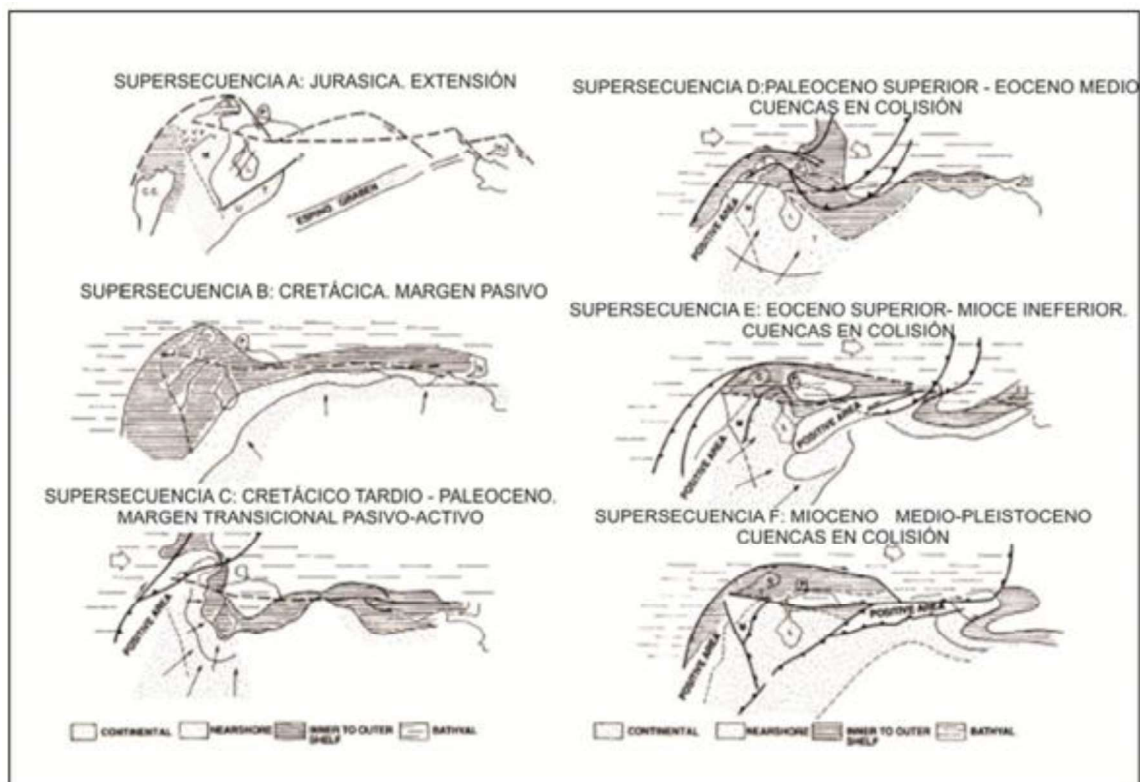


Figura 2.6 Supersecuencias A hasta F de la evolución geotectónica de Venezuela. (Tomado y modificado de PARNAUD et al. 1995)

### 3. GEOLOGÍA LOCAL

#### 3.1 GENERALIDADES

La región objeto de estudio se encuentra ubicada en las estribaciones suroccidentales de la Serranía del Interior y la Serranía del Litoral. Las mismas están constituidas por un conjunto de unidades litológicas ígneas, sedimentarias y metamórficas de bajo a alto grado, que fueron formadas desde el Precámbrico hasta los depósitos sedimentarios en el Holoceno. En el desarrollo de esta sección se describirán las unidades aflorantes de la región, tomando en cuenta la información recopilada durante la fase de campo y de laboratorio, los aportes en el marco de la investigación y la proposición de actualizaciones a nivel cartográfico, litológico y estructural.

Las unidades litológicas aflorantes se han dividido en una serie de terrenos y napas separados estructuralmente entre sí por medio de la tectónica en amplios sistemas de corrimientos. De acuerdo al área de cada terreno en la zona de estudio, se puede considerar que el terreno Las Mercedes ocupa el primer lugar en superficie, abarcando un 27% de las rocas expuestas, le sigue el terreno Tinaco con 23,5%, el terreno Nirgua con 21%, el terreno Agua Blanca ocupa un 13%, seguido de un 4% de la napa Piemontina, 3% del olistostromo de Platillón, 2,5% del terreno San Sebastián, 0,5% del terreno Ávila y 0,5% del terreno Tucutunemo. El restante 5% corresponde a sedimentos recientes principalmente depositados sobre la Napa Piemontina, el Olistostromo de Platillón el terreno Agua Blanca y Tinaco, con escasas coberturas sobre el terreno Tinaco y Agua Blanca.

A continuación se muestran los terrenos agrupados de acuerdo a su origen alóctono (tabla 3.1), parauctóctono (tabla 3.2) y las unidades depositadas durante el cuaternario (tabla 3.3).

Tabla 3.1. Terrenos alóctonos y sus respectivas unidades geológicas aflorantes en la zona de estudio.

Terreno	Unidad	Siglas	Edad	Litología	
San Sebastián	Lavas de Tiramuto	Klt	Cretácico Temprano	Metatoba lítica básica, metatoba vítrica lítica y lava básica	
	Filita de Tucunemo	Pt	Pérmico	Filitas carbonácea arenosa, varían a metarenisca y limolita	
Tucunemo	Formación Mamonal	Klms	Cretácico Temprano	Arenisca conglomerática con estratificación gradada	
	Serpentinita de San Antonio	JKspsa	Jurásico Tardío	Serpentinitas con crisotilo reemplazado por talco, magnesita, cromita	
	Diques de Diorita	JKd		Diorita hornbléndica	
	Apófisis de Gabro	JKg	Metagabro		
	Apófisis y diques de Hornbléndita	JKh	Cretácico Temprano	Hornbléndita sin evidencias de metamorfismo	
	Metavolcanosedimentarias de Las Placitas	Jlp	Jurásico	Metaconglomerado lítico, grada a filita, arenisca y caliza	
	Esquisto de Tinapú	PZt	Paleozoico	Esquisto cuarzo-albítico-muscovítico intercalado con esquisto albítico-cuarzo-clorítico	
Tinaco	Metatrandhjemita de La Gloria	NPlg	Neoproterozoico	Roca hipidiomórfica, compuesta de plagioclasa, cuarzo, biotita y feldespato	
	Gneis de La Aguadita	Zona de inyección		NPlay	Gneis hornbléndico, biotítico, anfíbolita y rocas graníticas, Metaconglomerados esquistosos
		Granulitas félsicas a ultramáficas		NPlad	Granulitas félsicas, intermedias, máficas y ultramáficas
		Unidad máfica basal		NPlac	Granulitas máficas
	Peridotita de Tinaquillo	Subunidad b		tqb	Peridotita serpentinizada y no serpentinizada, piroxenita, anfíbolita y metagabro, granulitas
		Subunidad a		tqa	

Tabla 3.2. Terrenos y napas para autóctonos aflorantes en la zona de estudio.

<i>Terreno</i>	<i>Unidad</i>	<i>Siglas</i>	<i>Edad</i>	<i>Litología</i>
<b>Olistostromo de Platillón</b>	Formación Orupe	e5e6o	Eoceno medio – superior	Arenisca micácea y conglomerado con intercalaciones
	Formación Sabana Larga	E1E2sl	Paleoceno – Eoceno	Fragmentos ígneos embebidos en una matriz afanítica fragmental
	Formación Corozal	E1E2c	Paleoceno – Eoceno	Caliza arcillosa con estratificación, carbonácea-bituminosa
<b>Napa Piemontina</b>	Formación Guárico	k6e1g	Maastrichtiense – Paleoceno temprano	Turbiditas con secuencias monótonas de arenisca y lutita
	Formación Mucaria	k4k6m	Cretácico Tardío (Santoniense – Maastrichtiense)	Lutita silícea de color gris oscuro y ftanita gris claro en bandas delgadas
<b>Las Mercedes</b>	Esquisto de Las Mercedes	K2m	Cretácico Tardío	Esquisto cuarzo - muscovítico – carbonático - grafitoso
	Serpentinita	JKsp	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano	Serpentinita
<b>Agua Blanca</b>	Formación Cojedes II	J3K1c2	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano	Filita cuarzo – sericítico en capas lenticulares
<b>Nirgua</b>	Complejo Nirgua II	PJn2	Pérmico – Jurásico	Esquisto y gneis cuarzo - plagioclásico – micáceo
	Complejo Nirgua	PJn	Pérmico – Jurásico	Esquisto cuarzo - micáceo, grafitoso. Mármol masivo
<b>Ávila</b>	Complejo Yaritagua	PRya	Proterozoico	Gneis, gneis porfiroblástico, augengneis, cuarcita esquistosa

Tabla 3.3. Unidades cuaternarias.

<i>Unidad</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Edad</i>	<i>Descripción</i>
<b>Depósitos Cuaternarios</b>	Q2B9	Holoceno	Valle coluvio-aluvial
	q4B10	Pleistoceno superior	Terraza

### 3.2 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

El objetivo básico del presente estudio está enfocado principalmente en generar una base cartográfica geológica actualizada de la región Palmichal – Tinaco a partir de la evaluación e integración de la información geológica compilada a lo largo de 55 años de estudios, artículos y publicaciones de diversos profesionales nacionales y extranjeros en el área. Adicionalmente, en el marco de la presente integración, se realizó un trabajo de campo en el cual se tomaron datos recientes en las unidades geológicas más interesantes a fin de dar un mayor aval al proceso de verificación y actualización cartográfica.

El proceso de integración de las diversas fuentes de información se logró mediante la comparación de la información publicada por los autores previos, referente a la geología de la zona, contrastando con las propuestas y conocimientos más actuales que brindan nuevas luces acerca de la configuración geológica y estructural de la región, lo cual inherentemente incluye la evolución tectónica y la división de las unidades agrupadas en terrenos distintos según sus características geológicas.

En la región de estudio básicamente se utilizaron dos mapas geológicos como principales referentes en cuanto a la geología dominante en el área, los cuales son:

- Mapa de las Serranías de Tucuragua - El Tinaco, estados Lara, Portuguesa, Yaracuy y Cojedes a escala 1:100.000, elaborado por BELLIZZIA, RODRÍGUEZ & BUSHMAN (1968), del cual se tomaron los contactos geológicos entre las unidades, las fallas de alto ángulo y corrimientos, así como las fallas inferidas, modificadas y reinterpretadas en este trabajo para toda el área del estado Yaracuy y la zona noroeste del estado Cojedes hasta la ciudad de Tinaco en la zona de estudio.

- Mapa y secciones geológicas de la región de Tinaco, estado Cojedes a escala 1:100.000, elaborado por MENÉNDEZ (1965), el cual fue crucial en la adquisición de información geológica para el área restante al este de la ciudad de Tinaco. El área cubierta por este mapa se solapa en parte con el mapa de BELLIZIA *et al.* (1968) en su extremo oeste.

Adicionalmente, las cartas E-6-A y E-6-B a escala 1:50.000 correspondiente a la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960) y el mapa de geomorfología de la región de los llanos centroccidentales a escala 1:250.000, del Ministerio del Ambiente y los recursos

naturales renovables (1979) se utilizaron principalmente para delimitar los contactos de las unidades depositadas durante el cuaternario con las litologías más antiguas., tomando en cuenta la clasificación que estos hacen de las mismas.

Especial mención debe hacerse a los mapas utilizados para definir los límites de la unidad de la Peridotita de Tinaquillo, los cuerpos de grabo que la intruyen y el Gneis de la Aguadita: Para la delimitación Peridotita de Tinaquillo se compiló y comparó la información provista por el mapa de la Peridotita de Tinaquillo y su roca caja en el estado Cojedes a escala 1:25.000 por OSTOS (1985) y el mapa geológico de la región norcentral del estado Cojedes a escala 1:100.000 de MACKENZIE (1966). Las Apófisis de Gabro que afloran dentro de esta unidad fueron definidas de acuerdo a OSTOS (1985). Respecto al Gneis de La Aguadita, la definición del área de sus subunidades fue basada mediante el mapa de MACKENZIE (1966), el mapa aportado por SEYLER *et al.* (1998) y las imágenes DEM.

El mapa geológico de la terminación occidental de la Cordillera del Caribe entre Biscucuy y La Fe, estados Portuguesa, Lara y Cojedes a escala 1:250.000 de BLIN (1989) fue utilizado al sur de la zona de estudio para corroborar el límite entre la Faja Piemontina y la Faja Caracas.

Otros mapas, tales como el mapa geológico del estado Yaracuy a escala 1:100.000 de BELLIZZIA *et al.* (1968), el mapa de la región al sur Peridotita de Tinaquillo en el estado Cojedes a escala 1:25.000 de ROJAS (1989) y el Mapa tectónico del frente de montaña a escala 1:250.000 correspondiente a AGUASUELOS INGENIERÍA (1990), se tomaron como fuente de datos adicionales que enriquecieron la información obtenida de mapas previos y como ratificación de los mismos.

En la figura 3.1 se muestran los terrenos geológicos que abarca el área de estudio.

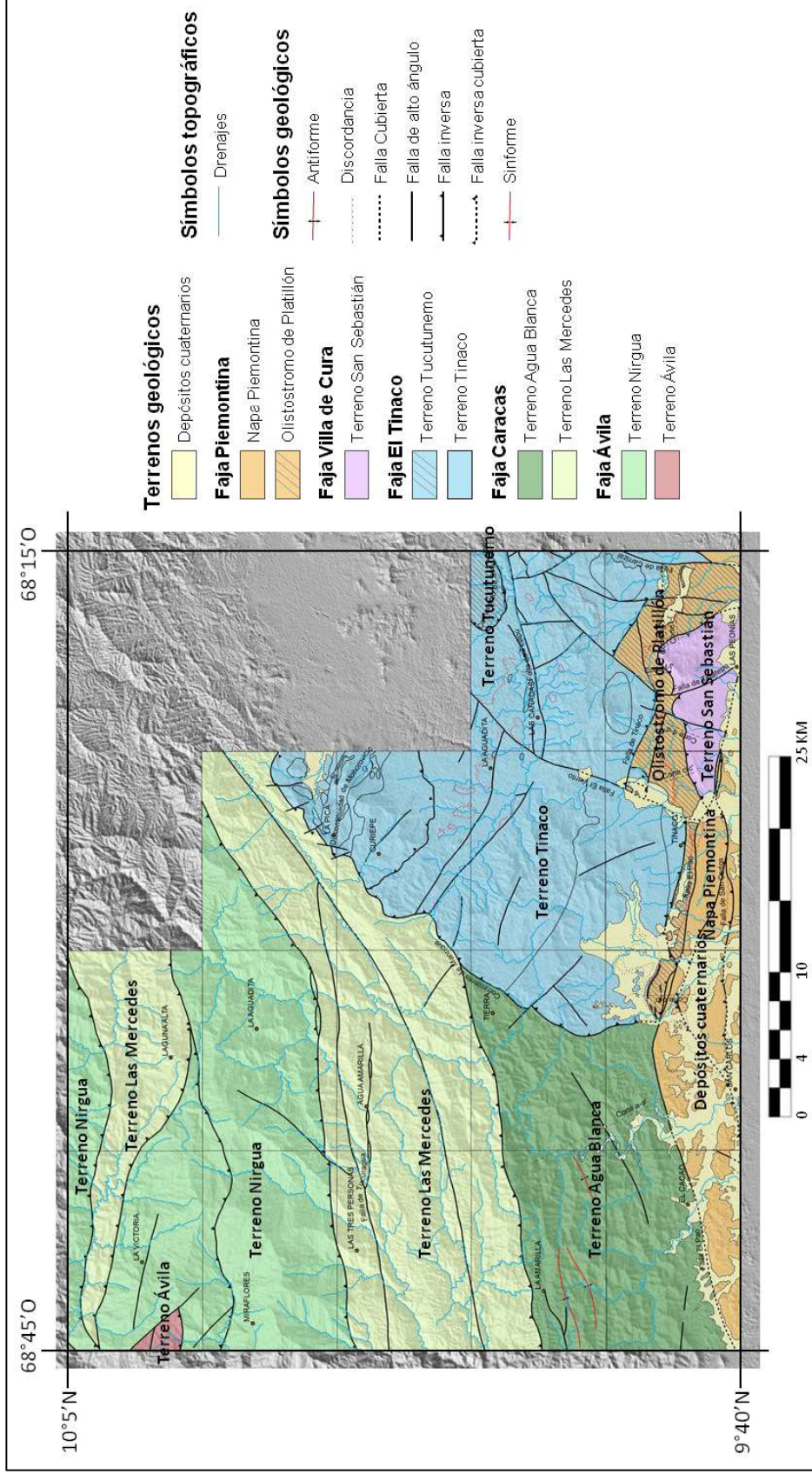


Figura 3.1. Superficie ocupada por los terrenos geológicos en la zona de estudio.

### **3.2.1 Terreno Ávila**

El terreno se extiende por escasos 0,5% del área de estudio y a su vez está constituido en su totalidad por el Complejo Yaritagua. La geometría del cuerpo rocoso se tomó del Mapa geológico del estado Yaracuy realizado por BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1976).

En el área de estudio este terreno está totalmente rodeado por el terreno Nirgua. Sin embargo, su forma no fue afectada a excepción de un desplazamiento hacia el sur de las fallas de alto ángulo que lo separan del terreno Nirgua de acuerdo al criterio de las imágenes DEM, con el subsiguiente traslado al sur del área que lo define.

### **3.2.2 Terreno Nirgua**

El terreno Nirgua abarca un 21% del área estudiada. La geometría de sus cuerpos aflorantes fue tomada del Mapa de las Serranías de Tucuragua – El Tinaco y el Mapa geológico del estado Yaracuy, ambos pertenecientes a BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968). Sus bordes están completamente definidos por el terreno Las Mercedes. Los contactos de tipo falla de alto ángulo con el terreno Ávila solo fueron desplazados ligeramente hacia el sur, sin modificación importante de su geometría.

Las litologías aflorantes fueron definidas originalmente por los autores como “Formación Nirgua”, reconsiderada luego como Complejo Nirgua y “Formación Las Brisas”, sin embargo luego del control de campo de MONTROYA (2015), se considera que la “Formación Las Brisas” corresponde al Complejo Nirgua, pero a efectos del presente estudio se utiliza el nombre informal de “Complejo Nirgua II”, en espera de estudios más detallados.

### **3.2.3 Terreno Las Mercedes**

El terreno Las Mercedes ocupa un 27% del área de la zona de estudio y está definido en su totalidad por el Esquisto de Las Mercedes. La geometría de su porción inferior fue tomada directamente del mapa elaborado por BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968), siendo redefinidos sus bordes, representados por corrimientos, con el Terreno Nirgua siguiendo los parámetros de fotointerpretación de acuerdo a los cambios topográficos observados en imágenes satelitales DEM 30 hillshade; el borde que colinda con el terreno El Tinaco

– Tucutunemo fue definido por el contacto de corrimiento expresado en el mapa de MACKENZIE (1966).

La porción superior fue tomada del Mapa geológico del estado Yaracuy, realizado también por BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968), donde los bordes con el terreno Nirgua fueron redefinidos de acuerdo a su naturaleza, pasando de simples contactos litológicos a contactos de corrimiento, y siendo reeditados de acuerdo a los parámetros topográficos observados a través de las imágenes satelitales.

Los autores refieren a la unidad aflorante como “Formación Aroa”. Sin embargo, según URBANI *et al.* (2014), se emplea este nombre solamente al oeste de la abertura Sarare-Yaritagua y el valle San Felipe, donde junto a los esquistos grafitosos hay intercalaciones de rocas metavolcánicas.

Los cuerpos de serpentinita no identificados que afloran en el terreno son tomados por el mapas de BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968) con variaciones en el área y forma de los cuerpos de acuerdo a la interpretación de la imagen satelital del DEM 30.

#### **3.2.4 Terreno Agua Blanca**

Posee un 13% de la región. La forma de sus cuerpos aflorantes se tomó de acuerdo al Mapa de las Serranías de Tucuragua – El Tinaco BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968). Sus contactos están bien definidos al norte por el terreno Las Mercedes, al este con el terreno El Tinaco – Tucutunemo a través del corrimiento de Manrique y al sur con la Napa Piemontina mediante lo expresado en el mapa publicado por BUSHMAN (1967) y por el mapa de BLIN (1989).

Originalmente, los autores definían a la litología conformante como “Esquisto de Mamey” ó “Formación Los Cristales”, aunque, debido a la ambigüedad de los nombres asignados y posterior al control de campo realizado por HERNANDEZ (2014) en los cuales existe cierta vinculación con la Formación Cojedes, será considerada a razón de este estudio como “Formación Cojedes II” a la espera de investigaciones más profundas referentes a dichas litologías.

### 3.2.5 Terreno Tinaco

El terreno Tinaco ocupa un 23,5% de la región. La forma de las litologías aflorantes se siguió predominantemente de acuerdo al mapa realizado por MENÉNDEZ (1965). La geometría de las unidades correspondientes a la Peridotita de Tinaquillo y el Gneis de La Aguadita fue modificada de acuerdo al mapa publicado por MACKENZIE (1966), del cual fue tomada la forma del corrimiento de Manrique y su contacto con los terrenos Las Mercedes y Agua Blanca, al oeste del mismo.

El mapa publicado por SEYLER *et al.* (1998) referente a las unidades de la peridotita de Tinaquillo fue fundamental en la subdivisión del área y redefinición de las unidades que abarca. En la zona sur, los límites con la Napa Piemontina fueron corroborados de acuerdo a la información mostrada por el mapa de BLIN (1989).

Los cuerpos gabroides intrusivos en el área de la Peridotita de Tinaquillo fueron definidos de acuerdo a la información cartografiada en el mapa realizado por OSTOS (1985). Las apófisis y diques de Hornblendita, Dioritas y la Serpentinita de San Antonio que afloran en este terreno se tomaron de acuerdo a lo expresado por MENÉNDEZ (1965), pues eran concordantes con lo mostrado por la imagen satelital DEM 30.

Los contactos discordantes pertenecen a los límites que rodean los afloramientos de las Metavolcanosedimentarias de la Las Placitas. La reinterpretación de la naturaleza de su contacto se debe a su origen discordante sobre las unidades donde aflora.

### 3.2.6 Terreno Tucutunemo

El terreno Tucutunemo ocupa un 0,5% en el extremo este de la región y está constituido únicamente por la Filita de Tucutunemo dentro del área de estudio. Al estar esta unidad incluida dentro del terreno Tinaco, la forma de la litología aflorante y sus contactos fue determinada de acuerdo al mapa realizado por MENÉNDEZ (1965).

### 3.2.7 Terreno San Sebastián:

Está representado por rocas volcánicas que ocupan un 2,5% del área total de estudio. La forma del terreno se tomó sin variaciones del mapa de MENÉNDEZ (1965). No obstante, el contacto litológico con la Napa Piemontina en la zona norte fue cambiado a

corrimento. Los contactos con unidades cuaternarias recientes se tomaron de acuerdo a los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).

### **3.2.8 Napa Piemontina:**

Ocupando un 4%, está conformada por unidades litológicas del Cretácico Tardío. La geometría de sus cuerpos aflorantes se tomó de diversos autores, siendo crucial la cartografía del mapa realizado por MENÉNDEZ (1965) y los mapas realizados por BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968). La cartografía realizada por la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960) y por BLIN (1989) se utilizaron como controles posteriores en la edición de los contactos litológicos de las diversas litologías que afloran y las estructuras geológicas más importantes sin modificaciones importantes.

### **3.2.9 Olistostromo de Platillón:**

Ocupa un 3%, está conformada por unidades litológicas más recientes, depositadas durante el Paleoceno y el Eoceno. La geometría de sus cuerpos litológicos se tomó, al igual que en la Napa Piemontina, del mapa realizado por MENÉNDEZ (1965) y BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968). Los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960) y por BLIN (1989) se utilizaron como controles para los contactos litológicos.

Los estudios y cortes realizados por STEPHAN (1982) y BLIN (1989) fueron utilizados en la correcta delimitación de las litologías expuestas en el área al norte de la ciudad de San Carlos y al este de la ciudad de Tinaco.

Debe destacarse que los autores originales asignan el nombre de “Formación Querecual” a un conjunto de rocas aflorantes en el borde norte de la Napa Piemontina, limitando con el Terreno El Tinaco. Sin embargo, CONTRERAS (2000) describe estas rocas como “Complejo Sedimentario Corozal”, siendo utilizado a efectos de este estudio el término Formación Corozal.

Los contactos discordantes pertenecen a los límites de la Formación Sabana Larga, cuya interpretación acerca de la naturaleza de sus contactos se debe a su origen discordante sobre las unidades donde aflora.

### 3.2.10 Depósitos cuaternarios

Los depósitos cuaternarios corresponden a un 5% de la región, los cuales se caracterizan por ser una capa de sedimentos no consolidados, del Pleistoceno y el Holoceno, suprayacente a los terrenos Agua Blanca, San Sebastián, El Tinaco – Tucutunemo y la Napa Piemontina.

La geometría de los depósitos no consolidados varía ampliamente entre los mapas que la cartografían, haciéndose indispensable el uso de los mapas D-6-D, E-6-A y E-6-B de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960) por su gran nivel de detalle respecto a las unidades sedimentarias. Dichos mapas hacen mención a diferentes tipos de depósitos cuaternarios denominándolos como “aluvión” y “terrazas”, los cuales se tomaron en cuenta asignándoles la simbología definida por COPLANRH (1974) en el mapa geomorfológico del noroccidente del país, donde definen al “aluvión” como “Valle coluvio-aluvial” del Holoceno con la simbología "Q2B9" y a las “terrazas” como “Terrazas aluviales” del Pleistoceno superior con la simbología "q4B10".

### 3.2.11 Simbología litológica, estructuras y toponimia:

Los mapas de MENÉNDEZ (1965), MACKENZIE (1966), BUSHMAN *et al.* (1967), BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968), OSTOS (1985), ROJAS (1989), BLIN (1989) y AGUASUELOS INGENIERÍA (1990) fueron tomados como mapas básicos. A ellos fueron agregados nuevos puntos aportados por los autores en el desarrollo del presente estudio.

Los datos de rumbo y buzamiento de los planos de foliación y estratificación se tomaron básicamente de la información aportada por los mapas geológicos de los autores descritos anteriormente y corroborada por las Cartas D-6-D, E-6-A y E-6-B de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960). Debido a que los símbolos de los mapas eran los mismos para todas las rocas, se tomaron en cuenta las ediciones y cambios definidos por los autores en estudios y trabajos posteriores, cambiando la naturaleza del tipo de símbolo, el cual fue adaptado de acuerdo al tipo de roca.

Las estructuras geológicas presentes fueron básicamente tomadas de los diversos mapas de MENÉNDEZ (1965), MACKENZIE (1966) y BELLIZIA & RODRÍGUEZ (1968) para posteriormente ser verificadas por los otros mapas más recientes, incluyendo el mismo trabajo de campo como mecanismo de control de los datos estructurales.

La toponimia geológica final se complementa mediante el compendio de todos los mapas geológicos compilados anteriormente, en los cuales se expresan los nombres de las localidades tipo y poblados que dan nombre a numerosas unidades y afloramientos de rocas.

### 3.3 UNIDADES LITOLÓGICAS

La región de estudio comprende rocas y depósitos del dominio Caribe y dominio continental Suramericano, generadas desde el Precámbrico hasta el Holoceno, las cuales están clasificadas en terrenos separados entre sí por medio de grandes corrimientos producto de la tectónica durante el movimiento de Placa Caribe a lo largo del norte de la Placa Suramericana.

La presente sección tiene por objetivo definir las características de campo, la observación de estructuras meso y microscópicas en conjunto con los análisis petrográficos de cada una de las unidades litológicas visitadas durante la realización del trabajo de campo.

De acuerdo al marco generador del presente estudio, “Investigaciones Geológicas en el norte de Venezuela”, la selección de las unidades objeto de visitas en campo se realizó de acuerdo a la necesidad de obtención de nueva información en las áreas donde los datos se encontraban ausentes o no vigentes.

Tomando dicha consideración, HERNANDEZ (2014) realizó su trabajo especial de grado en la región inmediatamente al oeste del área de estudio y su enfoque analítico en campo se realizó básicamente sobre las unidades de la Faja Caracas y Faja Ávila, las cuales se extienden hasta la región del presente estudio. Es por ello que, para el presente trabajo, las unidades principales seleccionadas para el control de campo se encuentran en la Faja Cauagua – El Tinaco y Faja Villa de Cura, específicamente sobre el terreno El Tinaco y el terreno San Sebastián respectivamente; también fue seleccionado el Olistostromo de Platillón como objetivo de campo.

El trabajo geológico de campo se llevó a cabo observando las características litológicas y recolectando las muestras de roca en las localidades al oeste y suroeste de la ciudad de Tinaquillo, extendiéndose al sur a través de los pueblos de Macapo, pasando

por la ciudad de Tinaco y la región del cerro Tiramuto, al oeste de dicha ciudad. Todo ello con el fin de verificar y ejercer un control de la información litológica cartografiada por los autores que realizaron estudios en la zona, incluyendo un análisis petrográfico de las muestras obtenidas durante la visita a dichas localidades.

### 3.3.1 Faja Caucagua – El Tinaco / Terreno Tinaco

#### 3.3.1.1 Peridotita de Tinaquillo (tqa-tqb)

En la tabla 3.4 se resumen las muestras que fueron tomadas en los afloramientos de la Peridotita de Tinaquillo.

*Tabla 3.4. Muestras tomadas de la Peridotita de Tinaquillo.*

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
Peridotita de Tinaquillo (tqa – tqb)	Peridotita	Co-14-200	No	Al este de La Pica
	Serpentinita	Co-14-217AS	Si	Cantera abandonada al este de las minas de amianto, al oeste de La Montañita
	Serpentinita	Co-14-217BS	No	
	Granulita	Co-14-217CR	No	
	Granulita	Co-14-217DR	Si	

#### Extensión

La Peridotita de Tinaquillo se extiende en una pequeña zona al noreste del área de estudio (figura 3.2), incluyendo a las localidades de La Pica, al oeste de la ciudad de Tinaquillo, lugar donde aflora mejor la unidad, ocupando las hojas cartográficas 6545-IV-NO La Pica y 6545-IV-NO Curiepe.

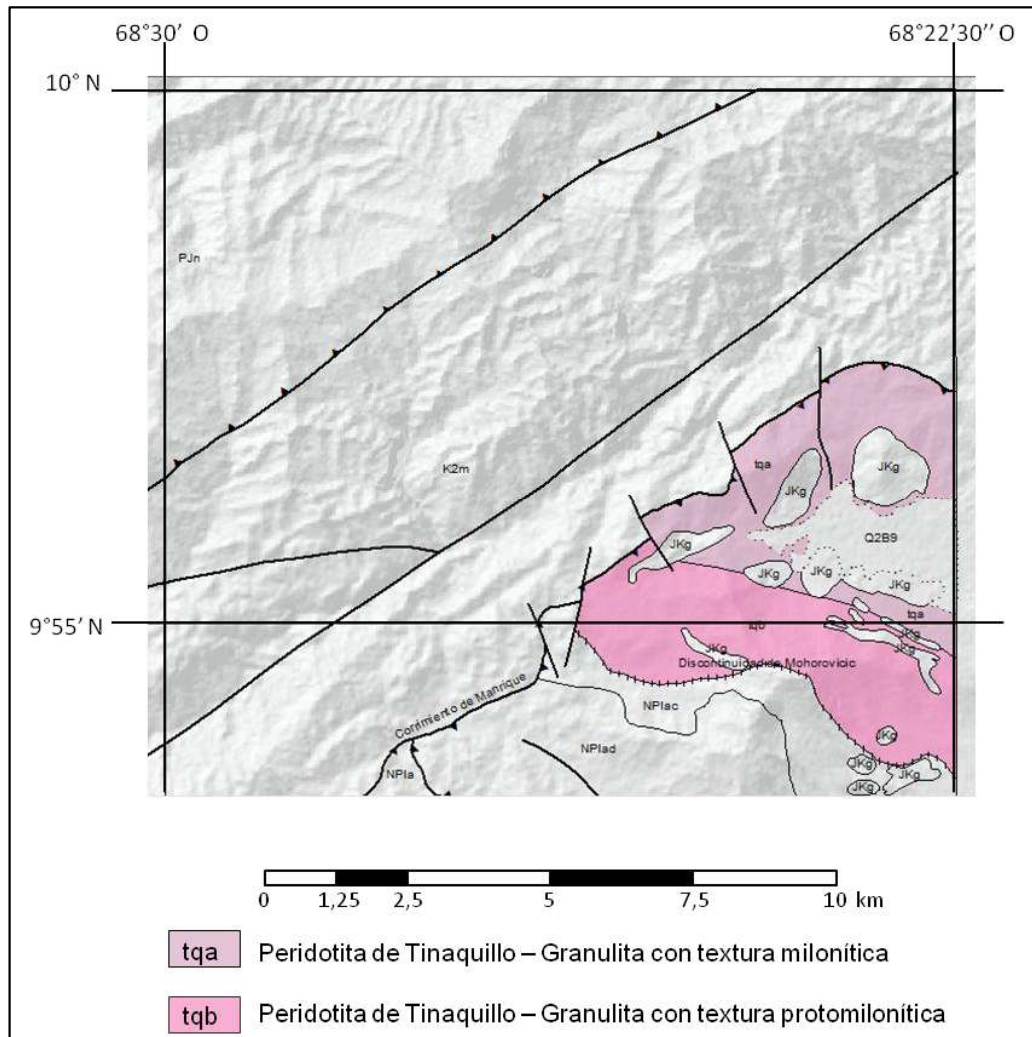


Figura 3.2. Extensión de la Peridotita de Tinaquillo (tqa-tqb) dentro del área de estudio.

### Contactos

La Peridotita de Tinaquillo se encuentra en contacto geológico con el Gneis de la Aguadita al sur, lo cual corresponde a la Discontinuidad de Mohorovicic. Al norte y noreste se encuentra en contacto de corrimiento con el Esquisto de Las Mercedes a través del Corrimiento de Manrique.

### Características en campo

Esta unidad se encuentra inmediatamente al oeste de la ciudad de Tinaquillo, presentando un relieve ondulado y con colinas de baja altura de formas redondeadas. En la vía hacia el poblado de La Pica, no se observan afloramientos sino pequeños cúmulos de rocas altamente meteorizadas, sin embargo a lo largo de la carretera se encuentra una

mina de Amianto a cielo abierto abandonada en la cual se observa un gran corte en la topografía.

El primer afloramiento (figura 3.3), al este de La Pica corresponde a la Peridotita de Tinaquillo que posee granulitas con textura protomilonítica (tqb). Las rocas se encontraban altamente meteorizadas con un color pardo anaranjado y color fresco gris verdoso, tomándose la muestra correspondiente a Co-14-200.



*Figura 3.3. Afloramiento de la Peridotita de Tinaquillo (tqb) al este de la localidad de La Pica. Punto Co-14-200.*

El segundo afloramiento visitado corresponde a una cantera abandonada al este de las minas de amianto y al oeste de La Montañita, el cual corresponde a la Peridotita de Tinaquillo que posee granulitas con textura milonítica (tqa). Aquí se encontraron numerosos bloques desprendidos de la pared excavada y disgregados a lo largo de toda el área. Las rocas presentaban capas de material meteorizado desprendibles de gris verdoso claro con serpentinización apreciable. El color fresco corresponde a azules oscuros, verdes vivos y vetillas grisáceas. Se tomaron las muestras Co-14-217AS y Co-14-217BS.

En el afloramiento fue encontrado un bloque mediano con bandeamientos cuya apariencia no se asemejaba a las rocas circundantes aunque de colores similares a las

demás rocas, asimilándose como un bloque rodado fueron tomadas las muestras Co-14-217CR y Co-14-217DR.

### Análisis petrográfico

En la figura 3.4 se observa la muestra de serpentina Co-14-217AS y granulita Co-14-217DR, ambas seleccionadas para la realización de secciones finas con la finalidad de ser sometidas a análisis petrográficos.

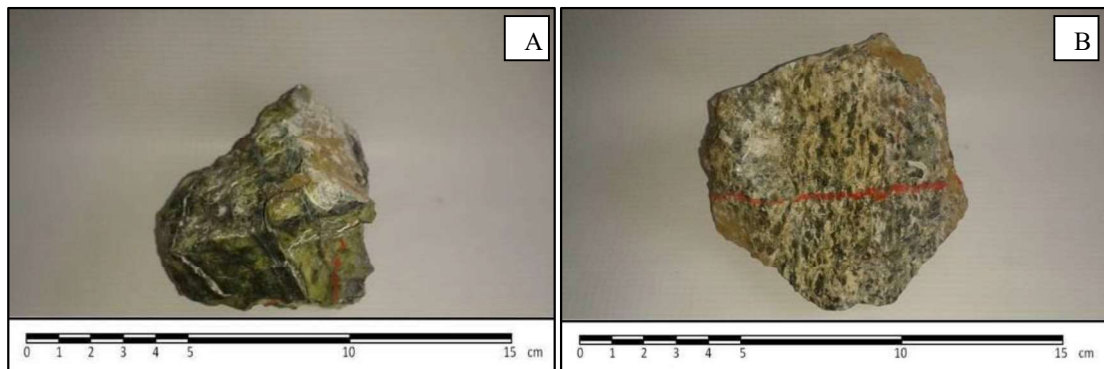


Figura 3.4. Peridotita de Tinaquillo, zona de granulitas con textura milonítica (tqb).

A) Muestra de peridotita Co-14-217AS. B) Muestra de granulita Co-14-217DR.

### ➤ Serpentinita

La muestra Co-14-217AS consiste en una peridotita totalmente serpentinizada, sin remanentes de olivino ni ortopiroxenos observables. Presenta texturas de bordes redondeados, sombras pleocroicas y zonación. Durante la serpentización, los cristales de olivino y ortopiroxenos fueron hidratados, siendo reemplazados estos por serpentina. El aumento de volumen por la serpentización produjo pequeñas fisuras en las cuales cristalizó crisotilo y ópalo en etapas posteriores (figura 3.5). Los cristales, en su mayoría subhedrales, poseen un tamaño entre 0,05 mm y 0,5 mm. Como remanentes se observan cúmulos de minerales opacos en los bordes de las vetas y de los cristales reemplazados, siendo el más abundante y reconocible la magnetita. En la tabla 3.5 se aprecia la composición mineralógica de la roca, de acuerdo a su porcentaje constitutivo. La muestra analizada fue catalogada como una *Serpentinita*, cuyo protolito fue una peridotita.

Tabla 3.5. Composición mineralógica (%). Serpentinita – Muestra Co-14-217AS.

Serpentina	Minerales opacos	Ópalo
95	4	1

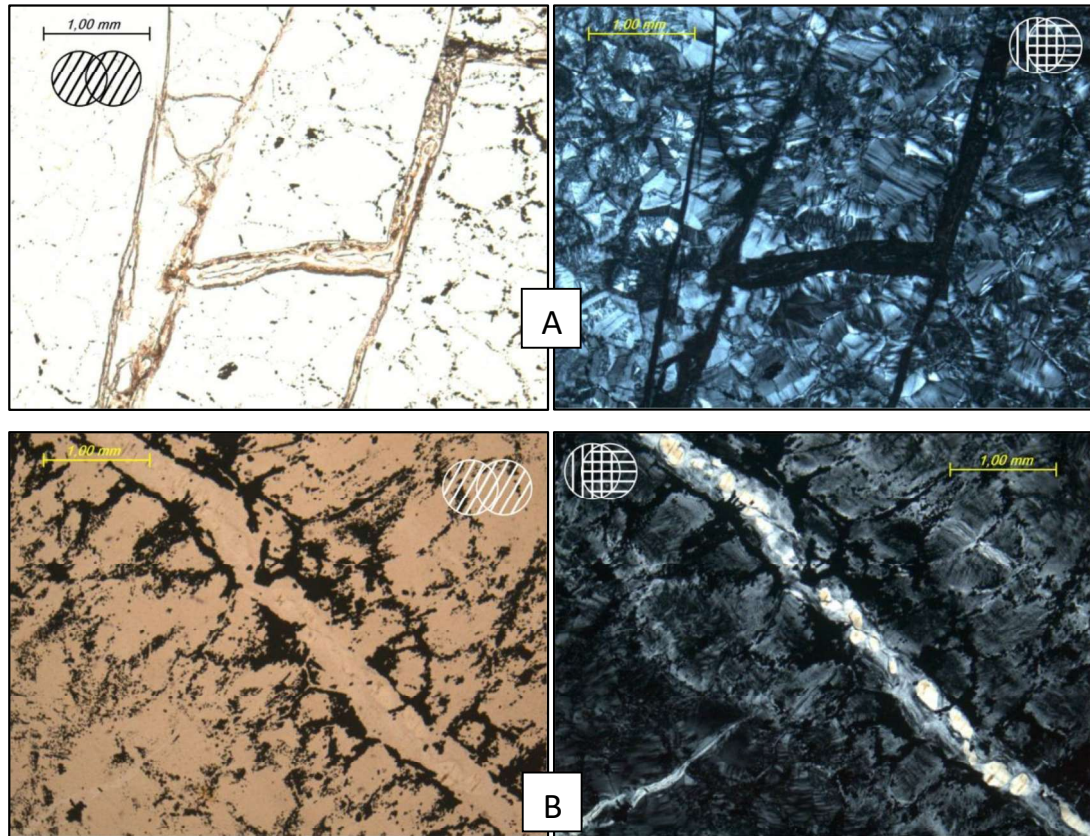


Figura 3.5. Peridotita de Tinaquillo (tqa) Muestra de Serpentinita Co-14-217AS. Los minerales opacos son abundantes en los bordes de los cristales y vetas. A: vetas constituidas por crisotilo.

B: vetas saturadas por ópalo.

### ➤ Gabro charnockítico cataclástico

La muestra Co-14-217DR corresponde a una roca con remanentes de plagioclasa alterada, además de grupos arracimados de minerales opacos y porfidoclastos muy deformados de clinopiroxenos. La augita, subhedral, presenta exsoluciones paralelas de lamelas muy finas de ortopiroxenos que a su vez se encuentran plegadas, cristales anhedrales de epidoto y prehnita rodean a la augita (figura 3.6). La clorita es evidente en forma de agregados elongados así como el ópalo en pequeñas vetillas. Posee una textura holocristalina fanerítica, mostrando texturas zonadas, con cristales decusados y de

bordes redondeados, variando su tamaño entre 0,05mm a más de 1mm en general, alcanzando en algunos casos tamaños de hasta 5mm. En la tabla 3.6 se aprecia su constitución mineralógica.

La roca presenta metamorfismo de alto grado, los cristales han sido deformados y triturados por altas presiones. La mineralogía y su aspecto indican que se encuentra en la facies de la granulita, siendo clasificada como un *Gabro charnockítico cataclástico*.

Tabla 3.6. Composición mineralógica (%).

*Gabro charnockítico cataclástico - Muestra Co-14-217DR.*

Clinopiroxeno (Augita alterada)	Minerales opacos	Plagioclasa alterada	Prehnita	Epidoto	Clorita	Ópalo
35	17	15	15	10	5	3

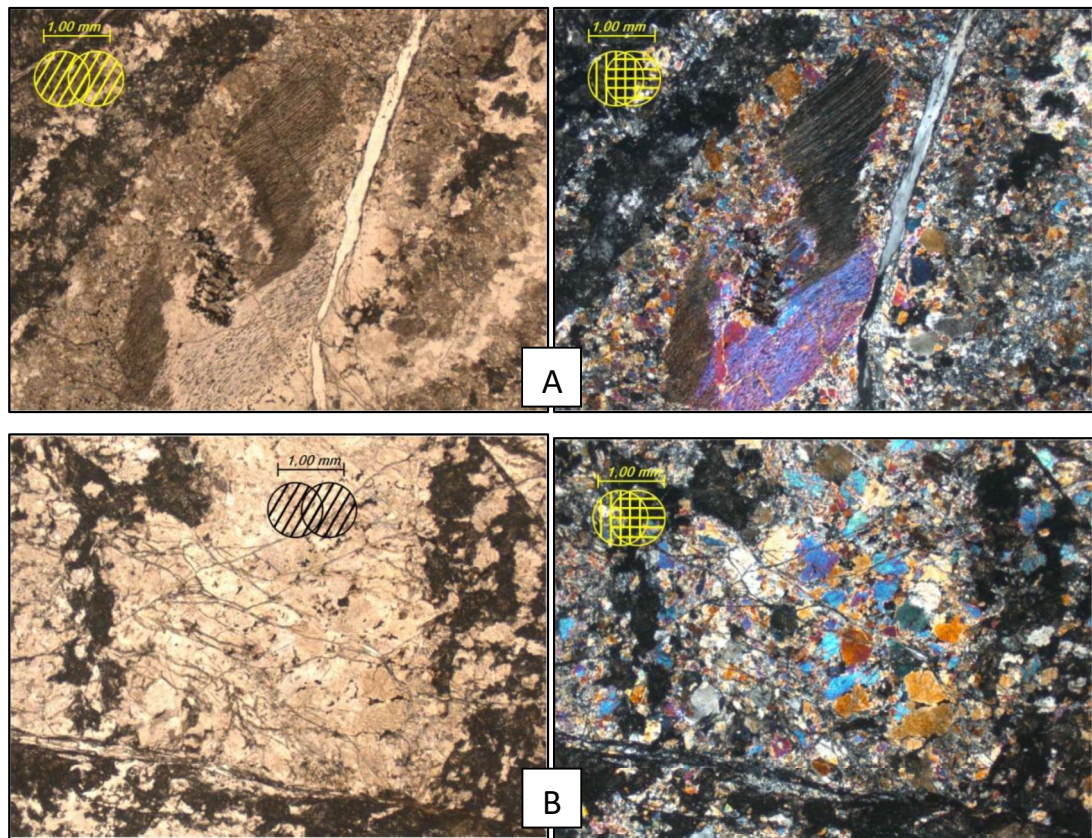


Figura 3.6. Peridotita de Tinaquillo (tqa). Muestra de Gabro charnockítico cataclástico Co-14-217DR. A: augita con lamelas de exsolución de ortopiroxenos deformadas. B: cristales de prehnita y epidoto producto de alteración de plagioclasas y clinopiroxenos.

**3.3.1.2 Apófisis de gabro (JKg)**

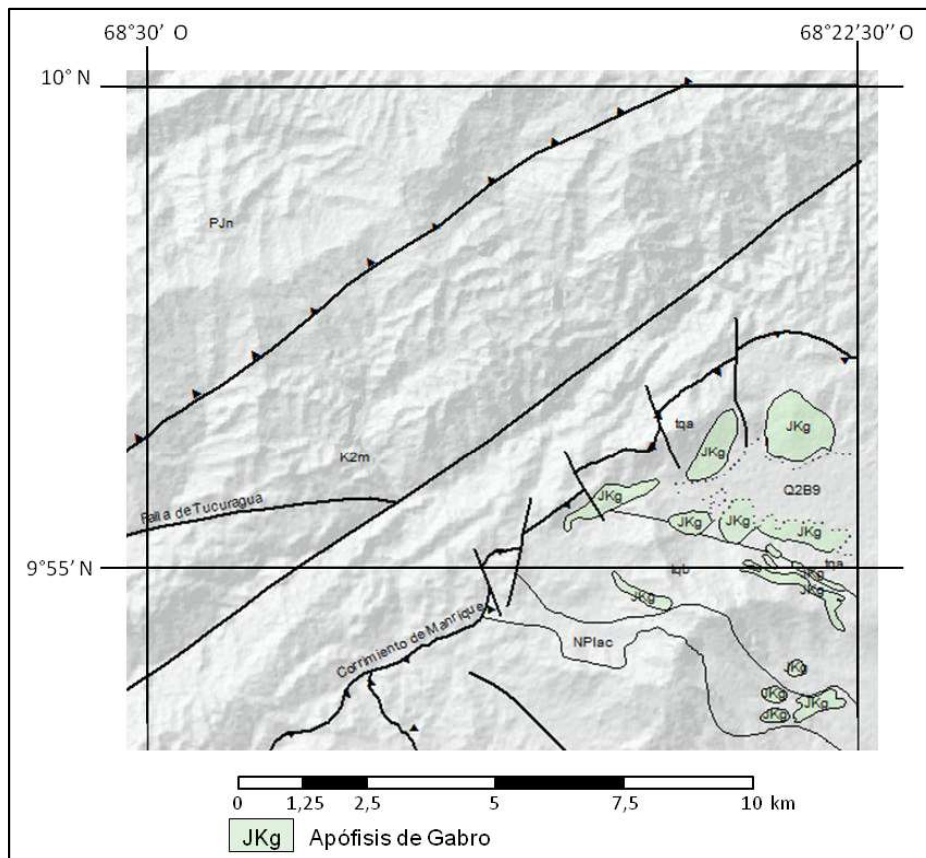
En la tabla 3.7 se resumen las muestras tomadas en los afloramientos de los cuerpos intrusivos de gabro en la peridotita de Tinaquillo.

*Tabla 3.7. Muestras de gabro que intrusionan la Peridotita de Tinaquillo.*

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
Apófisis de gabro (JKg)	Gabro	Co-14-218A	Si	Al norte de La
	Gabro	Co-14-218B	No	Montañita

**Extensión**

Las intrusiones de gabros se extienden al noreste del área de estudio (figura 3.7), en la localidad de La Pica y La Montañita, esta última es donde afloran mejor. Ocupa las hojas cartográficas 6545-IV-NO La Pica y 6545-IV-NO Curiepe.



*Figura 3.7. Extensión de los cuerpos intrusivos de gabro (JKg) dentro del área de estudio.*

### Contactos

Los cuerpos de gabros se encuentran en contacto geológico intrusivo dentro de la peridotita de Tinaquillo; al sur pequeños cuerpos intrusionan el Gneis de la Aguadita en la subunidad máfica basal.

### Características en campo

De acuerdo a los estudios de los autores anteriores en la zona de estudio, la peridotita de Tinaquillo se encuentra intrusionada por cuerpos de gabro, los cuales representan el tercer afloramiento visitado durante el trabajo de campo en la zona de la peridotita. Los afloramientos fueron hallados en la zona norte de La Montañita, presentando un color fresco rojizo a negro debido a las posibles quemas de cultivos que se desarrollan a su alrededor, teniendo un color gris verdoso con minerales oscuros apreciables a simple vista. En el lugar se obtuvieron las muestras Co-14-218A y Co-14-218B.

### Análisis petrográfico

En la figura 3.8 se observa la muestra de gabro Co-14-218A, seleccionada para la realización de sección fina con la finalidad de ser sometida a análisis petrográficos.



Figura 3.8. Apófisis de gabro (JKg). Muestra de gabro Co-14-218A.

### ➤ Granulita máfica milonítica

La muestra Co-14-218A fue recolectada en la zona donde OSTOS (1985) cartografió los cuerpos de Gabros intrusivos en la peridotita. La roca presenta una textura milonitizada, donde los cristales tienen apariencia triturada y ligeramente orientados

longitudinalmente con grandes porfidoclastos de augita alterada y cristales anhedrales de rutilo (figura 3.9). Al igual que la muestra Co-14-217DR, la augita presentaba lamelas paralelas deformadas de ortopiroxenos dentro de sus cristales, sin embargo no hay presencia de plagioclasas. Los cristales exhiben texturas decusadas, zonadas y bordes redondeados, sobre todo en las aristas de los cristales subhedrales de augita. Existen vetillas completamente rellenas por prehnita. . En la tabla 3.8 se resume la composición mineral de la muestra. Tomando en cuenta el metamorfismo evidente, y su reconocible protolito ígneo, la roca se clasificó como una *Granulita máfica milonítica*.

Tabla 3.8. Composición mineralógica (%). Granulita máfica milonítica – Muestra Co-14-218A.

Clinopiroxeno (Augita alterada)	Prehnita	Minerales opacos	Feldespato-K	Rutilo
45	25	15	13	2

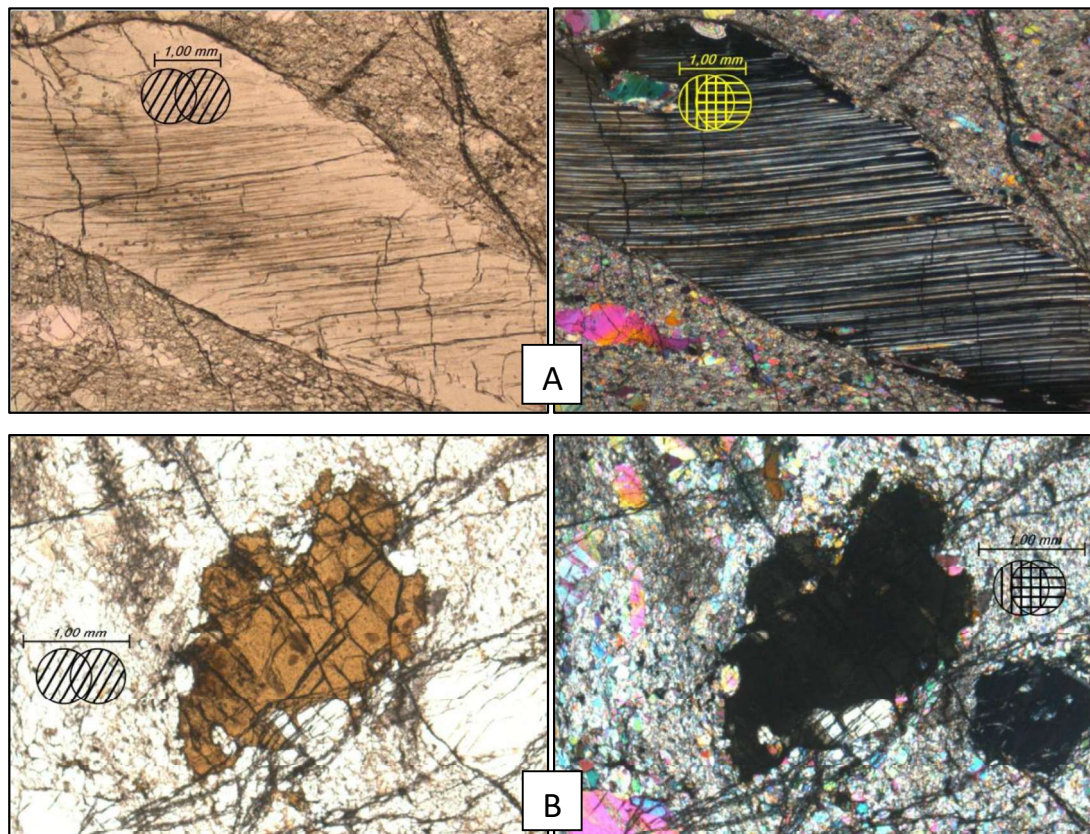


Figura 3.9. Apófisis de Gabros (JKg). Muestra de Granulita máfica milonítica Co-14-218A.

A: cristal de augita, visible incluso sin uso del microscopio, con lamelas paralelas de exsolución de ortopiroxenos en su interior. B: cristal de rutilo de prehnita.

### 3.3.1.3 Gneis de La Aguadita (NPla – NPlac – NPlad – NPlay)

En la tabla 3.9 se observan las muestras que fueron tomadas en los afloramientos de las distintas subunidades del Gneis de La Aguadita.

Tabla 3.9. Muestras tomadas del Gneis de La Aguadita “G L.A” (NPlad, NPla, NPlay).

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
G L.A Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad)	Gneis	Co-14-201A	No	Al oeste de Caja de Agua
	Gneis	Co-14-201B	No	
	Gneis	Co-14-201C	No	
	Gneis	Co-14-202	No	
	Gneis	Co-14-216AR	Si	Quebrada Curiepe, al este de Curiepe
	Granofel	Co-14-216BR	Si	
	Gneis	Co-14-216CR	No	
	Gneis	Co-14-216DR	Si	
	Gneis	Co-14-216ER	No	
G L.A s.s. (NPla)	Gneis	Co-14-215A	No	Al noreste de El Banco
	Gneis	Co-14-215B	Si	
G L.A Zona de inyección (NPlay)	Gneis	Co-14-210A	No	Al noroeste de Cañaote
	Gneis	Co-14-210B	No	
	Gneis	Co-14-211A	No	Al noreste de Cañaote
	Gneis	Co-14-211B	No	
	Gneis	Co-14-214AS	Si	Río Tinaco, Camoruco
	Gneis	Co-14-214BS	No	

#### Extensión

El Gneis de la Aguadita, incluyendo a todas sus subunidades, se extiende en todo el este-sureste de la zona de estudio (figura 3.10), entre las ciudades de Tinaquillo y Tinaco, ocupando las hojas cartográficas 6545-IV-NO La Pica, 6545-IV-NO Curiepe, 6445-II-NE Tierra, 6545-III-NO La Aguadita, 6545-III-NE Las Cañadas, 6545-III-SO Tinaco y 6545-III-SE Las Peonías.

Los mejores afloramientos de la unidad máfica basal y la zona de granulitas máficas a félsicas se encuentran en las cercanías de la localidad de Curiepe, mapa 6545-IV-NO; los afloramientos más preservados de la zona de inyección se encuentran en la localidad de Camoruco, mapa 6545-III-NO.

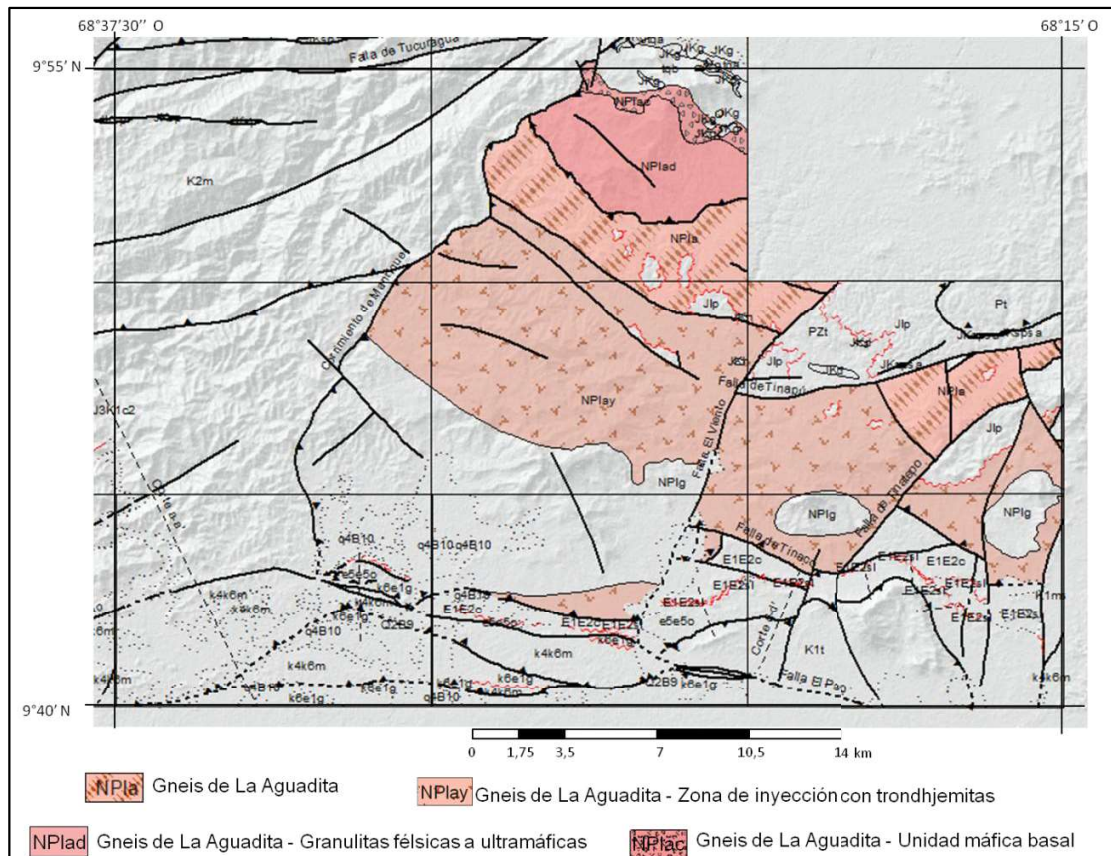


Figura 3.10. Extensión del gneis de La Aguadita.

Subunidades NPlac, NPlad, NPla, NPlay.

### Contactos

El Gneis de la Aguadita posee diversidad de contactos entre sus propias subunidades y con las otras litologías que le circundan.

La subunidad correspondiente a la Unidad máfica basal (NPlac) se encuentra en contacto litológico al norte con la peridotita de Tinaquillo (tqb), asumiéndose como la exhumación de la Discontinuidad de Mohorovicic expuesta en superficie. De igual forma, al oeste está en contacto con el terreno Las Mercedes a través del Corrimiento de

Manrique, mientras que al sur está en contacto litológico con la subunidad de Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

La subunidad de Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad) permanece limitada, dentro del área de estudio, al oeste por el Corrimiento de Manrique, que la pone en contacto con el terreno Las Mercedes de la Faja Caracas, al norte con la unidad máfica basal (NPlac) en contacto litológico y al sur en contacto de corrimiento sobre la subunidad *Sensu stricto, s.s.* (NPla).

La subunidad *Sensu stricto, s.s.* (NPla), a su vez, sigue limitando al oeste a través del Corrimiento de Manrique, con el terreno Las Mercedes y al sur con la subunidad de la Zona de inyección (NPlay) en contacto de falla de alto ángulo. En su interior posee contactos discordantes y de falla de alto ángulo con las rocas Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, así como con el Esquisto de Tinapú mediante fallas al este del área estudiada.

La Zona de inyección (NPlay) posee contactos de tipo falla de alto ángulo entre la subunidad *Sensu stricto* al norte, con las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas y con el Esquisto de Tinapú, existe contacto geológico con los plutones de la Metatrandhjemita de la Gloria que intrusionan la subunidad. Al oeste limita con el Corrimiento de Manrique con la Faja Caracas, mientras que al sur, el contacto con la Faja Piemontina también es de corrimiento, el cual también se extiende a los plutones de metatrandhjemitas en contacto con la Napa mencionada al suroeste del afloramiento.

### **Características en campo**

Esta unidad contempla una gran área, discurre como un gran bloque entre las ciudades de Tinaquillo y Tinaco, en toda el área este de la región de estudio. Es un área montañosa, con relieves altos y suaves pero frecuentemente afectados por la intervención humana ya que es una zona muy fértil.

Litológicamente, aunque la unidad completa consiste en gneis, se divide en cuatro subunidades que abordan características geológicas distintivas: Unidad máfica basal (NPlac), Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad), *S.s.* (NPla) y Zona de inyección (NPlay), esta última intrusionada por los plutones de la Metatrandhjemita de La Gloria. En campo, fueron visitadas las tres últimas.

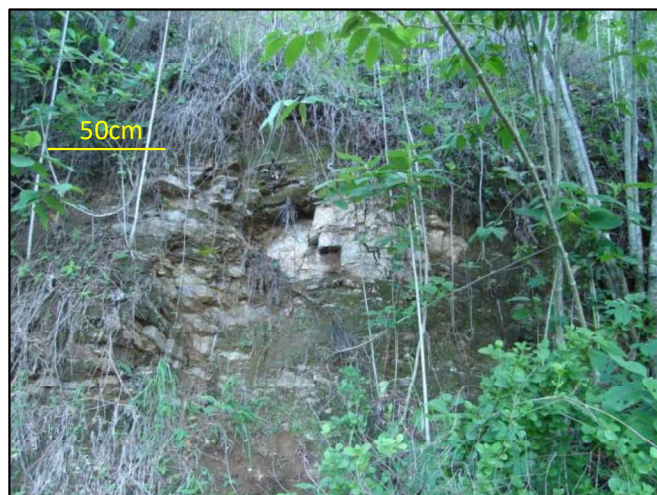
***Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad)***

En una zona aislada al oeste de Caja de Agua se visitaron dos afloramientos, los cuales presentaron rocas muy meteorizadas, fácilmente deleznales, muy afectadas por la vegetación reinante (figuras 3.11 y 3.12). Poseían un color meteorizado pardo verdoso debido a la humedad del entorno, el color fresco era variable entre grises blancuzcos y pardos muy oscuros.

A pesar de dichas condiciones, se recolectaron las muestras Co-14-201A, Co-14-201B, Co-14-201C y Co-14-202.



*Figura 3.11. Gneis de La Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad) al oeste de la localidad de Caja de Agua. Punto CO-14-201. Afloramiento intervenido por la vegetación.*



*Figura 3.12. Gneis de La Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad) al oeste de la localidad de Caja de Agua. Punto CO-14-202. Afloramiento fuertemente diaclasado.*

El tercer afloramiento visitado se encontraba en la Quebrada Curiepe. Debido a la configuración topográfica, se determinó que toda la cuenca hidrográfica de dicha quebrada se encontraba por completo dentro de la subunidad de granulitas félsicas a ultramáficas, considerándose como un afloramiento viable para la observación y obtención de muestras litológicas de la unidad.

Tomando en cuenta la variedad, se tomaron muestras que fueran representativas del conjunto de rocas, recolectándose las muestras Co-14-216AR, Co-14-216BR, Co-14-216CR, Co-14-216DR y Co-14-216ER.

### Análisis petrográfico

En la figura 3.13 se observan las muestras de gneis Co-14-216AR y Co-14-216DR, así como la muestra de granofel Co-14-216BR, que fueron seleccionadas para la realización de secciones finas con la finalidad de ser sometidas a análisis petrográficos.

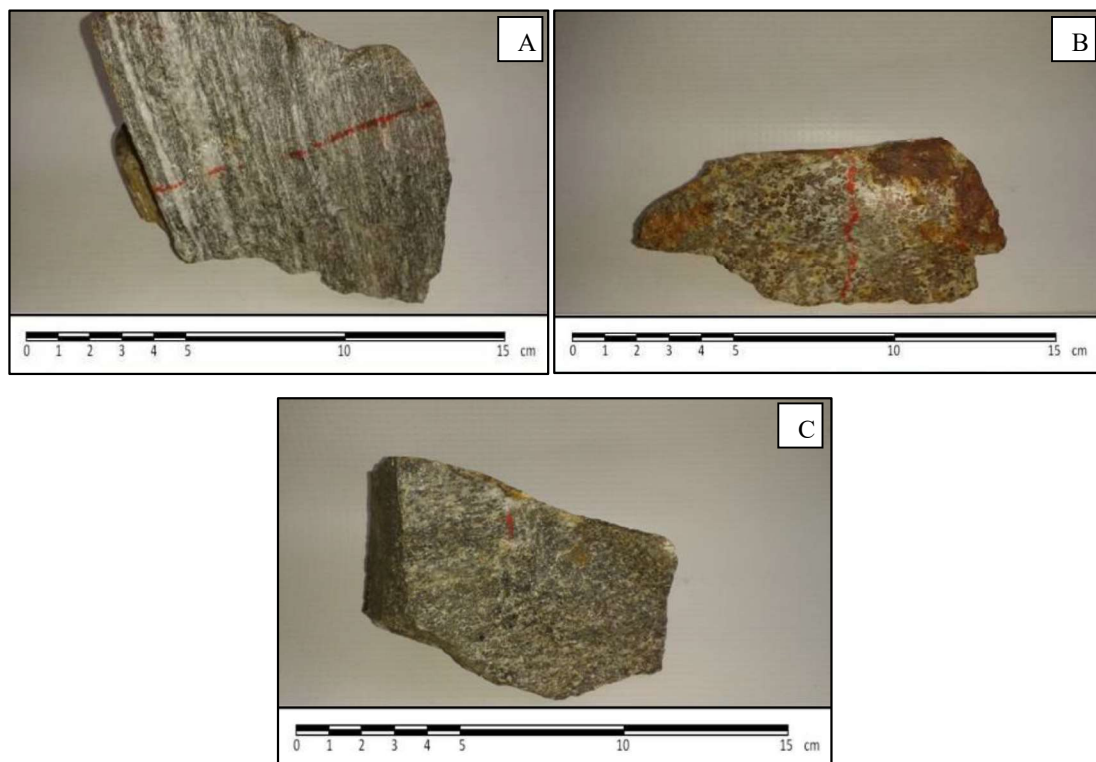


Figura 3.13. Gneis de La Aguadita, Granulitas félsicas a máficas (NPlad).  
A) Muestra de gneis Co-14-216AR, B) Muestra de granofel CO-14-216BR,  
C) Muestra de gneis CO-14-216DR.

➤ **Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso**

La muestra Co-14-216AR corresponde a un gneis con fábrica xenoblástica, texturas decusadas y de bordes redondeados en algunos cristales de granate y de epidoto.

El granate es el mineral más abundante, encontrándose incluso cristales euhedrales, aunque en la mayoría de los casos se presentan casi redondos. Fue hallado un cristal de granate esquelético con inclusiones de pequeñas hojuelas de biotita (figura 3.14).

El epidoto es el segundo mineral más profuso, encontrándose en diversos tamaños de forma heterogénea en la muestra, seguido de cuarzo y plagioclasas. Los minerales opacos corresponden a plagioclasas que han sido saussuritizadas, quedando remanentes de ellas y observándose maclado polisintético. El apatito aparece en cantidades moderadas.

Los clinopiroxenos han sido mayormente cloritizados, aunque quedan remanentes, observándose cristales que conservaron el clivaje pero rodeados de clorita.

Fueron hallados pequeños cristales de allanita y magnetita. Los cristales de plagioclasas y clinopiroxenos han sufrido prehnitización.

En la tabla 3.10 se resume la composición mineralógica de la muestra de acuerdo a sus porcentajes constitutivos.

La roca presenta un metamorfismo de alto grado, la mineralogía y el aspecto de los cristales indican que se encuentra en la facies de las granulitas. La roca se clasificó como *Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso*.

Tabla 3.10. Composición mineralógica (%).

*Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso – Muestra Co-14-216AR.*

Granate	Epídoto	Cuarzo	Plagioclasa	Clorita	Prehnita	Apatito
25	18	15	12	12	10	7
		Magnetita	Allanita	Biotita		
		< 1	< 1	< 1		

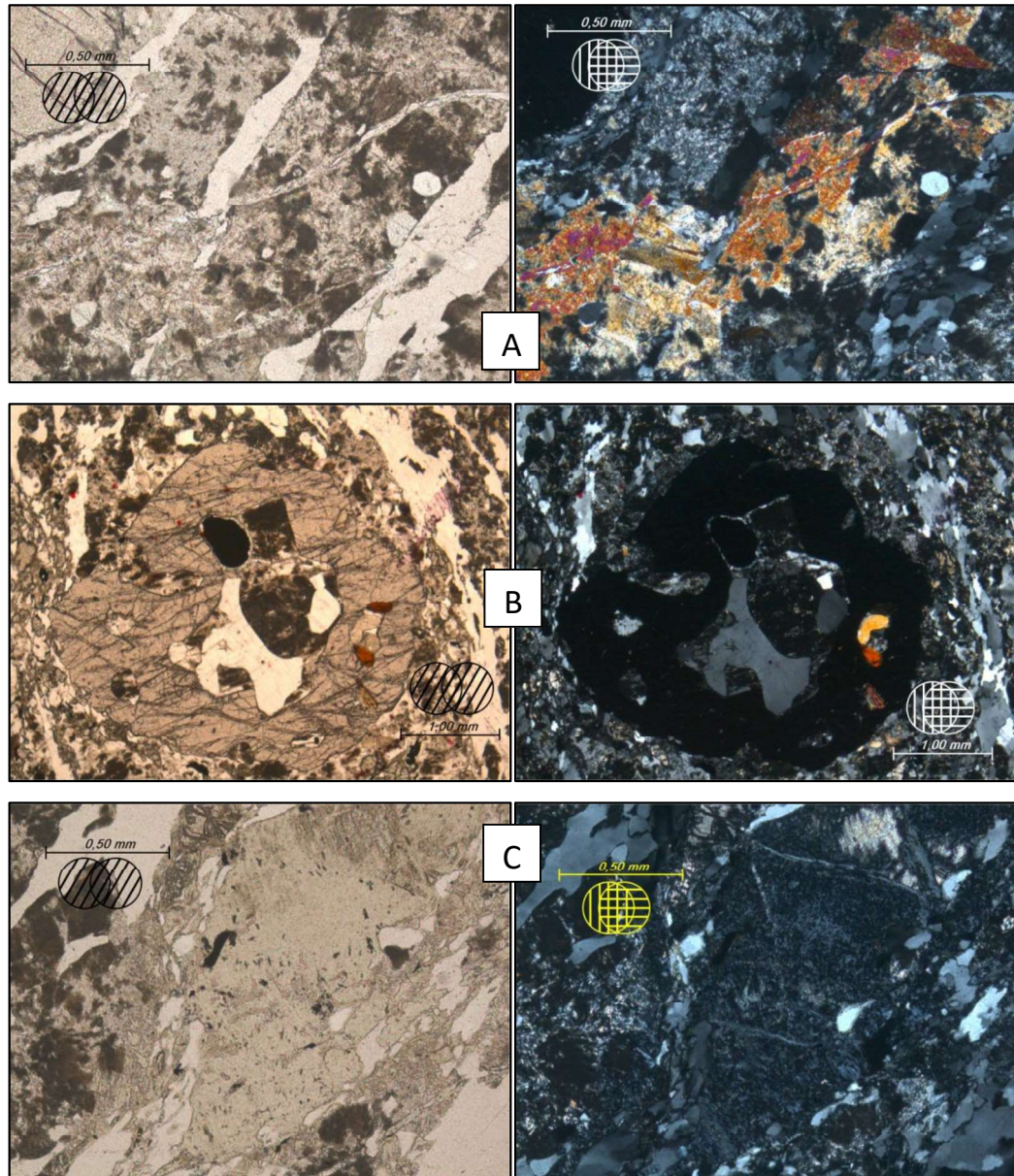


Figura 3.14. Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

Muestra de Gneis granatífero – epidótico – cuarzo Co-14-216AR. A: cristal de plagioclasa totalmente prehnitizado. B: cristal de granate esqueletal, con inclusiones de biotita, cuarzo y plagioclasa alteradas. C: clinopiroxeno totalmente cloritizado.

#### ➤ Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico

La muestra Co-14-216BR es un granofel con fábrica hipidioblástica, porfidoblástica, texturas de zonación, decusadas y de bordes redondeados en cristales subhedrales. El granate es el mineral dominante, encontrándose en tamaños desde 7mm a 0,05mm, de

forma aislada o en cúmulos, altamente fracturados por tensión, algunos poseen bordes de reacción alterando a epidoto (figura 3.15). Le siguen en abundancia pequeños cristales subhedrales a anhedrales de plagioclasas, cuarzo y clorita, semejando una matriz granular cristalina. En la tabla 3.11 se resumen los componentes minerales de la muestra. La roca presenta un metamorfismo de alto grado, la mineralogía y el aspecto de los cristales indican que se encuentra en la facies de las granulitas. La roca se clasificó como *Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico*.

Tabla 3.11. Composición mineralógica (%).

*Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico – Muestra Co-14-216BR.*

Granate	Plagioclasa	Cuarzo	Epídoto	Clorita
55	20	15	7	3

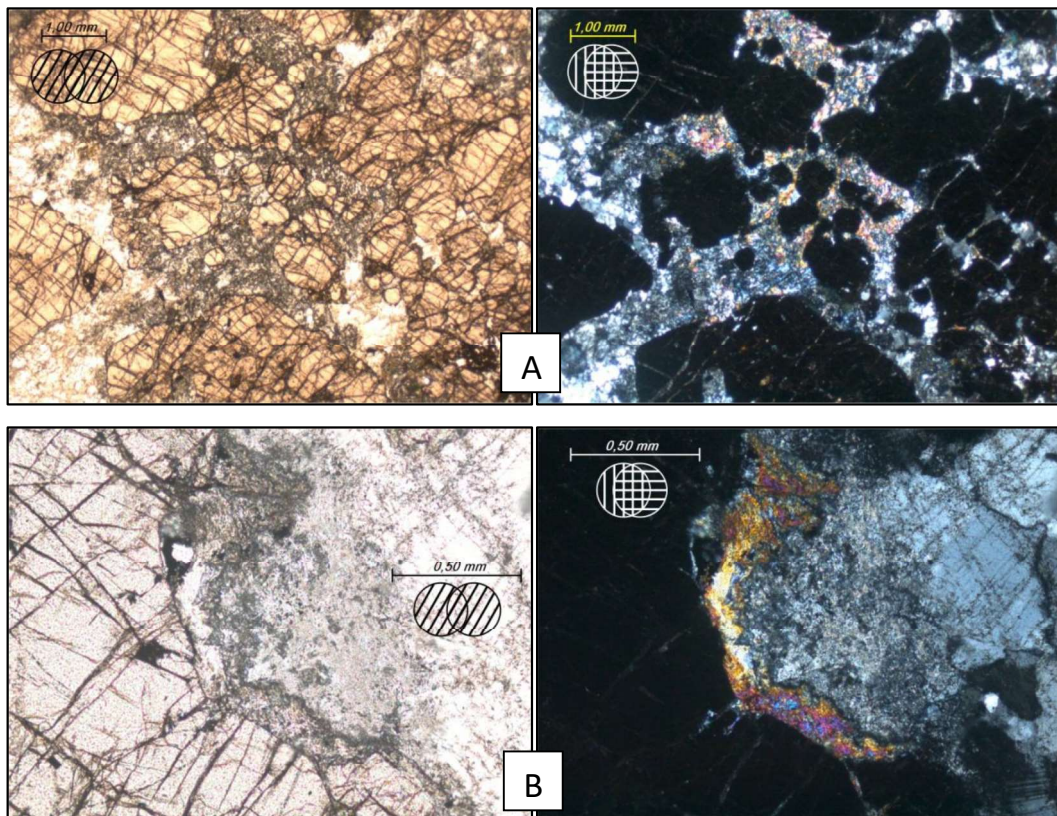


Figura 3.15. Gneis de la Aguadita - Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

Muestra de Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico Co-14-216BR.

A: granate rodeado de plagioclasas, cuarzo y epidoto. B: epidoto en borde de reacción.

➤ **Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso**

La muestra Co-14-216DR pertenece a un gneis con texturas afieltradas, decusadas y con bordes redondeados. El granate es el mineral más abundante y sus cristales se presentan en forma subhedral. Le sigue en cantidad la augita en cristales anhedrales muy fracturados que exhiben en algunos de sus cristales maclado polisintético y alteraciones en su constitución (figura 3.16).

El cuarzo se presenta en forma anhedral y con cristales redondeados, las plagioclasas muestran sus maclas ligeramente deformadas; el epidoto se presenta como producto de la alteración de la augita (figura 3.17) y también en algunos bordes de reacción del granate. Pequeños cristales de zircón se encuentran dentro de cristales de granate, mientras que la zoisita se encuentra en pequeños agregados diminutos. En la tabla 3.12 se resume la composición mineralógica de la muestra.

La muestra exhibe un metamorfismo de grado alto, la mineralogía indica que se encuentra en la facies de las granulitas, clasificándose como un *Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso*.

Tabla 3.12. Composición mineralógica (%).

*Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso – Muestra Co-14-216DR*

Granate	Augita	Cuarzo	Plagioclasa	Epídoto	Zoisita	Zircón	Apatito
25	20	20	18	14	3	< 1	< 1

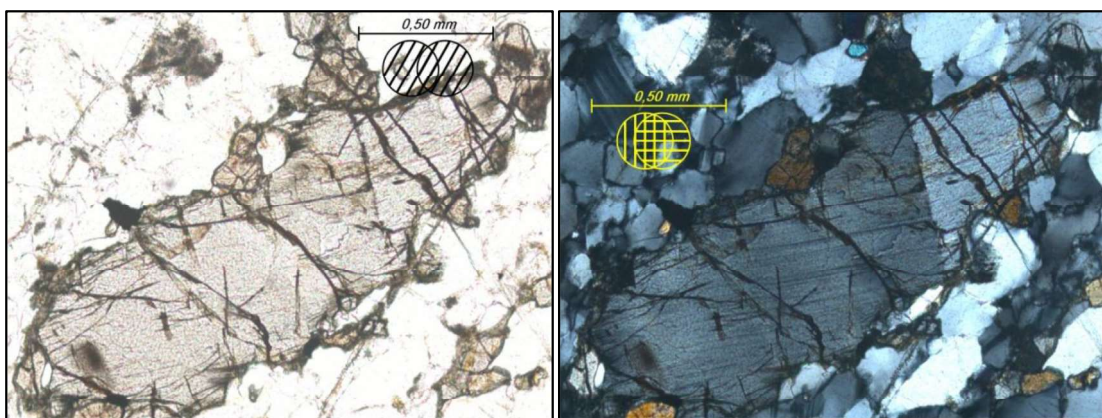
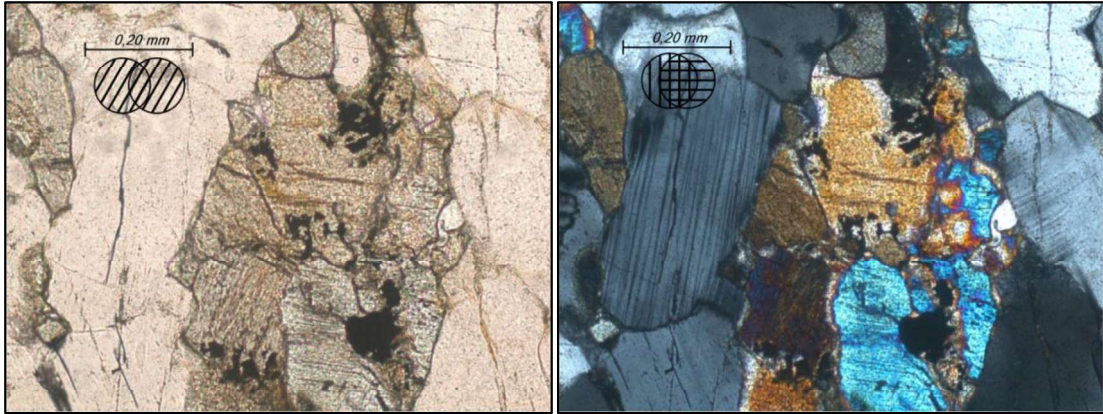


Figura 3.16. Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

Muestra de Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso Co-14-216DR. Augita fracturada, exhibiendo maclado polisintético deformado.



*Figura 3.17. Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad). Muestra de Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso Co-14-216DR. Cristales de plagioclasa y augita en proceso de alteración a epidoto.*

#### ***Gneis de la Aguadita. Sensu stricto, s.s. (NPla)***

Esta subunidad representa el área intermedia del Gneis de La Aguadita, ubicándose al sur de la subunidad de Granulitas félsicas a ultramáficas y al norte de la Zona de inyección. Contempla litologías tipo gneis, siendo representativos de las rocas descritas por MENÉNDEZ (1965) y SEYLER *et al.* (1998).

El afloramiento visitado de esta subunidad se encuentra como un escarpe en un punto intermedio de la vialidad entre el pueblo de Macapo y la localidad de Vallecito. Las rocas presentan un buen estado de conservación aún a la intemperie, exhibiendo un color meteorizado pardo a marrón muy oscuro y con un color fresco gris oscuro y blanco claro, con bandeamientos y cristales fácilmente distinguibles. Debido al buen estado de preservación se recolectaron las muestras Co-14-215A y Co-14-215B.

#### **Análisis petrográfico**

En la figura 3.18 se observa la muestra de gneis Co-14-215B, seleccionada para la realización de la sección fina correspondiente con la finalidad de ser sometida a análisis petrográficos.

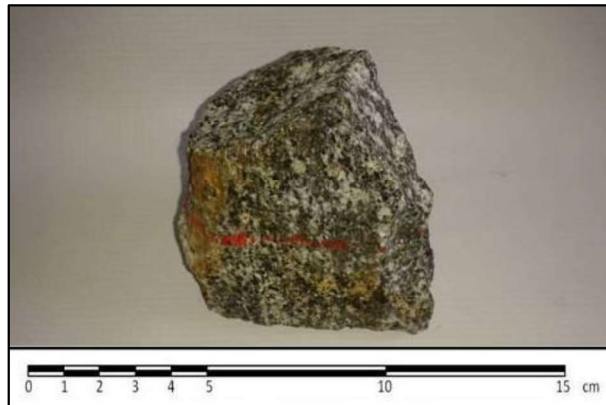


Figura 3.18. Gneis de La Aguadita, S.s. (NPla). Muestra de gneis Co-14-215B.

#### ➤ Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso

La muestra Co-14-215B consiste en una roca metamórfica de tipo gneis que exhibe texturas afieltradas y decusadas.

La augita es el mineral más abundante, mostrándose en cristales subhedrales de gran tamaño, sin embargo se observa cloritización de algunos de sus cristales. El segundo mineral en abundancia es la hornblenda con cristales subhedrales, la cual muestra un importante pleocroísmo en nícoles paralelos con variaciones de color entre pardo anaranjado amarillento a verde oliva oscuro (figura 3.19).

El cuarzo se observa en forma de cristales anhedrales con características protomiloníticas, la plagioclasa se observa muy alterada en forma granular por causa de su carbonatización. En la tabla 3.13 se describe la composición mineralógica de la muestra de acuerdo a sus porcentajes constituyentes.

La roca presenta un metamorfismo de grado alto, los minerales y el aspecto de sus cristales indican que la roca se encuentra en la facies de las granulitas. La roca se clasificó como *Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso*.

Tabla 3.13. Composición mineralógica (%).

*Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso – Muestra Co-14-215B*

Augita	Hornblenda	Cuarzo	Clorita	Plagioclasa	Minerales opacos
35	25	20	10	5	5

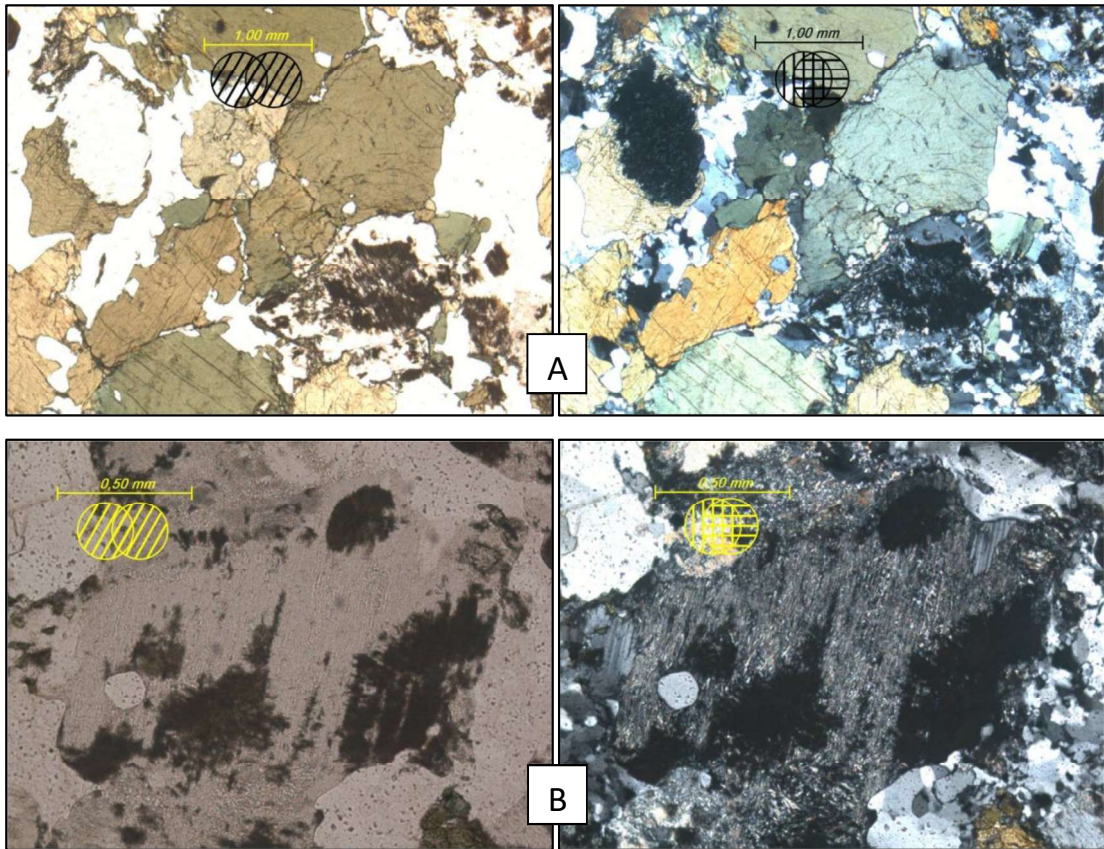


Figura 3.19. Gneis de la Aguadita – *Sensu stricto s.s. (NPla)* Muestra de Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso Co-14-215B. A: cristales de augita y hornblenda, este último con alto pleocroísmo. B: plagioclasa carbonatizada con restos de minerales opacos.

### ***Gneis de la Aguadita. Zona de inyección (NPlay)***

Esta subunidad es la más meridional del Gneis de La Aguadita. Debe su denominación a los grandes cuerpos plutónicos de trondhjemitas y apófisis de hornblendita que lo intrusionan.

Al noreste de la localidad de Cañaote fue encontrado un afloramiento en la quebrada Lajal, en el cual las rocas estaban muy meteorizadas con un color pardo oscuro, afectadas por el flujo constante de la quebrada. El color fresco variaba entre tonos pardos claros y grisáceos. Se recolectaron las muestras CO-14-210A y CO-14-210B.

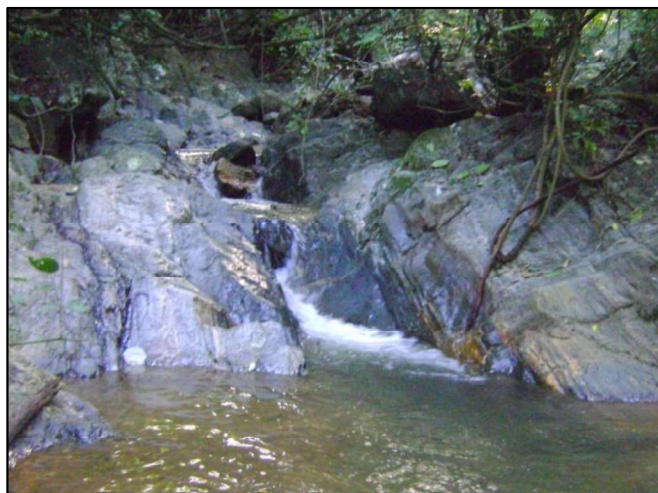
Más al este, al noreste de la localidad, fue encontrado otro afloramiento de rocas mejor conservadas con mayor cantidad de minerales félsicos visibles (figura 3.20). El

color meteorizado de la roca corresponde a un pardo claro a oscuro, con colores frescos pardos claros. Se tomaron las muestras Co-14-211A y Co-14-211B.



*Figura 3.20. Afloramiento del Gneis de La Aguadita en la Zona de inyección (NPlay) al oeste de la localidad de Cañaote. Punto Co-14-211.*

El tercer afloramiento de esta subunidad consistió en un conjunto de bloques de gran tamaño visiblemente desprendidos de las laderas circundantes del Río Tinaco, en la localidad de Camoruco (figura 3.20). En este afloramiento las rocas estaban bien constituidas y con resistencia al fracturamiento presentando color meteorizado grisáceo a pardo claro amarillento, con un color fresco blanco grisáceo con partículas destellantes. En este punto se recogieron las muestras Co-14-214AS y Co-14-214BS.



*Figura 3.21. Afloramiento del Gneis de La Aguadita en la Zona de inyección (NPlay) en el río Tinaco, en la localidad de Camoruco. Punto Co-14-214.*

### Análisis petrográfico

La figura 3.22 destaca la muestra de gneis Co-14-214A, elegida para la realización de la sección fina con la finalidad de ser sometida a análisis petrográficos.

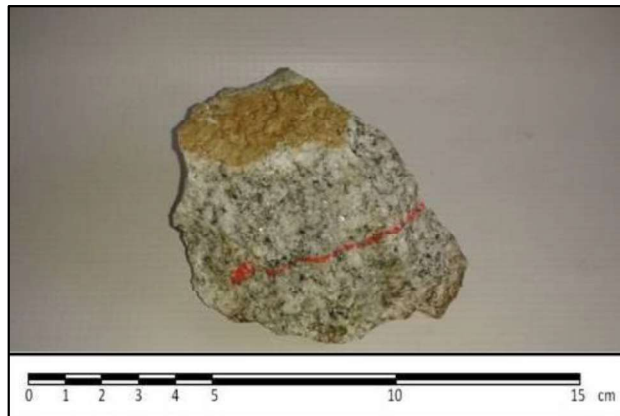


Figura 3.22. Gneis de La Aguadita, Zona de inyección (NPlay). Muestra de gneis Co-14-214A.

#### ➤ Gneis hornblendo-epidótico-clorítico

La muestra Co-14-214AS consiste en una roca metamórfica de tipo gneis que exhibe texturas afieltradas y decusadas. La hornblenda es el mineral más abundante en la roca y presentándose en cristales subhedrales muy fracturados, con alteraciones e inclusiones (figura 3.23). Los minerales producto de las alteraciones, como el epidoto y la clorita, le siguen en abundancia y son apreciables en sus bordes.

El cuarzo se observa en forma de pequeños cristales anhedrales, seguido de feldespato y plagioclasas alteradas. Se encontraron pequeños cristales de zircón. La tabla 3.14 presenta su composición mineralógica de acuerdo a los porcentajes constituyentes.

La roca presenta un metamorfismo de grado medio, encontrándose en la facies de las anfíbolitas con epidoto. La muestra se clasificó como un *Gneis hornblendo-epidótico-clorítico*.

Tabla 3.14. Composición mineralógica (%).

*Gneis hornblendo-epidótico-clorítico – Muestra Co-14-215B*

Hornblenda	Epídoto	Clorita	Cuarzo	Feldespato-K	Plagioclasa	Zircón
35	22	17	15	7	3	< 1

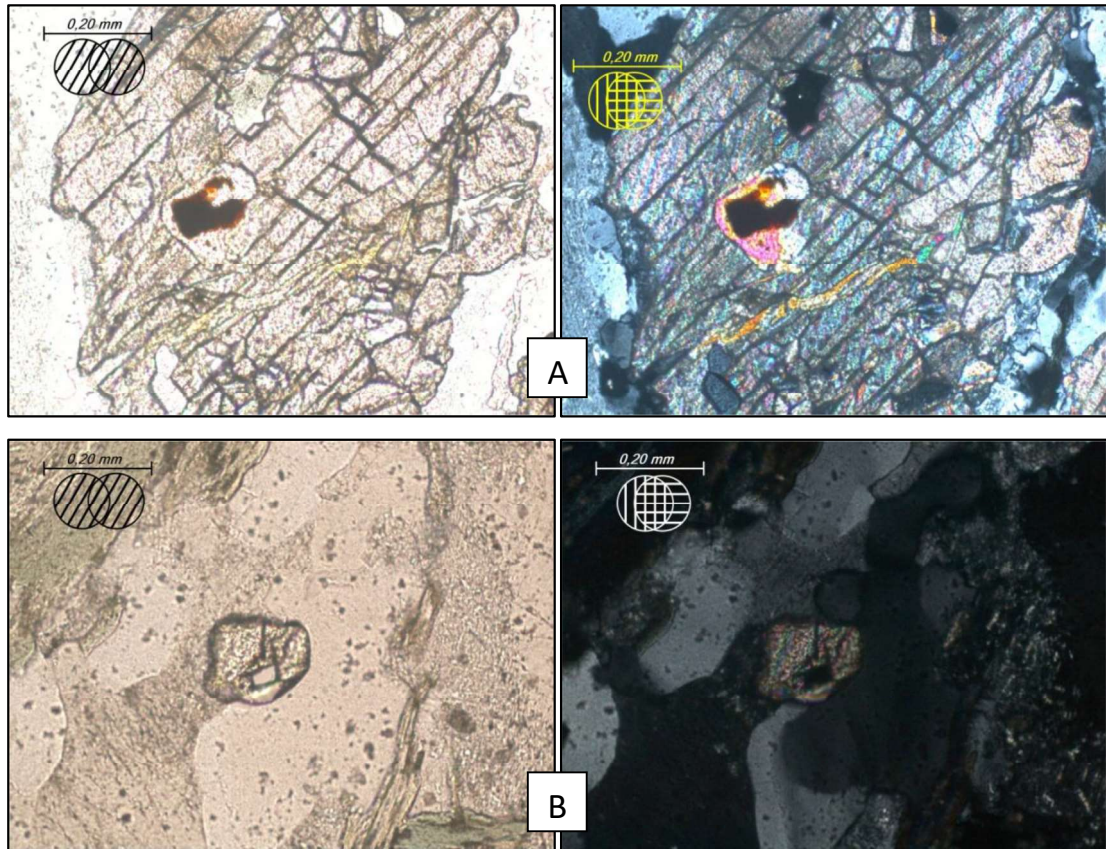


Figura 3.23. Gneis de la Aguadita – Zona de inyección (NPlay). Muestra de Gneis hornblendo-epidótico-clorítico Co-14-214AS. A: corte basal de cristal del hornblenda con inclusión y bordes de reacción en el mismo. B: cristal de zircón.

### 3.3.1.4 Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg)

En la tabla 3.15 se resumen las muestras tomadas en los afloramientos de la Metatrandhjemita de La Gloria.

Tabla 3.15. Muestras tomadas de la Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg).

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg)	Metatrandhjemita	Co-14-212A	No	Al noreste del Socorro
	Metatrandhjemita	Co-14-212B	Si	
	Metatrandhjemita	Co-14-213A	Si	Al sureste de El Topo
	Metatrandhjemita	Co-14-213B	No	

### Extensión

Los plutones de Metatrandhjemita de la Gloria, que intrusionan al Gneis de La Aguadita, se extienden al sureste de la zona de estudio, entre las ciudades de Tinaquillo y Tinaco (figura 3.24), ocupando las hojas cartográficas 6445-II-NE Tierra, 6545-III-NO La Aguadita, 6545-III-NE Las Cañadas, 6445-II-SE San Carlos, 6545-III-SO Tinaco y 6545-III-SE Las Peonías.

Los mejores afloramientos de la metatrandhjemita se encuentran en las cercanías de la localidad de El Topo, al noreste de la ciudad de Tinaco, mapa 6545-III-SO.

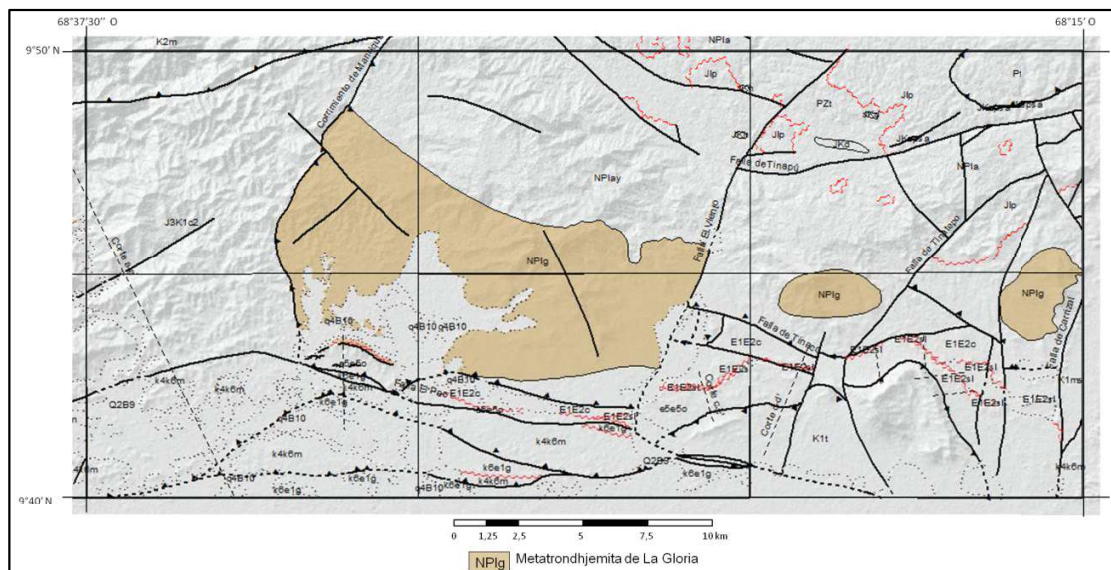


Figura 3.24. Extensión de la Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg) dentro del área de estudio.

### Contactos

Los cuerpos plutónicos de la Metatrandhjemita de La Gloria poseen en su mayoría un contacto geológico con la subunidad de la Zona de inyección del Gneis de La Aguadita.

Se encuentra limitada al oeste por el Corrimiento de Manrique, que la pone en contacto con los terrenos de la Faja Caracas; al sur, en un pequeño fragmento posee un contacto de corrimiento sobre el Olistostromo de Platillón.

La Falla El Viento marca el límite en la zona central con otro fragmento de la Zona de inyección del Gneis de La Aguadita.

Sobre esta unidad han sido acumulados sedimentos recientes, los cuales marcan límites discordantes de contacto cuaternario.

### Características en campo

Consiste en cuerpos plutónicos intrusivos que afloran en la Zona de inyección del Gneis de la Aguadita. El primer afloramiento se encontró al costado de una vía al noreste de la localidad de Cañaote, consistiendo en rocas bien constituidas, con coloración parda clara producto de la meteorización y colores frescos blancuzcos, con escasa presencia de minerales oscuros. Se recolectaron las muestras Co-14-212A y Co-14-212B.

El segundo afloramiento se halló en la vía Tinaco – Tinaquillo, localidad de El Topo, en una zona de construcción, en la cual quedaron expuestas las rocas (figura 3.25). Las rocas presentan buena preservación, sin embargo el color de meteorización es más acentuado que el afloramiento anterior, teniendo un color pardo amarillento, ligeramente más oscuro. De igual forma, en el color fresco se observó mayor abundancia de minerales oscuros, conservando el color blancuzco característico. En esta zona, se tomaron las muestras Co-14-213A y Co-14-213B.



*Figura 3.25. Afloramiento de la Metatrondhjemita de La Gloria (NPlg) al sureste de la localidad de El Topo. Punto Co-14-213.*

### Análisis petrográfico

En la figura 3.26 se observan las muestras de metatrondhjemita Co-14-212B y Co-14-213A que fueron elegidas para la realización de las secciones finas con la finalidad de ser sometidas a análisis petrográficos.

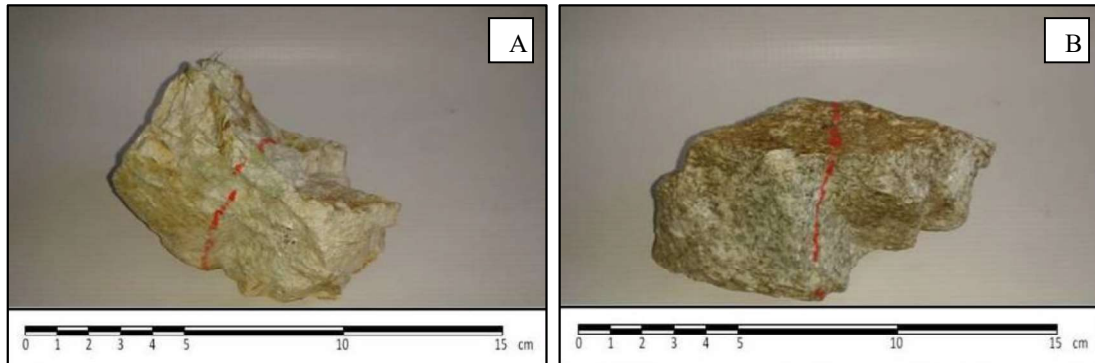


Figura 3.26. Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg).

A) Muestra de metatrandhjemita Co-14-212B, B) Muestra de metatrandhjemita Co-14-213A.

### ➤ Metatrandhjemita protocataclástica

La muestra Co-14-212B corresponde a una roca fanerítica holocristalina, la cual presenta texturas decusadas, zonadas y cristales con bordes redondeados. Es una roca protocataclástica con porfidoclastos de plagioclasas y microclino. Los minerales félsicos son notablemente profusos.

El mineral más abundante lo constituyen las plagioclasas alteradas, las cuales se observan en forma de grandes cristales subhedrales con fracturamiento, seguido de un gran porcentaje de cuarzo en forma de agregados policristalinos anhedrales.

Grandes porfidoclastos de microclino son apreciables con su característico maclado tipo tartán. Los minerales opacos son los menos abundantes, agrupándose en los bordes de los cristales y en las fracturas de los mismos como productos residuales de la alteración de las plagioclasas (figura 3.27). La tabla 3.16 resume la composición mineral de la muestra.

La roca se clasificó tomando en cuenta que su índice de color es de 3%, por tanto se denominó como una *Metatrandhjemita protocataclástica*.

Tabla 3.16. Composición mineralógica (%).

*Metatrandhjemita protocataclástica – Muestra Co-14-212B*

Plagioclasa	Cuarzo	Microclino	Minerales opacos
50	40	7	3

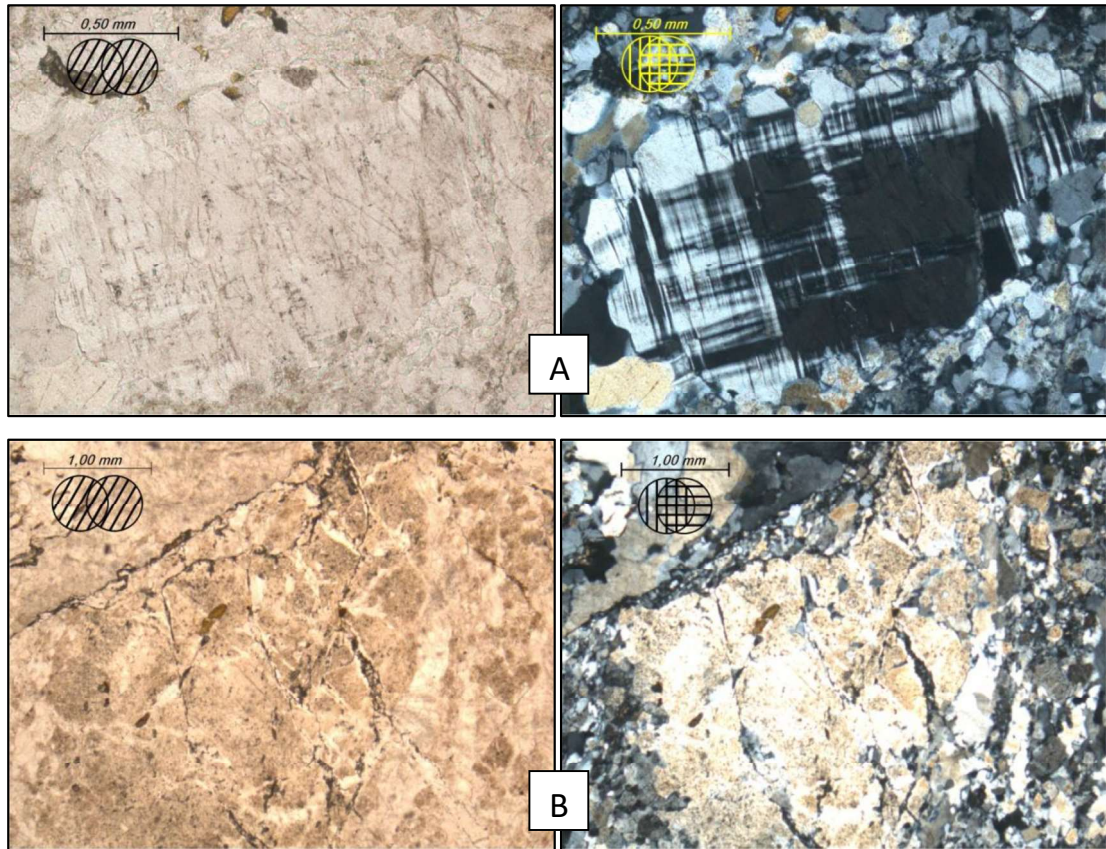


Figura 3.27. Metatrondhjemita de La Gloria (NPlg). Muestra de Metatrondhjemita protocataclástica Co-14-212B. A: cristal de microclino con maclado tipo tartán. B: cristal de plagioclasa con alteraciones.

### ➤ Metatonalita protocataclástica

La muestra Co-14-213A corresponde a una roca fanerítica holocristalina, protocataclástica, presentando texturas decusadas, zonadas y cristales con bordes redondeados, afieltradas y esferulíticas. Se observan abundantes minerales félsicos

El mineral más abundante es el cuarzo, mostrándose como pequeños cristales subhedrales y anhedrales, algunos de ellos poseen extinción ondulatoria. Le sigue en porcentaje las plagioclasas, las cuales están siendo alteradas a sericita y clorita.

Se observaron cristales de titanita subhedrales, fracturados y con inclusiones de minerales opacos (figura 3.28), también se encontraron cristales de epidoto.

La composición mineral de la roca es expresada en la tabla 3.17. La roca fue clasificada como *Tonalita protocataclástica*, debido a que su índice de color es de 25%.

.Tabla 3.17. Composición mineralógica (%).

Metatonalita protocataclástica – Muestra Co-14-213A

Cuarzo	Plagioclasa	Titanita	Sericita	Clorita	Epídoto	Minerales opacos
40	35	10	10	2	2	1

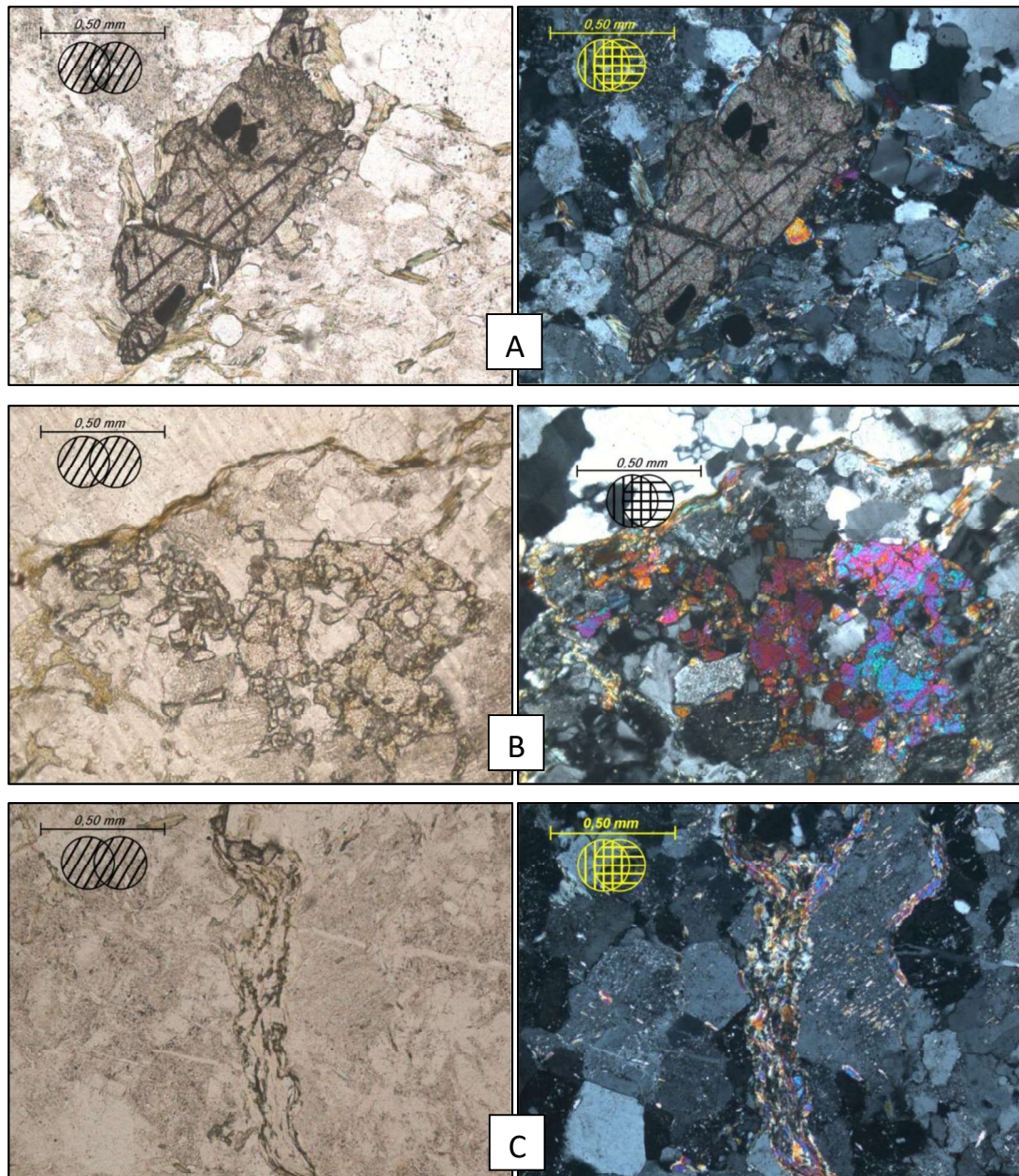


Figura 3.28. Metatrondhjemita de La Gloria (NPlg). Muestra de Metatonalita protocataclástica Co-14-213A. A: titanita fracturada con inclusiones B: plagioclasa alterada a sericita.

C: vetas rellenas por sericita

### 3.3.2 Faja Villa de Cura / Terreno San Sebastián

#### 3.3.2.1 Lavas de Tiramuto (K1t)

La tabla 3.18 resume las muestras que fueron tomadas en los afloramientos de bloques de las lavas de Tiramuto.

Tabla 3.18 Muestras tomadas de las Lavas de Tiramuto (K1t).

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
Lavas de Tiramuto (K1t)	Basalto	Co-14-205AS	Si	Al oeste del cerro Tiramuto
	Basalto	Co-14-205BS	No	

#### Extensión

Las Lavas de Tiramuto se encuentran al extremo sureste de la zona de estudio, ocupando las hojas cartográficas 6545-III-SO Tinaco y 6545-III-SE Las Peonías (figura 3.29).

Los mejores afloramientos de acceso libre (cerro Tiramuto es zona militar) se encuentran en las inmediaciones de cerro gordo, al oeste del cerro Tiramuto, mapa 6545-III-SO.

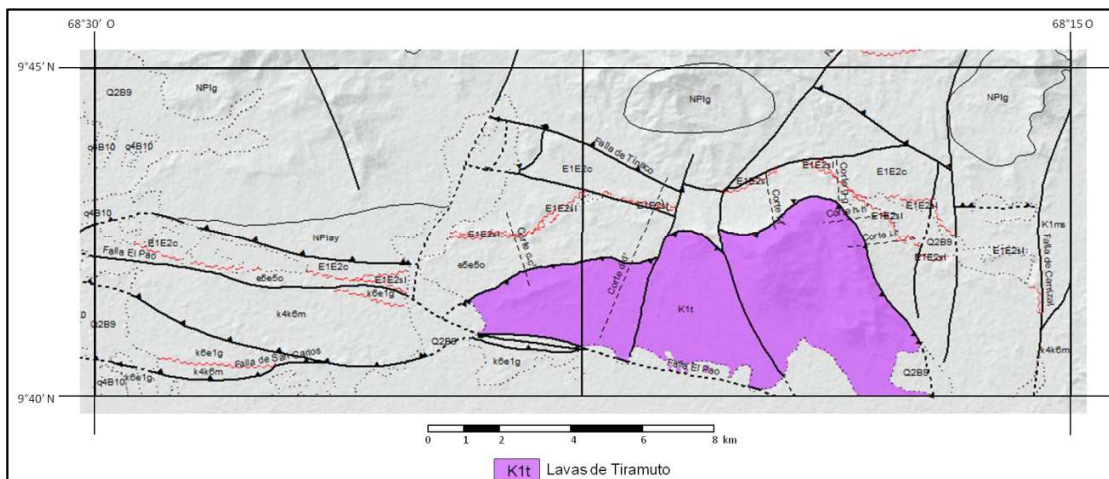


Figura 3.29. Extensión de las Lavas de Tiramuto (K1t) en el área de estudio.

### Contactos

Las Lavas de Tiramuto poseen contactos de tipo corrimiento al norte con el Olistostromo de Platillón en su Formación Orupe. Al sur limita también con la Formación Orupe pero el contacto es de falla de alto ángulo, seguido por depósitos de material sedimentario no consolidado en contacto cuaternario discordante.

### Características en campo

Esta unidad se encuentra al sureste de la ciudad de Tinaco y define la principal elevación topográfica del sector a través del cerro Tiramuto y cerro Gordo. A nivel superficial no se observan afloramientos, sin embargo, los pobladores durante la construcción de sus viviendas extrajeron rocas desde 8m de profundidad y fueron dejadas in situ, por lo tanto fueron consideradas como viables para la toma de muestras (figura 3.30), dado el testimonio y concordancia con la litología de los bloques. Las rocas tienen un color meteorizado anaranjado fuerte, el cual cambia drásticamente a verde azulado al mostrar el color fresco. En este punto, se tomaron las muestras Co-14-205AS y Co-14-205BS.



*Figura 3.30. Lavas de Tiramuto (K1t) Afloramiento de bloques de la unidad en las inmediaciones de cerro Gordo, al oeste del cerro Tiramuto. Punto Co-14-205.*

### ❖ Análisis petrográfico

En la figura 3.31 se observa la muestra de basalto Co-14-205AS, la cual fue seleccionada para la realización de la sección fina correspondiente con la finalidad de ser sometida a análisis petrográficos.

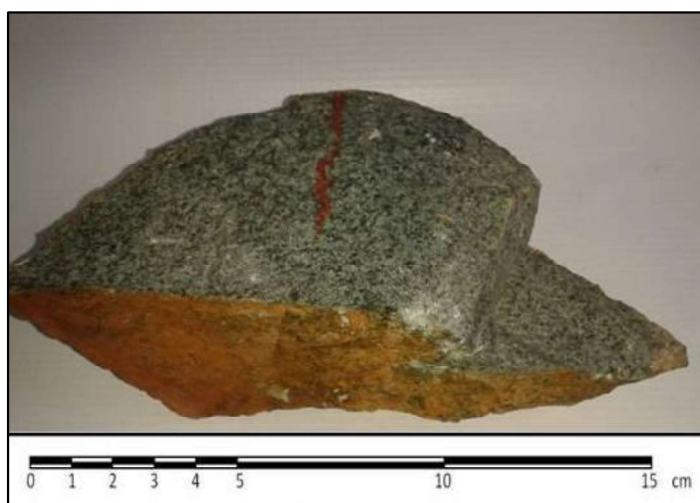


Figura 3.31. Lavas de Tiramuto (K1t). Muestra de basalto Co-14-205A.

### ➤ Basalto augítico porfídico

La muestra Co-14-205A corresponde a una roca volcánica, hipocristalina, fanerítica con cristales euhedrales y subhedrales, con visibles texturas de flujo, afieltradas, y vitrofidicas. La augita es el mineral más abundante, con fenocristales maclados euhedrales entre 0,1 a 1,5mm que están siendo cloritizados (figura 3.32). La tabla 3.19 resume la composición mineral de la muestra de acuerdo a su porcentaje de abundancia.

La roca está compuesta por una matriz densa de minerales opacos indistinguibles, en la cual se encuentran embebidos pequeños cristales de plagioclasas, clinopiroxenos, cuarzo y rastros de epídoto. La roca se clasificó como un *Basalto augítico porfídico*.

Tabla 3.19. Composición mineralógica (%).

*Basalto augítico porfídico – Muestra Co-14-205AS.*

Augita	Minerales opacos	Clorita	Plagioclasa	Clinopiroxeno	Cuarzo	Epídoto
30	25	15	10	10	5	5

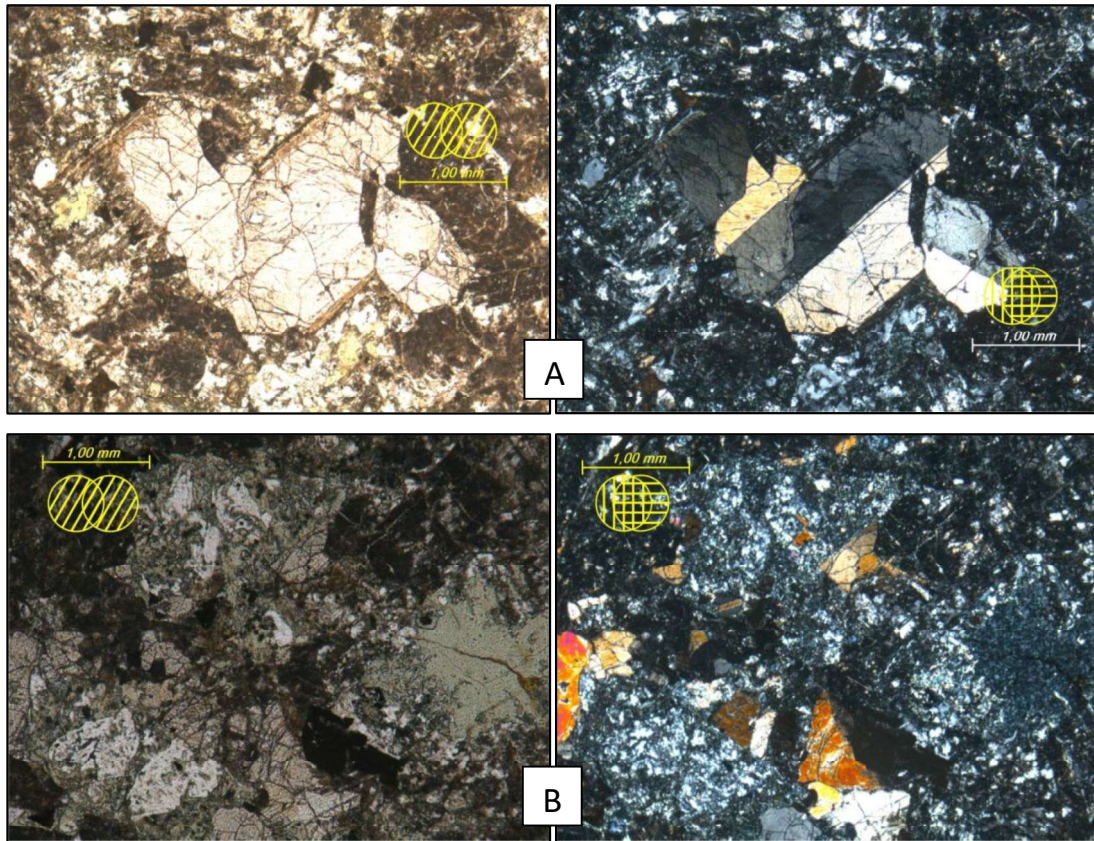


Figura 3.32. Lavas de Tiramuto (K1t). Muestra de basalto augítico porfídico Co-14-205AS. A: fenocristal de augita maclado en medio de una matriz afanítica. B: augita alterada a clorita.

### 3.3.3 Faja Piemontina / Olistostromo de Platillón

#### 3.3.3.1 Formación Sabana Larga (E1E2sl)

En la tabla 3.20 se observan las muestras obtenidas de la Formación Sabana Larga.

Tabla 3.20 Muestras tomadas en la Formación Sabana Larga (E1E2sl).

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
Formación Sabana Larga (E1E2sl)	Brecha	Co-14-204A	No	Al sureste de la ciudad de Tinaco
	Brecha	Co-14-204B	Si	
	Brecha	Co-14-209A	Si	Al oeste de Cañaote
	Brecha	Co-14-209B	No	
	Gabro	Co-14-209CR	No	

### Extensión

La Formación Sabana Larga, se extiende en el extremo sureste de la zona de estudio, al sureste de la ciudad de Tinaco (figura 3.33), ocupando las hojas cartográficas 6545-III-SO Tinaco y 6545-III-SE Las Peonías.

Los mejores afloramientos se encuentran al sur de la ciudad de Tinaco en el río homónimo, en el mapa 6545-III-SO, donde se observan sus mejores características y su contacto discordante con la Formación Sabana Larga.

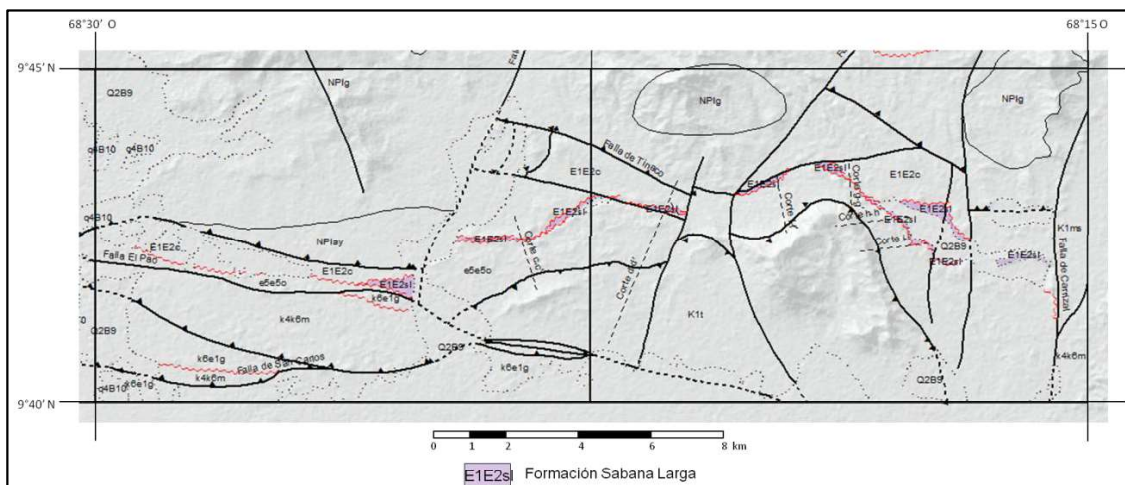


Figura 3.33. Extensión de la Formación Sabana Larga (E1E2sl) en el área de estudio.

### Contactos

La Formación Sabana Larga posee contactos discordantes, encontrándose por suprayacente a la Formación Corozal y subyacente a la Formación Orupe. De igual forma, también se prolongan los contactos de falla de alto ángulo con las mismas formaciones en varios de sus fragmentos.

### Características en campo

Esta unidad se encuentra al sur y se extiende hacia el noreste de la ciudad de San Carlos, sin relieves importantes ya que se trata de un área de escasa extensión. Los ríos y quebradas de la región suelen discurrir a través de estas litologías.

El primer afloramiento visitado se encuentra dentro de los límites de la ciudad de Tinaco, al sur, en el cauce del río Tinaco en su paso por la ciudad homónima (figura 3.34).

Las rocas se encuentran bien preservadas, aunque muy redondeadas por efecto del flujo del río. Las rocas presentan meteorización de color pardo grisáceo con un color fresco verdoso grisáceo. Las litologías muestran pequeños agregados de minerales de feldespato K y plagioclasa de gran tamaño, así como numerosas vetas de calcita. En este punto se recolectaron las muestras Co-14-204A y Co-14-204B.

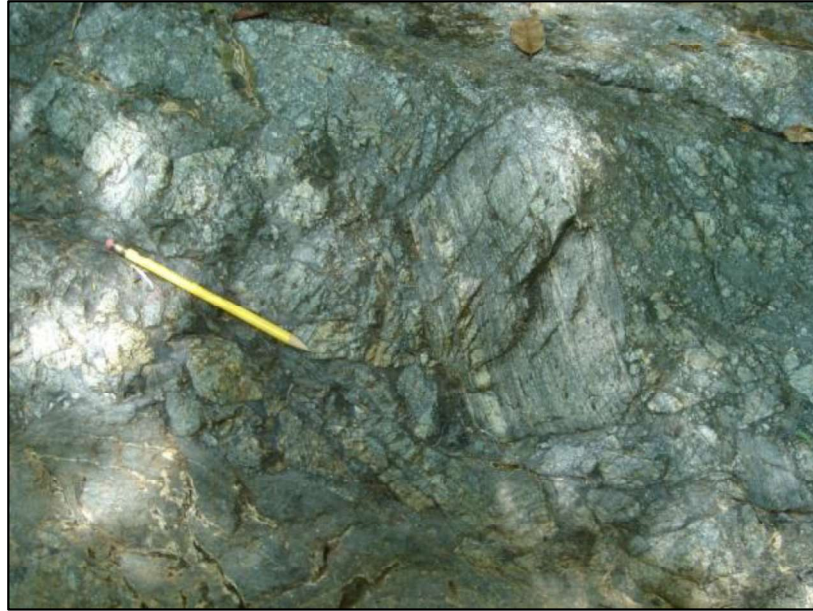


*Figura 3.34. Formación Sabana Larga (E1E2sl) Afloramiento en río Tinaco, al sur de la ciudad de Tinaco. Punto Co-14-204.*

El segundo afloramiento se encuentra el oeste del Sector Cañaote, en la intersección de una vía secundaria con la quebrada Parapara (figura 3.35).

Las rocas están en muy buen estado de conservación aunque visiblemente redondeadas por el paso del flujo de la quebrada; poseen un color meteorizado pardo grisáceo a verde, con un color fresco verde azulado y grisáceo. Se observaron numerosas vetas de calcita, así como bloques embebidos dentro de una matriz de brecha. En las

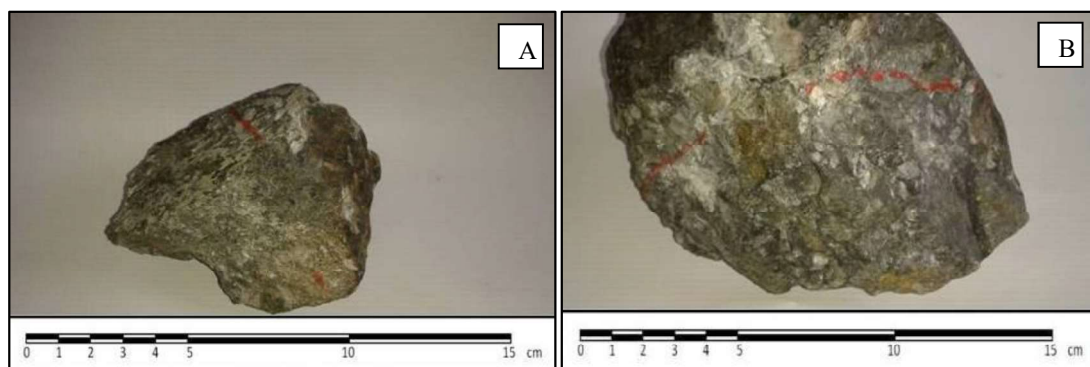
adyacencias fue encontrado un bloque rodado con apariencia grabroide. En esta ubicación se tomaron las muestras Co-14-209A, Co-14-209B y Co-14-209CR (gabro).



*Figura 3.35. Formación Sabana Larga (E1E2sl) Afloramiento en quebrada Parapara, al oeste de la localidad de Cañaote. Punto Co-14-209.*

### **Análisis petrográfico**

En la figura 3.36 se observan las muestras de brecha Co-14-204B y Co-14-209B de la Formación Sabana Larga que fueron seleccionadas para la realización de secciones finas con la finalidad de ser sometidas a análisis petrográficos.



*Figura 3.36. Formación Sabana Larga (E1E2sl).*

*A) Muestra de brecha Co-14-204B, B) Muestra de brecha Co-14-209B.*

### ➤ **Dacita porfídica**

La muestra Co-14-204B es una roca hipocristalina, con fenocristales y bloques embebidos en una matriz afanítica. Presenta texturas de flujo, así como vitrofídicas y decusadas.

Posee megacristales de augita euhedrales a subhedrales (figura 3.37), entre 0,5 a 2,5mm, mientras que el tamaño general de los cristales de cuarzo, plagioclasa y feldespato k tiene un tamaño que oscila entre 0,1 y 0,3mm. La matriz está compuesta por cristales muy pequeños, indistinguibles, y por minerales opacos, con tamaños inferiores a 0,03mm.

La calcita es abundante, saturando las vetas y las fracturas del resto de los minerales. La augita presenta alteraciones, mientras que las plagioclasas y feldespatos k están siendo epidotizados (figura 3.38). La hornblenda es menos profusa, así como los rastros de clorita. La tabla 3.21 resume la composición mineral de la roca. La muestra fue clasificada como una roca volcánica dada su matriz afanítica, definiéndose como una *Dacita porfídica*.

Tabla 3.21. Composición mineralógica (%).

*Dacita porfídica – Muestra Co-14-204B.*

Cuarzo	Minerales opacos	Calcita	Augita	Plagioclasa	Feldespato-K	Hornblenda	Clorita
20	18	18	15	15	10	4	1



Figura 3.37. Formación Sabana Larga (E1E2sl). Muestra de *Dacita porfídica* Co-14-204B.  
. Cristal euhedral maclado de augita sometido a alteración.

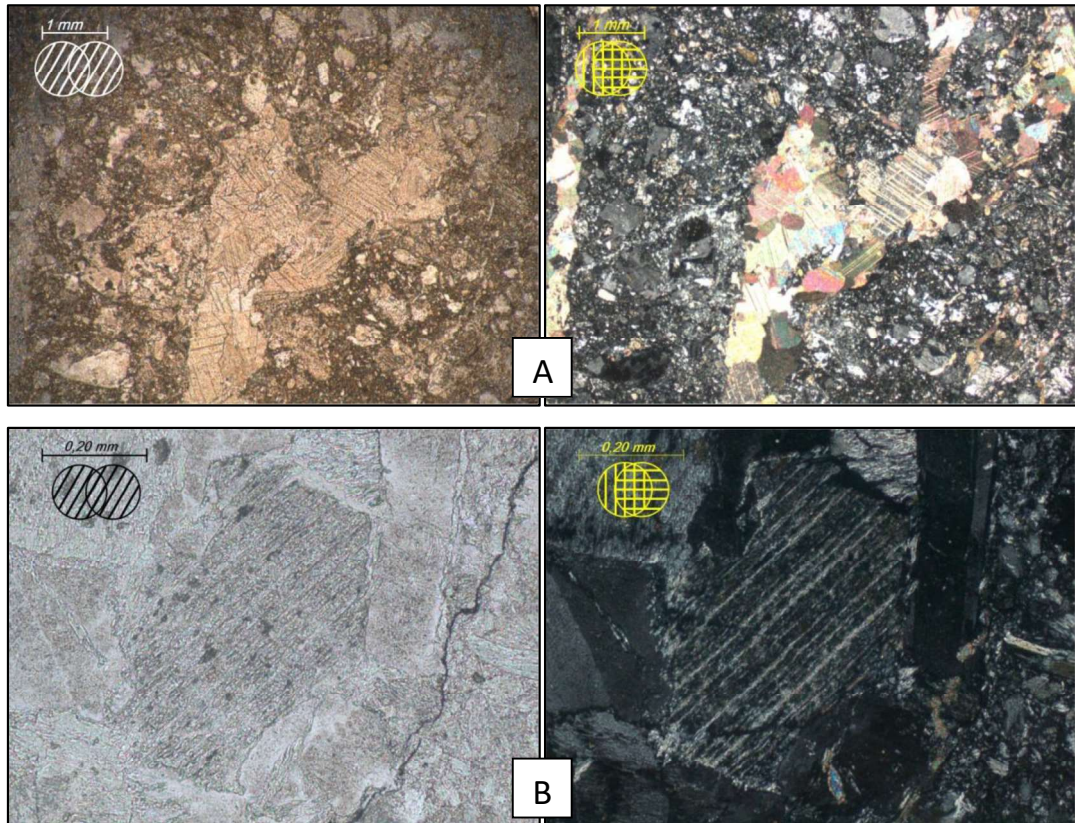


Figura 3.38. Formación Sabana Larga (E1E2sl). Muestra de Dacita porfídica Co-14-204B  
 A: vetas de calcita. B: cristal subhedral de plagioclasa con alteraciones.

#### ➤ Dacita porfídica protocataclástica

La muestra Co-14-209B consiste en una roca hipocristalina, con cristales y bloques embebidos en una matriz afanítica, se observan texturas afieltradas, poiquilíticas, así como reliquias, cristales decusados bordes redondeados, con tamaños entre 0,2 y 0,8mm.

El mineral más abundante es el cuarzo, en agregados cristalinos redondeados, algunos con extinción ondulatoria. Le siguen las plagioclasas, con alteraciones y cristales que exhiben maclado polisintético (figura 3.39). La calcita es abundante en las vetas y en las fracturas de los cristales. Los feldespatos k están alterados, mientras que la clorita aparece en formas alargadas, lo cual le confiere características protocataclásticas, la muscovita es escasa, en forma de pequeños cúmulos de cristales alargados con extinción paralela. La tabla 3.22 expresa la composición mineral de la roca. La muestra fue clasificada como una roca volcánica dada su matriz afanítica, definiéndose como una *Dacita porfídica protocataclástica*.

Tabla 3.22. Composición mineralógica (%).  
 Dacita porfídica protocataclástica – Muestra Co-14-209B.

Cuarzo	Plagioclasa	Calcita	Feldespato-K	Clorita	Muscovita
30	25	20	15	7	3

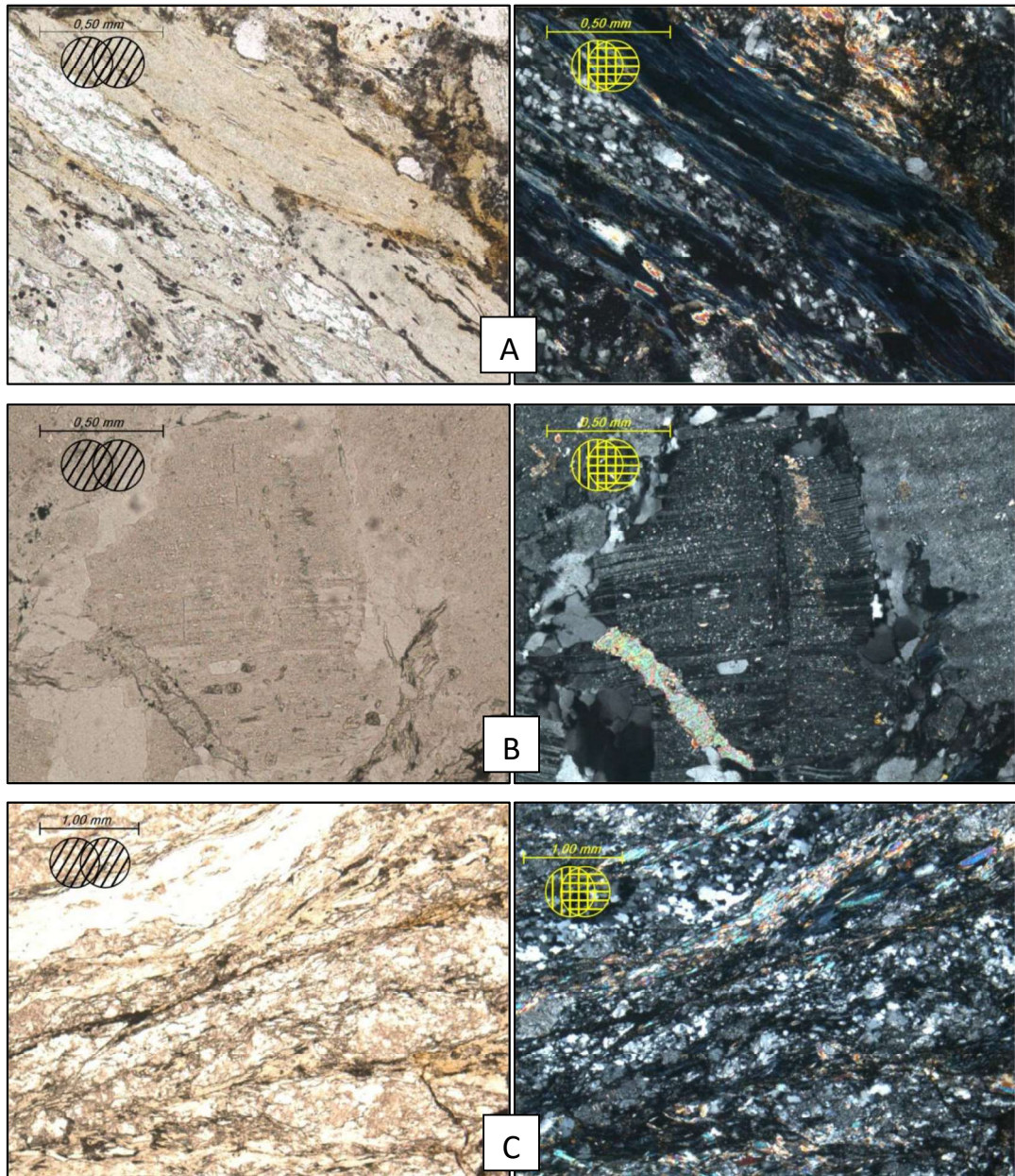


Figura 3.39. Formación Sabana Larga (E1E2sl). Muestra de Dacita porfídica protocataclástica. Co-14-209B. A: cristales de clorita con agregados de Muscovita. B: plagioclasa alterada con maclado polisintético. C: vetillas rellenas por moscovita.

### 3.3.3.2 Formación Corozal (E1E2c)

La tabla 3.23 resume las muestras recolectadas en la Formación Corozal.

Tabla 3.23. Muestras litológicas tomadas en la Formación Corozal (E1E2c).

Unidad	Nombre de campo	Muestra	Petrografía	Localidad
Formación Corozal (E1E2c)	Caliza	Co-14-208A	No	Noroeste de Los Rastrojos
	Caliza	Co-14-208B	Si	Los Rastrojos

#### Extensión

La Formación Corozal, se extiende en el extremo sureste de la zona de estudio, al sureste de la ciudad de San Carlos (figura 3.40), ocupando las hojas cartográficas 6545-III-SO Tinaco y 6545-III-SE Las Peonías.

Los afloramientos mejor conservados se encuentran en la localidad de Los Rastrojos, al noreste de la ciudad de Tinaco, mapa 6545-III-SO.

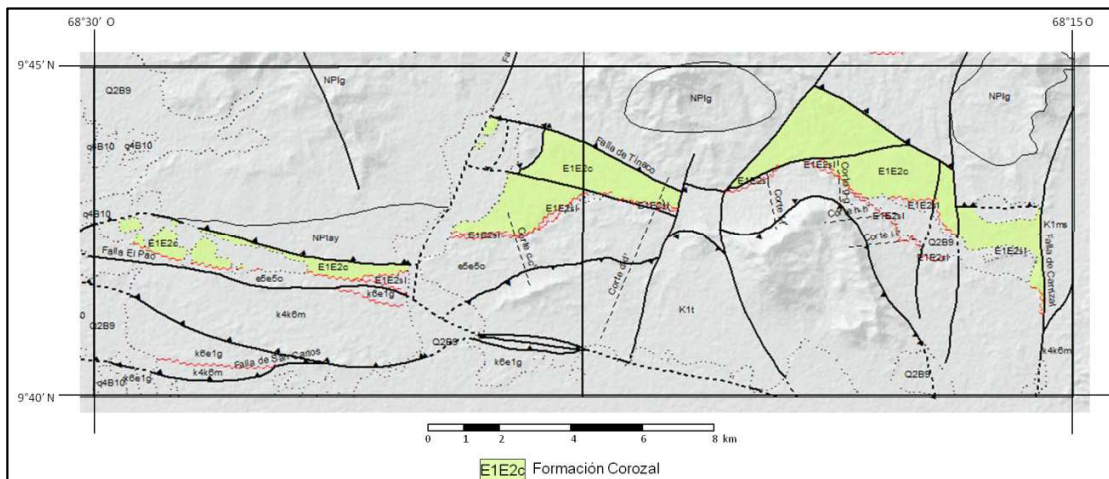


Figura 3.40. Extensión de la Formación Corozal (E1E2c) en el área de estudio.

#### Contactos

La Formación Corozal posee contactos discordantes con la Formación Orupe y con la Formación Sabana Larga, las cuales se encuentran por encima de esta. De igual forma, también se prolongan los contactos de falla de alto ángulo con la Formación Orupe en su

extremo este, mientras que al norte, tiene contacto de corrimiento con el terreno Tinaco, el cual es suprayacente.

### **Características en campo**

Esta unidad se encuentra inmediatamente al sur del terreno Tinaco, y se extiende hacia el sureste de la ciudad de Tinaco, sin relieves importantes aunque de gran extensión, suele ser la unidad que pone en contacto la Napa Piemontina con el terreno Tinaco.

El afloramiento visitado en la localidad de Los Rastrojos consiste en cúmulos rocosos que sobresalen del suelo, erosionados, compuestos por lutitas carbonáticas pardas grisáceas oscuras y calizas pardas a marrón grisáceas con presencia de vetas (figura 3.41). En esta unidad se tomaron las muestras Co-14-208A y Co-14-208B



*Figura 3.41. Formación Corozal (E1E2c).*

*Afloramiento al noroeste de la localidad de Los Rastrojos. Punto Co-14-208.*

### **Análisis Petrográfico**

En la figura 3.42 se observa la muestra de caliza Co-14-208B de la Formación Corozal que fue seleccionada para la realización de la sección fina correspondiente con la finalidad de ser sometida a análisis petrográficos.

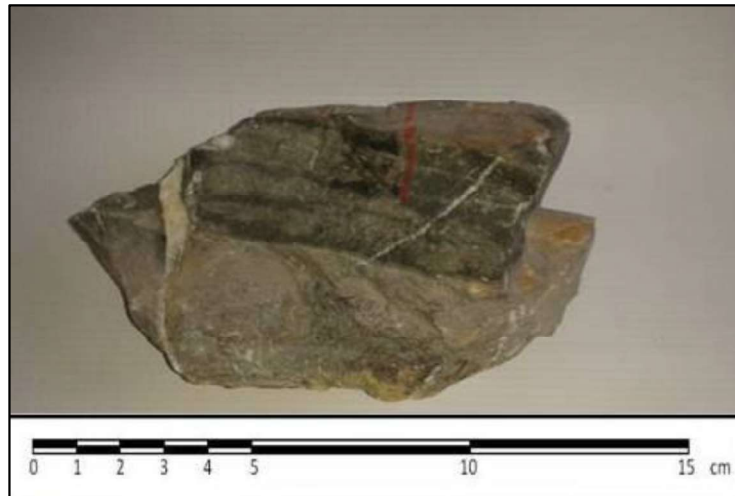


Figura 3.42. Formación Corozal (E1E2c). Muestra de caliza Co-14-208B.

#### ➤ Arcilita micrítica

La muestra Co-14-208B consiste en una roca carbonática compacta, con escasos componentes extraclásticos y aloquímicos perceptibles; por el contrario, los componentes ortoquímicos son dominantes y no posee porosidad.

La matriz lodosa supera el 40% de su composición mientras que el cemento compuesto por microespato, precipitado y recristalizado, conforma el 55%.

La muestra exhibe micritización de partículas esqueléticas y formación de envoltorios micríticos sobre foraminíferos globosos de *Hedbergella* sp (figura 3.43).

Presenta texturas sintaxiales e isópacas, con cierto reemplazo por silicificación. Por efectos de presión, se formaron estilolitas que fueron rellenas por óxidos de hierro. La tabla 3.24 describe los componentes de la caliza.

Dadas las características de la muestra fue clasificada como una roca *mudstone* de acuerdo a DUNHAM (1962), *micrita* según FOLK (1962), *micrita lodosa* según MOUNT (1985) y como *arcilita micrítica* de acuerdo a MÉNDEZ (2009).

Tabla 3.24. Componentes (%).

Arcilita micrítica – Muestra Co-14-208B.

Ortoquímicos		Aloquímicos	Extraclastos
Cemento	Matriz		
50	44	3	2

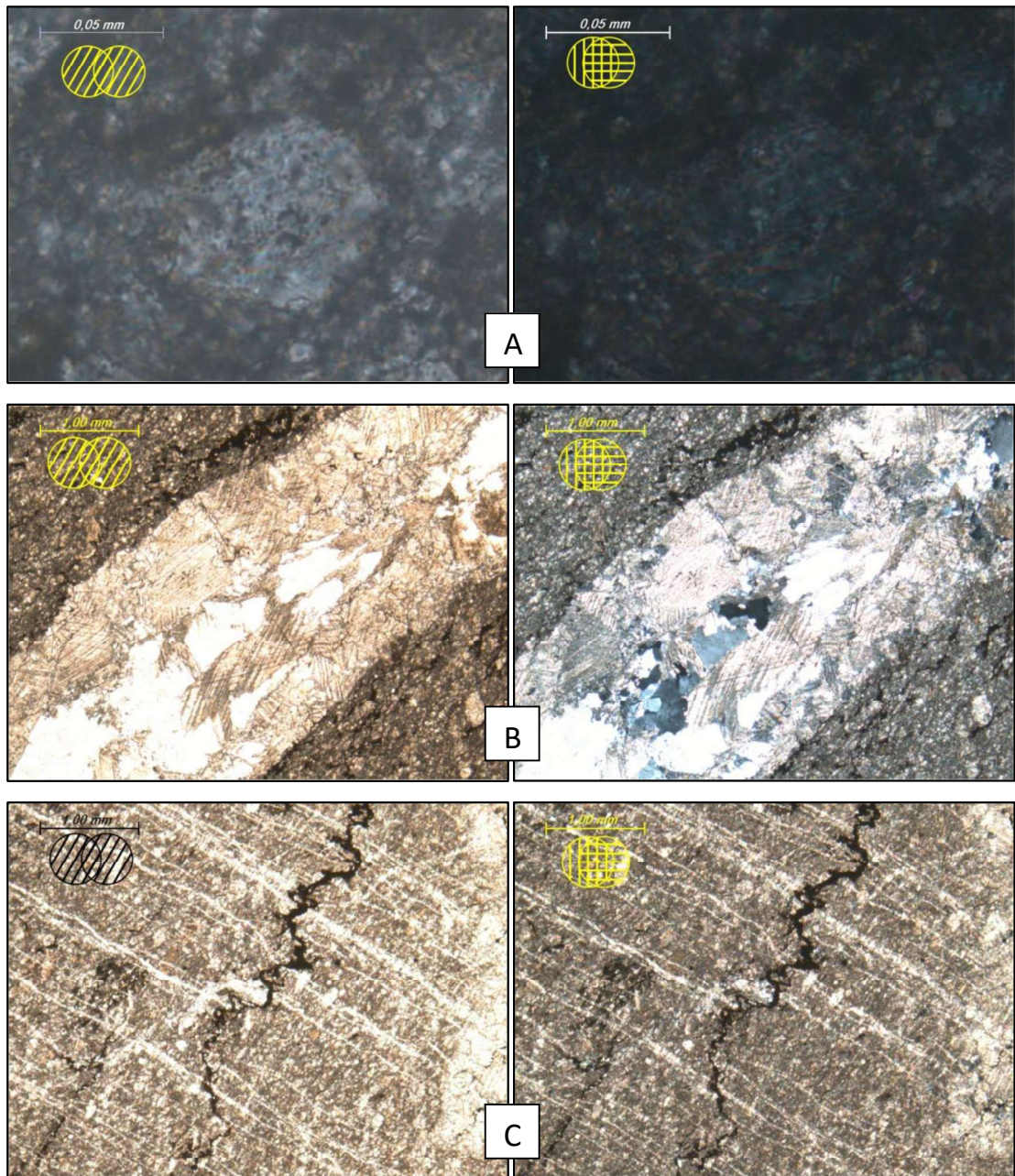


Figura 3.43. Formación Corozal (E1E2c) Muestra de arcilita micrítica. Co-14-208B. La matriz lodosa es muy abundante en toda la muestra, generando pocos cambios entre nicoles paralelos y cruzados. A: rastro de *Hedbergella* sp. con envoltorio micrítico. B: veta rellena por calcita recrystalizada y sílice residual. C: Vetas saturadas de calcita en dirección perpendicular a las estilolitas rellenas por óxido de hierro.

### 3.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la región Palmichal – Tinaco, se presenta la confluencia de diversos terrenos de dominio Caribe y Suramericano por efecto del movimiento hacia el este de la Placa Caribe, dando como resultado una yuxtaposición de terrenos geológicos parautoctonos y alóctonos en el área que definen la morfología de la región.

Las estructuras geológicas son los engranajes que permiten articular los movimientos causados por la tectónica; su expresión viene marcada por fallas de corrimiento, las cuales son muy abundantes e importantes, pues son los principales causantes de la convergencia de los terrenos, fallas de alto ángulo con significativos desplazamientos y escasos pliegues que se remiten a un solo terreno en particular.

#### 3.4.1 Fallas de corrimiento

Al tratarse de estructuras complejas que imbrican terrenos geológicos, es necesario establecer el orden de generación en que estas aparecieron y configuraron el área con el resultado actual. La figura 3.44 muestra las fallas de corrimiento del área en estudio.

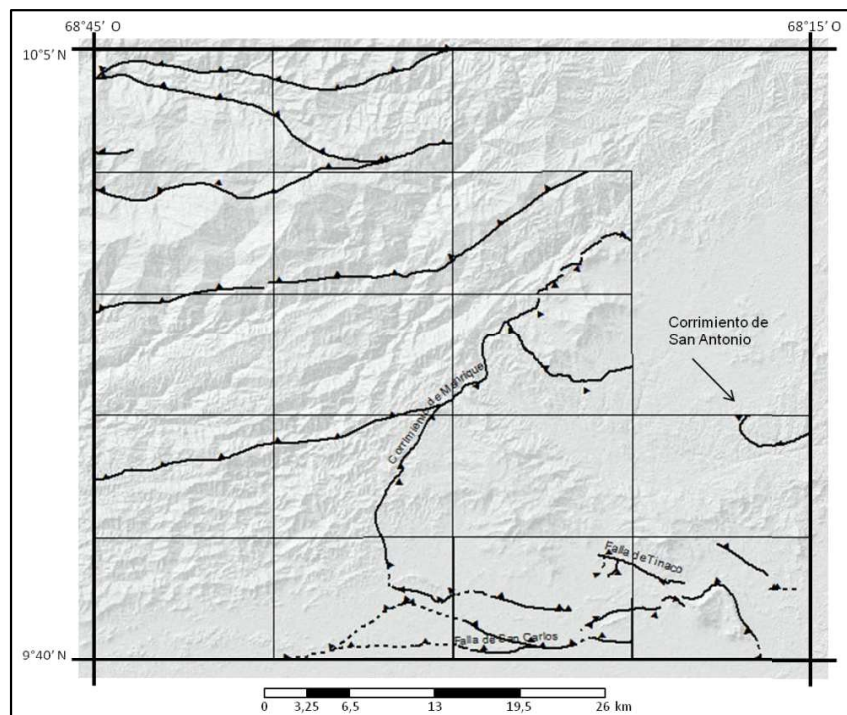


Figura 3.44. Estructuras de Fallas de Corrimiento en el área de estudio.

Tomando en cuenta este precepto, se consideró que los primeros efectos compresivos, debido al avance de la Placa Caribe sobre el norte de Venezuela, comenzaron durante el Paleoceno.

La imbricación de los bloques para autóctonos de la Faja Caracas, expresado a través del desplazamiento del terreno Las Mercedes sobre el terreno Agua Blanca es considerado como el primer corrimiento de importancia.

Seguidamente, los terrenos Ávila y Nirgua comienzan a imbricarse a través de corrimientos sobre la Faja Caracas. Estos se denotan como los corrimientos existentes entre los terrenos Las Mercedes y Nirgua. Dado los continuos empujes tectónicos ejercidos desde el noroeste hacia el sureste, dentro de la Faja Ávila se generaron otros desplazamientos que sobre corrieron fragmentos del terreno Nirgua unos sobre otros.

Desde finales del Cretácico, los terrenos alóctonos de las fajas Caucagua - El Tinaco y Villa de Cura van desplazándose hacia el este.

El paso de la Placa Caribe generó empujes transpresivos, los cuales desplazaron más hacia el sur la configuración de los bloques. Esta nueva configuración del relieve fue propicia para la depositación de las rocas de la faja Piemontina.

Durante el Oligoceno, el terreno Tinaco y su cabalgante terreno San Sebastián, son emplazados sobre los terrenos de la faja Caracas y son emplazados hacia el sur.

El levantamiento y empuje de los bloques tectónicos dieron como resultado un reajuste en la conformación de los terrenos sobre el borde norte de la faja Piemontina, siendo el terreno San Sebastián desplazado al suroeste del terreno Tinaco.

Dentro del terreno Tinaco, la Filita de Tucutunemo se desplazó hacia el sur, conformándose como el terreno Tucutunemo, observándose este como el contacto entre los terrenos Tinaco y Tucutunemo a través del Corrimiento de San Antonio.

Los empujes transpresivos causaron una serie de corrimientos dentro de la faja piemontina, dislocando el Olistostromo de Platillón.

La expresión existente de los corrimientos entre las fajas Caracas y Ávila, y los contenidos dentro de estas, poseen una orientación general en sentido suroeste-noreste, con vergencia hacia el norte y una extensión entre 25 km y 40km dentro del área de

estudio, concentrándose en el área noroeste de la región al noroeste de las ciudades de San Carlos y Tinaco.

El corrimiento de Manrique, entre la faja Caracas y el terreno Tinaco, así como el corrimiento de San Antonio no tiene una orientación lineal definida. El corrimiento de Manrique, buza hacia el sur, siguiendo una dirección sur-norte en la faja Piemontina para luego desviarse hacia el este, con una extensión de aproximadamente 35km en el área de estudio; el Corrimiento de San Antonio, asociado a la ocurrencia de los cuerpos de serpentinita que llevan su nombre, verge hacia el norte con una forma curvada con una elongación aproximada de 7km dentro de la zona estudiada.

El corrimiento del Terreno San Sebastián posee buzamiento hacia el sur y se extiende por 15km, con dirección irregular este-oeste. Los corrimientos denominados como falla San Carlos y falla Tinaco son desplazamientos orientados de forma irregular en sentido este-oeste con vergencia hacia el norte con una longitud de 20km cada uno.

Los corrimientos se encuentran de forma discontinua, con segmentos desplazados por efecto de fallas de alto ángulo, que actúan como elementos de ajuste en respuesta a los efectos tectónicos que interactúan desde el Cretácico tardío hasta el presente.

### **3.4.2 Fallas de alto ángulo**

Las fallas de alto ángulo contenidas dentro del área de estudio se asocian a tres grandes sistemas de fallas que se asocian con la superposición de los terrenos geológicos y que surgen a su vez como consecuencia de esfuerzos tectónicos que interactúan desde el Mesozoico hasta tiempos recientes. En la figura 3.45 se muestran las fallas que atraviesan la zona de estudio.

El primer sistema está constituido por las fallas asociadas a las primeras fases de la interacción de la Placa Caribe con la Placa Suramericana en el norte de Venezuela, en donde los esfuerzos tectónicos principales ejercieron un efecto compresivo de los terrenos geológicos en dirección noroeste - sureste, generando en consecuencia sistemas de fallas de acomodo con orientaciones paralelas a dichos esfuerzos. Estas se concentran al noroeste del área de estudio, no son muy extensas y tienden a elongarse entre 6 y 8km.

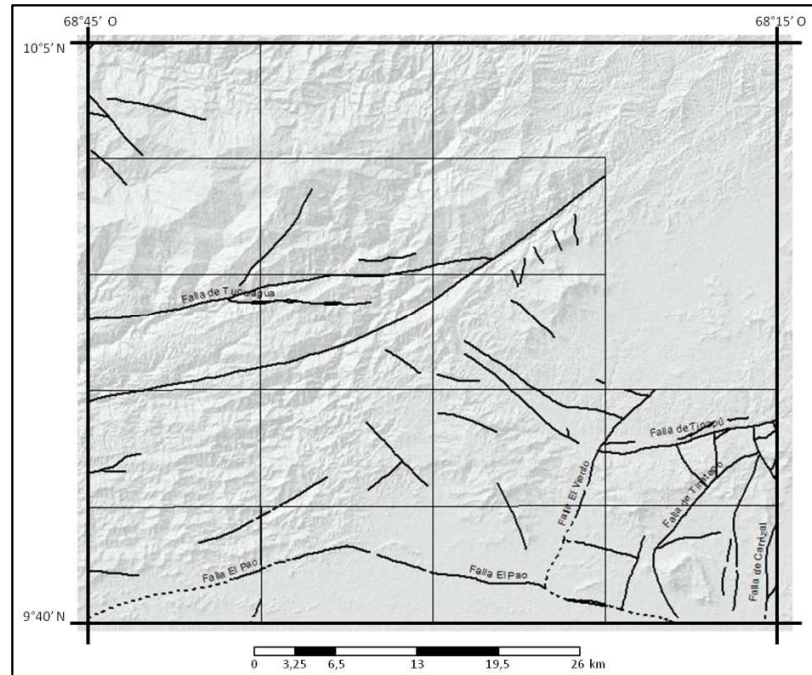


Figura 3.45. Estructuras de Fallas de alto ángulo en el área de estudio.

El segundo sistema de fallas se encuentra asociado a los ajustes compresivos que sufrió la faja Caucaagua- Tinaco en su desplazamiento a su posición actual. Estas fallas se concentran al este de la zona de estudio correspondiendo a dos patrones: fallas en dirección sureste-noroeste, como la falla de Tinapú, y que luego son cortadas de forma oblicua casi perpendicular por fallas curvas e irregulares, como lo expresan las fallas El Viento, Tinatopo y Carrizal. Estas discontinuidades son más elongadas respecto a las del primer sistema de fallas y se extienden entre 10 y 15km, con segmentos cubiertos por depósitos sedimentarios cuaternarios.

El último sistema se caracteriza por ser un conjunto de fallas que cortan amplios segmentos de la litología con movimiento reciente como respuesta a los componentes transcurrentes del paso de la Placa Caribe al norte de Venezuela. Las fallas tienen orientación preferencial oeste-este, extendiéndose entre 35 y 45km dentro del área de estudio con movimiento transcurrente dextral. La falla ubicada más al norte, denominada como falla Tucuragua, se considera como parte del sistema Yacambú – Tucuragua y tiene cuerpos de serpentinita asociados a su ocurrencia, se extiende hacia el este hasta hacer contacto con el sistema de fallas de La Victoria fuera del área de estudio. Al sur,

se extiende la Falla el Pao, que posee movimientos cuaternarios apreciables y pone en contacto la faja Piemontina con los terrenos Agua Blanca y San Sebastián; a su vez, sirve como divisoria interna de la faja Piemontina, entre la napa Piemontina y el olistostromo de Platillón.

### 3.4.3 Pliegues

En el área de estudio son escasos los pliegues, concentrados dentro del mapa topográfico 6445-II-NO La Amarilla, al suroeste de la zona estudiada (figura 3.46). Son el resultado de la deformación dúctil del terreno Agua Blanca a causa de efectos compresivos provenientes del noroeste, se encuentran de forma subparalela a los corrimientos tectónicos. Debido a que el terreno en el cual se desarrollan estos es metamórfico, fueron definidos como sinformes y antiformes.

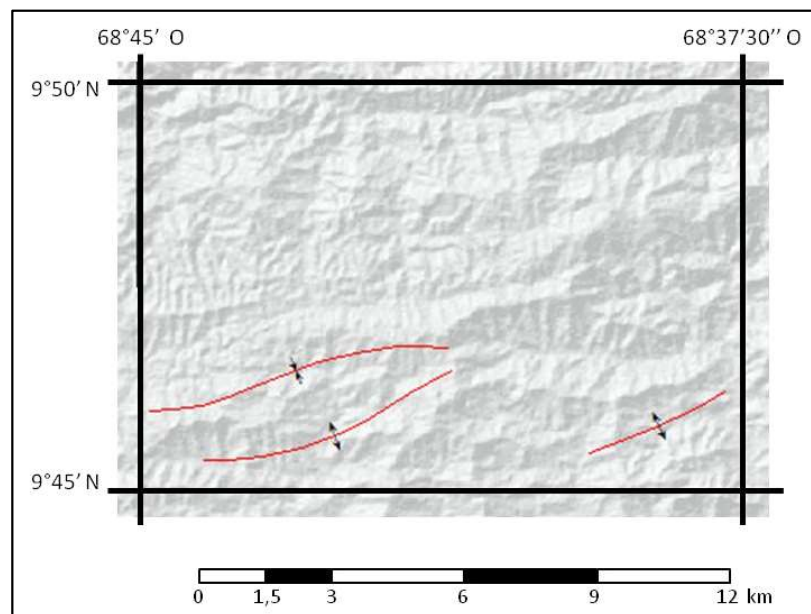


Figura 3.46. Estructuras plegadas en el área de estudio.

En el extremo suroeste de la hoja topográfica descrita, al sur de la localidad de Los Placeres, se encuentra un sinforme irregular que se extiende 7km, siendo este el pliegue de mayor extensión, en sentido suroeste-noreste con dirección preferencial N75°E. Subparalelo a este y al sur se encuentra un antiforme curvado ligeramente menos extenso, de aproximadamente 6km. Más al este, se encuentra el pliegue más pequeño, tratándose de un antiforme ubicado justo al sur de la fila Mirabal del Doctor y al norte

del cerro El Isleño. Es la deformación dúctil con el eje más rectilíneo de las halladas en la zona de estudio, extendiéndose por alrededor de 3km en dirección N70°E.

#### 3.4.4 Cortes geológicos

Los cortes 1 y 2 se realizaron en el presente estudio a fin de conocer la configuración estructural de la zona de estudio y las unidades geológicas involucradas.

El corte 1 (figura 3.47) ubicado al oeste de la zona de estudio abarcando los mapas topográficos 6446-II-SO, 6445-I-NO, 6445-I-SO, 6445-II-NO y 6445-II-SO se extiende en sentido norte-sur por 48km. Muestra el corrimiento con vergencia al norte entre el Complejo Nirgua y el Esquisto de las Mercedes, el cual, al sur, se pone en contacto de corrimiento con el Complejo Nirgua. Este complejo tiene contacto de falla con el Complejo Yaritagua, el cual hacia el sur tiene contacto de corrimiento con el Complejo Nirgua II. La imbricación compleja de los terrenos coloca de nuevo en contacto Complejo Nirgua II con el Complejo Nirgua mediante un corrimiento con vergencia al norte, y más al sur se observa otro corrimiento con el Esquisto de Las Mercedes; el Esquisto se encuentra en corrimiento sobre la Formación Cojedes II, el cual se encuentra al sur en contacto con la Formación Mucaria mediante la Falla de El Pao.

La figura 3.48 muestra el corte 2, el más extenso, abarcando los mapas topográficos 6446-II-SO, 6445-I-NO, 6445-I-NE, 6445-I-SE, 6545-IV-SO, 6545-III-NO, 6545-III-SO y 6545-III-SE, se extiende diagonalmente por 67km en dirección N45°O. Muestra el corrimiento entre el Complejo Nirgua y el Esquisto de las Mercedes, el cual, al sur, se pone en contacto de corrimiento con el Complejo Nirgua II. El complejo se encuentra en corrimiento sobre el Complejo Nirgua, y este último sobre el Esquisto de Las Mercedes, todos estos con vergencia hacia el norte. El Gneis de La Aguadita, del terreno Tinaco, se encuentra en contacto con el Esquisto de Las Mercedes mediante el Corrimiento de Manrique, el cual buza hacia el sur; el gneis está en contacto geológico con la Metatrandhjemita de La Gloria y de falla al sur con esta misma unidad a la que intruye. Al sur, el Gneis de La Aguadita, se encuentra en contacto de falla con la Formación Corozal, e igualmente en contacto de falla con la Formación Orupe. Las Lavas de Tiramuto se encuentran en corrimiento con vergencia al sur sobre la Formación Orupe



En los múltiples estudios previos realizados al sur del área de estudio, se recopilaron los cortes geológicos que muestran las estructuras asociadas principalmente a la faja Piemontina, sus contactos con los terrenos Agua Blanca y San Sebastián, así como la conformación de sus propias subunidades litológicas del Olistostromo de Platillón en conjunto con las formaciones Guárico y Mucaria.

Los cortes a-a' a i-i' fueron realizados por STEPHAN (1982) y BLIN (1989) en sus estudios, los cuales posteriormente fueron modificados para el presente trabajo de acuerdo a los parámetros y observaciones actuales provenientes de la información aportada por los mapas geológicos utilizados.

El Corte a-a' (figura 3.49) es el de mayor extensión, ubicado al suroeste de la zona de estudio abarcando los mapas topográficos 6445-II-NE, 6445-II-NO y 6445-II-SE. Se extiende por 9km en dirección N26°O. Muestra el contacto de falla dextral entre la Formación Cojedes II, del terreno Agua Blanca, con la Formación Mucaria, de la napa Piemontina. El contacto entre la Formación Guárico y la Formación Mucaria viene dado por un corrimiento (Falla de San Carlos), el cual tiene vergencia hacia el norte.

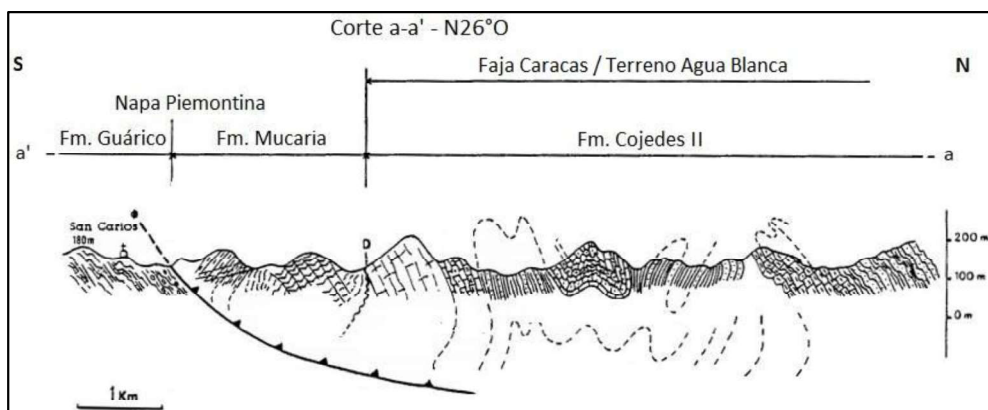


Figura 3.49. Corte geológico estructural de la sección a-a'. Modificado de BLIN (1989).

Ubicado en los mapas topográficos 1:25.000 6445-II-NE, 6445-II-NO y 6445-II-SE

El corte geológico b-b' (figura 3.50) se encuentra al suroeste de la zona de estudio dentro del mapa topográfico 6445-II-SE. Se prolonga por 3,5km en dirección N2°O y corta de forma transversal al cerro La Galera, también llamado como Galera Pequeña.

En él se muestra como la Formación Orupe, correspondiente al Olistostromo de Platillón, reposa de forma discordante sobre la metatrondhemita de La Gloria del terreno Tinaco. A su vez, esta secuencia reposa sobre la Formación Guárico, de la napa Piemontina, a través de un corrimiento con vergencia hacia el norte. Este fragmento de la Formación Guárico forma parte de una secuencia hacia el sur unida por fallas de alto ángulo con buzamiento al norte, en la cual le sigue la Formación Mucaria y nuevamente, por contacto de falla, le continúa la Formación Guárico. Esta última formación al sur posee una ligera cobertura sedimentaria cuaternaria.

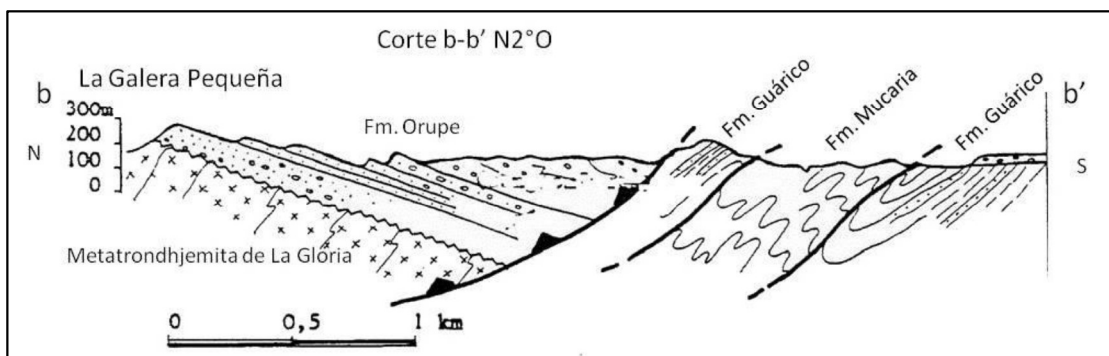


Figura 3.50. Corte geológico estructural de la sección b-b'. Modificado de STEPHAN (1982).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6445-II-SE

El corte c-c' (figura 3.51) se encuentra al sureste de la zona de estudio, dentro del mapa topográfico 6545-III-SO.

Se extiende por 3km en dirección N17°O y corta las inmediaciones de cerro Gordo, al sur, hasta la hacienda Begonia en el norte, al saliente de la ciudad de Tinaco. Se observa el contacto de corrimiento, con vergencia al sur, entre las Lavas de Tiramuto del Terreno San Sebastián con la Formación Orupe del Olistostromo de Platillón. Seguidamente se observa el contacto discordante entre la Formación Orupe con la Formación Sabana Larga, esta última se encuentra discordante por debajo de la Formación Corozal.

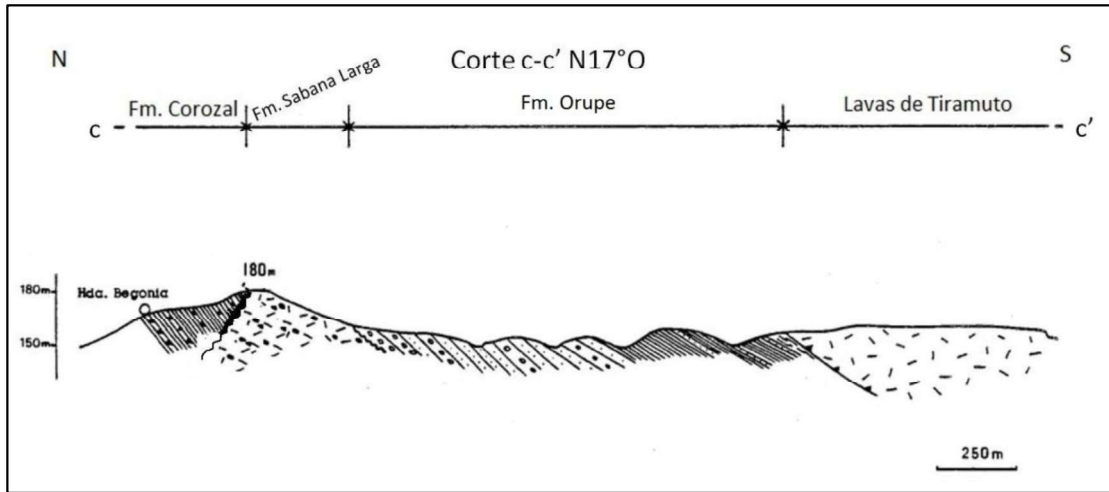


Figura 3.51. Corte geológico estructural de la sección c-c'. Modificado de BLIN (1989).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SO

El corte d-d' (figura 3.52) se halla, al igual que su predecesor, dentro del mapa topográfico 6545-III-SO.

Se extiende por 3,5km en dirección N27°E mostrando el contacto de corrimiento, con vergencia al sur, entre las Lavas de Tiramuto del terreno San Sebastián y la Formación Orupe del Olistostromo de Platillón, la cual al norte presenta un contacto de falla dextral con la Formación Sabana Larga que reposa discordantemente sobre la Formación Corozal. Sobre esta secuencia del olistostromo de Platillón se emplaza el gneis de La Aguadita, perteneciente al terreno Tinaco.

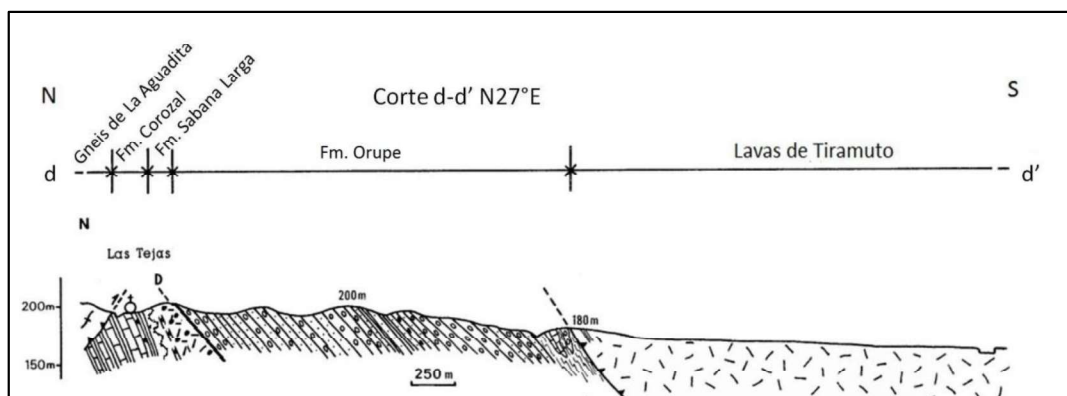


Figura 3.52. Corte geológico estructural de la sección d-d'. Modificado de BLIN (1989).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SO

El corte e-e' (figura 3.53) es el de menor extensión, se encuentra en el mapa topográfico 6545-III-SE.

Se extiende por 550m en dirección N38°O mostrando el contacto discordante de la Formación Orupe sobre la Formación Sabana Larga, la cual reposa discordantemente sobre la Formación Corozal. Todas estas pertenecientes al Olistostromo de Platillón.

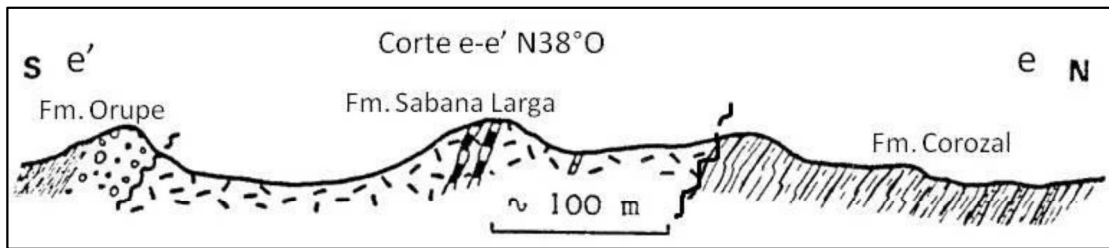


Figura 3.53. Corte geológico estructural de la sección e-e'. Modificado de STEPHAN (1982).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SE

El corte f-f' (figura 3.54) se localiza en el mapa topográfico 6545-III-SE. Se extiende por 1,5km en dirección N9°O y se observa el contacto de corrimiento, con vergencia al sur, entre las Lavas de Tiramuto del terreno San Sebastián con la Formación Orupe del Olistostromo de Platillón. Al igual que en el corte anterior, la Formación Orupe reposa discordante sobre la Formación Sabana Larga.

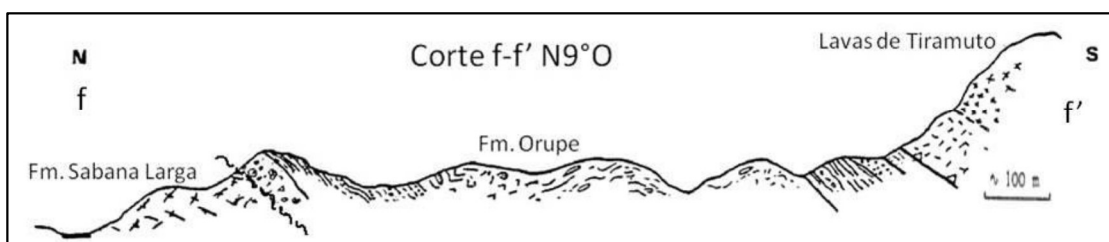


Figura 3.54. Corte geológico estructural de la sección f-f'. Modificado de STEPHAN (1982).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SE

El corte g-g' (figura 3.55) se ubica al igual que su predecesor, en el mapa topográfico 6545-III-SE. Se extiende por 1,5km en dirección N3°O denotándose el contacto de

corrimiento, con vergencia al sur, entre las Lavas de Tiramuto del terreno San Sebastián con la Formación Orupe del Olistostromo de Platillón.

Al igual que en el corte anterior, la Formación Orupe reposa discordante, en este caso, sobre la Formación Corozal.

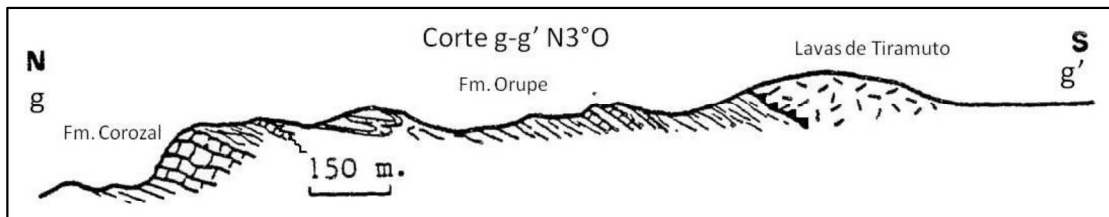


Figura 3.55. Corte geológico estructural de la sección g-g'. Modificado de STEPHAN (1982).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SE

El corte h-h' (figura 3.56) se halla en el mapa topográfico 6545-III-SE. Se extiende por 2km en dirección N83°E denotándose el contacto de corrimiento, con vergencia al sur, entre las Lavas de Tiramuto del terreno San Sebastián con la Formación Orupe del Olistostromo de Platillón. La Formación Orupe reposa discordante sobre la Formación Sabana Larga, esta última posee una cobertura sedimentaria cuaternaria en su superficie.

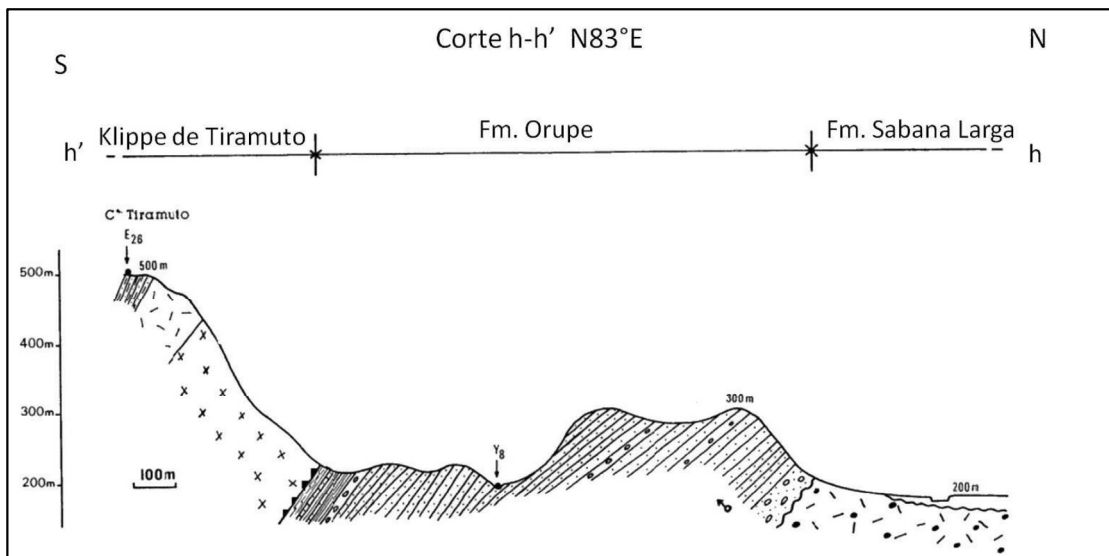


Figura 3.56. Corte geológico estructural de la sección h-h'. Modificado de BLIN (1989).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SE

El corte i-i' (figura 3.57) es el último corte de los seleccionados, se encuentra en el mapa topográfico 6545-III-SE. Se extiende por 2km en dirección N83°E y es paralelo al corte anterior. Se observa el contacto de corrimiento, con vergencia al sur, entre las Lavas de Tiramuto del terreno San Sebastián con la Formación Orupe del Olistostromo de Platillón. La Formación Orupe reposa discordante sobre la Formación Sabana Larga, la cual mantiene un pequeño remanente de la Formación Orupe al norte del corte.

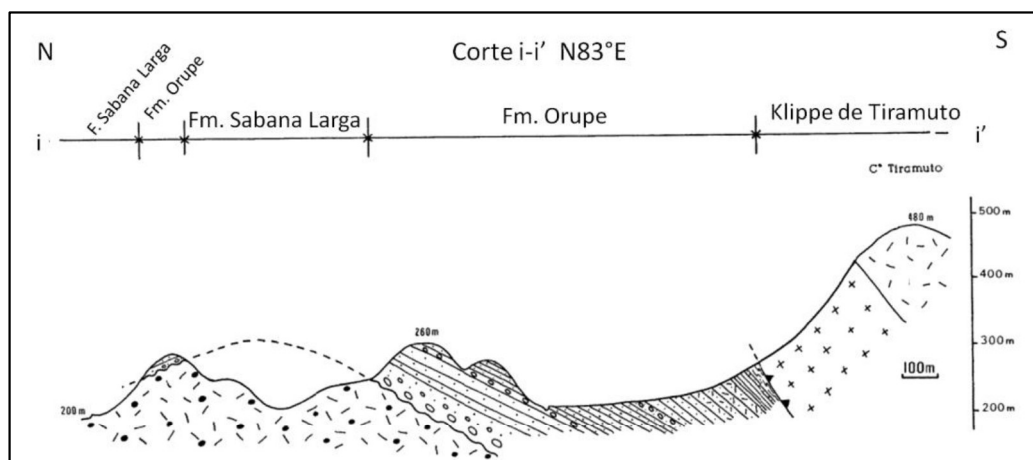


Figura 3.57. Corte geológico estructural de la sección i-i'. Modificado de BLIN (1989).

Ubicado en el mapa topográfico 1:25.000 6545-III-SE

## 4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES

Tomando en cuenta la información adquirida durante cada una de las fases a través de las cuales se desarrolló el presente trabajo, esta sección tiene como propósito fundamental destacar las interpretaciones cartográficas, petrográficas y estructurales derivadas de la conjugación y contraste de dicha información con los datos más recientes obtenidos durante las etapas de trabajo de campo y laboratorio, que a su vez permiten reconstruir la evolución geológica del área objeto de estudio.

### 4.1 INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS

Las interpretaciones expresadas en esta sección provienen del análisis de los trabajos previos publicados, que abarcan el área de estudio total o parcialmente, en conjunto con la cartografía generada en dichos trabajos. Estos recursos han sido contrastados con las descripciones y datos aportados en el presente estudio tomando en cuenta la división en terrenos geológicos y las observaciones obtenidas durante las fases de trabajo de campo y laboratorio.

El área de estudio se encuentra dividida en un conjunto de fajas tectónicas que están fragmentadas en terrenos, napas y olistostromo, de acuerdo a su origen alóctono y para autóctono. Esta configuración define la tectonoestratigrafía de la región y permite establecer los criterios sobre los cuales se elaboró una cartografía geológica actualizada, a través de la unificación de los criterios de los diversos autores en conjunto con las impresiones obtenidas en el presente trabajo a fin de definir a detalle y de forma fidedigna las unidades geológicas, su área de afloramiento y sus contactos geológicos definidos por la litología o por las estructuras causadas por la tectónica.

#### **Faja Caucagua – El Tinaco / Terreno Tinaco - Tucutunemo**

Las fajas tectónicas que afloran en el área de estudio poseen unidades geológicas con diversidad en edades, abarcando desde el Proterozoico hasta la actualidad, sin embargo, el terreno Tinaco, perteneciente a la faja Caucagua-El Tinaco, posee las rocas más antiguas ya que está parcialmente constituido por rocas provenientes del manto subcontinental, representado por las rocas de la Peridotita de Tinaquillo.

La edad de las rocas de la Peridotita de Tinaquillo no puede ser determinada con precisión, ya que tienen su origen por debajo de la Discontinuidad de Mohorovicic (GRANDE 2015, comunicación personal).

SEYLER & MATTSON (1989) refieren que estas rocas se encuentran en contacto al sur con el Gneis de La Aguadita, las cuales datan del Neoproterozoico; el contacto ocurre con la subunidad que ellos definieron como la zona máfica basal, a la que sigue la subunidad de granulitas félsicas a ultramáficas. Sobre esta base, el contacto geológico entre ambas unidades representa a la Discontinuidad de Mohorovicic, el cual ha sido estudiado por los mismos autores, SEYLER *et al.* (1998) y NÚÑEZ (2015). La definición del contacto de la Discontinuidad de Mohorovicic con el Gneis de La Aguadita, la geometría de la unidad de la peridotita y sus contactos con los cuerpos de gabro que la intruyen fue elaborada a partir de la cartografía creada por MACKENZIE (1966), OSTOS (1985) y SEYLER *et al.* (1998) así como las texturas de la topografía observadas a través de las imágenes DEM.

SEYLER *et al.* (1998) además de mantener la división de la Peridotita de Tinaquillo, destacan la subdivisión del Gneis de La Aguadita en tres subunidades, representadas de norte a sur por la subunidad de la Zona máfica basal (C), la Zona de granulitas félsicas a máficas (D) y al Gneis de La Aguadita s.s. (E). Los contactos entre las subunidades fueron definidos a través de la cartografía elaborada por los autores y las imágenes DEM.

Más al sur, MENÉNDEZ (1965) describe, dentro del gneis de la Aguadita, una zona del mismo que posee intrusiones de plutones de trondhjemita (Metatrondhjemita de La Gloria) que también datan del Neoproterozoico, por lo cual pasa a definirla como la Zona de inyección del Gneis de La Aguadita, tomando en cuenta al autor y las imágenes DEM para la definición de los afloramientos de la metatrondhjemita y sus límites con las unidades circundantes, así como la delimitación de la zona de inyección del gneis.

El mismo autor en su trabajo señala los contactos y estructuras geológicas entre la unidad pérmica del Esquisto de Tinapú, las jurásicas de los Diques de Diorita, las Apófisis y diques de Hornblendita, las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas y la Serpentinita de San Antonio, así como la Formación Mamonal del Cretácico Temprano, sin embargo la cartografía elaborada por MACKENZIE (1966) las imágenes DEM fueron utilizadas para una mejor definición de los límites entre las unidades.

MENÉNDEZ (1965) toma el Miembro Mamonal como parte de la Formación Guárico, sin embargo BLIN (1989) lo eleva al rango de formación.

La Filita de Tucutunemo define al terreno que lleva su mismo nombre, el cual se encuentra sobre el terreno Tinaco. Aparece en una pequeña porción al sureste del área de estudio por medio del Corrimiento de San Antonio. La forma de su afloramiento y sus contactos se tomaron de MENÉNDEZ (1965).

El contacto del terreno Tinaco con las fajas Ávila y Caracas se da por medio del Corrimiento de Manrique, el cual fue definido mediante la cartografía de MACKENZIE (1966).

### **Faja Ávila y Faja Caracas**

Estas fajas conforman todo el oeste del área de estudio, cubriendo amplias porciones del área de estudio.

El terreno Ávila de la faja homónima está constituido por rocas metamórficas que BUSHMAN (1959) consideró equivalentes a la Formación Las Brisas. Sin embargo BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) la consideran equivalente a la Formación Peña de Mora y en 1976 la consideran como base de la secuencia metamórfica. De acuerdo a las observaciones realizadas por HERNÁNDEZ (2013) y MONTOYA (2015), consideraron esta unidad como parte del Complejo Yaritagua.

Las rocas del terreno Nirgua de la faja Ávila fueron consideradas por URBANI & QUESADA (1972) como parte de la Formación Peña de Mora. Posteriormente URBANI & OSTOS (1989) proponen el nombre de Esquisto de San Julián para estas litologías. Sin embargo HERNÁNDEZ (2014) y MONTOYA (2015) de acuerdo a sus investigaciones consideran parcialmente a la unidad como parte del Complejo Nirgua y proponen el término informal de Complejo Nirgua II para las litologías con disminución importante del contenido carbonático.

Las rocas jurásicas del terreno Agua Blanca, referente a la Faja Caracas, inicialmente fueron consideradas como parte de la Formación Mucaria por BUSHMAN (1967), luego fue interpretada por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) como Formación Mamey, al igual que BLIN (1989). Sin embargo, HERNÁNDEZ (2014) en su investigación propuso usar el

término informal Formación Cojedes II ya que las rocas exhiben una disminución importante del material carbonático y aumento del material arenoso y filítico, siendo más afines a la Formación Cojedes.

El Esquisto de Las Mercedes data del Cretácico Tardío y conforma el terreno Caracas de la faja homónima. Fue considerada como tal por MENÉNDEZ (1965) y por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) sin modificaciones.

Ambos terrenos son atravesados por un sistema de fallas que provienen del oeste, el cual es conocido como el sistema Yacambú-Tucuragua, que a su vez forma parte del marco tectónico regional del norte de Venezuela a través del sistema de fallas Yacambú-La Victoria.

#### **Faja Villa de Cura / Terreno San Sebastián**

Las Lavas de Tiramuto representan la única unidad geológica de esta faja y terreno que aflora en el terreno respectivamente. Estas rocas volcánicas datan del Cretácico Temprano provenientes de un arco de islas. Son descritas en el área de estudio por MENÉNDEZ (1965) y BLIN (1989), los cuales la incluyen dentro de la cartografía de sus obras.

#### **Faja Piemontina**

Las formaciones Guárico y Mucaria conforman a la Napa Piemontina, fueron descritas en la cartografía elaborada por MENÉNDEZ (1965), BELLIZZIA *et al.* (1968) y BLIN (1989). Los contactos estructurales con la Faja Caracas, a través de la falla El Pao, y afloramientos al sur del área de estudio fueron definidos de acuerdo a lo mostrado por BELLIZZIA *et al.* (1968); un pequeño afloramiento de la Formación Guárico, ubicado en el extremo sureste, fue determinado de acuerdo a lo cartografiado por MENÉNDEZ (1965).

El Olistostromo de Platillón, conformado por las formaciones Corozal, Sabana Larga y Orupe, también forma parte de la faja Piemontina, sin embargo, las unidades geológicas que lo conforman han sufrido cambios en las denominaciones que les otorgan los autores que han cartografiado la región.

La Formación Corozal aparece descrita como Formación Querecual por MENÉNDEZ (1965), BELLIZZIA *et al.* (1968) y BLIN (1989), sin embargo, CONTRERAS (2000) describe a

esta como “Complejo Sedimentario Corozal”, siendo utilizada esta denominación informal en el presente trabajo.

La Formación Orupe fue cartografiada como Formación Paracotos por MENÉNDEZ (1965), luego toma dichos afloramientos y los nombra como Formación Guárico. Finalmente BLIN (1989) los renombra y describe a esta unidad como Formación Orupe, manteniéndose dicha referencia hasta la actualidad.

### Depósitos cuaternarios

Consiste en material sedimentado en valles y terrazas, principalmente al sur del área de estudio, con un pequeño depósito que se desarrolla hacia el este dentro de la peridotita de Tinaquillo.

### Aportes cartográficos

A continuación serán descritos los aportes, ajustes y modificaciones realizados en el presente trabajo a la cartográfica geológica publicada por los autores previos, la cual fue compilada sobre los mapas topográficos 1:25.000 del IGVS. En la figura 4.1 se observa la disposición de los mapas 1:25.000 en la zona de estudio, mientras que en las tablas 4.1.a a 4.1.h se muestran las modificaciones realizadas por cada hoja topográfica.

6446-II-SO LA VICTORIA	6446-II-SE LAGUNA ALTA		
6445-I-NO MIRAFLORES	6445-I-NE LA AGUADITA	6545-IV-NO LA PICA	
6445-I-SO LAS TRES PERSONAS	6445-I-SE AGUA AMARILLA	6545-IV-SO CURIEPE	
6445-II-NO LA AMARILLA	6445-II-NE TIERRA	6545-III-NO LA AGUADITA	6545-III-NE LAS CAÑADAS
6445-II-SO EL CACAO	6445-II-SE SAN CARLOS	6545-III-SO TINACO	6545-III-SE LAS PEONÍAS

Figura 4.1. Disposición de los 16 mapas a escala 1:25.000 que abarcan la zona de estudio.

Tabla 4.1.a. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.

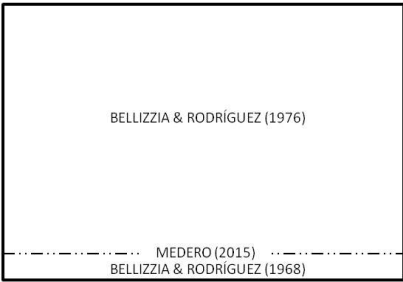
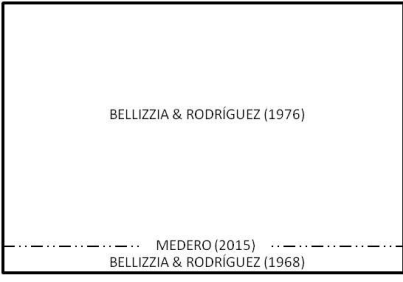

Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6446-II-SO La Victoria</p>		<p>Los contactos entre el Complejo Nirgua y Nirgua II con el Esquisto de Las Mercedes, así como con el Complejo Yaritagua, fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y (1976), siendo estilizado su trazado de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM. Los datos de rumbo y buzamiento también fueron tomados de la cartografía publicada por los autores.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6446-II-SE Laguna Alta</p>		<p>Los contactos entre el Complejo Nirgua y Nirgua II con el Esquisto de Las Mercedes fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y (1976), siendo estilizado su trazado de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM. Los datos de rumbo y buzamiento también fueron tomados de la cartografía publicada por los autores.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6445-I-NO Miraflores</p>		<p>Los contactos entre el Complejo Nirgua y Nirgua II con el Esquisto de Las Mercedes fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968), siendo estilizado su trazado de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM. Los datos de rumbo y buzamiento también fueron tomados de la cartografía publicada por los autores.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.b. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.


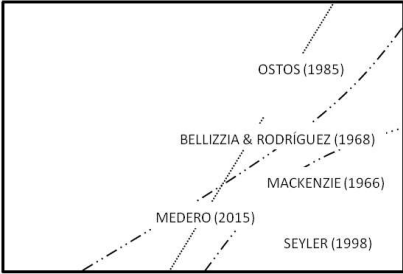
Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6445-I-NE La Aguadita</p>		<p>Los contactos entre el Complejo Nirgua y Nirgua II con el Esquisto de Las Mercedes y las serpentinitas, fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968), siendo estilizado su trazado de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM. Los datos de rumbo y buzamiento también fueron tomados de la cartografía publicada por los autores.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6445-I-NO La Pica</p>		<p>El Corrimiento de Manrique fue tomado de acuerdo a lo expuesto por MACKENZIE (1966), mientras que el contacto entre el Complejo Nirgua y el Esquisto de las Mercedes fue tomado de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968).</p> <p>La Peridotita de Tinaquillo y sus subunidades, así como el Gneis de La Aguadita y sus contactos fue definido de acuerdo con lo publicado por SEYLER <i>et al.</i> (1998).</p> <p>Las apófisis de Gabro que intruyen a la Peridotita de Tinaquillo fueron definidas de acuerdo a lo mostrado por OSTOS (1985).</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron redefinidas y estilizadas de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.c. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.


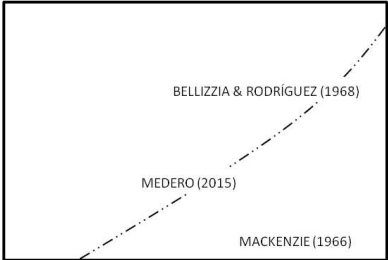
Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6445-I-SO Las Tres Personas</p>		<p>Los contactos entre el Complejo Nirgua con el Esquisto de Las Mercedes y las serpentinitas, fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968), siendo estilizado su trazado de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM. Los datos de rumbo y buzamiento también fueron tomados de la cartografía publicada por los autores.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6445-I-SE Agua Amarilla</p>		<p>El Corrimiento de Manrique fue tomado de acuerdo a lo expuesto por MACKENZIE (1966), el Esquisto de las Mercedes con sus cuerpos de Serpentinita y la Formación Cojedes II fue tomado de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968).</p> <p>El Gneis de La Aguadita y sus contactos fue definido de acuerdo con lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y SEYLER <i>et al.</i> (1998).</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron redefinidas y estilizadas de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.d. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.

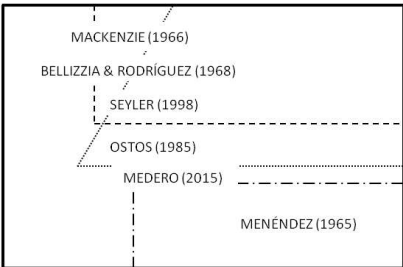

Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6545-IV-SO Curiepe</p>		<p>El Corrimiento de Manrique fue tomado de acuerdo a lo expuesto por MACKENZIE (1966).</p> <p>La Peridotita de Tinaquillo y sus subunidades, así como el Gneis de La Aguadita y sus contactos fue definido de acuerdo con lo publicado por SEYLER <i>et al.</i> (1998).</p> <p>Las apófisis de Gabro que intruyen a la Peridotita de Tinaquillo fueron definidas de acuerdo a lo mostrado por OSTOS (1985).</p> <p>Las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas se definieron de acuerdo a lo publicado por MENÉNDEZ (1965)</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6445-II-NO La Amarilla</p>		<p>Los contactos entre el Esquisto de Las Mercedes y la Formación Cojedes II fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y BLIN (1989), siendo estilizado su trazado de acuerdo a la información aportada por las imágenes DEM, así como la definición de las unidades cuaternarias. Los datos de rumbo y buzamiento fueron tomados de la cartografía publicada por los autores.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.e. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.


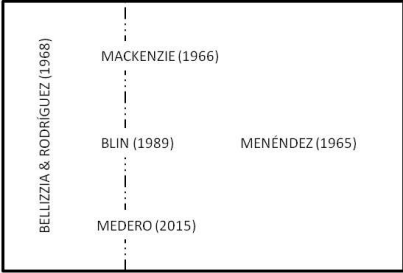
Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6445-II-NE Tierra</p>		<p>El Corrimiento de Manrique fue tomado de acuerdo a MACKENZIE (1966), al igual que la Metatrondhjemita de La Gloria y sus contactos. El Gneis de La Aguadita fue definido de acuerdo con lo publicado por SEYLER <i>et al.</i> (1998).</p> <p>Los contactos entre el Esquisto de Las Mercedes y la Formación Cojedes II fueron tomados de acuerdo a lo publicado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y BLIN (1989). Mientras que las unidades cuaternarias fueron tomadas de lo expresado en los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a la información de las imágenes DEM.</p> <p>Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6545-III-NO La Aguadita</p>		<p>El Gneis de La Aguadita y la Metatrondhjemita de La Gloria se definieron de acuerdo a lo mostrado por MENÉNDEZ (1965) y MACKENZIE (1966) y BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968).</p> <p>El Esquisto de Tinapú, así como las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, se delimitaron según MENÉNDEZ (1965) y BLIN (1989). Las unidades cuaternarias fueron tomadas de los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades y el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a las imágenes DEM. Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.f. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.

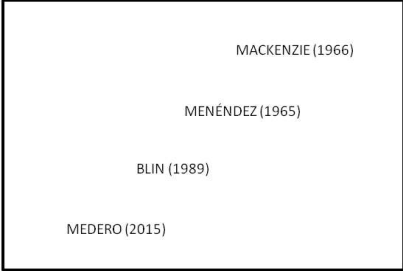

Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6545-III-NE Las Cañadas</p>		<p>El Gneis de La Aguadita y la Metatrondhjemita de La Gloria se definieron de acuerdo a lo mostrado por MENÉNDEZ (1965) y MACKENZIE (1966) y BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968).</p> <p>El Esquisto de Tinapú, así como las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, la Filita de Tucutunemo, los Diques de Diorita y la Serpentinita de San Antonio se delimitaron según MENÉNDEZ (1965) y BLIN (1989); mientras que las unidades cuaternarias fueron tomadas de lo expresado en los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a la información de las imágenes DEM. Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6445-II-SO El Cacao</p>		<p>La Formación Cojedes II, así como su contacto con la Formación Mucaria a través de la Falla El Pao fue definido de acuerdo a lo expresado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y BLIN (1989). Las unidades cuaternarias fueron tomadas de los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades y el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a las imágenes DEM. Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.g. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.

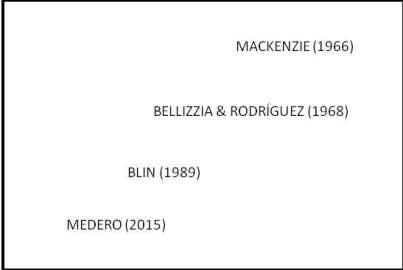
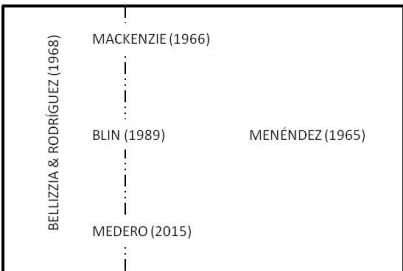

Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
<p>6445-II-SE San Carlos</p>		<p>El Corrimiento de Manrique fue tomado de acuerdo a MACKENZIE (1966), al igual que la Metatrondhjemita de La Gloria y sus contactos.</p> <p>La Formación Cojedes II, así como su contacto con la Formación Mucaria a través de la Falla El Pao fue definido de acuerdo a lo expresado por BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y BLIN (1989), al igual que el contacto de corrimiento entre la Formación Mucaria, Formación Guárico y la Formación Orupe. Las unidades cuaternarias fueron tomadas de lo expresado en los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a la información de las imágenes DEM. Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>
<p>6545-III-SO Tinaco</p>		<p>El Gneis de La Aguadita, la Metatrondhjemita de La Gloria, y las formaciones Orupe, Corozal, Guárico y Mucaria se definieron por MENÉNDEZ (1965), MACKENZIE (1966) BELLIZZIA &amp; RODRÍGUEZ (1968) y BLIN (1989).</p> <p>La Formación Sabana Larga y las Lavas de Tiramuto se delimitaron de acuerdo a lo expresado por BLIN (1989). Las unidades cuaternarias de los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades y el trazado de las estructuras geológicas se estilizaron de acuerdo a imágenes DEM. Los datos topográficos se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

Tabla 4.1.h. Aportes cartográficos geológicos realizados en cada hoja topográfica 1:25.000.

Nombre	Diagrama de compilación	Modificaciones
6545-III-SE Las Peonías		<p>El Gneis de La Aguadita, la Metatrandhjemita de La Gloria, las Lavas de Tiramuto y las formaciones Orupe, Sabana Larga, Corozal, Guárico, Mucaria y Mamonal se definieron por MENÉNDEZ (1965), MACKENZIE (1966) y BLIN (1989). Las unidades cuaternarias fueron tomadas de lo expresado en los mapas de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).</p> <p>Los contactos entre unidades, así como el trazado de las estructuras geológicas fueron estilizados de acuerdo a la información de las imágenes DEM. Los datos topográficos de curvas de nivel, drenajes y vialidad se tomaron de la hoja cartográfica homónima.</p>

#### 4.2 INTERPRETACIONES LITOLÓGICAS Y PETROGRÁFICAS

Las fases en las cuales se desarrolló el presente estudio permitieron establecer los terrenos litológicos con carencias en los datos e investigaciones geológicas, lo cual determinó el enfoque en cuanto a la selección de muestras durante el trabajo de campo. La descripción y el análisis petrográfico de las muestras contribuyeron a aportar nuevos datos a la información ya existente con el fin de determinar los posibles ambientes de formación de las unidades aflorantes.

Debido a los estudios realizados en las adyacencias del área de estudio por HERNÁNDEZ (2014), MONTOYA (2015) y NÚÑEZ (2015), que aportan información acerca de algunas de las unidades que afloran dentro de la zona estudiada, la toma de muestras se enfocó en las unidades que afloran en los terrenos de Tinaco, San Sebastián y en el Olistostromo de Platillón.

### Faja Caucagua – El Tinaco / Terreno Tinaco

En este terreno se tomaron diez muestras que fueron sometidas a análisis petrográficos, tal como resume la tabla 4.1 a continuación:

Tabla 4.2. Resumen de muestras tomadas en el terreno Tinaco.

Unidad geológica	Muestra	Nombre petrográfico
Metatrondhjemita de La Gloria (NPlg)	Co-14-212B	<i>Tonalita protocataclástica</i>
	Co-14-213A	<i>Trondhjemita protocataclástica</i>
G.L.A Zona de inyección (NPlay)	Co-14-214A	<i>Gneis hornblendo-epidótico-clorítico</i>
G.L.A s.s. (NPla)	Co-14-215B	<i>Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso</i>
G.L.A Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad)	Co-14-216AR	<i>Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso</i>
	Co-14-216BR	<i>Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico</i>
	Co-14-216DR	<i>Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso</i>
Peridotita de Tinaquillo (tqb)	Co-14-217AS	<i>Serpentinita</i>
	Co-14-217DR	<i>Gabro charnockítico cataclástico</i>
Apófisis de Gabro (JKg)	Co-14-218A	<i>Granulita máfica milonítica</i>

En la unidad de la Peridotita de Tinaquillo se tomaron cuatro muestras, de las cuales dos fueron analizadas petrográficamente encontrándose que la muestra Co-14-217AS corresponde a una Serpentinita cuyo protolito era una peridotita que fue totalmente serpentinizada sin dejar rastros de olivinos ni ortopiroxenos, con crisotilo y ópalo en vetillas así como cúmulos granulares de magnetita, siendo concordante con el marco tectónico y geológico estudiado por MACKENZIE (1966), MATTSON (1985), OSTOS (1985), SEYLER & MATTSON (1989) y SEYLER *et al.* (1998). La muestra Co-14-217DR fue clasificada como un Gabro charnockítico cataclástico ubicado en la facies de las granulitas tomado dentro del afloramiento de la Peridotita de Tinaquillo aunque corresponde a un bloque rodado relacionado a los cuerpos de gabro que intruyen a la peridotita y que fueron estudiados y cartografiados por OSTOS (1985), encontrándose una de estas apófisis a pocos metros de distancia, justo al sur del punto donde fue tomada la muestra.

De las Apófisis de gabro de la Peridotita de Tinaquillo se tomó la muestra Co-14-218A, resultando clasificada como una granulita máfica milonítica, cuyos cristales se observan

ligeramente triturados y orientados, además de la aparición de rutilo, lo cual es concordante con los estudios llevados a cabo por MACKENZIE (1966), MATTSON (1985) y OSTOS (1985), SEYLER & MATTSON (1989) y SEYLER *et al.* (1998), en los cuales, aunque la litología de la muestra Co-14-218A no corresponde al cuerpo estudiado por OSTOS (1985), si puede adjudicarse a la unidad de la Peridotita de Tinaquillo, la cual posee subunidades con granulitas máficas con texturas milonitizadas y se encuentra justo al límite del cuerpo de Gabro.

La unidad del Gneis de La Aguadita fue muestreada en tres de sus subunidades: Zona de granulitas félsicas a ultramáficas, subunidad *sensu stricto* y la Zona de inyección, obteniéndose un total de diecisiete muestras, de las cuales se analizaron petrográficamente cinco de ellas.

En la Zona de granulitas félsicas a ultramáficas se determinó que la muestra Co-14-216AR corresponde a un Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso, mientras que la muestra Co-14-216BR pertenece a un Granofel granatífero-plagioclásico-cuarzoso protocataclástico y la muestra Co-14-216DR fue determinada como un Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso. Todas estas muestras exhiben importantes cantidades de granate, ricos en piroxenos, plagioclasas y cuarzo.

La Subunidad *sensu stricto* (s.s.) está representada por la muestra Co-14-215B, la cual fue determinada como un Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso; la muestra Co-14-214A fue tomada en la zona de inyección, siendo catalogada como un gneis hornblendo-epidótico-clorítico.

Las muestras del Gneis de La Aguadita arrojan que estas se encuentran con altos grados de metamorfismo, las cuales se encuentran entre la facies de las granulitas en la subunidad de granulitas félsicas a ultramáficas y la subunidad *s.s.* al norte, variando a la facies de las anfibolitas con epidoto en la zona de inyección, al sur. Es notable el incremento del grado de metamorfismo del Gneis de La Aguadita en función a la cercanía con la unidad de la Peridotita de Tinaquillo, definiendo el contacto entre ambas unidades como la exhumación de la Discontinuidad de Mohorovicic. Las litologías encontradas en las muestras de esta unidad se corresponden con los estudios realizados por MENÉNDEZ (1965), SEYLER & MATTSON (1989) y SEYLER *et al.* (1998).

La unidad representada por la Metatrondhjemita de La Gloria también fue objeto de observaciones en campo, tomándose cuatro muestras de estas en dos de sus plutones, siendo seleccionada una muestra de cada plutón para su análisis petrográfico.

La muestra Co-14-212B corresponde a una Metatonalita protocataclástica y fue tomada en el plutón más al este de la unidad, mientras que la Co-14-213A se identificó como una Metatrondhjemita protocataclástica recolectada en el plutón más grande, al oeste de la unidad. Las variaciones en su clasificación se deben al índice de color, proporcionado por una mayor riqueza mineral y proporcional de la muestra Co-14-213A respecto a Co-14-212B, siendo notable en ambas muestras la aparición de cristales que soportan una matriz que luce altamente fracturada, lo cual verifica lo estudiado por MENÉNDEZ (1965).

#### **Faja Villa de Cura / Terreno San Sebastián**

En este terreno se tomaron dos muestras, de las cuales una fue seleccionada para ser sometida a análisis petrográficos, como se observa en la tabla 4.2 a continuación:

*Tabla 4.3. Muestra tomada en el terreno San Sebastián.*

<b>Unidad geológica</b>	<b>Muestra</b>	<b>Nombre petrográfico</b>
Lavas de Tiramuto (K1t)	Co-14-205AS	<i>Basalto augítico porfídico</i>

La muestra Co-14-205AS consistió en una roca volcánica que fue clasificada como un Basalto augítico porfídico, con fenocristales euhedrales de augita embebidos en una matriz de plagioclasas, clinopiroxenos, cuarzo y rastros de epidoto. La clasificación de la muestra Co-14-205AS corresponde con lo estudiado y cartografiado por MENÉNDEZ (1965) y por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968).

### Faja Piemontina / Olistostromo de Platillón

Se tomaron seis muestras del Olistostromo de Platillón, siendo seleccionadas tres de ellas para análisis petrográficos, tal como resume la tabla 4.3 a continuación:

*Tabla 4.4. Resumen de muestras tomadas en el Olistostromo de Platillón.*

Unidad geológica	Muestra	Nombre petrográfico
Formación Sabana Larga (E1E2sl)	Co-14-204B	<i>Dacita porfídica</i>
	Co-14-209A	<i>Dacita porfídica protocataclástica</i>
Formación Corozal (E1E2c)	Co-14-208B	<i>Arcilita micrítica</i>

La unidad de la Formación Sabana Larga fue catalogada mediante el análisis de las muestra Co-14-204B y Co-14-209A, resultando ambas con la clasificación de Dacita Porfídica, sin embargo la muestra Co-14-209A posee características protocataclásticas. Las muestras poseen abundantes cantidades de cuarzo, plagioclasas y microclino, así como cristales de augita, y cristales de clorita y calcita relleno vetillas. MENÉNDEZ (1965) las definió como rocas intrusivas en la parte superior de la Formación Corozal, mientras que BLIN (1989) la cartografió con menor grado de detalle. La concordancia de los datos aportados por MENÉNDEZ (1965) fue verificada.

La Formación Corozal, está representada por la muestra Co-14-208B, clasificada como una arcilita micrítica de acuerdo a MÉNDEZ (2009). Esta unidad fue estudiada por MENÉNDEZ (1965) clasificándolas como calizas negras, lutitas negras y ftanitas en capas delgadas, sin embargo CONTRERAS (2000) describe a esta unidad como “Complejo Sedimentario Corozal” y la cartografía como Formación Corozal, correspondiéndose con lo estudiado por el autor.

A continuación, en las tablas 4.4 y 4.5 se resume la edad, origen y metamorfismo de cada unidad geológica pertenecientes a los terrenos parautoctonos y alóctonos que afloran en el área de estudio:

Tabla 4.5. Origen y metamorfismo de los terrenos parautoctonos.

Faja	Terreno	Unidad	Edad	Origen	Metamorfismo
Faja Piemontina	Olistostromo de Platillón	Formación Orupe (e5e6o)	Eoceno medio - superior	Prisma de acreción del arco volcánico al este de la Placa Caribe, desplazado hacia el sureste	-
		Formación Sabana Larga (E1E2sl)	Paleoceno - Eoceno		
		Formación Corozal (E1E2c)	Paleoceno - Eoceno		
	Napa Piemontina	Formación Guárico (k6e1g)	Maastrichtiense – Paleoceno temprano	Sedimentación en antefosa generada por convergencia de las placas Caribe y Suramericana	-
Faja Caracas	Terreno Las Mercedes	Formación Mucaria (k4k6m)	Cretácico Tardío (Santonense – Maastrichtiense)	Sedimentación en ambiente pelágico – hemipelágico durante la transgresión del Cretácico Tardío	Facies de esquisto verde (clorita)
		Esquisto de las Mercedes (K2m)	Cretácico Tardío	Ambiente anóxico en cuenca externa a un arco volcánico, sedimentación de ambiente pelágico	
	Terreno Agua Blanca	Serpentinita (JKsp)	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano	Bloques rocosos emplazados tectónicamente	
		Formación Cojedes II (J3K1c2)	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano	Ambientes marinos someros con transporte por corriente de turbidez	
		Complejo Nirgua II (PJn2)	Pérmico – Jurásico	Melange tectónico en un prisma de acreción, en ambiente de dorsal centro oceánica o cuenca marginal	
Faja Ávila	Terreno Nirgua	Complejo Nirgua (PJn)	Pérmico – Jurásico	Rocas metaígneas de la corteza continental	Facies de anfibolita epidiotica
	Terreno Ávila	Complejo Yaritagua (PRya)	Proterozoico		

Tabla 4.6. Origen y metamorfismo de los terrenos alóctonos.

Faja	Terreno	Unidad	Edad	Origen	Metamorfismo	
Faja Villa de Cura	Terreno San Sebastián	Lavas de Tiramuto (K1t)	Cretácico Temprano	Arco de islas volcánicas	Facies prehnita-pumpelita	
	Terreno Tucutunemo	Filita de Tucutunemo (Pt)	Pérmico	Plataforma y cuenca retroarco	Facies de esquistos verde (clorita)	
Faja Caucagua – El Tinaco		Formación Mamonal (K1ms)	Cretácico Temprano	Areniscas conglomeráticas de arco transicional	-	
		Serpentinita de San Antonio (JKspsa)	Jurásico Tardío – Cretácico Temprano	Bloques rocosos emplazados tectónicamente	Facies prehnita-pumpelita	
		Apófisis y diques de Hornblendita (JKh)		Intrusiones ígneas félsicas y máficas en el Gneis de La Aguadita (Ss. y zona de inyección)		
		Diques de Diorita (JKd)		Intrusiones ígneas máficas en la Peridotita de Tinaquillo		
		Apófisis de Gabro (JKg)	Rocas metavolcanosedimentarias que cubren parcialmente unidades del Terreno Tinaco	Facies de esquistos verde (clorita)		
	Metatrombolita de La Gloria (NPlg)	Esquistos de Tinapú (PZt)	Paleozoico	Rocas sedimentarias que cubren unidades del terreno Tinaco		
	Gneis de La Aguadita	Zona de inyección	S.s.	Neoproterozoico	Intrusión ígnea félsica en la zona de inyección del Gneis de La Aguadita	Facies de anfíbolita epidóticas
					Rocas metasedimentarias y metaígneas afectadas por intrusiones y migmatitas	Facies de Granulita
					Rocas metasedimentarias	
	Peridotita de Tinaquillo	Subunidad b Subunidad a	Rocas de la corteza continental inferior, transicionales con la Peridotita de Tinaquillo	Rocas sublitoféricas	Milonitización	

### 4.3 INTERPRETACIONES ESTRUCTURALES

La relación estratigráfica y la configuración espacial de las unidades litológicas que afloran en el área de estudio presentan gran complejidad debido a que están enmarcadas entre fajas de dominio alóctono (Faja Caucaagua – El Tinaco y Faja Villa de Cura) y fajas de dominio parautoctono (Faja Ávila, Faja Caracas y Faja Piemontina) tal como se observa en la figura 4.1, las cuales están asociadas a conjuntos de fallas y corrimientos que las imbrican y ponen en contacto.

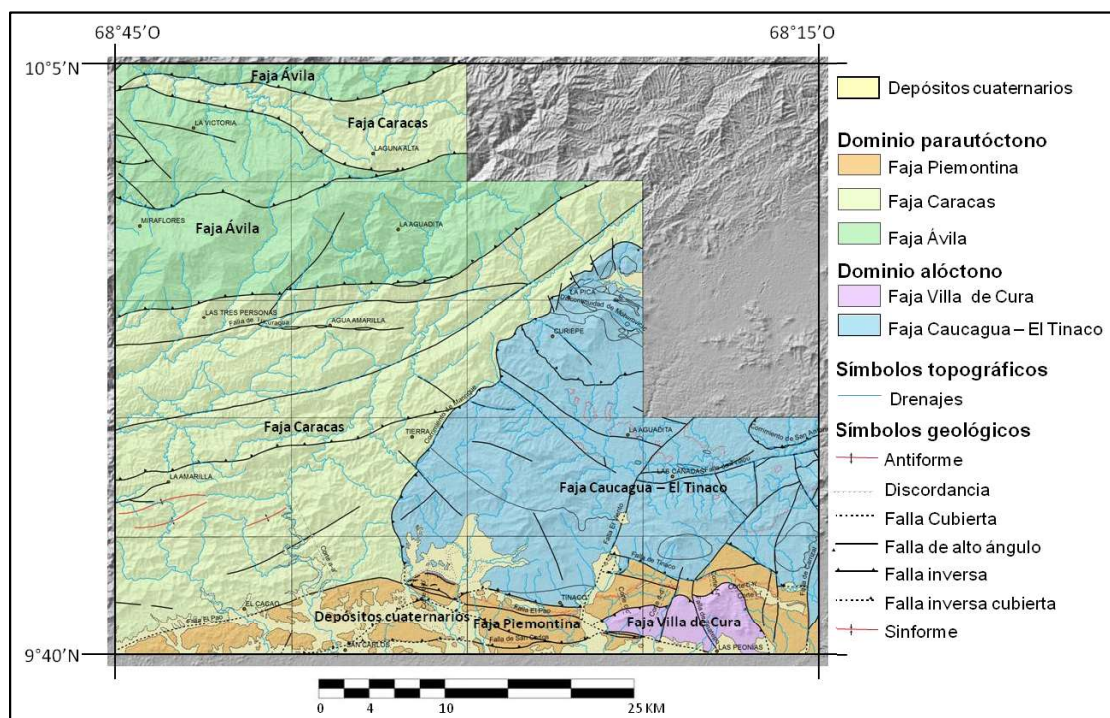


Figura 4.2. Afloramiento de las fajas y su origen.

La imbricación de los terrenos Las Mercedes y Agua Blanca dentro de la Faja Caracas se considera como el primer corrimiento de importancia, al cual le sigue el corrimiento de la Faja Ávila sobre la Faja Caracas; dado los continuos empujes tectónicos ejercidos desde el noroeste hacia el sureste, dentro de la faja Ávila se generaron otros desplazamientos que sobrecorrieron fragmentos del terreno Nirgua unos sobre otros.

Durante el Cretácico, los terrenos alóctonos de las fajas Caucaagua – El Tinaco y Villa de Cura son movilizados hacia el este, y dado el continuo desplazamiento se deslizaron hacia el sur propiciando la generación de la faja Piemontina. Posteriormente los terrenos Tinaco y San Sebastián, son emplazados sobre los terrenos de la faja Caracas y son emplazados hacia

el sur. El contacto entre los terrenos de la faja Caracas y la Faja Caucagua – El Tinaco viene dado por el corrimiento de Manrique, estudiado por MENÉNDEZ (1965), MACKENZIE (1966), BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) y por SEYLER & MATTSON (1989).

Dentro del terreno Tinaco, las filitas de Tucutunemo se desplazaron hacia el sur, conformándose como el terreno Tucutunemo, observándose este como el contacto entre los terrenos Tinaco y Tucutunemo a través del Corrimiento de San Antonio, el cual es definido por MENÉNDEZ (1965) como una falla plegada que forma un sinclinal abierto con una orientación de N70°E, la cual en el área de estudio se curva y delimita los cuerpos de serpentinita de San Antonio.

Los mismos empujes transpresivos causaron una serie de corrimientos dentro de la faja piemontina, dislocando el olistostromo de Platillón de la napa piemontina.

Los corrimientos entre las fajas Caracas y Ávila van en sentido suroeste-noreste, con vergencia hacia el norte y una extensión entre 25 km y 40km dentro del área de estudio. El corrimiento de Manrique buza hacia el sur y se extiende por 35km en dirección sur-norte en la faja Piemontina para luego desviarse hacia el este dentro de la zona estudiada y marca el límite entre la faja Caracas y el terreno Tinaco; el corrimiento de San Antonio tampoco tiene una orientación lineal definida, se observa como una estructura curvada de aproximadamente 7km con vergencia hacia el norte.

El corrimiento del Terreno San Sebastián posee buzamiento hacia el sur y se extiende por 15km, con dirección irregular este-oeste, mientras que los corrimientos de la falla San Carlos y falla Tinaco son desplazamientos orientados de forma irregular en sentido este-oeste buzando hacia el norte por 20km cada uno.

Los corrimientos se encuentran segmentados por medio de fallas de alto ángulo, que ajustan los terrenos en respuesta a los efectos tectónicos, las cuales se asocian a tres grandes sistemas de fallas.

El primer sistema está constituido por las fallas producto de los esfuerzos tectónicos compresivos sobre los terrenos geológicos en dirección noroeste - sureste, generando fallas de acomodo con orientaciones paralelas que se extienden entre 6 y 8km.

El segundo sistema se asocia a ajustes compresivos de la faja Caucagua- Tinaco en su desplazamiento a su posición actual, correspondiendo a dos patrones: fallas en dirección sureste-noroeste, como la falla de Tinapú, y que luego son cortadas de forma oblicua casi perpendicular por fallas curvas e irregulares, como lo expresan las fallas El Viento, Tinatepo y Carrizal. Estas discontinuidades se extienden entre 10 y 15km, con segmentos cubiertos por depósitos cuaternarios.

El último sistema lo conforman fallas que cortan amplios segmentos de la litología con movimiento reciente como respuesta a los componentes transcurrentes del paso de la Placa Caribe al norte de Venezuela, con orientación preferencial oeste-este, extendiéndose entre 35 y 45km con movimiento transcurrente dextral. La falla Tucuragua, se considera como parte del sistema Yacambú – Tucuragua y tiene cuerpos de serpentinita asociados a su ocurrencia, se extiende hacia el este hacia el sistema de fallas de La Victoria. Al sur, la Falla el Pao, que posee movimientos recientes y pone en contacto la faja Piemontina con los terrenos Agua Blanca y San Sebastián; a su vez, sirve como divisoria interna de la faja Piemontina, entre la napa Piemontina y el Olistostromo de Platillón, cartografiado y estudiado por BLIN (1989).

Los pliegues son el resultado de la deformación dúctil de los terrenos, concentrándose en el terreno Agua Blanca. Al sur de la localidad de Los Placeres, se encuentra un sinforme que se extiende 7km, en sentido suroeste-noreste con dirección preferencial N75°E. Subparalelo a este y al sur se encuentra un antiformal curvado de aproximadamente 6km de longitud. Al sur de la fila Mirabal del Doctor se encuentra un pequeño antiformal que se extiende por 3km en dirección N70°E, los cuales son descritos por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968).

#### 4.4 HISTORIA GEOLÓGICA

En esta sección se explicará la evolución geológica del área de estudio desde el Proterozoico hasta el Holoceno, lo cual permitirá comprender la configuración actual de las unidades geológicas de la región Palmichal Tinaco.

##### **Proterozoico**

El terreno datado más antiguo corresponde al Terreno Ávila, representado por la unidad denominada Complejo Yaritagua (PRya), el cual se generó durante este eón.

Seguidamente, el terreno Tinaco, posee parte de las litologías antiguas de la región. La Peridotita de Tinaquillo (tqa – tqb) se considera como un bloque expuesto del manto sublitosférico con edad incierta debido a su origen, el cual procede probablemente del extremo noroeste de la Placa Suramericana, específicamente en las cercanías con la denominada Placa de Farallón. A su vez, esta unidad se encuentra en contacto a través de la discontinuidad de Mohorovicic expuesta en superficie, con el Gneis de La Aguadita (NPla – NPlac – NPlad – NPlay), que se constituye por un bloque de la corteza continental inferior, el cual, en la zona de inyección (NPlay), se encuentra intrusionado por la Metatrandhjemita de La Gloria (NPlg).

##### **Paleozoico (Cámbrico-Carbonífero)**

Durante esta era se formó el protolito del Esquisto de Tinapú (PZt), que se encuentra en contacto tectónico con el Gneis de La Aguadita.

##### **Paleozoico (Pérmico) – Mesozoico (Triásico)**

De acuerdo con GRANDE (2009), durante estos periodos pudo haberse iniciado el proceso de expansión retro-arco en conjunto con el vulcanismo que generó a la Filita de Tucutunemo (Pt).

Durante la separación de Pangea y la conformación de la Placa Proto-Caribe, se depositaron los terrenos que probablemente estuvieron expuestos a erosión y meteorización, generando sedimentos de afinidad continental que son mezclados con rocas volcánicas que conforman el protolito del Complejo Nirgua (PJn – PJn2).

### Jurásico

Durante este periodo se forman los márgenes continentales de la Placa Suramericana y se consolida la placa oceánica Proto-Caribe por la separación de América del Norte y del Sur durante la ruptura de Pangea, tal como se observa en la figura 4.2.

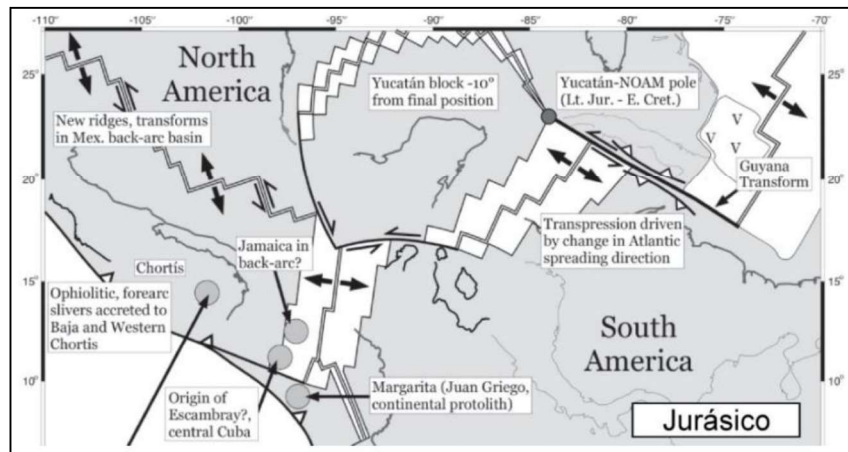


Figura 4.3. Ruptura de Pangea que generó el Proto-Caribe durante el Jurásico. Tomado y modificado de PINDELL et al. (2005).

El terreno Tinaco sufre alteraciones por fluidos magmáticos e hidrotermales a causa de la subducción de la Placa Farallón por debajo de la Placa Suramericana (figura 4.3), dando origen a las Apófisis de gabro (JKg), hornblenditas (JKh) y dioritas (JKd), además de la depositación de las Metavolcanosedimentarias de las Placitas (Jlp).

En el margen pasivo al norte de la Placa Suramericana, se inició la depositación de los protolitos de la Formación Cojedes II (J3K1c2), que conforma al terreno Agua Blanca.

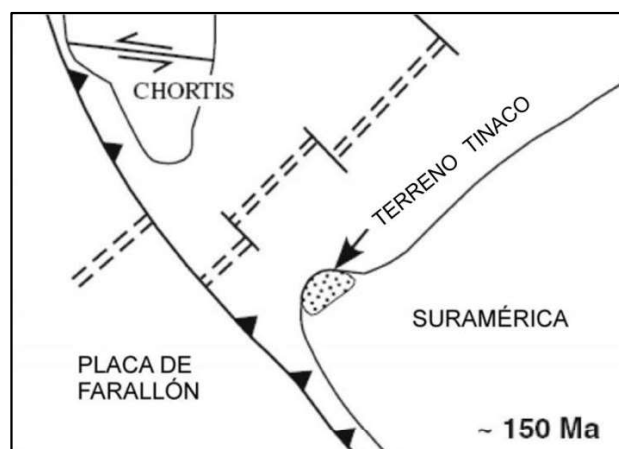


Figura 4.4. Terreno Tinaco durante el Jurásico. Tomado y modificado de MUKASA et al. (2007).

### Cretácico Temprano

Durante este periodo culmina la depositación de rocas sobre el terreno Tinaco con la Formación Mamonal (K1ms).

Simultáneamente, al este, se generan las Lavas de Tiramuto (K1t), pertenecientes al terreno San Sebastián, el cual forma parte del arco de islas del Caribe, formado por la subducción intraoceánica de la Placa Proto-Caribe por debajo de la Placa Caribe. Esta última fragmenta al terreno Tinaco y comienza a arrastrarlo hacia el este, lo cual se observa en la figura 4.4.

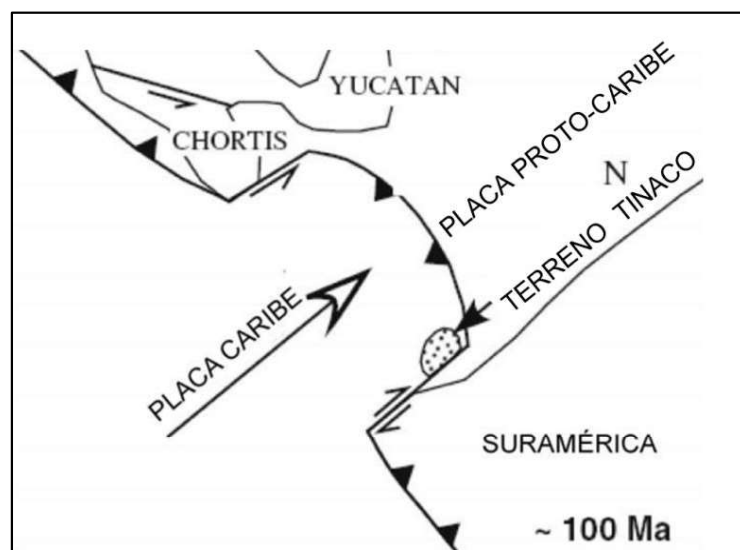


Figura 4.5. Terreno Tinaco durante el Cretácico Temprano.

Tomado y modificado de MUKASA et al. (2007).

### Cretácico Tardío

A finales del periodo Cretácico, se depositaron los protolitos del Esquisto de Las Mercedes (K2m) en las cuencas anóxicas del margen pasivo del norte de Suramérica.

De igual forma, se inició la transgresión del Cretácico de este a oeste, generando la depositación de la Formación Mucaria (k4k6m) un ambiente epicontinental.

En el Campaniense tiene lugar el final de la expansión entre norte y sur de América, y el arco de islas comienza a colisionar con el margen septentrional de la Placa Suramericana. Los Terrenos Tinaco-Tucutunemo y San Sebastián se encontraban al noroeste de Suramérica, como se aprecia en la Figura 4.5.

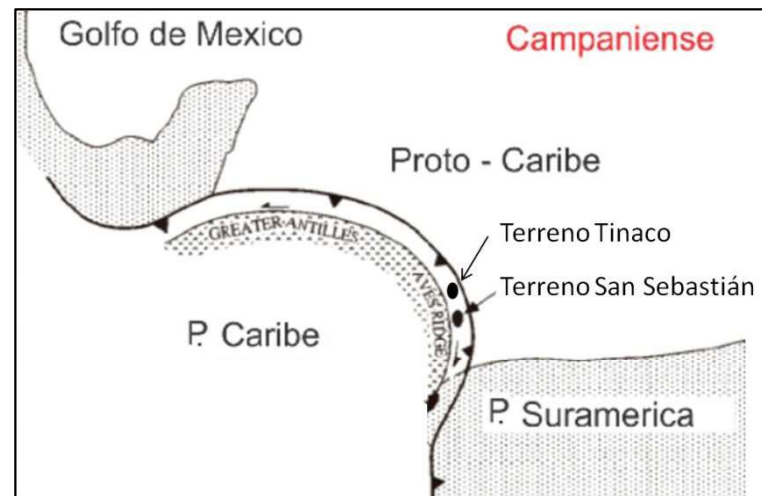


Figura 4.6. Inicio de la colisión de la Placa Caribe con la Placa Suramericana durante el Cretácico Tardío (Campaniense). Tomado y modificado de SMITH et al. (1999).

Durante el Maastrichtiense se inicia una regresión simultánea a la colisión de las placas, lo cual propicia la depositación de la Formación Guárico (k6e1g), constituida por una secuencia de tipo flysch en contacto transicional con la Formación Mucaria (k4k6m).

#### **Paleoceno-Eoceno**

La interacción entre ambas placas tectónicas comienza a ser evidenciada al norte de la Placa Suramericana con el inicio del emplazamiento de las fajas alóctonas y parautóctonas iniciando la imbricación y continuando el metamorfismo de las fajas Ávila y Caracas. Seguido del adosamiento de las fajas Caucagua – El Tinaco y Villa de Cura, ocurriendo diacrónicamente de oeste a este según URBANI (2013).

Durante el Eoceno medio comienza la subducción de ángulo bajo de la Placa Caribe por debajo de la Placa Suramericana, lo cual precisamente durante esta época emplazaría el prisma de acreción del arco volcánico, formando de esta manera el Olistostromo de Platillón a través de la depositación de la Formación Corozal (E1E2c), la Formación Sabana Larga (E2E2sl) y finalmente la Formación Orupe (e5e6o). (URBANI 2013).

#### **Oligoceno – Mioceno**

Durante estas épocas los terrenos anteriores ya culminaron su emplazamiento en una configuración muy similar a la actual. El paso de la Placa Caribe sobre el norte de

Suramérica forjó cambios en la tectónica durante estas épocas, generando nuevos sistemas de fallas transcurrente dextrales y levantamientos de los bloques tectónicos conformados por las fajas (figura 4.6).

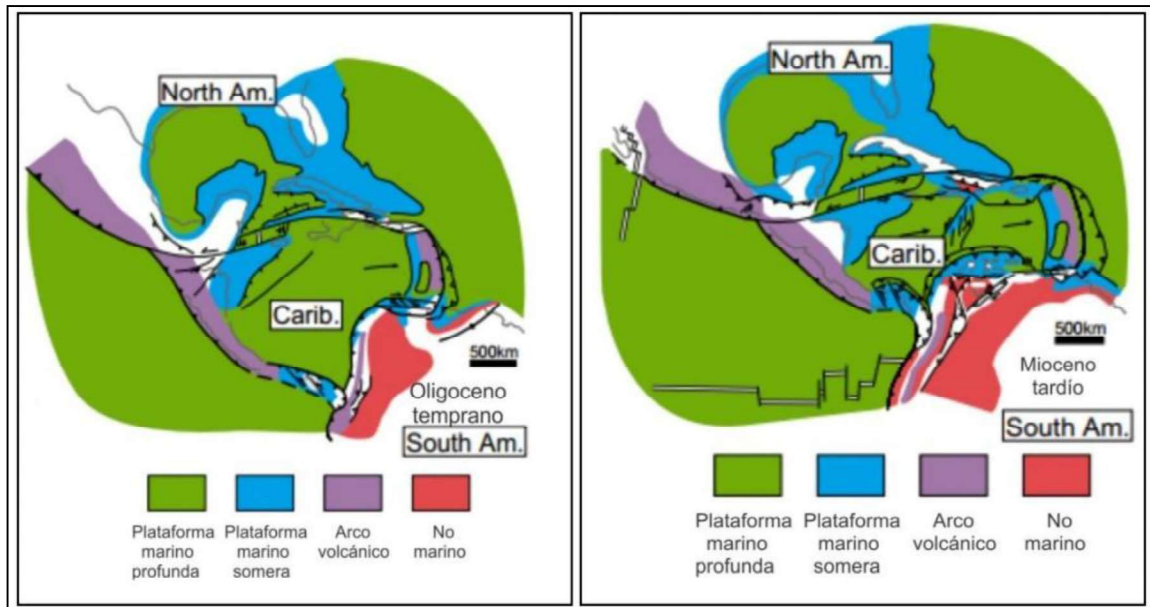


Figura 4.7. Colisión de la Placa Caribe con el norte de Suramérica durante el Oligoceno temprano (izq.) y el Mioceno tardío (der) Tomado y modificado de PINDELL (1999).

Los corrimientos entre las fajas sufrieron reacomodos, así como sistemas de fallas que cortaron a los mismos. El régimen transpresivo provocó una rápida exhumación de las fajas geológicas que conforman a la Cordillera de la Costa (URBANI 2013), siendo la peridotita de Tinaquillo el ejemplo más sobresaliente de la exposición de rocas sublitosféricas causada por la tectónica.

Los sistemas de fallas alcanzaron su disposición actual, siendo la falla de Tucuragua, asociada al sistema Yacambú – La Victoria, y la falla El Pao las principales estructuras de dislocamiento y acomodo que se generaron durante esas épocas.

### **Pleistoceno – Holoceno**

Durante estas épocas recientes la tectónica se ha mantenido activa (figura 4.7), continuando la imbricación de los terrenos y el movimiento relativo entre ellos, a través de la falla Tucuragua y el Pao, que exhiben movimientos recientes. De igual forma se han

depositado extensas coberturas sedimentarias sobre la Faja Piemontina y el terreno Tinaco, formando terrazas (Q2B9) y valles coluvio-aluviales (q4B10).

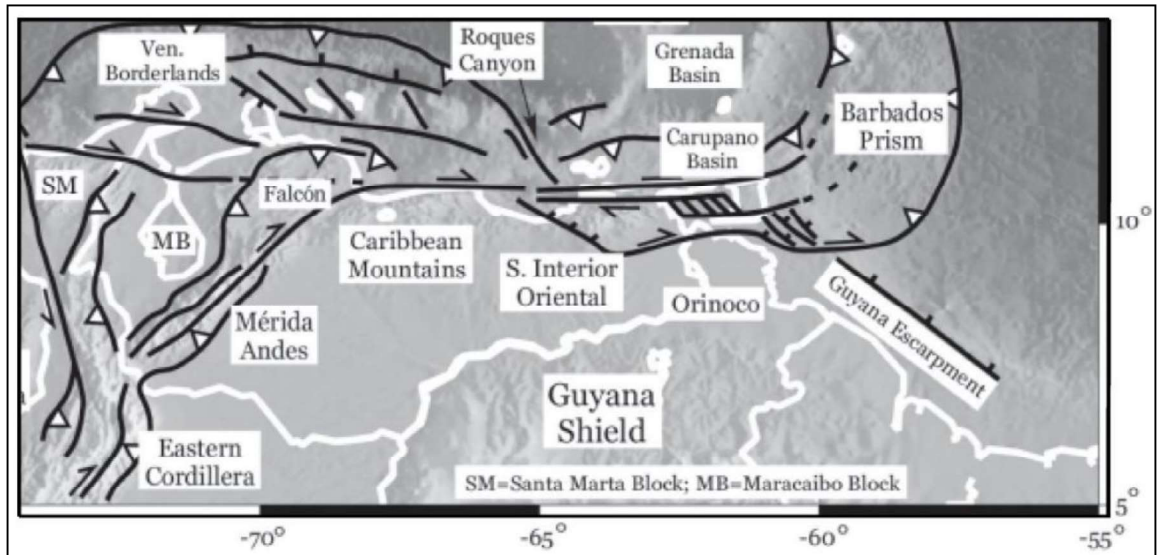


Figura 4.8. Configuración actual de la Placa Caribe y la Placa Suramericana.

Tomado de PINDELL et al. (2005).

## 5. SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 SUMARIO Y CONCLUSIONES

La zona de estudio en el cual se circunscribe el presente trabajo está conformada por afloramientos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias con un rango de edades que abarca desde el Proterozoico hasta el Holoceno, por lo cual presentan una gran diversidad litológica, que en conjunto con los procesos tectónicos al norte de la Placa Suramericana le atribuyen gran complejidad a la evolución geológica de la región.

A partir de estudios geológicos, así como la integración de trabajos previos y propios, se han determinado las siguientes conclusiones:

➤ El terreno Ávila es el terreno para autóctono más antiguo en la zona de estudio, pues está constituido por el Complejo Yaritagua cuyo origen se remonta al Proterozoico. Este terreno, en conjunto con las unidades aflorantes del terreno Nirgua representan a la Faja Ávila dentro del área estudiada.

➤ El terreno Tinaco constituye el terreno alóctono más antiguo, el cual tiene como base rocas del manto sublitosférico caracterizadas por la unidad de la Peridotita de Tinaquillo, la cual posee edad desconocida al tener su origen por debajo de la discontinuidad de Morohovicic (GRANDE 2015, comunicación personal). Sin embargo esta unidad en su parte inferior se encuentra en contacto con el Gneis de La Aguadita a través de una zona de alto grado metamórfico definida por MACKENZIE (1960), caracterizada por SEYLER & MATTSON (1989) y SEYLER *et al.* (1998), la cual data del Neoproterozoico.

➤ En la unidad de la Peridotita de Tinaquillo se hallaron muestras de Serpentinita (Co-14-217AS) sin remanentes de olivino ni ortopiroxenos, Granulitas máficas miloníticas (Co-14-218A) con cristales alargados de augita con lamelas paralelas de exsolución de ortopiroxenos; también fueron hallados en esta unidad muestras de Gabro charnockítico cataclástico (Co-14-217DS), coherente con las Apófisis de Gabro que intruyen a la Peridotita de Tinaquillo.

➤ Los análisis de las muestras del Gneis de La Aguadita arrojaron un alto grado de metamorfismo en ellas. La muestra de la Zona de inyección Co-14-214AS se encuentra en la facies de las anfíbolitas con epidoto, mientras que las muestras de la subunidad S.s. (Co-14-215B) y Granulitas félsicas a ultramáficas (Co-14-216AR, Co-14-216BR y Co-14-216DR) están posicionadas en la facies de las granulitas, lo cual evidencia que el grado de metamorfismo se incrementa a medida que se aproxima a la unidad de la Peridotita de Tinaquillo y su contacto con ella a través de la discontinuidad de Mohorovicic.

➤ La Metatrondhjemita de La Gloria consiste en plutones datados del Neoproterozoico, que intruyen a la Zona de inyección del Gneis de La Aguadita. Las muestras de metatonalitas (Co-14-212B) y metatrondhjemita (Co-14-213A), ambas con características protocataclásticas, poseen una constitución marcadamente félsica con rastros de piroxenos y minerales opacos.

➤ Las rocas pérmicas de la Filita de Tucutunemo están constituidas por una subunidad basal volcánica originada durante un proceso de expansión retro-arco de acuerdo a GRANDE (2009). Conforman al terreno Tucutunemo, el cual se encuentra cabalgante sobre el terreno Tinaco a través del Corrimiento de San Antonio, al cual están asociados los afloramientos de la Serpentinita de San Antonio.

➤ El terreno Tinaco, en conjunto con el terreno Tucutunemo, conforman a las litologías que afloran en el área de estudio de la Faja Caucagua – El Tinaco. La cual se pone en contacto en su extremo oeste con las fajas Ávila y Caracas a través del Corrimiento de Manrique.

➤ El terreno San Sebastián forma parte de la Faja Villa de Cura, y su origen se remonta al Cretácico Temprano en el arco de islas intra-oceánico generado por la subducción de la Placa Proto-Caribe por debajo de la Placa del Caribe, el cual sufrió metamorfismo y magmatismo durante el Cretácico Tardío. Las Lavas de Tiramuto representan a la unidad más occidental de la Faja Villa de Cura, la misma está constituida por Basaltos augíticos porfídicos de acuerdo a lo arrojado por el análisis de la muestra basáltica Co-14-204A. Este terreno se encuentra en corrimiento sobre la Napa Piemontina.

➤ Las rocas jurásicas de la Formación Cojedes II en conjunto con las rocas del Cretácico Tardío del Esquistos de Las Mercedes, pertenecientes a los terrenos Agua Blanca y Las Mercedes respectivamente, conforman a las unidades aflorantes de la Faja Caracas dentro del área de estudio. Tales formaciones fueron estudiadas y cartografiadas en la zona estudiada y sus adyacencias por BUSHMAN (1967), BELLIZZIA et al. (1968) y HERNÁNDEZ (2014). La faja Caracas se encuentra en contacto al sur con la Napa Piemontina a través de la Falla El Pao.

➤ La Napa Piemontina está constituida por la Formación Mucaria, conformada una secuencia depositada en una zona profunda del talud epicontinental durante la transgresión del Cretácico Tardío, seguido por una alternancia rítmica de facies flysch, denominada Formación Guárico. Estas formaciones se depositaron en el talud continental, a lo largo del eje axial de la antifosa generada durante el proceso de convergencia de las placas Caribe y Suramericana.

➤ El Olistostromo de Platillón representa un prisma de acreción de la Placa Caribe que se depositó diacrónicamente de oeste a este durante el Paleoceno tardío y el Eoceno. En el área de estudio está conformado por las formaciones Corozal, Sabana Larga y Orupe. La Formación Corozal consistente de arcilitas micríticas con rastros de foraminíferos de *Hedbergella sp.* de acuerdo a la muestra Co-14-208B, mientras que la Formación Sabana Larga está constituida por Dacitas porfidoblásticas localmente protocataclásticas de acuerdo al estudio realizado en las muestras Co-14-204B y Co-14-209B. La Formación Orupe consiste en areniscas micáceas de grano variable y conglomerados descritos por RENZ & SHORT (1960) y por MENÉNDEZ (1965).

➤ Los mapas geológicos que fueron generados en el presente trabajo constituyen un instrumento actual y versátil para la comunidad científica del país, en aras de contribuir y facilitar información geológica veraz acerca de los procesos geológicos presentes en la región Palmichal – Tinaco a futuros estudios e interpretaciones geológicas de superficie, además de su posible aprovechamiento como herramienta fundamental para la planificación y ordenamiento territorial del país en la designación de los usos de las tierras y la determinación de recursos minerales que contribuyan con el desarrollo de la nación.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Integrar la información y cartografía obtenida en este trabajo con las regiones colindantes, realizados por HERNÁNDEZ (2014), MONTOYA (2015) y NÚÑEZ (2015) en el marco de las Investigaciones Geológicas al norte de Venezuela a fin de robustecer la información acerca de las unidades geológicas estudiadas con el objetivo de comprender a gran escala la configuración estructural y espacial de los terrenos y fajas de esta región.

- Realizar estudios detallados de las unidades consideradas informales y denominadas Formación Cojedes II y Complejo Nirgua II y Formación Coroza, a fin de establecer las diferencias claves y verificar si deben ser formalizadas como unidades separadas como contribución al *Léxico Estratigráfico de Venezuela*.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUASUELOS INGENIERÍA. S.A. 1990. *Modernización de datos geológicos en el frente de montaña*. Corpoven S.A., Caracas. Vol. III, Estratigrafía/Sedimentología. Inédito, 517 p.

AGUASUELOS INGENIERÍA. S.A. 1990. *Mapa Tectónico del Frente de Montaña*. Corpoven. Gerencia de Exploración, escala 1:250.000

AGUERREVERE, S. E., G. ZULOAGA, & M. TELLO. 1937. Informe geológico sobre la región amiantífera de Tinaquillo, estado Cojedes. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 1(1): 5-36.

AGUERREVERE, P. I. & G. ZULOAGA. 1937. Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Bol. Geol y Min.*, Caracas, 1(2-4):3-24.

AVE LALLEMANT, H. G., V. B. SISSON, 1992. Burial and ascent of blueschists and eclogites; Venezuela; Part 1, Petrologic constraints (Resumen). Abstracts with Programs. *Geological Society of America*. 24(7): 149.

AVE LALLEMANT, H. G., V. B. SISSON, 1992. Burial and ascent of blueschists and eclogites; Venezuela; Part 2, Structural constraints (Resumen). Abstracts with Programs. *Geological Society of America*. 24(7): 149.

BECK C. 1977. Tectónica polifásica terciaria de la Faja Piemontina en la parte central de la Serranía del Interior, en Venezuela septentrional. Abstract. *VIII Conferencia Geológica del Caribe, Curazao*.

BECK, C. 1985. La chaîne Caraïbe au merideien de Caracas: geologie, tectogenese, place dans l'evolution geodynamique Mesozoique-Cenozoique des Caraïbes Meridionales. L'Universite des Sciences et Techniques de Lille, Tesis de doctorado de estado, 462 p. Reimpreso en *Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos)*, 43: 24-25 + 469 p. En la carpeta 17 del DVD, 2012).

BECK, C. 1986. Geologie de la chaîne Caraïbe su meridien de Caracas (Venezuela). Soc. *Geol. de Nord, Villeneuve s'Ascq, Francia, Public. no. 14*, 462 p.

BELL, J. S., 1968-b. Geología del área de Camatagua. *Bol. Geol.*, Caracas, Minis. Min. e Hidrocarb., 9(18): 291-440.

BELLIZZIA, A. 1967. Rocas ultrabásicas en el sistema montañoso del Caribe y yacimientos minerales asociados. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(16): 159-168.

BELLIZZIA, A., 1968. El desarrollo de la terminología estratigráfica en el estado Lara. *Bol. Geol.*, Caracas, 9(19): 381-383.

BELLIZZIA, A. y D. RODRÍGUEZ G., 1967. Guía de la excursión a la región de Duaca - Barquimeto - Bobare. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(16): 289-309.

BELLIZZIA A. & D. RODRÍGUEZ G. 1968. Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. *Bol. Geol.*, MMH, Caracas, 9(18): 515-563.

BELLIZZIA A., D. RODRÍGUEZ. G. & J. BUSHMAN. 1968. *Geología de las serranías de Tucuragua - El Tinaco, estados Lara, Portuguesa, Yaracuy y Cojedes*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, mapa 1:100.000. Inédito. [Mapa reproducido en A. BELLIZZIA, D. RODRÍGUEZ, E. ZAMBRANO & J. BUSHMAN. 2012. Mapas geológicos de la región centro occidental de Venezuela. *Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos)*, UCV, Caracas, 43: 33-34 + 10 mapas en carpeta 25 de DVD].

BELLIZZIA A., D. RODRÍGUEZ G. & E. ZAMBRANO. 1976. Geología del estado Yaracuy. *Mem. IV Congr. Geol. Venezolano*, Caracas 1969. *Bol. Geol., Public. Esp.* 5, 6: 3317-3417.

BELLIZZIA A. 1986. Sistema montañoso del Caribe - Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur. *Mem. VI Cong. Geol. Venezolano*, Caracas 29 sept.-oct. 1985. Edic. Soc. Venezolana Geólogos, 10: 6657-6836.

BLIN B. 1989. Contribution à l'étude géologique de la frontière sud de la plaque Caraïbe: le front de la chaîne Caraïbe vénézuélienne entre la Serranía de Portuguesa et la région de Tiznados (surface et subsurface). Apport des données paléomagnétiques. Interprétation géodynamique. Université de Bretagne Occidentale. Tesis doctoral. 375 p. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 42: 134-135 + 375 p. en carpeta 11 de DVD, 2012.

BUSHMAN, J. R., 1959. Geology of the Barquisimeto area. A summary report. *Bol. Inf. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.*, 2(4): 65-84.

BUSHMAN, J. R., 1965. Geología del área de Barquisimeto, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(11): 311-336.

BUSHMAN, J. R. 1967. Geología de la región entre Agua Blanca y San Carlos. Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(16): 311-336.

CONTRERAS, O. 2000. Estudio geológico de las rocas sedimentarias y metamórficas en el área San Carlos - El Pao, Estado Cojedes. Reimpreso en *Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos)*, 38: 91 + 99 p. En la carpeta 39 del DVD, 2005).

COPLANARH. 1971. *Mapa de Geomorfología Región Llanos Centro-Occidentales*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección General de Información e Investigación del Ambiente, Caracas. Escala 1:25.000.

CREOLE PETROLEUM CORPORATION. 1960. *Mapa de geología de superficie, Hojas D-6-D, E-6-B y E-7-A*. Creole Petr. Corp., Caracas. Escala 1:50.000.

DENGO, G. 1951. Geología de la región de Caracas. *Bol. Geol.*, Caracas, 1(1): 39-115.

DENGO, G. 1953. Geology of the Caracas region, Venezuela. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 64(1): 7- 40.

DUNHAM, R. J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En HAM W.E. (ed.) Classification of carbonate rocks. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*. 1. pp. 108-121.

FOLK, R. L. 1962. Spectral subdivisión of limestone types. En HAM W.E. (ed.), Classification of carbonate rocks: *Am. Assoc. of petrol. Mem.* 1. pp. 62-84.

GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. ITURRALDE DE AROZENA & X. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas*. Caracas, Ed. Foninves, 2 tomos. 1021 p.

GONZÁLEZ SILVA L. A. 1972. Geología de la Cordillera de la Costa, zona centro-occidental. *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969. Boletín de Geología, Caracas, Publicación Especial 5, 3: 1589-1618.

GONZÁLEZ SILVA Luis A. 1977. Geología de la Sierra del Interior (región central) y parte de los Llanos de Venezuela (incluyendo parte de los estados Carabobo, Aragua, Guárico y Cojedes). *Memoria II Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, 1973. Boletín de Geología, Caracas, Publicación especial 7, 3: 1629-1650.

GRANDE, S. 1995. *Caracterización geoquímica de las metalavas del Miembro Los Naranjos, Formación Tucutunemo, Aragua central, y su interpretación tectónica*. Universidad Central de Venezuela, Fac. Ingeniería, Escuela de Geología, Trabajo de ascenso inédito, 45 p.

GRANDE, S. 2009. Geoquímica de las rocas metavolcanosedimentarias de Los Naranjos y la Filita de Tucutunemo, Aragua central y su interpretación tectónica. *Geos*, UCV, Caracas, 40, 14-17 + 17 p. En DVD.

HACKLEY, P., URBANI, F., KARLSEN, A., & GARRITY, C. 2006. *Mapa Geológico de Venezuela*. Escala 1:750.000. Washington D.C.: U.S. Geological Survey.

HALLSWORTH, C R; KNOX, R W O'B 1999. BGS Rock Classification Scheme. Volume 3. Classification of sediments and sedimentary rocks. Research Report, RR 99-0" (PDF). *British Geological Survey*. Retrieved 2008-07-17.

HAY, J. Y R. AYMARD, 1977. El Cretáceo en el subsuelo de Anzoátegui y parte de Monagas, cuenca de Venezuela oriental. En: Espejo, A., D. Zoraya, C. Key y E. Vazquez, (Eds.) *V Cong. Geol. Ven.*, 4: 1557-1574.

HEDBERG, H. D., 1937. Estratigrafía de la sección del río Querecual en el noreste de Anzoátegui, Venezuela. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 1(2-4): 253-265.

HEDBERG, H. D., 1950. Geology of the eastern Venezuela basin (Anzoátegui-Monagas-Sucre-eastern Guárico portion), *Geol. Soc. Am., Bull.*, 61(11): 1173- 1216.

HERNÁNDEZ, A. 2013. *Integración geológica de la región Bobare-San Felipe, estados Lara y Yaracuy*. UCV-G.

HERNÁNDEZ R. 2014. *Integración geológica de la región Terepaima, Sarare y San Rafael de Onoto, estados Lara, Yaracuy, Portuguesa y Cojedes*. UCV-G.

JARVIS, Jr., H. A., 1966. Geología de la región de río Pao - río Tiznados, Estados Cojedes y Guárico, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(15): 73-115.

KONIGSMARK, T. A., 1965. Geología del área de Guárico septentrional-Lago de Valencia, Venezuela. *Bol. Geol.*, 6(11): 209-285.

- KRUMBEIN W. C. & PETTIJOHN F. J. 1988. Manual of Sedimentary Petrography. SEPM Classic Facsimile Edition of the 1938 original; SEPM Reprint Series no. 13. xxii + 549 pp. Tulsa: *Society for Economic Paleontologists and Mineralogists* (SEPM).
- LIDDLE R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*. J. P. MACGOWAN, Fort Worth, Texas: 552 p.
- MACKENZIE, D. B. 1960. La Peridotita de Tinaquillo. *Bol. Geol.*, Caracas, Public. Esp. 3, 2: 761-826.
- MACKENZIE, D. B., 1966. Geología de la región norte-central de Cojedes. *Bol. Geol.*, Caracas, 5(15): 3-72.
- MACLACHLAN, J. C., R. SHAGAM & H. H. HESS. 1960. Geology of the La Victoria area, Aragua, Venezuela. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71(3): 241-248.
- MATTSON, P. H., 1985. Ultramafic and gabbroic rocks of Venezuela as possible ophiolites; Tinaquillo Peridotite complex. *Mem. VI Congr. Geol. Venezolano*, 6: 2514-2540.
- MENCHER, E., 1950. Sucesos cretácicos-eocénicos en el norte de Venezuela. *Bol. Inform., Asoc. Venez. Geol. Min. y Petr.*, Caracas, 2(1): 91-99.
- MENCHER, E., H. J. FICHTER, H. H. RENZ, W. E. WALLIS, J. M. PATTERSON Y R. H. ROBIE, 1951. Resumen geológico. (Edic. en español), En: *Convención Nacional del Petróleo*, Caracas, Minis. Min. e Hidrocarb.: 1-80.
- MENCHER, E. H., J. FICHTER, H. H. RENZ, W. E. WALLIS, J. M. PATTERSON Y R. H. ROBIE, 1953. The geology of Venezuela and its oil fields. *Bull., American Assoc. Petr. Geol.*, 37 (4): 689-777.
- MENÉNDEZ, A. 1965. Geología del área de El Tinaco, centro norte del Estado Cojedes, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(12): 417-543.
- MENÉNDEZ, A. 1966. Tectónica de la parte central de las Montañas Occidentales del Caribe, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(15): 116-139.
- MONTOYA K. 2014. *Integración geológica de la región de Barquisimeto - Chivacoa, estados Lara y Yaracuy*. UCV-G.
- MORGAN, B. A., 1966. Significación de las eclogitas en la Cordillera de la Costa. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(15): 154-155.
- MOUNT, J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology*. International Association of Sedimentologists, 32(3):435-442.
- MUKASA, A. V. ANDRONIKOV M. C. MARCANO S. H. & CHOI, S. B. 2007. Extreme Sr-Nd-Pb-Hf isotopic compositions exhibited by the Tinaquillo peridotite massif, Northern Venezuela: implications for geodynamic setting. *Contrib Mineral Petrol.* 153: 443-463.

NAVARRO, E. 1983. Geología y petrogénesis de las rocas metavolcánicas del Grupo de Villa de Cura. *Geos*, UCV, Caracas, (28): 170-317.

NAVARRO, E. M. OSTOS y F. YORIS, 1987. Revisión y redefinición de las formaciones Paracotos y Tucutunemo, parte sur-central de la Cordillera de la Costa. 1as. *Jorn. Invest. en Ingeniería. Fac. Ingeniería. U.C.V.*, Caracas. p. 77-84.

NAVARRO, E., OSTOS, M & YORIS, F. 1988. Revisión y redefinición de unidades litoestratigráficas y síntesis de un modelo tectónico para la evolución de la parte Norte - Central de Venezuela durante el Jurásico medio - Paleógeno. *Acta Científica Venezolana*, 39: 427-436.

NÚÑEZ, S 2015. *Geología de la región Tinaquillo – Cachinche - Chaparrote, estados Cojedes, Carabobo y Guárico*. UCV-G.

OSTOS, M., 1981. *Geología de una zona ubicada entre la autopista Caracas - La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila, D.F.* UCV, Escuela de Geología, Trabajo de ascenso, 279 p.

OSTOS, M. 1985. Peridotita de Tinaquillo: Ofiolita Paleozoica en el sistema montañoso del Caribe. *Mem. VI Congr. Geol. Venez.*, Caracas, 4: 2557-2602.

OXBURGH, E. R. 1965. Geología de la región oriental del Estado Carabobo, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 11: 113-208.

OXBURGH, E. R., 1966. Geology and metamorphism of Cretaceous rocks in eastern Carabobo State, Venezuela Coast Ranges. *Geol. Soc. Amer., Mem.* 98, p. 241-310.

PARNAUD *et al*, 1995, Stratigraphic synthesis of western Venezuela, in A. J. Tankard, R. Suárez S., and H. J. Welsink, Petroleum basins of South America: AAPG Memoir62, P. 681–698.

PEIRSON, A. L. 1965. *Geology of north-central Venezuela*. Informe inédito, Creole Petr. Corp., 337 p.

PEIRSON, A. L., A. SALVADOR & R. M. STAINFORTH. 1966. The Guárico Formation of northcentral Venezuela. (La Formación Guárico, Venezuela nor-central.). *Bol. Infor., Asoc. Ven. Geol. Min. y Petr.*, 9(7): 183-224.

PETTIJON, F. J., POTTER, P.E & SIEVER. 1972. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag eds, 618 p.

PETTIJON, F. J. 1975. *Sedimentary rocks*. New York: Harper and Brothers, 628 p.

PINDELL J. L., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANECK, G. DRAPER & R. HIGGS. 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins. En: H. G. AVÉ-LALLEMANT & V. B. SISSON (eds.), 2005. Caribbean-South American plate interactions, Venezuela. *Geological Society of America Special Paper*, 394: 7-52.

- PINDELL J. L., R. HIGGS & J. F. DEWEY. 1998. Cenozoic palinspastic reconstruction, paleogeographic evolution and hydrocarbon setting of the northern margin of South America. En: PINDELL J. L. & C. DRAKE, Eds. Paleogeographic evolution and nonglacial esustasy, North America. *Society for Sedimentary Geology (SEPM) Special Publication* 58:45-86.
- RENZ O. & SHORT K. C. 1960. Estratigrafía de la región comprendida entre el Pao y Acarigua, estados Cojedes y Portuguesa. *Memorias III Congreso Geológico Venezolano, Caracas, 1959. Boletín de Geología, Publicación Especial* 1: 277-315.
- ROBERTSON, S. 1999. BGS Rock Classification Scheme. Volume 2. Classification of metamorphic rocks. *British Geological Survey, research report*, RR 99-02.
- ROJAS, A. 1989. *Geología del cinturón tectónico Caucaagua-El Tinaco, al sur de la peridotita de Tinaquillo, Estado Cojedes*. UCV-G.
- SCHMID R., FETTES D., HARTE B., DAVIS E., & DESMONS J., 2007. *A systematic nomenclature for metamorphic rocks: 1. How to name a metamorphic rock. Recommendations by the IUGS Subcommission on the systematics of metamorphic rocks*. SCMR.
- SEIDERS V. M. 1965. Geología de Miranda central, Venezuela. *Bol. Geol., Caracas*, 6(12): 289-416.
- SEYLER M. & MATTSON P. H. 1989. Petrology and thermal evolution of the Tinaquillo Peridotite (Venezuela). *Journal of Geophysical Research, B, Solid Earth and Planets*, 94(6): 7629-7660.
- SEYLER, M., PAQUETTE J. L., CEULENEER, G., KIENAST, J.R., LOUBET, M. 1998. *Magmatic underplating, metamorphic evolution and ductile shearing in a Mesozoic lower crustooer mantle unit (Tinaquillo, Venezuela) of the Caribbean Belt*. *J. Geology*, 106(1): 35- 58.
- SHAGAM, R., 1960. Geología de Aragua central (Venezuela). *III Cong. Geol. Venez., Caracas, 1959, 2: 574-675*.
- SIBSON, R.H. 1977. Fault rocks and fault mechanisms. *Journal of the Geological Society (London)* 133, 191- 213.
- SKERLEC G. M. 1979. Geology of the Acarigua area, Venezuela. University of Princeton, Dept. Geology, Ph. D. dissertation, 301 p. Reproducido en *Geos UCV, Caracas*, 39 (2007): 199-200 + 263 p. en carpeta 263 de DVD, 2008.
- SMITH, R. J., 1953. Geology of the Los Teques - Cúa region, Venezuela. *Geol. Soc. Amer., Bull.*, 64(1): 41-64.
- STEPHAN, J. F., 1982. Evolution géodynamique du domaine Caríbe Andes et chaine Caríbe sur la transversale de Barquisimeto (Venezuela). Thèse Doct. d'Etat, Univ. Pierre y Marie Curie, Paris: 512 p. Inédito.

STRECKEISEN A. L. 1972. *Classification and nomenclature of Plutonic rocks. Recommendations of the IUGS, Subcommission on the systematics of Igneous rocks.* Geol. Rundschau, 63: 773-786.

URBANI, F. Y A. QUESADA, 1972. Migmatitas y rocas asociadas del área de La Sabana. Cordillera de la Costa. *Bol. Geol., M.E.M., Caracas, Publ. Esp. 5, 4: 2375-2400.*

URBANI, F. & M. OSTOS, 1989. El Complejo Ávila, Cordillera de La Costa, Venezuela. *Geos, UCV, Caracas, (29): 205-217.*

URBANI, F., CONTRERAS, O. & BARRIOS, F. 1989-a. Reconocimiento geológico de la región de El Palito - Valencia - Mariara - Carabobo. *Mem. VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto, 1: 175-198.*

URBANI, F., SÁNCHEZ R & SILVA J, 1989-b. Reconocimiento geológico del área de La Sabana - Cabo Codera - Capaya, Distrito Federal y Miranda. *Mem. VII Congr. Geol. Venez., Barquisimeto, 1: 223-243.*

URBANI, F. 2000. Revisión de las Unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Geos, Caracas, (33): 1-170.*

URBANI F. & J. A. RODRÍGUEZ. 2004. Atlas geológico de la Cordillera de la Costa. Ediciones *Fundación Geos* y FUNVISIS, 146 hojas.

URBANI, F. 2008. Revisión de la nomenclatura de las unidades de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela. *Bol. Acad. C. Fis., Mat., y Nat. 68 (3): 27-43.*

URBANI, F. 2012. Conversaciones sobre la Geología de la Cordillera de la Costa. ¿Dónde y cuándo se formaron las distintas unidades que conforman la Cordillera de la Costa?. *Geos, UCV, Caracas, (42): 148-150 + 87 diapositivas en la carpeta 21 en DVD.*

URBANI F. 2013. Distribución de terrenos en Venezuela norcentral. *Memorias del V Simposio Venezolano de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, nov. 2013, en CD. Reproducido en Rev. Venezolana de Ciencias de la Tierra (Geos), UCV, Caracas, 45: 135-137 + 1 cartel en DVD.* (El trabajo extenso completo titulado "*Terrane Distribution in North-Central Venezuela*" se encuentra en prensa como capítulo del libro que reúne las contribuciones del proyecto GEODINOS, editorial Fac. Ingeniería, UCV, 2014).

URBANI F. 2014. *Geología de la región septentrional de los estados Lara y Yaracuy.* Ediciones electrónicas Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat, Caracas. [http://www.acading.org.ve/info/comunicacion/criterioopinion/sillon\\_XXVI/Urbani-2014-Norte-Lara-Yaracuy.pdf](http://www.acading.org.ve/info/comunicacion/criterioopinion/sillon_XXVI/Urbani-2014-Norte-Lara-Yaracuy.pdf)

WEHRMANN, M., 1972. Geología de la región de Guatire-Colonia Tovar. *IV Cong. Geol. Venez., Caracas, 4: 2093-2121.*

WEISBORD, N. E., 1956. *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, 1a. Edic. Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Caracas. 728 p.

## APÉNDICE A

### MARCO METODOLÓGICO

#### A.1 FASE I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta fase se seleccionó y recopiló toda la información geológica publicada en diversos congresos nacionales e internacionales, así como Trabajos Especiales de Grado y publicaciones seriales, pertenecientes a la zona de estudio.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, en este T.E.G se utilizaron los siguientes mapas geológicos:

- Cartas D-6-D, E-6-A y E-6-B a escala 1:50.000 de Geología de Superficie correspondientes a la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).
- Mapa geológico de la región de Tinaco, estado Cojedes a escala 1:100.000, de MENÉNDEZ (1965).
- Mapa geológico de la región norcentral del estado Cojedes a escala 1:100.000, de MACKENZIE (1966).
- Mapa geológico de la región Agua Blanca - San Carlos, estado Cojedes a escala 1:100.000, de BUSHMAN *et al.* (1967).
- Mapa geológico de la Serranías de Tucuragua - El Tinaco, estados Lara, Portuguesa, Yaracuy y Cojedes a escala 1:100.000, de BELLIZZIA *et al.* (1968).
- Mapa geológico del estado Yaracuy a escala 1:100.000, de BELLIZZIA *et al.* (1968).
- Mapa de geomorfología de la región de los llanos centroccidentales a escala 1:250.000, del Ministerio del Ambiente y los recursos naturales renovables (1979).
- Mapa de la Peridotita de Tinaquillo y su roca caja en el estado Cojedes a escala 1:25.000, de OSTOS (1984).
- Mapa de la región al sur Peridotita de Tinaquillo en el estado Cojedes a escala 1:25.000, de ROJAS (1989).

- Mapa geológico de la terminación occidental de la Cordillera del Caribe entre Biscucuy y La Fe, estados Portuguesa, Lara y Cojedes, a escala 1:250.000 de BLIN (1989).
- Mapa tectónico del frente de montaña a escala 1:250.000 correspondiente a AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).
- Mapa geológico simplificado del área Tinaquillo-Tinaco a escala 1:400.000, de SEYLER *et. al.* (1998).

Asimismo, se utilizaron mapas topográficos pertenecientes al Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, actual Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, los cuales se mencionan a continuación:

- Mapa topográfico: hojas 6446, 6445 y 6545 a escala 1:100.000.
- Mapa topográfico: hoja 6446: II-SE, II-SO a escala 1:25.000.
- Mapa topográfico: hojas 6445: I-NE, I-SE, I-SO, I-NO, II-NE, II-SE, II-SO, II-NO a escala 1:25.000.
- Mapa topográfico: hoja 6545: III-NE, III-SE, III-SO, III-NO, IV-SO, IV-NO a escala 1:25.000.

De igual forma fueron recopilados gráficos, cortes geológicos, cartas de comparación, identificación y clasificación de rocas presentes en libros, boletines, artículos y publicaciones relacionadas con el área de estudio.

## A.2 FASE II: TRABAJO DE CAMPO

El trabajo geológico de campo se enfocó principalmente en la ubicación de las áreas de interés surgidas en la zona de estudio a través del análisis de los mapas geológicos y topográficos. Una vez puntualizadas dichas áreas, se visitaron cada uno de los afloramientos y zonas de interés con el fin de efectuar un levantamiento geológico (que se concentró en la descripción del mismo, la recolección de muestras y descripción de los contactos geológicos de encontrarse presentes), en conjunto con la revisión de la información bibliográfica previa de otros autores que realizaron estudios en la zona.

De acuerdo al tipo de roca, en cuanto a sus rasgos físicos, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros para su descripción:

- Rocas ígneas: color fresco, color meteorizado, tamaño de cristales (observables o no), mineralogía y texturas presentes.
- Rocas metamórficas: color fresco, color meteorizado, tamaños de cristales (observables o no), mineralogía, texturas presentes, estructuras de deformación dúctil y planos de foliación.
- Para rocas sedimentarias:
  - Areniscas: color fresco, color meteorizado, tamaño de grano, escogimiento, esfericidad, redondez, mineralogía.
  - Lutitas: color fresco, color meteorizado, reacción al ácido clorhídrico y textura.
  - Conglomerados: tamaño de clastos, porcentaje de matriz, escogimiento, esfericidad, redondez e identificación de tipos de clastos.
  - Clastos en conglomerado: color fresco, color meteorizado, tamaño, esfericidad, redondez y características litológicas.

Respecto a la recolección de muestras, se tomó en cuenta la ubicación espacial del afloramiento, el tipo de roca, la distribución aparente de la misma en el área de afloramiento, el contacto entre las unidades geológicas, el color fresco, facies, tamaño y litología de los clastos (si se trata de un conglomerado). La selección de dichos criterios para las muestras fue necesaria para la correcta elaboración de secciones finas para el estudio petrográfico.

### **A.3 FASE III: TRABAJO DE LABORATORIO**

#### **A.3.1 Elaboración de mapas geológicos**

La elaboración de mapas geológicos se inició recopilando 16 mapas topográficos a escala 1:25.000 y 3 mapas a escala 1:100.000 del Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar” que cubrían por completo el área de estudio.

De los mapas a escala 1:25.000 se realizaron duplicados manuales de tinta en láminas

de papel vegetal de las principales curvas de nivel y posteriormente fueron digitalizados, en conjunto con los mapas originales. mediante el uso de un escáner a fin de generar imágenes raster que fueron utilizadas para vectorizar dichas curvas mediante el uso del programa ArcMap [GIS Software] versión 10.2, georeferenciándose los mapas en coordenadas UTM La Canoa Huso 19, ulteriormente siendo transformados a coordenadas del Sistema Geodésico Mundial 1984 UTM REGVEN (WGS84).

Luego de dicho proceso se agregaron a la vectorización los principales drenajes, vías de comunicación, comunidades y toponimia presentes en los mapas topográficos originales.

Seguidamente se recopilaron, digitalizaron, transformaron a imágenes raster y georeferenciaron los mapas geológicos de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960), AGUASUELOS INGENIERÍA para CORPOVEN (1990) y Ministerio del Ambiente y los recursos naturales renovables (1979); así como también los mapas geológicos de los autores MACKENZIE (1966), MENENDEZ (1967), BUSHMAN *et al.* (1967), BELLIZZIA *et al.* (1968), BELLIZZIA *et al.* (1976) OSTOS (1984), ROJAS (1989) y BLIN (1989). De igual forma se agregaron anexos y gráficos de BLIN (1989) y SEYLER *et al.* (1998).

Una vez procesada la información geológica, se realizaron modificaciones digitales de dichos datos, producto de la integración de la información obtenida en campo y de la información establecida en los mapas de los autores consultados.

Con dichos datos modificados y verificados con la información obtenida en el trabajo de campo se generaron 16 mapas a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000 en coordenadas UTM REGVEN – WGS84 Huso 19P

### **A.3.2 Estudio petrográfico de muestras litológicas**

Luego de efectuado el trabajo de campo, se realizó el estudio petrográfico de un conjunto de muestras seleccionadas tomando en cuenta aquellas con las mejores características litológicas preservadas de cada tipo litológico. Dichas muestras fueron descritas tomando en cuenta criterios geológicos observables en muestras de mano y se les tomaron fotografías con la respectiva escala gráfica.

En cuanto al estudio petrográfico *sensu stricto*, se escogieron, sobre las muestras, las direcciones de corte para resaltar y observar plenamente las características de dichas rocas.

Una vez obtenidas las secciones finas correspondientes, se utilizó un microscopio con luz polarizada, lo cual permitió realizar un análisis detallado de las muestras mediante la identificación de minerales para clasificar la roca y efectuar fotomicrografías que registraron los aspectos interesantes de cada muestra.

Para clasificar a las rocas se utilizaron las definiciones de los siguientes autores:

- En rocas ígneas: clasificación I.U.G.S., de STRECKEISEN (1972).
- En rocas sedimentarias tipo areniscas: clasificación de PETTIJOHN *et al.* (1972).
- En rocas sedimentarias tipo carbonatos o mezclas de carbonatos: clasificaciones de DUNHAM (1962), FOLK (1962) y MOUNT (1985).
- En rocas metamórficas: clasificación de ROBERTSON, S. (1999).

## APÉNDICE B

### GEOGRAFÍA FÍSICA

#### B.1 FISIOGRAFÍA Y MORFOLOGÍA

La descripción fisiográfica constituye la base fundamental de la caracterización geomorfológica, es por ello que las formas topográficas se agrupan de forma muy general en conjuntos de características morfológicas similares. Dicha descripción incluye aspectos externos (pendiente del terreno, elevación, estribaciones, entre otros) como aspectos internos de gran interés geológico (constitución litológica, estructuras geológicas, entre otros).

La zona de estudio abarca la zona sureste del estado Yaracuy, el área centro-norte del estado Cojedes y una parte mínima del suroeste del estado Carabobo. Aproximadamente 73,5% de la zona citada se desarrolla en el estado Cojedes, seguido de un 26,3% que le corresponde al estado Yaracuy y un minúsculo 0,2% pertenece al estado Carabobo.

En términos generales, la zona presenta un relieve mixto, asimétrico y orientado, agrupándose morfológicamente en dos grandes dominios: unidad de alto relieve, abarcando la mayor parte del área de estudio, ubicados en toda la zona norte del área de estudio; por otra parte se encuentra la unidad de relieves llanos, abarcando la superficie restante y ubicados al sur del área estudiada.

El relieve se manifiesta abarcando altitudes entre 1750 a 130msnm y con una marcada orientación en sentido suroeste-noreste generada por los procesos geodinámicos definidos en la zona. A continuación se hará una descripción detallada de las unidades morfológicas constituyentes de la zona (figura B.1):

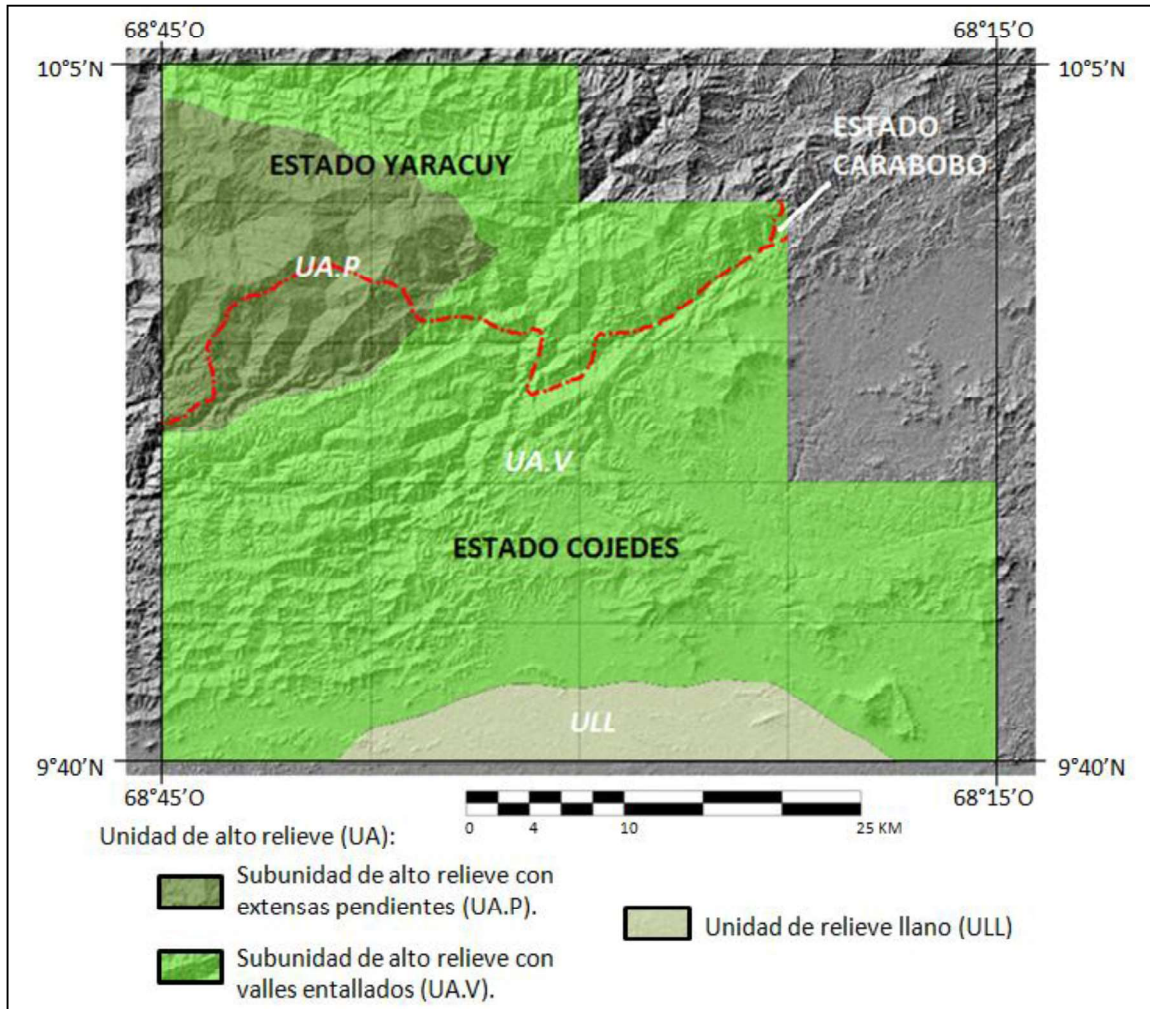


Figura B.1 Unidades morfológicas de llano y alto relieve con sus respectivas subunidades.

- Unidad de alto relieve (UA): comprende aproximadamente el 94% del área de estudio abarcando todo el norte de la misma. Presenta un relieve escarpado, de altas montañas y profundos valles que están alineados en dirección preferencial suroeste-noreste ( $N40^{\circ}E$ ). A su vez, presenta diferencias en la expresión topográfica, asociadas a las litologías que la conforman, lo cual permite subdividir la presente unidad en dos subunidades que se describen a continuación:

- Subunidad de alto relieve con extensas pendientes (UA.P): comprende la zona noreste de la unidad y tiene cierta forma acuñada. El relieve es levemente asimétrico, orientado en sentido suroeste-noreste ( $N65^{\circ}E$ ), con alturas que varían desde 1750 a menos de 500msnm. Posee pendientes largas que se extienden al norte mientras que los valles son

amplios y ligeramente sinuosos. Abarca la zona montañosa con mayores alturas, siendo el punto más alto la cumbre de Cerro Azul con más de 1750msnm en la Fila Yagrumal, también en esta zona se encuentra la Fila Copa de Oro. La zona presenta una muy baja densidad poblacional, reduciéndose su ocupación a caseríos y haciendas.

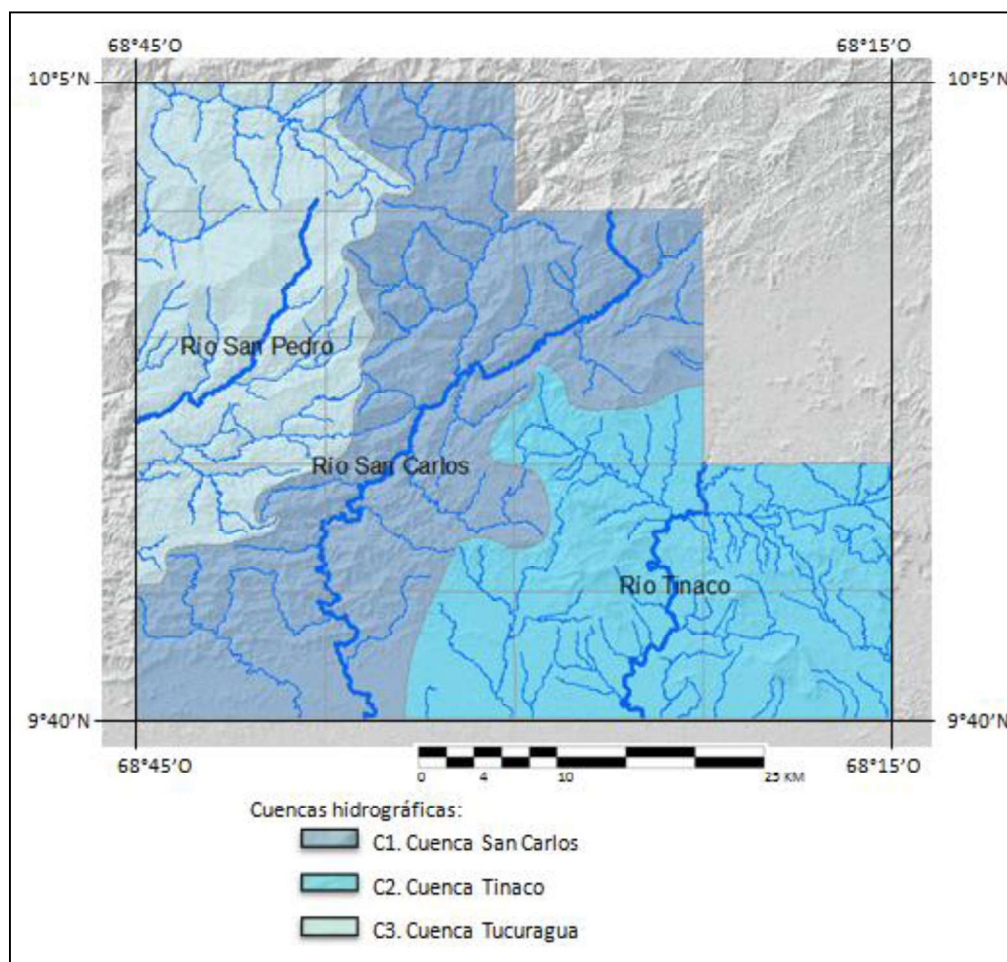
○ Subunidad de alto relieve con valles entallados (UA.V): comprende desde la zona más al norte, bordeando toda la subunidad UA.E y se extiende hacia el sur. El relieve se sitúa entre los 1000 y 200msnm. Describe un área de elevaciones y valles alineados en dirección preferencial N40°E, en los cuales estos últimos se encuentran muy entallados en el terreno. Las pendientes de las filas son muy fuertes y variables, casi simétricas. Las principales elevaciones del área corresponden a las Tetras de Tinaquillo con más de 1000m de altura, Fila Las Tucuraguas (800m), Fila Los Morritos (800m), Cerro La Danta (700m) y Cerro Tiramuto (700m). Al igual que la subunidad anterior, presenta escasa densidad poblacional aunque si posee localidades con mayor concentración poblacional, tales como los pueblos de Macapo, Vallecito, Curiepe y El Cacao; también es un área ampliamente dividida en hatos, caseríos y haciendas de gran extensión.

● Unidad de relieve llano (ULL): comprende el restante 6% de la superficie en el sur de la zona estudiada. Tal como su nombre lo indica es una zona dominada por áreas muy extensas y llanas, con casi nulas variaciones en la topografía del terreno. Las variaciones en topografía no superan los 60m y se extiende una larga y suave pendiente hacia el sur, formando parte de los llanos centrales venezolanos. Es un área con núcleos urbanizados importantes: esta área alberga a la capital del estado Cojedes que es la ciudad de San Carlos; de igual forma se encuentra la ciudad de El Tinaco, al este de la capital del estado.

## B.2 HIDROGRAFÍA

La descripción hidrográfica es abordada a partir de la subdivisión de la zona de estudio en tres cuencas hídricas principales, cada una de las cuales está representada por un afluente principal y los consecuentes tributarios menores. Las cuencas hídricas de acuerdo a su área de extensión son las siguientes (figura B.2): Cuenca San Carlos (C1), Cuenca Tinaco (C2) y Cuenca Tucuragua (C3). El drenaje en sentido general se distribuye de forma casi homogénea en toda la extensión del área aunque tiende a densificarse hacia el sureste;

respecto a la morfología de los drenajes, la expresión dendrítica es la más dominante y persistente que se acentúa hacia el sureste de la zona estudiada, de igual forma se hacen presentes patrones de drenaje subparalelos sobretodo en las zonas cercanas a la unión de los afluentes y tributarios con el río principal.



*Figura B.2 Cuencas hidrográficas por área de extensión en el área de estudio.*

- Cuenca 1 – Cuenca San Carlos: esta cuenca es la más extensa de toda la región ya que ocupa aproximadamente un 41% de toda el área de estudio. La cuenca discurre en una dirección general noreste-suroeste y su drenaje más importante es el Río San Carlos, el cual a su vez, es el río más extenso y caudaloso que se observa, fluyendo aproximadamente 55km dentro de la superficie de estudio. Esta cuenca está surcada por numerosos tributarios, los cuales describen patrones dendríticos pero simples, sin ramificaciones

importantes y se acoplan al río San Carlos de forma casi perpendicular al mismo. Entre los principales tributarios se encuentran el río Oruje, el río Mapuey con el cual empalma al sur de la zona de estudio, y las quebradas Curiepe y Tirgua al noreste de la cuenca.

- Cuenca 2 – Cuenca Tinaco: esta cuenca es la segunda de acuerdo a su extensión en la región, ocupando aproximadamente un 33% de toda el área de estudio. La cuenca se desarrolla en sentido general norte-sur y el drenaje dominante corresponde al río Tinaco, fluyendo aproximadamente por 25 km a través de un trazado sinuoso hacia el sur. Posee numerosos tributarios que describen una red mucho más densa y con un comportamiento más dendrítico que los encontrados en la Cuenca San Carlos, con acoplamientos de las principales quebradas receptoras y ríos menores de forma casi perpendicular al río Tinaco. Entre los principales drenajes se destacan el río Tinapún, el río Macapo, la quebrada Corozal y la quebrada Parapara.

- Cuenca 3 – Cuenca Tucuragua: es la de menor tamaño dentro de la zona estudiada, ocupando el restante 26% del área. Consiste en un conjunto de drenajes con una disposición aún menor en densidad a los de la Cuenca San Carlos, con una dirección variable y sinuosa en las cabeceras pero orientándose hacia el oeste a medida que se desarrollan los cursos de los mismos. El drenaje principal de la cuenca está determinado por el río San Pedro, el cual fluye por escasos 20km dentro del área de estudio con un trazado claramente orientado hacia el suroeste. Los tributarios poseen trazados tortuosos pero con direcciones y segmentos bien definidos, uniéndose a los drenajes principales de forma subparalela. Entre los principales afluentes importantes de la cuenca se encuentran el río El Riíto, el río San Pedrito y el río Buría, que se acoplan al río San Pedro al oeste de la zona de estudio, y las quebradas El Quebradón y Quebrada Larga.

### B.3. CLIMA

Debido a que el área estudiada se encuentra en latitudes tropicales las variaciones climáticas de la región se generan en función de los cambios en la elevación de la topografía.

La zona de estudio se encuentra en los límites de dos estados con variaciones topográficas importantes, teniendo un relieve montañoso muy marcado hacia la zona más septentrional de la región, correspondiente al sur del estado Yaracuy, y hacia las zonas más

meridionales van desapareciendo las irregularidades topográficas hasta dar paso a los llanos centrales venezolanos, lo cual ocurre en el norte del estado Cojedes.

En la zona norte, correspondiente al estado Yaracuy, predomina el clima templado en las cumbres de sus montañas y el clima subtropical, en los valles altos de la Sierra de Nirgua. En el macizo de Nirgua se registran lluvias durante la mayor parte del año, que superan los 1400 mm anuales, con una temperatura media anual de 27°C.

En el área sur, correspondiente al estado Cojedes, los cambios topográficos originan una regularización del sistema climático, pudiendo catalogarse de acuerdo con la clasificación de Köppen como clima de sabana (Aw), con variaciones climáticas dadas por la fisiografía al norte del estado. La temperatura media anual es de 26,1°C, mientras que la precipitación anual promedio varía entre 1 300-1 600 mm, incrementándose entre 1 900-2 000 mm hacia las áreas montañosas.

Para ambos estados los registros de máximas temperaturas pertenecen a los meses de Abril y Mayo, correspondiendo al inicio de la temporada de lluvias, mientras que las temperaturas mínimas se dan en los meses de Enero y Febrero, en plena temporada seca.

#### **B.4. VEGETACIÓN**

La vegetación del área de estudio está sometida a los diferentes climas que se desarrollan producto de los cambios en la elevación topográfica.

En el caso de la zona norte, emplazada en el estado Yaracuy, predomina la vegetación de selva macrotérmica. En el Macizo de Nirgua se observa la aparición de vegetación tipo selva nublada a partir de una altitud de 800msnm.

Al sur, en el estado Cojedes, comienza la migración a zonas con vegetación de bosque húmedo premontano, bosque húmedo tropical, bosque seco tropical, y finalmente a vegetación de sabanas y estepas en los llanos centrales venezolanos.

#### **B.5 GEOMORFOLOGÍA**

El relieve, definido como una interfaz superficial, es el modelado de la topografía producto de la interacción de los agentes endógenos, definidos por los controles litológicos y controles estructurales, con los agentes exógenos, en un marco de procesos morfodinámicos permanentemente activos.

La geomorfología del terreno es básicamente causada por la interacción de las variedades litológicas presentes en el área de estudio, en conjunto con las estructuras geológicas encontradas y su respuesta a la exposición a los factores climáticos imperantes en la zona.

Dado que la expresión topográfica es fundamental en la definición de relieve, se tomó la clasificación del apartado de fisiografía para las consideraciones geomorfológicas mostradas a continuación en la figura B.3:

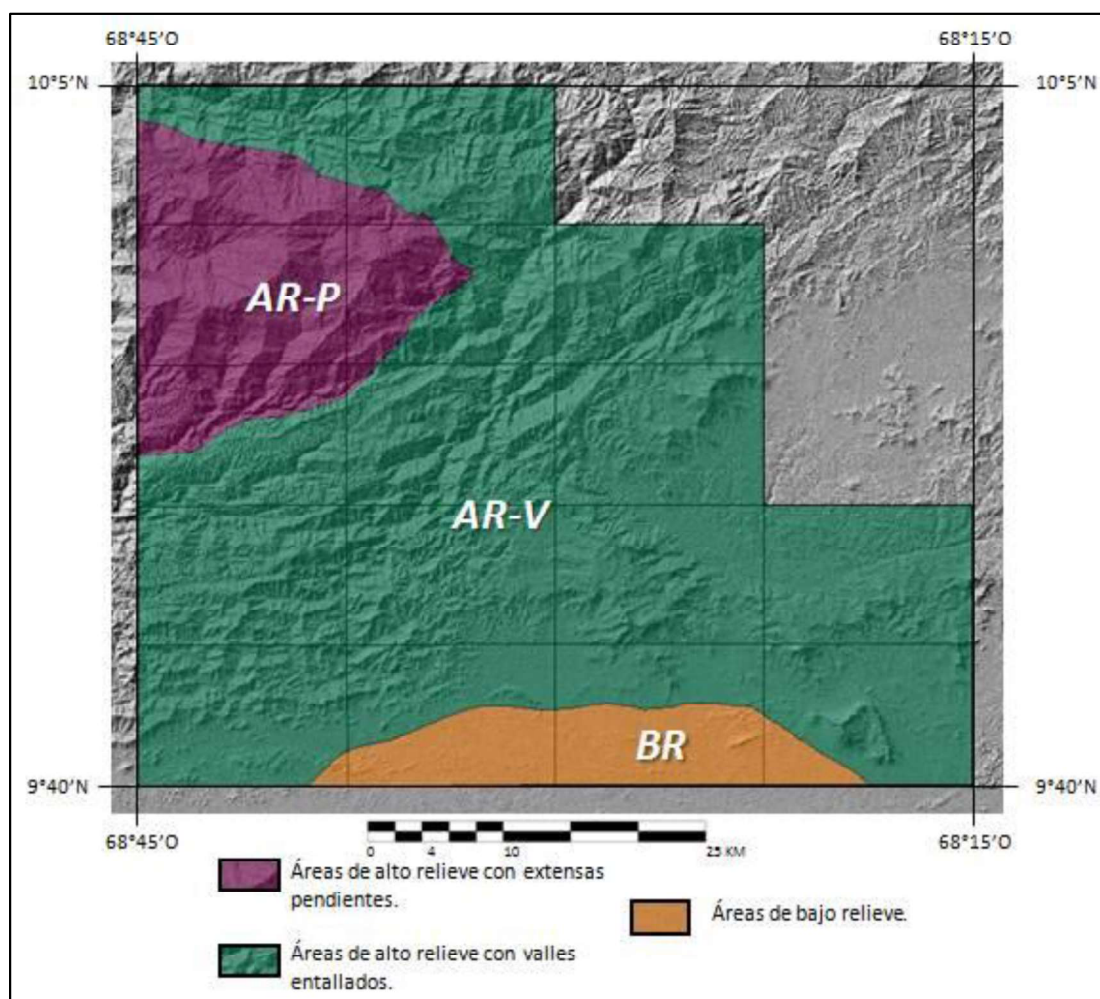


Figura B.3 Áreas geomorfológicas de alto y bajo relieve.

- Áreas de alto relieve con extensas pendientes: las topofomas asociadas a esta área se desarrollan sobre rocas metamórficas correspondientes al Complejo Yaritagua, Complejo Nirgua, Complejo Nirgua II y parte del Esquisto de Las Mercedes. Comprende el área con

los relieves más elevados de toda la topografía del área de estudio con relieves montañosos con alturas entre 1750 m y 500 m, con filas ligeramente asimétricas orientadas en sentido general suroeste-noreste con extensas pendientes a lo largo de las cuales los valles se acoplan a éstas de forma casi perpendicular a las filas. Esta área está surcada por numerosas fallas de alto ángulo y fallas inversas de tipo corrimiento que buzcan hacia el norte, las cuales discurren a través de los valles que dividen a las filas entre sí. El principal agente modelador del relieve en esta área corresponde a los controles estructurales en conjunto con litologías metamórficas competentes y resistentes a las condiciones climáticas imperantes en el área y que se extienden a las demás áreas circundantes con efectos distintos sobre la morfología.

- Áreas de alto relieve con valles entallados: esta área corresponde al mayor porcentaje de superficie de la zona de estudio y es la que presenta un relieve más marcado, irregular y asimétrico. Las topoformas se desarrollan sobre los tres tipos de litologías, abarcando rocas: de tipo metamórficas del Complejo Nirgua, Complejo Nirgua II, Esquistos de Las Mercedes, Formación Cojedes II, la Peridotita de Tinaquillo serpentinizada, el Gneis de la Aguadita en conjunto con sus variaciones litológicas, la Metatrondhjemita de La Gloria, el Esquistos de Tinapú, la Filita de Tucutunemo, las Metavolcanosedimentarias de Las Placitas, los diques y Apófisis de Gabros, Hornblenditas, Dioritas y Serpentinitas; de tipo sedimentarias de la Formación Guárico, Formación Mucaria, Formación Mamonal, Formación Corozal y Formación Orupe; de tipo ígneas de la Formación Sabana Larga y las Lavas de Tiramuto. Conforman un área donde el relieve se sitúa entre los 1000 m y 200 m de altura, describiendo una morfología de estrechas elevaciones con filas de pendientes muy fuertes y variables, casi simétricas en conjunto con valles alineados en dirección preferencial N40°E que se encuentran muy entallados en el terreno. Las estructuras geológicas presentes son muy complejas y se cortan entre sí, posee numerosas fallas de alto ángulo y corrimientos importantes que son la base de diferenciación de bloques litológicos completos como el Corrimiento de Manrique, Corrimiento de San Antonio y las fallas de alto ángulo dextrales como la Falla el Pao y la Falla El Viento. La amplia variabilidad litológica, en conjunto con la complejidad estructural del área que se superpone, le otorgan a la región un relieve tortuoso que facilita la acción de los agentes exógenos como principales promotores de la meteorización y erosión de las rocas, muestra de ello son los

numerosos ríos y quebradas que se desarrollan en toda el área formando intrincadas redes dentro de las cuencas hidrográficas y amplios depósitos sedimentarios al sur que se funden con los llanos centrales venezolanos.

- Áreas de bajo relieve: en esta región el relieve es bastante homogéneo, de formas muy suaves, redondeadas y con pequeñas variaciones topográficas pero sin destacar excesivamente. Se desarrolla principalmente sobre depósitos sedimentarios recientes, rocas sedimentarias de la Formación Guárico, Formación Mucaria, Formación Orupe, Formación Coroza, los afloramientos más meridionales del Gneis de la Aguadita y la Metatrandhjemita de la Gloria y parte de las rocas ígneas conformadas por la Formación Sabana Larga y las Lavas de Tiramuto. Las variaciones topográficas no superan los 60m y se extiende una larga y suave pendiente hacia el sur, formando incluso parte de los llanos centrales venezolanos. Las estructuras geológicas se encuentran cubiertas en gran parte por los depósitos sedimentarios más recientes, aunque se destacan partes de la Falla el Pao, y el corrimiento de la Falla de San Carlos. En este caso, los principales modeladores del relieve son los agentes exógenos, los cuales a través de la meteorización y erosión han logrado afectar ampliamente las expresiones topográficas y cubrir con depósitos sedimentarios las litologías subyacentes de una forma mucho más eficiente que en el área de alto relieve al norte de la misma.

## APÉNDICE C

## MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE LAS ROCAS

Como parte del desarrollo del estudio realizado, en la fase II correspondiente al trabajo de campo y la fase III al trabajo de oficina, se utilizaron diferentes clasificaciones petrográficas al momento de analizar las muestras obtenidas en campo que serán descritas a continuación.

## C.1 CLASIFICACIONES PARA ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas sedimentarias se clasifican de acuerdo a los procesos físicos, químicos y biológicos que influyen en la composición, la granulometría y la génesis de las mismas; permitiendo hacer una distinción entre ellas en rocas clásticas o detríticas y en rocas de origen químico como carbonatos o mezclas de carbonatos.

## C.1.1 Clasificación para rocas clásticas o detríticas: Conglomerados y areniscas

Para la correcta identificación de las rocas detríticas en campo y en laboratorio se utilizaron las clasificaciones propuestas por KRUMBEIN & PETTIJHON (1938), HALLSWORTH & KNOX (1999), FOLK (1962), PETTIJHON ET AL (1972) y (1975), (Figuras C.1, C.2, C.3 y C4 – Tabla C.1).

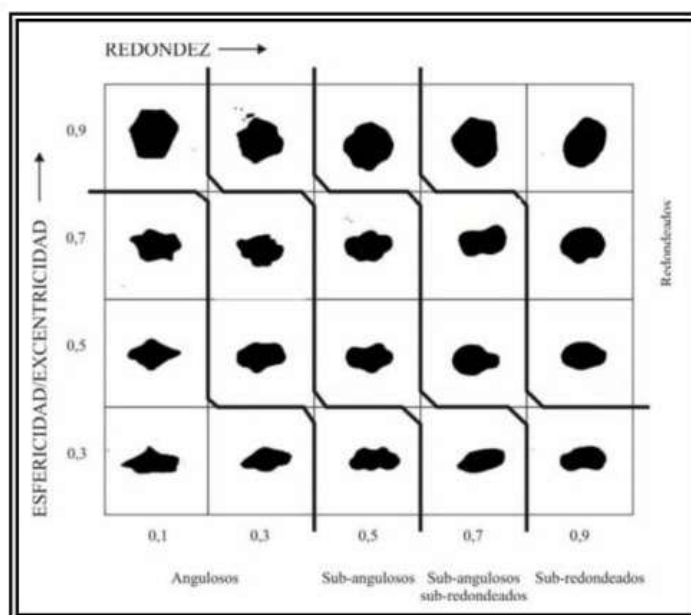


Figura C.1 Tabla visual de esfericidad y redondez de granos. Según KRUMBEIN & PETTIJHON (1988).

Tamaño de clastos (mm)	Clastos sedimentarios	
256	Bloque	GRAVA
64	Canto	
16	Guijarro	
4	Gránulo	
2	Arena muy gruesa	
1	Arena gruesa	ARENA
0,5	Arena media	
0,25	Arena fina	
0,125	Arena muy fina	
0,032	Limo	ARCILLA
0,004	Arcilita	

Figura C.2 Clasificación de tamaño de grano según HALLSWORTH & KNOX (1999).

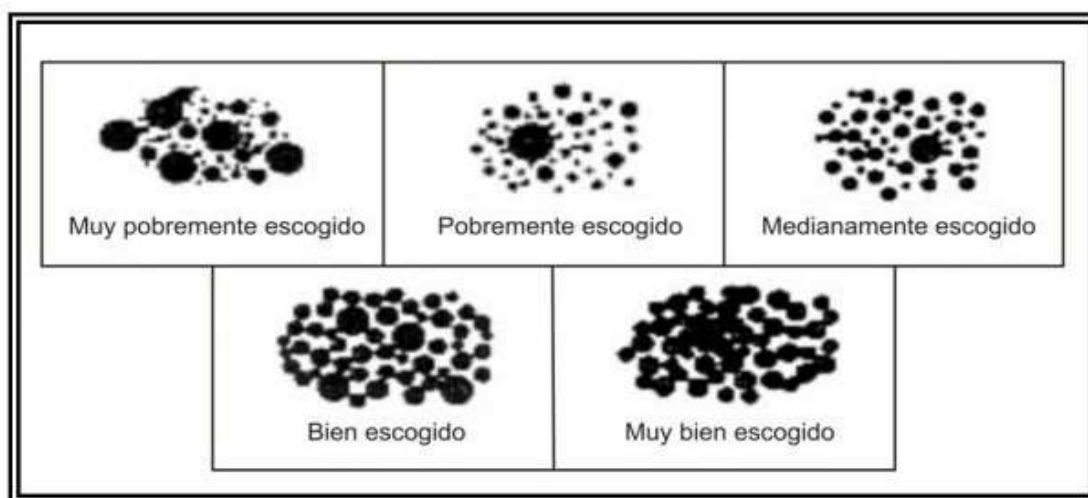


Figura C.3 Tabla visual de escogimiento de los granos propuesta por FOLK (1962).

CLASIFICACIÓN DE CONGLOMERADOS	
SEGÚN PORCENTAJE DE MATRIZ	
NOMBRE	(%) DE MATRIZ
Ortoconglomerado	< 15%
Paraconglomerado	>15%
SEGÚN TIPO DE CLASTOS PRESENTES	
NOMBRE	TIPO DE CLASTOS
Conglomerado monomíctico	Un solo tipo
Conglomerado polimíctico	Varios tipos

Tabla C.1 Clasificación de conglomerados según porcentaje de matriz y tipo de clastos.  
Según PETTIJON (1975).

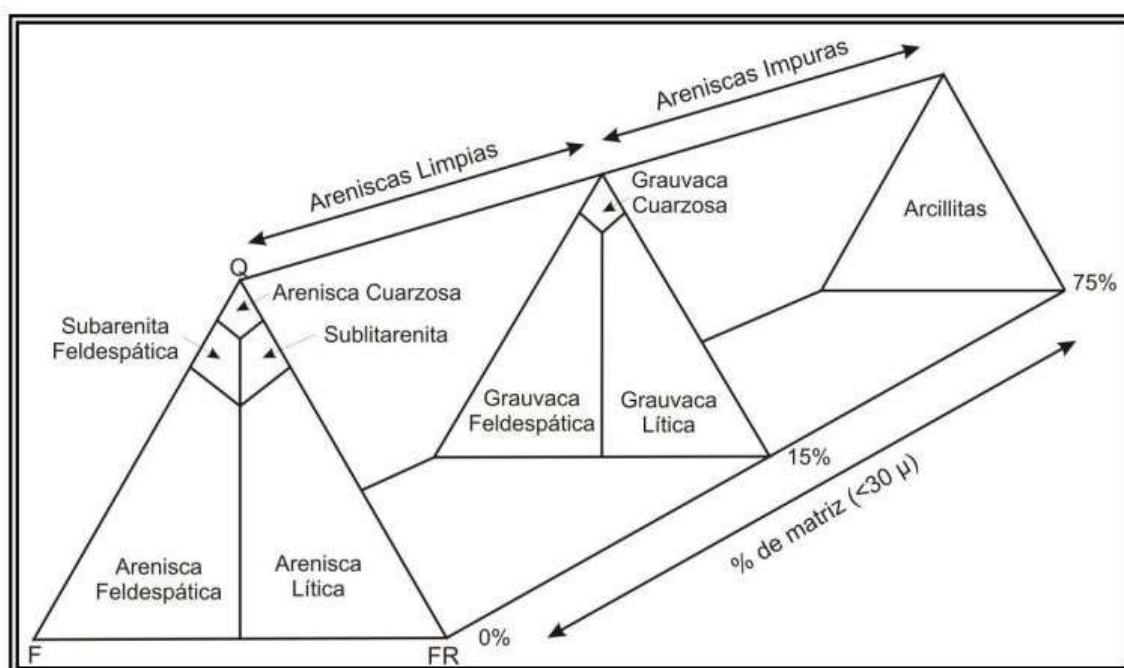


Figura C.4 Clasificación de areniscas. Imagen tomada y modificada de PETTIJOHN et al. (1972)

Q=cuarzo - F=feldespato - FR=fragmento de roca.

### C.1.2 Clasificación para rocas de origen químico: Carbonatos y mezclas

Para las rocas carbonáticas, su clasificación se basó en las propuestas por FOLK (1962) y por DUNHAM (1962).

#### C.1.2.1 Clasificación de rocas carbonáticas según FOLK (1962):

De acuerdo a esta clasificación, se toman como parámetros al porcentaje y los tipos de componentes aloquímicos (intraclastos, ooides, fósiles o pellets) y ortoquímicos (micrita y esparita) presente en la muestra de roca según las siguientes reglas (figura C.5):

- Si los componentes aloquímicos superan el 10% del volumen de la roca, el nombre de la roca será compuesto, comenzando con la abreviatura correspondiente del aloquímico predominante, seguido del ortoquímico predominante y terminando con el sufijo “ita”.
- Si el porcentaje de componentes aloquímicos se encuentra entre 1 y 10% del volumen, la roca será llamada caliza micrítica o caliza espática (de acuerdo al componente ortoquímico predominante) seguido por el nombre del grano carbonático más abundante.
- Si el porcentaje de componentes aloquímicos es menor a 1% del volumen, la roca tendrá el nombre del componente ortoquímico predominante terminado con el sufijo “ita”.
- Si los componentes ortoquímicos presentan un porcentaje similar, la roca es llamada dismicrita. Si la roca presenta una estructura esquelética, se le da el nombre de biolítita.













		Rocas Aloquímicas (> 10% aloquímicos)		Rocas Ortoquímicas
Composición Aloquímicos	Intraclastos	Cemento Carbonático  Intraesparita	Matriz Carbonática  Intramicrita	 Micrita Matriz carbonática (<1% aloquímicos)
	Ooides	 Ooesparita	 Oomicrita	 Esparita Cemento carbonático (<1% aloquímicos)
	Fósiles	 Bioesparita	 Biomicrita	 Dismicrita cemento y matriz carbonático
	Pellets	 Pelesparita	 Pelmicrita	Rocas arrecifales (autóctonas)  Biolítita

Figura C.5 Clasificación de rocas carbonáticas, imagen tomada y modificada de FOLK (1962).

### C.1.2.2 Clasificación según DUNHAM (1962):

La presente clasificación toma en cuenta la textura depositacional de la roca así como la relación entre los componentes que la conforman al momento de la depositación (figura C.6).

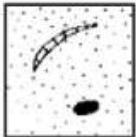
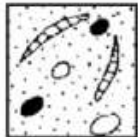
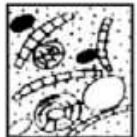


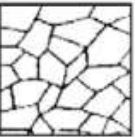
Textura depositacional reconocible					Textura depositacional reconocible
Componentes originales no enlazados durante la depositación			Sin lodo soportada por granos	Los componentes originales se encuentran juntos durante la depositación	
Contiene lodo (arcilla y limo fino de carbonato)		Soportada por granos			Grainstone
Soportada por lodo					
Granos: <10%	Granos: >10%				
Mudstone	Wackstone	Packstone			Subdivididos por clasificaciones relacionadas con la textura física o diagénesis
					Carbonato cristalino
					

Figura C.6 Clasificación de rocas carbonáticas según DUNHAM (1962).

### C.1.2.3 Clasificación según MOUNT (1985) y MÉNDEZ (2009):

MOUNT (1985) desarrolló una clasificación para las rocas compuestas por una mezcla de sedimentos carbonáticos y siliciclásticos. Las rocas se clasifican de acuerdo a cuatro componentes: arenas siliciclásticas (compuestas por cuarzo, feldespato y fragmentos de roca), lodo terrígeno (formado por limos y arcillas), componentes aloquímicos (conformados por granos biogénicos e inorgánicos), lodo calcáreo o micrita. De esta forma se definen ocho clases de rocas denominadas híbridas o carbonatos de mezcla (figura C.7).

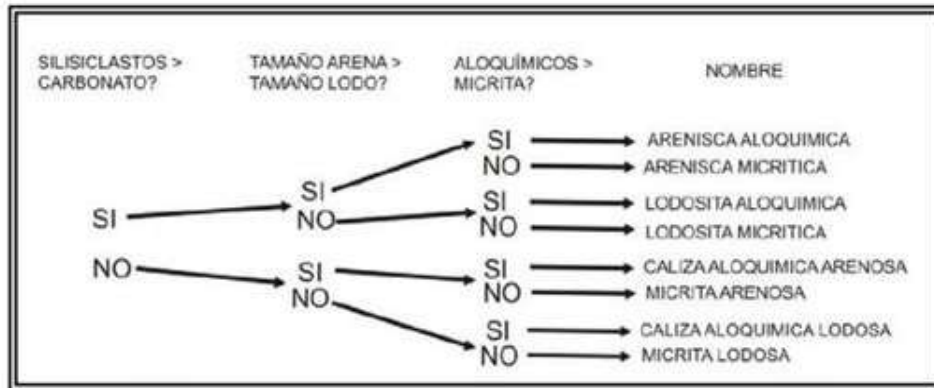


Figura C.7 Esquema propuesto por MOUNT (1985) para clasificación de rocas híbridas.

MÉNDEZ (2009) realiza una ampliación de la clasificación generando un triángulo de clasificación de las rocas híbridas, tomando como base la clasificación de MOUNT (1985), incluyendo nuevas denominaciones para ciertos tipos de roca (figura C.8).

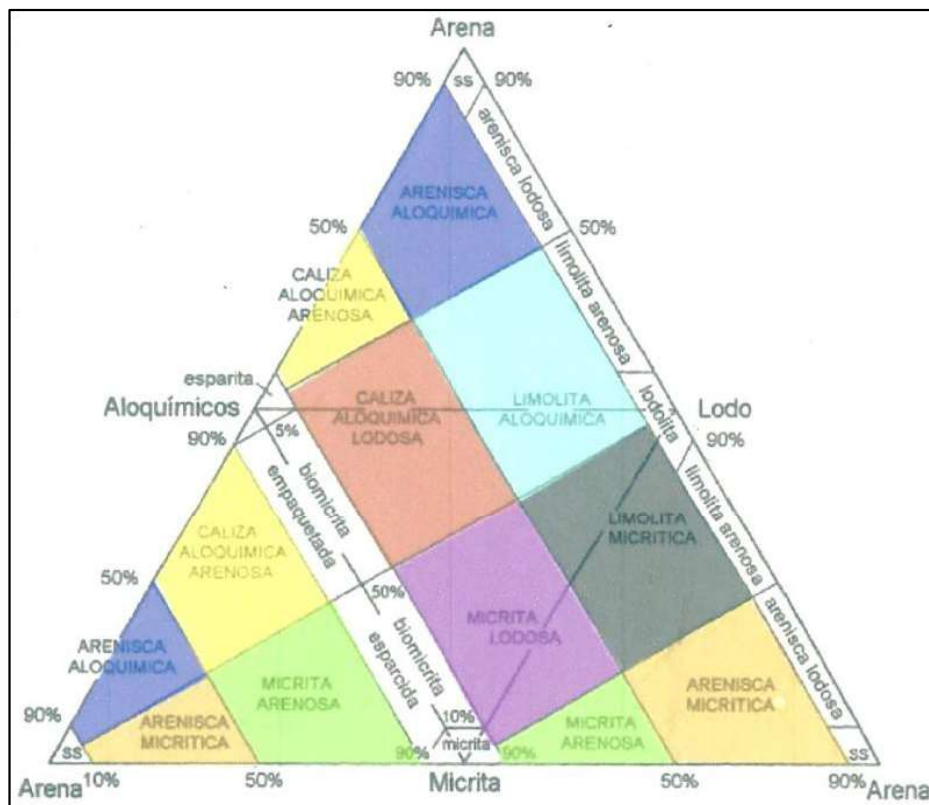


Figura C.8 Gráfico planteado por MÉNDEZ (2009) como extensión a la propuesta de MOUNT (1985) para clasificación de rocas híbridas.

## C.2 CLASIFICACIONES PARA ROCAS METAMÓRFICAS

La clasificación de las rocas de tipo metamórfico consiste en la asignación de un nombre de acuerdo al origen, sobre la base de uno o varios prefijos y sufijos calificativos que mencionen las características inherentes a la roca, tales características abarcan la estructura de la roca, su mineralogía, la naturaleza de la roca, el protolito de la roca antes de que fuese sometida a metamorfismo, el grado y el tipo de metamorfismo, así como la composición química de la roca.

En el transcurso del estudio de las rocas metamórficas se tomaron en cuenta la textura y la mineralogía a fin de ser clasificadas de acuerdo al criterio de la Sistemática de Rocas Metamórficas SCMR de la subcomisión de la IUGS (figura C.9).

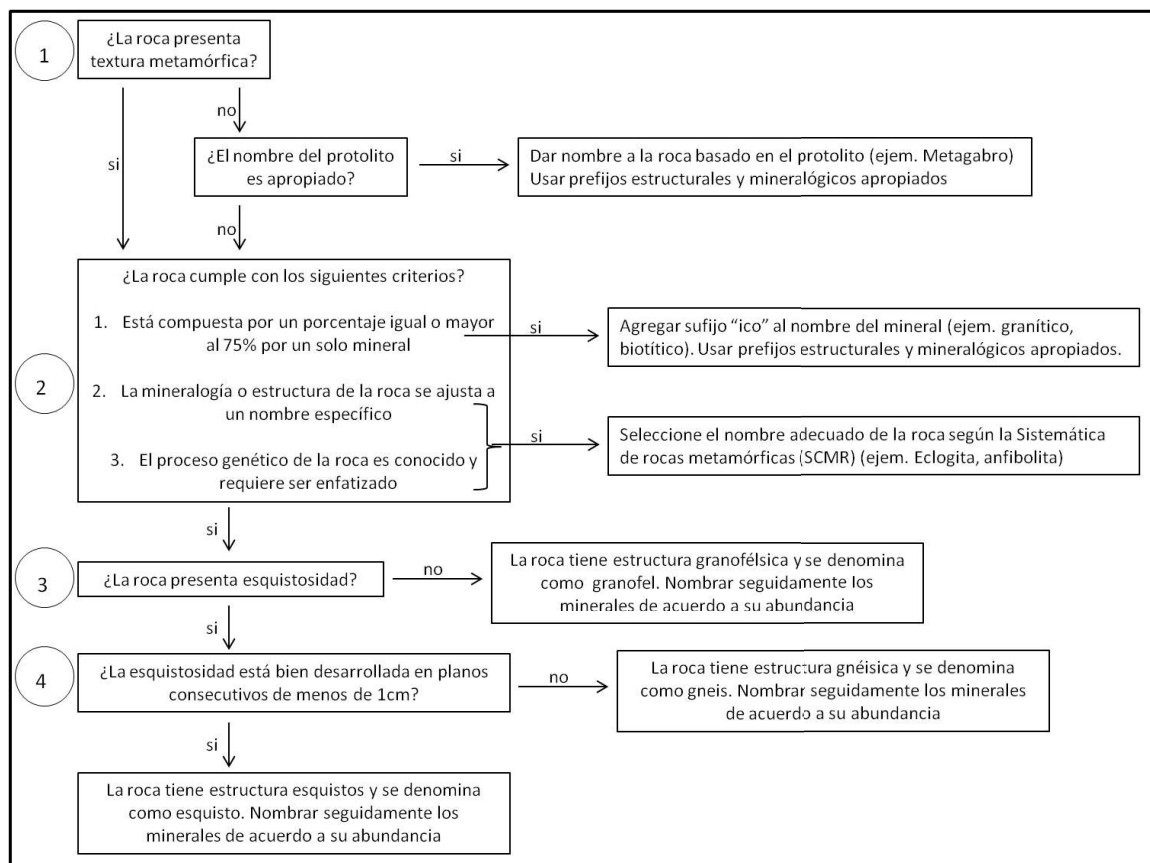


Figura C.9 Esquema de clasificación de rocas metamórficas, según la subcomisión de IUGS en la Sistemática de Rocas Metamórficas SCMR. Tomado y modificado de SCHMID et al. (2007).

### C.2.1 Clasificación para rocas metasedimentarias

Protolito	Características metamórficas	Nombre de la roca
Sedimentario	Foliación, Textura cataclástica y Mineralogía	Prefijo “Meta”+ Nombre. Según la clasificación de la roca sedimentaria

Figura.C.10. Clasificación para rocas metasedimentarias según su protolito sedimentario (HALLSWORTH et al. 1999, en ROBERTSON 1999).

### C.2.2 Clasificación para rocas cataclásticas

Corresponde a rocas no foliadas que exhiben reducción del tamaño de grano de los fragmentos durante la deformación según ROBERTSON 1999. Son clasificadas de acuerdo a la proporción de fragmentos y matriz, mostrada en la Figura.C.11 de SIBSON 1977. Los fragmentos son significativamente más gruesos que el tamaño de grano de la matriz, la cual puede estar compuesta de fragmentos de roca o minerales triturados, mostrando una pequeña recristalización. Si los fragmentos están compuestos de un solo mineral son definidos como porfiroclastos por ROBERTSON 1999.

Volume per cent of fragments	Qualifier	Root name	Comments
> 50	<i>proto-cataclastic</i>	<b>protocataclasite</b>	
10–50	<i>cataclastic</i>	<b>cataclasite</b>	
< 10		<b>ultracataclasite</b>	original rock cannot be identified and therefore a qualifier for this category is not required

Figura C.11. Clasificación de rocas cataclásticas. Tomado de SIBSON 1977

### C.2.3 Clasificación para rocas miloníticas

Las rocas miloníticas representan los productos de la deformación dúctil en un área determinada, ocurriendo generalmente en zonas relacionadas a fallas, corrimientos o zonas de cizallamiento. Estas rocas foliadas son producto de la reducción del tamaño de grano por

la combinación de ruptura y deformación plástica de los granos, ocasionando de esta manera porfidoclastos según ROBERTSON 1999.

La clasificación de las rocas miloníticas se basada en el porcentaje de porfidoclastos, incluyendo la matriz de grano fino, bandeada o en lámina, tal como es mostrado en la figura. C.12 de SIBSON 1977. En ella se pueden incluir los términos de filonitas y blastomilonitas en milonitas. Las filonitas son rocas de aspecto de filita en donde se ven fundamentalmente minerales laminares, Las blastomilonitas, en cambio se forman por la recrystalización y crecimiento de minerales en conjunto con la deformación de acuerdo a ROBERTSON 1999.

Volume per cent porphyroclasts	Qualifier	Root name	Comments
> 50	<i>protomy-lonitic</i>	<b>protomy-lonite</b>	
10–50	<i>mylonitic</i>	<b>mylonite</b>	
< 10		<b>ultramy-lonite</b>	original rock cannot be identified and therefore a qualifier for this category is not required

Figura C.11. Clasificación de rocas miloníticas. Tomado de SIBSON 1977.

### C.3 CLASIFICACIÓN PARA ROCAS ÍGNEAS

Para la clasificación de estas rocas se deben tomar en cuenta las texturas generadas por los cristales. Si estas presentan cristales reconocibles a simple vista, las rocas poseen una textura fanerítica y pasan a clasificarse como rocas plutónicas; de lo contrario, si no poseen cristales reconocibles, las rocas tienen textura afanítica y pasan a llamarse rocas volcánicas.

Estas texturas determinan el diagrama de clasificación triangular que se utiliza para la clasificación de las rocas, basados en la composición mineralógica expresada en porcentajes que serán recalculados respecto a los tres minerales más abundantes de las rocas ígneas (cuarzo, feldespatos alcalinos y plagioclasas).



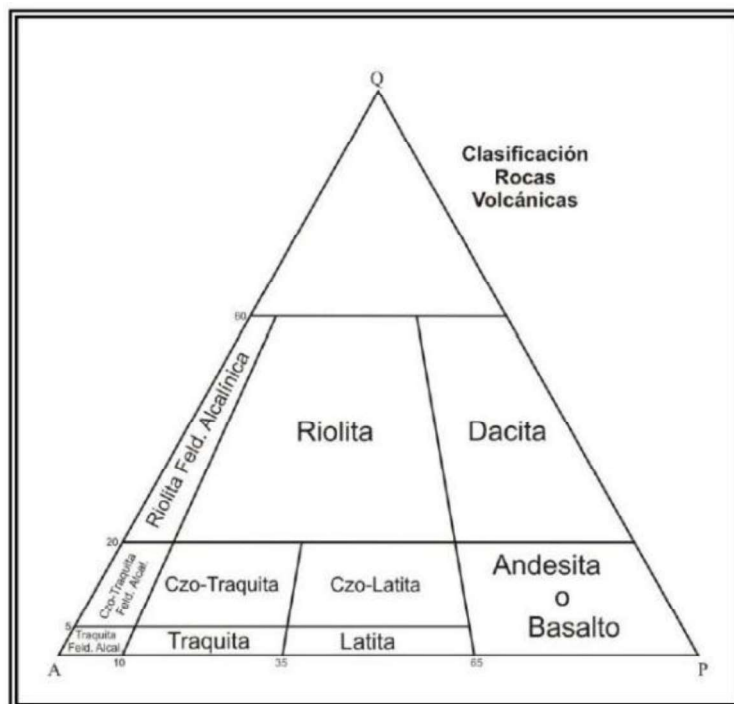


Figura C.14 Triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972) Q=cuarzo, A= feldespatos alcalinos y P= plagioclasas.

#### C.4. PLANILLAS PETROGRÁFICAS UTILIZADAS

Las planillas empleadas para la recolección de los datos obtenidos en los análisis petrográficos corresponden a las publicadas por URBANI *et al.* (2010). En ellas se registraron los parámetros y características más importantes diagnosticadas mediante el estudio bajo el microscopio a fin de otorgarle nombres y clasificaciones a las rocas estudiadas (figuras C.15, C.16, C.17 y C.18).

Planilla para petrografía de rocas IGNEAS Y METAMÓRFICAS (Lab.330)							
No. Muestra:		Fecha:		Petrografía por:			
ROCA METAMÓRFICA:				ROCA ÍGNEA:			
<b>FÁBRICA</b>		<b>FOLIADA</b>		<b>CRISTALINIDAD</b>		<b>FÁBR. EQUIGRANULAR</b>	
( ) Idioblástica (euhedral)		( ) Pizarra		( ) Holocristalina		( ) Idiomórfica (euhe.)	
( ) Hipidioblástica (subhedral)		( ) Filita		( ) Hipocristalina		( ) Hipidiomórfica (subh.)	
( ) Xenoblástica (anhedral)		( ) Esquisto		( ) Holohialina		( ) Alotriomórfica (anh.)	
( ) Porfidoblástica		( ) Gneis		<b>GRANULARIDAD</b>		<b>FÁBR. INEQUIGRANULAR</b>	
( ) Porfidoclástica		<b>NO FOLIADA</b>		( ) Fanerítica		( ) Seriada	
<b>ROTAS MECANI-</b>		( ) Granofel		( ) Afanítica		( ) Porfidítica	
<b>CAMENTE Y RE-</b>		( ) Hornfel		( ) Criptocristalino			
<b>CONSTITUIDAS</b>		<b>Texturas ígneas y metamórficas:</b>		Foliación: Lepidoblástica: _____ Nematoblástica: _____			
1- No Foliadas		Flujo: _____ Intersertal: _____ Subofítica: _____		Foliación: Fuerte _____ Mediana _____ Pobre _____ Muy pobre _____			
<b>CATACLÁSTICAS</b>		Afieltrada: _____ Eutaxítica: _____ Ofítica: _____		Halos pleo.: _____ Reliquias: _____ Helicítica: _____		Red (web): _____	
% fragmentos		Esferulítica: _____ Vitrofidica: _____ Gráfica: _____		Sagenítica: _____ Simplectit.: _____ Poiquilítica: _____		Reabsorc.: _____	
>50 Protocatacl.: _____		Traquítica: _____ Bordes re.: _____ Zonación: _____		Mirmequit.: _____ Decusada: _____ Augen: _____		Augenesquis.: _____	
10-50 Catacla.: _____		Pertítica: _____ Meso.: _____ Anti.: _____ (Tipo: _____, %Plag: _____)		Sombras P.: _____		Glomeroporfiritica: _____	
<10 Ultracatacl.: _____		Transformaciones: Ol->Sp _____ Px->Sp _____ Px->Anf _____ Anf->Cl _____ Gr->Bi _____ Gr->Cl _____ Bi->Cl _____					
<b>2- Foliadas MILONÍTICAS</b>		<b>TAMAÑOS</b>		Promedio (de mm - a mm)		<b>TRIÁNGULO A-P-Q</b>	
% Porfiroclastos		General		( - )		%	
>50 Protomil.: _____		Porfidoblastos		( - )		Feldespato alcalino: _____ A: _____	
10-50 Milonita: _____		Porfidoclastos		( - )		Plagioclasa (>5An): _____ P: _____	
<10 Ultramil.: _____		Megacristales		( - )		Cuarzo: _____ Q: _____	
Blastomilonita: _____		Fenocristales		( - )		I.C. = _____ 100%	
		Matriz		( - )		<b>Transparencia:</b> [desde clara (1) a oscura(5)]: _____	
<b>MINERALOGÍA</b> (+ en orden de abundancia) [En volcánicas separar fenocristales de constituyentes de la matriz]							
Nombre		%		Nombre		%	
1-				7-			
2-				8-			
3-				9-			
4-				10-			
5-				11-			
6-				12-		Tz: trazas	
<b>Plagioclasa:</b>		Composición: _____ %An (Nombre: _____). Alterada: Mucho: _____ Mediano: _____ Poco: _____ Nada: _____					
(muy importante)		En orden de abundancia (4->0) a: Sericita: _____ Epidoto: _____ Calcita: _____ Albita: _____ Otro: _____					
		Nota: Al reverso hacer lo mismo para otros minerales alterados (biotita, anfíbol, piroxeno, olivino, etc.)					
<b>CLASIFICACIÓN GENERAL</b>							
Plutónica: _____ Hipoabisal: _____ Volcánica (lava): _____ Volcánica (piroclástica: _____ híbrida: _____)							
Metaplutónica: _____ Metahipoabisal: _____ Metalava: _____ Metatoba: _____ (Metatoba híbrida: _____)							
Metasedimentaria: _____ (Metapelita: _____ Meta-psamita: _____ Meta-psefita: _____ Meta-carbonática: _____)							
<b>NOMBRE DE CAMPO:</b>							
<b>NOMBRES PETROGRÁFICOS:</b>							
<b>NOMBRES PROTOLÍTICOS</b> (si es posible):							
<b>Facies (subfacies) metamórfica:</b>							
<b>DESCRIPCIONES DE LOS MINERALES:</b> <i>Hacerlas al reverso</i> , hacer gráficos, marcar sitios para fotomicrografías, etc.							
No indicar propiedades obvias de los minerales, ejm.: Muscovita: extinción paralela... Pero siempre indicar los colores de pleocroismo...							
En casos como clorita indicar siempre los colores de interferencia, dado que pueden ser distintos si proviene de biotita o anfíbol.							
Indicar: Minerales pico de metamorfismo, minerales retrógrados, reacciones, interpretaciones de la historia de la roca.							
Si bien arriba hay una casilla de texturas, aquí señalar cuales minerales están involucrados en ellas y detalles adicionales.							
Formas de minerales: acicular, columnar, fibroso, equidimensional, hojoso, tabular, alotriomorfo, hipidiomorfo, idiomorfo.							
Visualizar texturas y minerales ígneos en: <a href="http://www.eos.ubc.ca/courses/eosc221/igneous/igtexur.html">http://www.eos.ubc.ca/courses/eosc221/igneous/igtexur.html</a>							
Minerales metamórficos <a href="http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/met_minerals.htm">http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/met_minerals.htm</a>							
Minerales ígneos <a href="http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/ig_minerals.htm">http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/ig_minerals.htm</a>							
Petrología en general <a href="http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology">http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology</a>							
Usar las clasificaciones de rocas ígneas y metamórficas de: <a href="http://www.bgs.ac.uk/bgsrccs/download.html">http://www.bgs.ac.uk/bgsrccs/download.html</a>							

Fig. C.15 Planilla petrográfica utilizada para rocas ígneas y metamórficas.

Planilla para petrografía de ARENISCA (Lab.330)			
No. Muestra:		Fecha:	
		Petrografía por:	
<b>Características texturales</b>			
Tam. Grano: ( - ) mm		Clasificación:	
		Orientación: Anisotrópica Isotrópica	
<b>Escogimiento (%)</b>		<b>Redondez (%)</b>	
<b>Esfericidad (%)</b>		<b>Contactos (%)</b>	
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Media	Puntual
Pobre	Sub- angular	Media- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv
			Suturado
<b>Componentes principales (%)</b>			
<b>Granos:</b>		<b>Matriz:</b>	
		<b>Cemento:</b>	
		<b>Porosidad:</b>	
<b>Granos %</b>			
<b>Cuarzo %</b>		<b>Feldespatos %</b>	
		<b>Fr. de Roca %</b>	
		<b>Accesorios %</b>	
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
<b>Matriz %</b>		<b>Cemento %</b>	
<b>Porosidad %</b>			
Minerales de arcilla		Cuarzo	Interpartícula
Oxidos Fe		Oxido de Fe	Intrapartícula
Cuarzo		Caolinita	Disolución
Caolinita		Mineral calcáreo	Fractura
Material carbonático		Minerales de arcilla	Móldica
Otros		Otros	
<b>Efectos diagenéticos</b>			
<b>Compactación</b>		<b>Cementación</b>	
Alta	Deformación de granos dúctiles	Tipo de Cemento predominante	
Media	Fracturamiento de granos dúctiles	Rellenando poros	
Baja	Trituramiento de granos dúctiles	Sobrecrecimiento de granos	
	Deformación de granos	Aros/Forros/Envoltorios de granos	
<b>Disolución</b>		<b>Presión / Solución</b>	
<b>Alteración</b>			
Granos	Contacto long y conc- conv	Feldespatos	
Matriz	Contactos suturados	Moscovita	
Cemento	Estilolitas	Biotita	
		FR	
		Otros	
<b>Porcentajes originales</b>		<b>Recálculo</b>	
Cuarzo		<b>Clasificación según</b>  <b>Nombre de roca</b>	
Feld			
FR			
Matriz			
Usar clasificaciones de: <a href="http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html">http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html</a>			

Fig. C.16 Planilla petrográfica utilizada para areniscas.

Planilla para petrografía de CONGLOMERADO (Lab.330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
Clasificación según:			
Contenido de matriz	Estabilidad de los clastos		Tipo de clastos
Paraconglomerado	Ortomictico o cuarzoso		Monomictico
Ortoconglomerado	Petromictico		Polimictico
Componentes principales (%)			
Clastos	Matriz	Cemento	Porosidad
Características texturales de los clastos			
Tam. Grano (mm)	Clasificación (%)		Orientación
Máx	Arena (1/16-2) mm		Isotrópica
Min	Gránulo (2-4) mm		Anisotrópica
Promedio	Guijarro (4-64) mm		
Tamaños mayores ver muestra de mano			
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esféricidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Media	Puntual
Pobre	Sub- angular	Media- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv Suturado
Composición de los clastos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina Epidoto
Tipos de fragmentos de roca			
Sedimentario			
Ígneo Plutónico			
Ígneo Volcánico			
Metamórfico			
Cemento %			
	Cuarzo		
	Oxido de Fe		
	Caolinita		
	Mineral calcáreo		
	Minerales de arcilla		
	Otro		
Características texturales de la matriz			
Tam. Grano: ( - ) mm	Clasificación:	Orientación: Anisotropica Isotropica	
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esféricidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Media	Puntual
Pobre	Sub- angular	Media- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv Suturado
Composición de los granos de la matriz %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina Epidoto
Otros %			
Minerales de arcilla	Clasificación de roca para la matriz		
Oxidos de Fe	según ( )		
Caolinita			
Material carbonático			

Mas detalles seguir al reverso.  
Usar las clasificaciones de rocas de: <http://www.bgs.ac.uk/bgsrccs/download.html>

Fig. C.17 Planilla petrográfica utilizada para conglomerados.

Planilla para petrografía de CARBONATOS (Lab. 330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
<b>Componentes principales (%)</b>			
Extraclásticos:	Aloquímicos:	Ortoquímicos:	Porosidad:
<b>Extraclastos %</b>			
<b>Cuarzo %</b>	<b>Feldespatos %</b>	<b>Fr. de Roca %</b>	<b>Accesorios %</b>
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
			Glauconita
<b>Aloquímicos %</b>			<b>Porosidad %</b>
<b>Intraclastos %</b>		<b>Fósiles %</b>	Interpartícula
Fragmentos de Braquiopodos		Foraminíferos bénticos	Intrapartícula
Fragmentos de Equinodermos		Miliólidos	Disolución
Fragmentos de Ostracodos		Nummulites	Fractura
Fragmentos de Moluscos		Amphistegina	Módica
Fragmentos de Algas		Ostrácodos	<b>Matriz (micrita) %</b>
Fragmentos de Corales		Otros	<b>Cemento %</b>
Fragmentos de Calizas		<b>Pelets %</b>	Espato
Agregados o Grappes		<b>Ooides %</b>	Microespato
Otros			Pseudoespato
<b>Efectos diagenéticos</b>			
<b>Procesos orgánicos</b>			
Micritización de partículas esqueléticas		Bioturbaciones	
Formación de envoltorios micríticos		Otros	
<b>Cementación</b>			
Cemento predominante:			
<b>Forma en que se presenta</b>		<b>Textura</b>	
Precipitado	Recristalizado	Sintaxial	Radial
		Isópaco	Equigranular
		Menisco	Otros
<b>Neomorfismo</b>		<b>Reemplazamiento</b>	
N. Inversión Homoaxil de Fr. de Moluscos		Glauconitización	
N. Inversión Heteroaxil de Fr. de Moluscos		Silificación	
Neomorfismo agradante		Fosfatización	
		Otros	
<b>Disolución</b>		Nombre de roca según:	
Granos	<b>Presión / Solución</b>	Dunhan:	
Matriz	Estilolitas	Folk:	
Cemento	Otros	Mount:	
Fr. Fósiles			
Usar clasificaciones de: <a href="http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html">http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html</a>			

Fig. C.18 Planilla petrográfica utilizada para carbonatos.

**APÉNDICE D**  
**SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO**  
**DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍAS**

**Coordenadas expresadas en UTM, REGVEN - WGS-1984, Huso 19P**

Reconocimiento del área La Pica, Curiepe y Vallecito. 18/06/2014.

**Punto de observación: Co-14-200**

**Ubicación:** noroeste del Cerro Tetas de Tinaquillo, localidad de La Pica.

**Unidad litológica:** Peridotita de Tinaquillo + Granulitas con texturas protomiloníticas (tqb).

**Coordenadas:** UTM 563191 / 1096564.

**Observaciones de campo:** en el afloramiento abierto las rocas expuestas en superficie se observan altamente meteorizadas, con un color pardo anaranjado en su superficie. Al ser fracturadas se observó un color grisáceo azulado con tonos verdosos (Figura D.1). Se tomó una muestra designada como Co-14-200.



*Figura D.1. Afloramiento parcialmente cubierto y meteorizado de la Peridotita de Tinaquillo (tqb).*

**Punto de observación: Co-14-201**

**Ubicación:** sur del Cerro Tetas de Tinaquillo, localidad de Loma Larga, al oeste de Caja de Agua.

**Unidad litológica:** Gneis de La Aguadita. Subunidad de granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

**Coordenadas:** UTM 563969 / 1091757.

**Observaciones de campo:** consiste en un afloramiento en una zona aislada en el oeste de la localidad de Caja de Agua, al costado del camino, de entre 3 y 4m de extensión. El mismo se encuentra ampliamente meteorizado y con fragmentos fácilmente deleznales, muy

afectados por la vegetación y la humedad (Figura D.2). Las rocas poseen un color meteorizado pardo verdoso con crecimiento de musgos y hongos en su superficie, mientras que el color fresco es variable entre grises blancuzcos y pardos muy oscuros. A pesar de dichas condiciones, fueron encontradas fragmentos de roca con mejor estado de preservación, recolectándose las muestras Co-14-201A y Co-14-201C mayoritariamente félsicas y la Co-14-201B como predominantemente máfica.



*Figura D.2. Afloramiento del gneis de La Aguadita (NPlad) muy fracturado e intervenido por la vegetación.*

**Punto de observación: Co-14-202**

**Ubicación:** sur del Cerro Tetas de Tinaquillo, localidad de Loma Larga, al oeste de Caja de Agua.

**Unidad litológica:** Gneis de La Aguadita. Subunidad de granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

**Coordenadas:** UTM 564077 / 1091641.

**Observaciones de campo:** este afloramiento se encuentra a pocos metros al este del punto de observación Co-14-201. Al igual que su predecesor los afloramientos son deleznales e igualmente muy intervenidos por la vegetación, sin embargo presentan mejor conservación de las estructuras geológicas, lográndose medir planos de foliación con dirección N11E37N (figura D.3). Las rocas presentan color meteorizado pardo grisáceo y gris blancuzco como color fresco.

Tomando en cuenta grado de conservación, se tomó la muestra Co-14-202.



Figura D.3. Afloramiento del gneis de La Aguadita (NPlad). Se observan bloques fracturados que permanecen en el afloramiento, muy intervenido por la vegetación.

Reconocimiento del área de Tinaco, cerro Gordo, Las Tejas, El Socorro, El Topo, Caramacate, La Aguadita y Curiepe. 19/06/2014.

**Punto de observación: Co-14-203**

**Ubicación:** sureste de la ciudad de Tinaco.

**Unidad litológica:** Formación Orupe (e5e6o).

**Coordenadas:** UTM 563310 / 1071321.

**Observaciones de campo:** el afloramiento consiste en un amplio corte expuesto al lado de un camino de tierra vía hacia los afloramientos de la Formación Sabana Larga hacia el noroeste. Las rocas observadas se encuentran bastante meteorizadas con un color pardo rojizo oscuro a grisáceo y color fresco pardo amarillento (Figura D.4), observándose sus características sedimentarias y su fracturamiento (Figura D.5). En este punto no fueron tomadas muestras litológicas.



Figura D.4. Afloramiento de la Formación Orupe (e5e6o) al sureste de la ciudad de Tinaco.

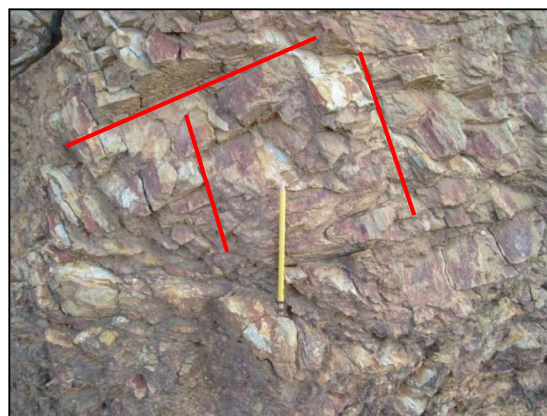


Figura D.5. Afloramiento de la Formación Orupe (e5e6o) al sureste de la ciudad de Tinaco. Los patrones de fracturamiento están resaltados por líneas rojas.

**Punto de observación: Co-14-204**

**Ubicación:** Río Tinaco, sureste de la ciudad de Tinaco.

**Unidad litológica:** Formación Sabana Larga (E1E2sl).

**Coordenadas:** UTM 562915 / 1071372.

**Observaciones de campo:** el cauce del río Tinaco atraviesa el afloramiento de forma casi transversal, dentro de los límites de la ciudad de Tinaco. Las rocas se encuentran bien preservadas pero redondeadas por efecto del flujo del río, meteorización de color pardo grisáceo con un color fresco verdoso grisáceo (Figura D.6). Las litologías muestran pequeños agregados de minerales de feldespato K y plagioclasa de gran tamaño, así como numerosas vetas de calcita. En este punto se observa el límite entre esta unidad con la Formación Corozal al oeste (Figura D.7); se recolectaron las muestras Co-14-204A y Co-14-204B. Se seleccionó la muestra Co-14-204B para análisis petrográficos.

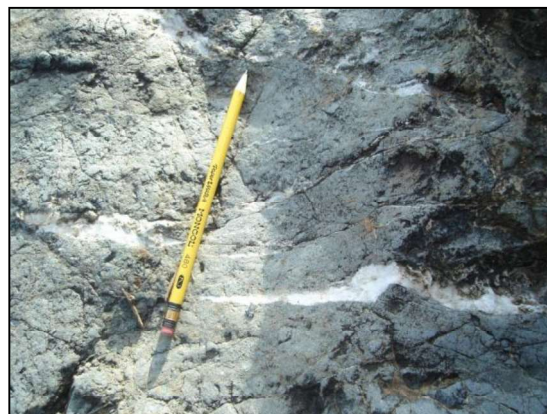


Figura D.6. Afloramiento de la Formación Sabana Larga al sureste de la ciudad de Tinaco.

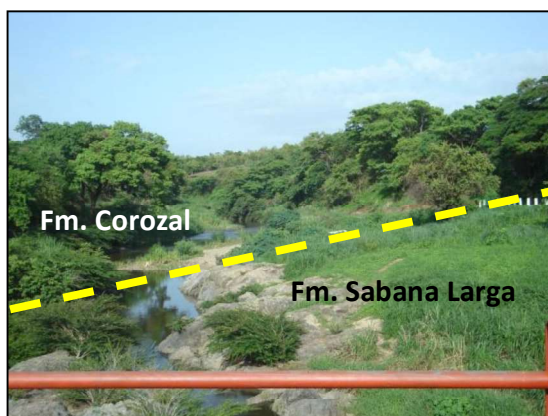


Figura D.7. Contacto entre la Formación Corozal (E1E2c) y la Formación Sabana Larga (E1E2sl).

#### Descripción de muestra de mano:

**Co-14-204B:** roca de aspecto masivo, con color meteorizado pardo verdoso y color fresco gris verdoso (Figura D.8), presenta agregados minerales de feldespato K y plagioclasa, con cristales diferenciados de tamaño mediano y grupos de granos gruesos. Presenta pequeñas vetillas rellenas por calcita.

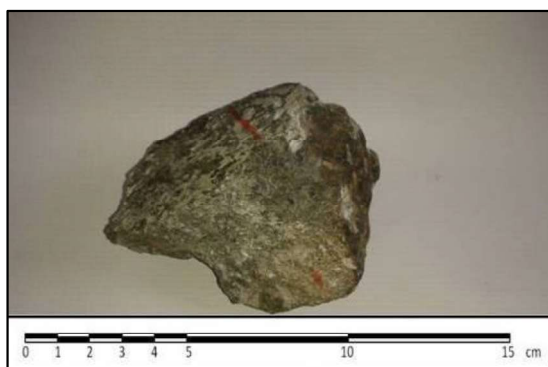


Figura D.8. Muestra de brecha Co-14-204B, perteneciente a la Formación Sabana Larga (E1E2sl).

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-204B:** roca volcánica hipocristalina, con fenocristales y bloques embebidos en una matriz afanítica. Texturas de flujo, vitrofídicas y decusadas. Megacristales de augita euhedrales a subhedrales (Figura D.9), entre 0,5 a 2,5 mm. La matriz está compuesta por cristales muy pequeños, indistinguibles, y minerales opacos, con tamaños inferiores a 0,03mm. La calcita satura las vetas y las fracturas (Figura D.10). La augita presenta alteraciones, mientras que las plagioclasas y feldespatos k presentan epidotizados. La hornblenda es escasa, así como la clorita. La roca posee la siguiente composición mineral: cuarzo 20%, minerales opacos 18%, calcita 18%, augita 15%, plagioclasa 15%, feldespato k 10%, hornblenda 4%

y clorita 1%. La muestra fue clasificada como una roca volcánica dada su matriz afanítica, definiéndose como una *Dacita porfídica*.

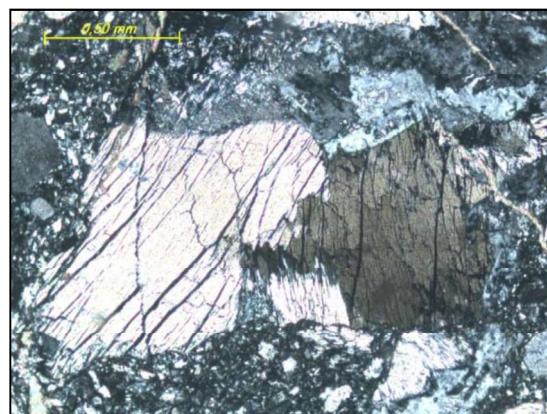


Figura D.9. Dacita porfídica. Muestra Co-14-204B. Maclas en cristal de Augita. Vista en nicoles cruzados.



Figura D.10. Dacita porfídica. Muestra Co-14-204B. Vetas rellenas por calcita. Vista en nicoles cruzados.

#### Punto de observación: Co-14-205

**Ubicación:** noroeste de cerro Gordo y oeste del cerro Tiramuto.

**Unidad litológica:** Lavas de Tiramuto (K1t).

**Coordenadas:** UTM 569130 / 1070517.

**Observaciones de campo:** a nivel superficial no se observan afloramientos, sin embargo, los pobladores acostumbran extraer rocas desde 8m de profundidad para la construcción de pozos sépticos, por lo cual se observaron las rocas dejadas in situ bajo testimonio de los pobladores. Las rocas poseen un característico color meteorizado anaranjado fuerte, el cual cambia drásticamente a verde azulado al mostrar el color fresco (Figura D.11). Debido a la abundancia de bloques extraídos y las limitaciones en las inmediaciones del cerro Tiramuto por ser zona militar, se tomaron las

muestras Co-14-205AS y Co-14-205BS, siendo seleccionada la muestra Co-14-205AS para análisis petrográficos.



Figura D.11. Bloque rocoso de la Formación Tiramuto (K1t). Se aprecia el buen estado de conservación del mismo.

#### Descripción de muestra de mano:

**Co-14-205AS:** roca bien constituida, de aspecto masivo, con color meteorizado pardo anaranjado oxidado y color fresco variante entre gris y verde azulado (Figura D.12). Se observa la presencia de plagioclasas y de fragmentos cristalinos verde grisáceos embebidos en una matriz de posibles piroxenos y plagioclasas. Total ausencia de material carbonático.

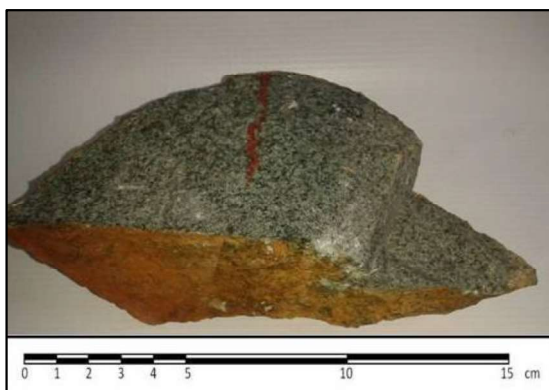


Figura D.12. Muestra de basalto Co-14-205AS, perteneciente a la Formación Tiramuto (K1t).

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-205AS:** roca volcánica hipocristalina, fanerítica con cristales euhedrales y subhedrales, texturas de flujo, afieltradas, y vitrofídicas. La augita es el mineral más abundante, con fenocristales maclados euhedrales entre 0,1 a 1,5mm cloritizados (Figuras D.13 y D.14). La roca está compuesta por una matriz densa de minerales opacos indistinguibles, en la cual se encuentran

embebidos pequeños cristales de plagioclasas, clinopiroxenos, cuarzo y rastros de epidoto. Posee la siguiente composición mineral: augita 30%, minerales opacos 25%, clorita 15%, plagioclasas 10%, clinopiroxenos 10%, cuarzo 10% y epidoto 5%. La roca se clasificó como *Basalto augítico porfídico*.



Figura D.13. Basalto augítico porfídico. Muestra Co-14-205AS. Cristales subhedrales de Augita y clinopiroxenos en proceso de cloritización. Vista en nicoles cruzados.

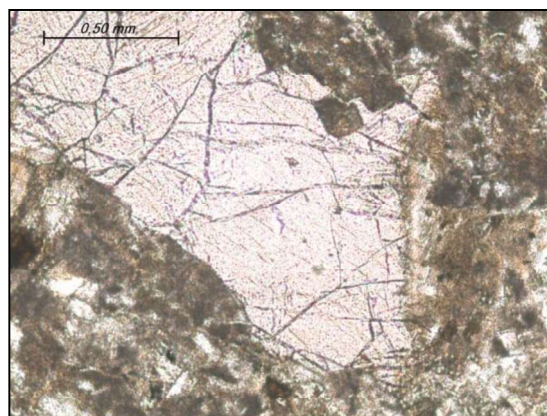


Figura D.14. Basalto augítico porfídico. Muestra Co-14-205AS. Cristal subhedral de Augita, fracturado, maclado y con exsoluciones de minerales opacos en sus bordes. Vista en nicoles paralelos.

#### Punto de observación: Co-14-206

**Ubicación:** cercanías de Hato Guayabalito, vía hacia el Cerro Tinatopo.

**Unidad litológica:** Formación Orupe (e5e60).

**Coordenadas:** UTM 569083 / 1072241.

**Observaciones de campo:** afloramiento de varios bloques irregulares entre 30cm a 50cm de largo arrojados al borde del camino. Consiste en lutitas carbonáticas y calizas de color pardo a marrón bien

constituídas y de gran dureza, sin embargo, las rocas colindantes en los afloramientos cercanos se observan como areniscas, distintas a las litologías de los bloques observados. Debido a la naturaleza incierta del origen de estas rocas, no se recolectaron muestras en este punto.

**Punto de observación: Co-14-207**

**Ubicación:** cercanías de Hato Guayabalito, vía hacia el cerro Tinatapo.

**Unidad litológica:** Formación Orupe (e5e6o).

**Coordenadas:** UTM 570751 / 1073430.

**Observaciones de campo:** afloramiento en un corte realizado en los bordes del camino hacia el cerro Tinatapo. Se observa contacto litológico entre cuerpos ígneos y sedimentarios altamente meteorizados (Figura D.15). Identificándose este como el contacto discordante entre la Formación Orupe (e5e6o) y la Formación Sabana Larga (E1E2sl) (Figura D.16).



Figura D.15. Contacto entre materiales litológicos ígneos y sedimentarios con aspecto brechado.

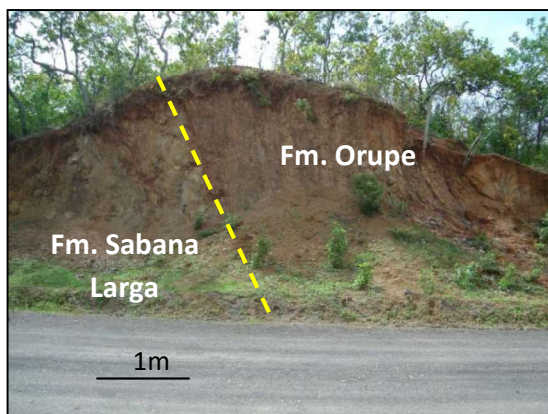


Figura D.16. Contacto litológico entre la Formación Orupe (e5e6o) y la Formación Sabana Larga (E1E2sl).

**Punto de observación: Co-14-208**

**Ubicación:** noroeste de la localidad de Los Rastrojos.

**Unidad litológica:** Formación Corozal (E1E2c).

**Coordenadas:** UTM 570666 / 1074119.

**Observaciones de campo:** consiste en pequeños cúmulos rocosos que sobresalen del suelo, visiblemente erosionados, compuestos por lutitas carbonáticas pardas grisáceas oscuras y calizas pardas a marrón grisáceas muy duras con presencia de vetas blancas rellenas de calcita (Figura D. 17). Es observable en su superficie la ocurrencia de estructuras de tipo microlapiaz (Figura D.18). En esta unidad se recolectaron las muestras denominadas Co-14-208A y Co-14-208B. La muestra Co-14-208B fue elegida para la realización de análisis petrográficos.



Figura D.17. Disposición en el afloramiento de las rocas de la Formación Corozal (E1E2c).



Figura D.18. Bloque de la Formación Corozal (E1E2c) donde se denotan las estructuras de microlapiaz, generadas por la erosión sobre la caliza.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-208B:** rocas bien preservadas y compactas, de color meteorizado pardo grisáceo amarillentos claros a oscuros y color fresco variable entre tonos

grisáceos a negruzcos, en algunas zonas son observables tonalidades moradas. Presenta vetas de calcita color blanco a amarillento (Figura D.19). Debido a su coloración, tamaño de grano y alta efervescencia se clasificó como una lutita calcárea con abundante presencia de materia orgánica. Se notó la presencia de fisuras en la roca, que se manifestaron como superficies meteorizadas en el interior de la roca al fragmentarla.

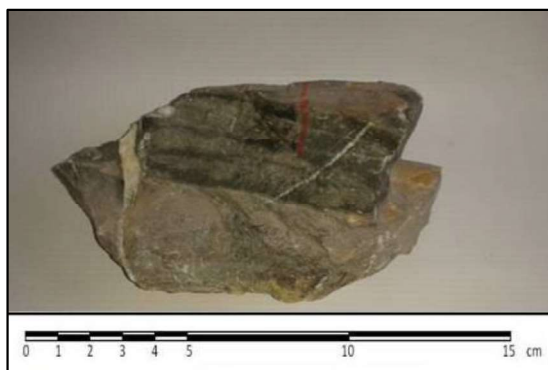


Figura D.19. Muestra de caliza Co-14-208B, perteneciente a la Formación Corozal (E1E2c).

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-208B** roca sedimentaria carbonática compacta, con escasos componentes extraclásticos y aloquímicos perceptibles; los componentes ortoquímicos son dominantes y no posee porosidad. La matriz lodosa supera el 40% de su composición mientras que el cemento compuesto por microespato, precipitado y recristalizado, conforma el restante 55%. Exhibe micritización de partículas esqueléticas y formación de envoltorios micríticos sobre foraminíferos globosos de *Hedbergella sp.* (Figura D.20) Presenta texturas sintaxiales e isópacas, con reemplazo por silicificación. Por efectos de presión, se formaron estilolitas que fueron rellenas por óxidos de hierro (Figura D.21). La roca posee la siguiente composición mineral: Ortoquímicos 95% (cemento 55% / matriz 40%), Aloquímicos 3% y Extraclastos 2%. Dadas las características fue clasificada como *Mudstone* de acuerdo a DUNHAM (1962), *Micrita* por FOLK (1962), *Micrita lodosa* según MOUNT (1985) y como *arcilita micrítica* de acuerdo a MÉNDEZ (2009).

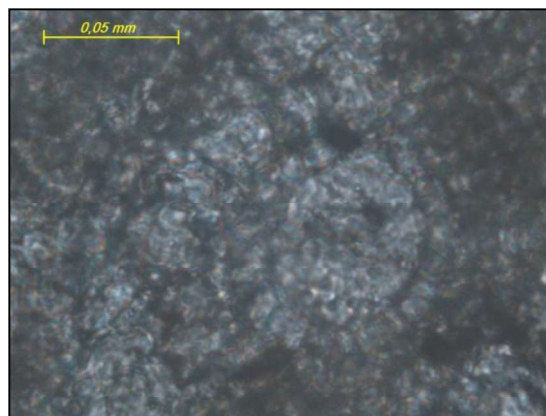


Figura D.20. Arcilita micrítica. Muestra Co-14-208B. Rastro de *Hedbergella sp.* Vista en nicoles paralelos.



Figura D.21. Arcilita micrítica. Muestra Co-14-208B. Vetas de Calcita en perpendiculares a estilolitas rellenas por óxido de hierro. Vista en nicoles cruzados.

#### Punto de observación: Co-14-209

**Ubicación:** quebrada Parapara, al oeste de la localidad de Cañaote.

**Unidad litológica:** Formación Sabana Larga (E1E2sl).

**Coordenadas:** UTM 572405 / 1074076.

**Observaciones de campo:** el afloramiento se encuentra en la intersección de la vía hacia El Socorro con la quebrada Parapara. Las rocas están bien conservadas aunque redondeadas por el flujo de la quebrada. Poseen un color meteorizado pardo grisáceo y color fresco gris verdoso. Se observaron numerosas vetas, así como bloques embebidos dentro de una matriz de brecha (Figura D.22). En las adyacencias fue encontrado un bloque rodado con apariencia de Gabro. Se tomaron las muestras Co-14-209A, Co-14-209B, mientras que la muestra con aspecto de gabro se denominó Co-14-209CR. La muestra Co-14-209B se escogió para análisis petrográficos.



Figura D.22. Bloques rocosos embebidos en una matriz brechada de la Formación Sabana Larga (E1E2sl).

#### Descripción de muestra de mano:

**Co-14-209B:** roca de aspecto masivo, muy similar a la muestra Co-14-204B, con color meteorizado pardo grisáceo verdoso y color fresco gris verdoso azulado (Figura D.23), presenta agregados minerales de plagioclasas y cuarzo, con cristales diferenciados y pequeños bloques de tamaño mediano con grupos de granos gruesos. Presenta pequeñas vetillas de calcita.

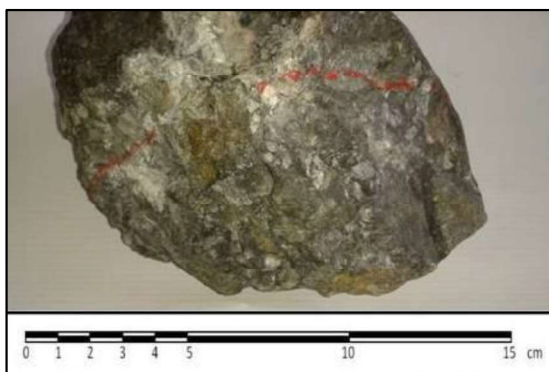


Figura D.23. Muestra Co-14-209B, perteneciente a la Formación Sabana Larga.

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-209B:** roca volcánica hipocristalina, con cristales y bloques embebidos en una matriz afanítica, se observan texturas afieltradas, poiquilíticas, reliquias, cristales decusados y bordes redondeados, el tamaño de los cristales varía entre 0,2 y 0,8mm. El mineral más abundante es el cuarzo, en agregados cristalinos redondeados, algunos con extinción ondulatoria. Las plagioclasas poseen alteraciones y cristales que exhiben maclado polisintético. La calcita es abundante en las vetas y en las fracturas (Figura D.24). Los feldespatos k están alterados, mientras que la clorita aparece en formas alargadas, lo cual le confiere características

protocataclásticas (Figura D.25). La muscovita es escasa, en forma de pequeños cúmulos de cristales alargados con extinción paralela. La composición mineralógica de la roca consiste en: cuarzo 30%, plagioclasas 20%, calcita 20%, feldespatos k 15%, clorita 7% y muscovita 3% y Clorita 5%. La muestra fue clasificada como una roca volcánica dada su matriz afanítica, definiéndose como una *Dacita porfídica protocataclástica*.

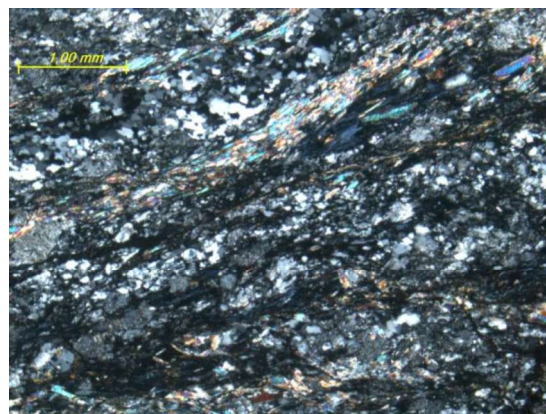


Figura D.24. Dacita porfídica protocataclástica. Muestra Co-14-209B. Vetas rellenas de calcita surcando la matriz afanítica, se observan cristales de cuarzo y plagioclasas de tamaño mediano. Vista en nicoles cruzados.

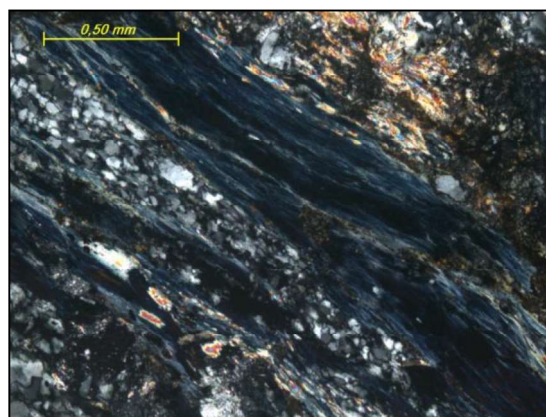


Figura D.25. Dacita porfídica protocataclástica. Muestra Co-14-209B. Cristales alargados y deformados de clorita.

#### Punto de observación: Co-14-210

**Ubicación:** Quebrada El Socorro, al noroeste de la localidad de Cañaote.

**Unidad litológica:** Gneis de la Aguadita – Zona de inyección (NPlay).

**Coordenadas:** UTM 576902 / 1075810.

**Observaciones de campo:** el afloramiento se encuentra en la intersección de la vía hacia El Socorro con la quebrada Socorro. Las rocas

presentan un pésimo estado de conservación, severamente afectadas por el flujo de la quebrada. Las rocas se fracturan muy fácilmente y presentan coloración parda oscura por efecto de la meteorización. Fueron recolectados y seleccionados fragmentos medianamente conservados de composición mineralógica intermedia entre félsica y máfica. Las muestras extraídas de los fragmentos correspondientes son Co-14-210A y Co-14-210B.

**Punto de observación: Co-14-211**

**Ubicación:** noreste de la localidad de Cañaote.

**Unidad litológica:** Gneis de la Aguadita – Zona de inyección (NPlay).

**Coordenadas:** UTM 577595 / 1076162.

**Observaciones de campo:** el afloramiento se encuentra a un costado de la vía y al igual que en el punto anterior, las rocas presentan pésima preservación (Figura D.26), sin embargo no se encuentran tan afectadas dada la ausencia de flujos de agua. Las rocas presentan una coloración parda clara a oscura, con mayor presencia de minerales félsicos. Dada la mayor conservación de las rocas se tomaron las muestras Co-14-211A y Co-14-211B.



Figura D.26. Vista del afloramiento del Gneis de la Aguadita – Zona de inyección (NPlay). Es notable el grado de meteorización y fracturamiento que poseen las rocas.

**Punto de observación: Co-14-212**

**Ubicación:** noreste de la localidad de El Socorro.

**Unidad litológica:** Metatrandhjemita de La Gloria (NP1g).

**Coordenadas:** UTM 578164 / 1076804.

**Observaciones de campo:** las rocas afloran a un costado del camino, rocas relativamente bien

conservadas con meteorización parda y colores frescos blancuzcos a grisáceos muy claros. Posee muy poca presencia de minerales oscuros, notables como puntos en una matriz blanquecina. En este sector se tomaron las muestras Co-14-212A y Co-14-212B, seleccionando la muestra Co-14-212B para ser sometida a análisis petrográficos.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-212B:** roca de aspecto masivo, con color meteorizado pardo a pardo anaranjado y color fresco blanco grisáceo (Figura D.27). Se observan pequeños puntos de minerales pardos oscuros. Se observan cristales de entre 1mm a 2mm con zonas facetadas. Roca de aspecto félsico.

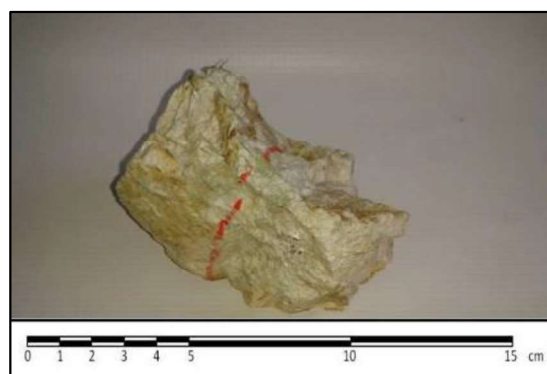


Figura D.27. Muestra de trondhjemita Co-14-212B, perteneciente a la Metatrandhjemita de La Gloria (NP1g).

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-212B:** roca fanerítica holocristalina, texturas decusadas, zonadas y cristales con bordes redondeados. Es una roca protocataclástica con porfidoclastos de plagioclasas y microclino. El mineral más abundante lo constituyen las plagioclasas alteradas, en cristales subhedrales con fracturamiento (Figura D.28), seguido en agregados policristalinos anhedrales. Grandes porfidoclastos de microclino son apreciables con maclado tipo tartán (Figura D.29). Los minerales opacos son escasos, agrupándose en los bordes de los cristales y en las fracturas de los mismos como productos residuales de la alteración de las plagioclasas. Su composición mineralógica viene dada por: plagioclasas 50%, cuarzo 40%, microclino 7% y minerales opacos 3%. La roca fue clasificada como una tonalita, pero tomando en cuenta que su índice de color es de 3%, se denominó como una *Metatrandhjemita protocataclástica*.

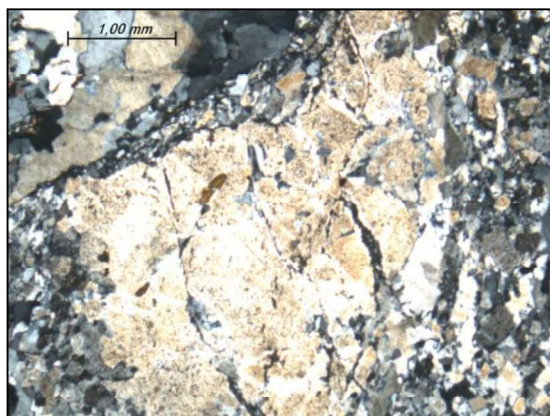


Figura D.28. Metatronchjemita protocataclástica. Muestra Co-14-212B. Cristal fragmentado de plagioclasa siendo alterado, rodeado de cristales de cuarzo. Vista en nicoles cruzados.



Figura D.29. Metatronchjemita protocataclástica. Muestra Co-14-212B. Cristal de microclino con fracturación y exsolución interna. Vista en nicoles cruzados.

**Punto de observación: Co-14-213**

**Ubicación:** vía hacia Tinaquillo, sureste de la localidad de El Topo.

**Unidad litológica:** Metatronchjemita de La Gloria (NPIg).

**Coordenadas:** UTM 563665 / 1075377.

**Observaciones de campo:** el afloramiento se encuentra en un terreno en construcción, donde grandes bloques de roca han sido desprendidos de las colinas para la construcción de viviendas en el sector El Topo (Figura D.30). Las rocas están bien preservadas con colores meteorizados pardos amarillentos y frescos blancos brillantes. En este lugar se tomaron las muestras Co-14-213A y Co-14-213B, siendo seleccionada para análisis petrográfico la muestra Co-14-213A.



Figura D.30. Área del afloramiento de la Metatronchjemita de La Gloria en proceso de intervención por el hombre.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-213A:** roca de aspecto masivo y granular, con color meteorizado pardo amarillento y color fresco blanco grisáceo a blanco brillante (Figura D.31). Se observan pequeños puntos escasos de minerales oscuros. Se observan cristales de entre 1mm a 2mm con zonas facetadas.

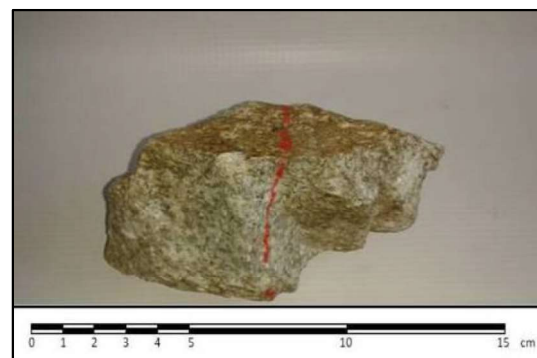


Figura D.31. Muestra de trondhjemita Co-14-213A, perteneciente a la Metatronchjemita de La Gloria (NPIg).

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-213A:** roca fanerítica holocristalina, protocataclástica, texturas decusadas, zonadas y cristales con bordes redondeados, afieltradas y esferulíticas. Abundantes minerales félsicos. El mineral más abundante es el cuarzo, mostrándose como pequeños cristales subhedrales y anhedrales, con extinción ondulatoria. Le siguen las plagioclasas, las cuales están siendo alteradas a sericita y clorita (Figura D.32). Se observaron cristales de titanita subhedrales, fracturados (Figura D.33) y con inclusiones de minerales opacos, también se encontraron cristales de epidoto. La composición mineral está conformada por: cuarzo 40%, plagioclasas 35%, titanita 10%, sericita 10%, clorita 2%, epidoto 2% y minerales opacos 1%.

La roca fue clasificada como *Metatonalita protocataclástica*, debido a que su índice de color es de 25%.

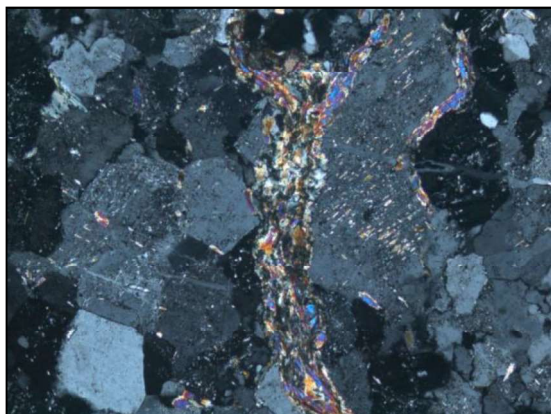


Figura D.32. *Metatonalita protocataclástica*. Muestra Co-14-213A. Cristales de sericita relleno una veta. El cristal de plagioclasa posee un borde de exsolución producto de la sericitización. Vista en nicoles cruzados.

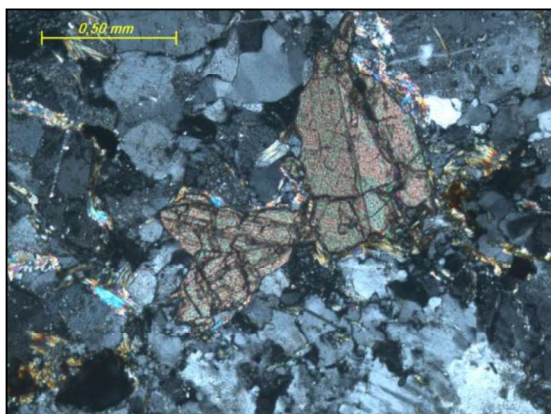


Figura D.33. *Metatonalita protocataclástica*. Muestra Co-14-213A. Cristal de titanita con maclas. Vista en nicoles cruzados.

**Punto de observación:** Co-14-214

**Ubicación:** río Tinaco, vía hacia Tinaquillo, localidad de Camoruco.

**Unidad litológica:** Gneis de la Aguadita – Zona de inyección. (NPlay).

**Coordenadas:** UTM 564728 / 1080631.

**Observaciones de campo:** el afloramiento se encuentra en un balneario del río Tinaco en la localidad de Camoruco (Figura D.34). Está conformado por grandes bloques visiblemente desprendidos de las montañas aledañas, los cuales poseen muy buena conservación. Presentan un color meteorizado blanco a pardo muy claro, ricas en minerales félsicos; las rocas son muy duras y están

bien constituidas. En el lugar se tomaron las muestras Co-14-214AS y Co-14-214BS. La muestra seleccionada para análisis petrográficos es la Co-14-214AS.



Figura D.34. Afloramiento del Gneis de la Aguadita – Zona de inyección (NPlay) en el río Tinaco.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-214AS:** roca bien conformada, muy compacta, con bandeamientos poco definidos. Posee un color meteorizado pardo amarillento y un color fresco pardo a grisáceo (Figura D.35). Se observan minerales micáceos y cristales claros de tamaño variable entre 0,5 a 1mm. Los cristales más oscuros suelen ser de un tamaño menor a 0,5mm. Sin presencia de materia orgánica o carbonática.

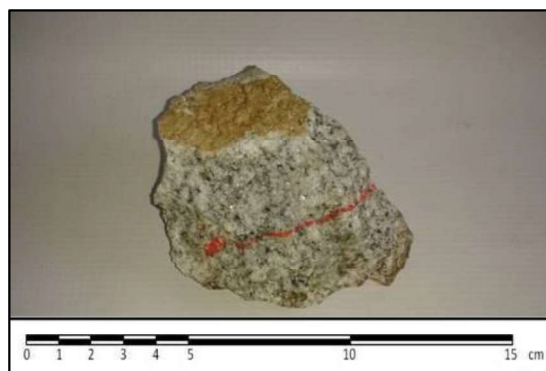


Figura D.35. Muestra de gneis Co-14-214AS, perteneciente al Gneis de La Aguadita – Zona de inyección (NPlay).

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-214AS:** roca metamórfica de tipo gneis con texturas afieltradas y decusadas. La hornblenda es el mineral más abundante en la roca y presentándose en cristales subhedrales muy fracturados, con alteraciones e inclusiones (Figura D.36). Los minerales producto de las alteraciones, como el epidoto y la clorita, le siguen en abundancia (Figura D.37). El cuarzo se observa en

forma de pequeños cristales anhedrales, seguido de feldespato y plagioclasas alteradas. Se encontraron pequeños cristales de zircón. La roca posee la siguiente composición mineral: hornblenda 35%, epidoto 22%, clorita 17%, cuarzo 15%, feldespato k 7%, plagioclasas 3% y zircón menor al 1%. La roca presenta un metamorfismo de grado medio, encontrándose en la facies de las anfibolitas con epidóticas. La muestra se clasificó como *Gneis hornblendo-epidótico-clorítico*.

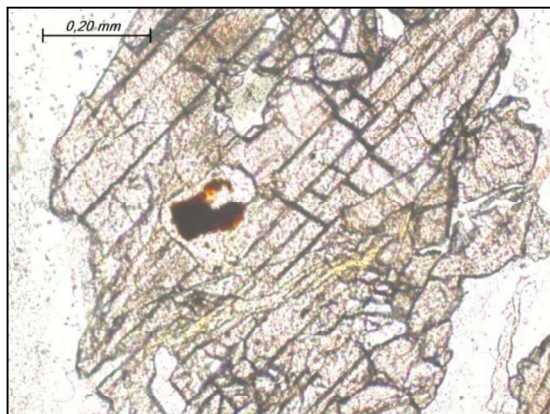


Figura D.36. *Gneis hornblendo-epidótico-clorítico*. Muestra Co-14-214AS. Cristal de Hornblenda en corte basal con inclusión. Vista en nicoles paralelos.

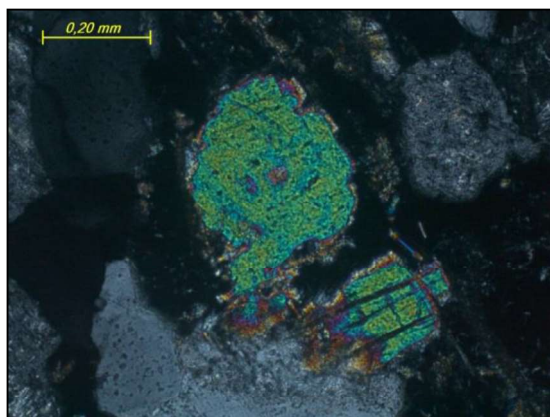


Figura D.37. *Gneis hornblendo-epidótico-clorítico*. Muestra Co-14-214AS. Cristales de epidoto fracturados. Vista en nicoles cruzados.

**Punto de observación: Co-14-215**

**Ubicación:** vía hacia Vallecito, Noreste de la localidad de El Banco.

**Unidad litológica:** Gneis de la Aguadita Sensu Stricto. s.s. (NPla).

**Coordenadas:** UTM 561370 / 1088683.

**Observaciones de campo:** el afloramiento abarca

unos 4m al costado del camino y está compuesto por rocas de color meteorizado pardo a marrón oscuro. Con color fresco, gris claro, blanco claro, y bandeamientos visibles. En este punto se tomaron las muestras Co-14-215A y Co-14-215B, seleccionando esta última para análisis petrográficos.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-215B:** roca bien conformada de aspecto granular con precarios bandeamientos poco definidos. Posee un color meteorizado pardo grisáceo y un color fresco variable por su constitución mineralógica, por lo cual varía entre blancos grisáceos y grises oscuros (Figura D.38). Presencia de minerales micáceos y hornblenda en abundancia. Sin presencia de materia orgánica o carbonática.

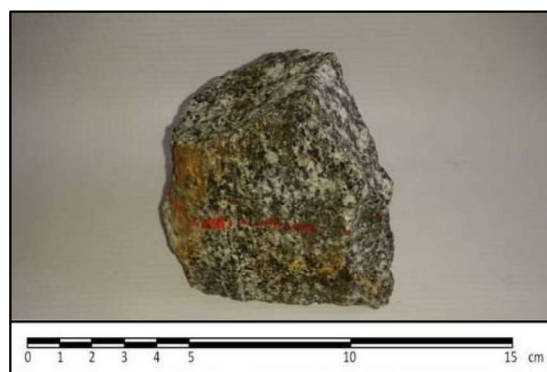


Figura D.38. Muestra de gneis Co-14-215B, perteneciente al Gneis de La Aguadita Sensu Stricto. s.s. (NPla).

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-215B:** roca metamórfica de tipo gneis con texturas afieltradas y decusadas. La augita es el mineral más abundante, mostrándose en cristales subhedrales de gran tamaño (Figura D.39), sin embargo se observa cloritización de sus cristales. El segundo mineral en abundancia es la hornblenda con cristales subhedrales, con importante pleocroísmo en nicoles paralelos con variaciones de color entre pardo anaranjado amarillento a verde oliva oscuro. El cuarzo se observa en forma de cristales anhedrales con características protomiloníticas, la plagioclasa se observa muy alterada en forma granular por causa de su carbonatización (Figura D.40). La roca tiene la siguiente composición mineralógica: augita 35%, hornblenda 25%, cuarzo 20%, clorita 10%, plagioclasas 5% y minerales opacos 5%. La roca presenta un metamorfismo de grado alto, los minerales y el aspecto de sus cristales indican que la roca se encuentra en la facies de las granulitas. La

roca se clasificó como *Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso*.

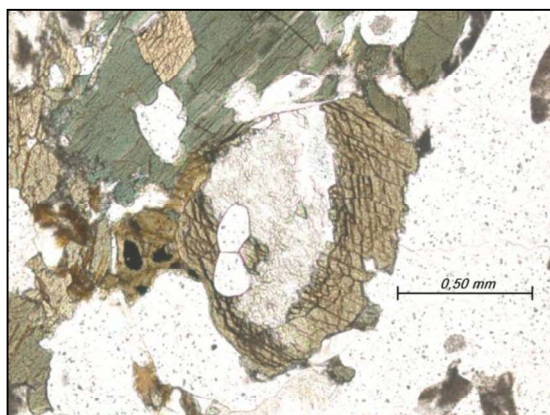


Figura D.39. *Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso*. Muestra Co-14-215B. Cristal basal de augita presentando disolución. Se observan remanentes del cristal en los bordes. Vista en nicoles paralelo.

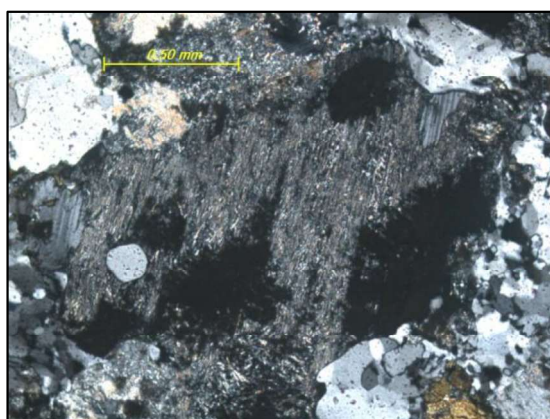


Figura D.40. *Gneis granulítico augítico-hornbléndico-cuarzoso*. Muestra Co-14-215B. Cristal de plagioclasa carbonatizada. Vista en nicoles cruzados.

**Punto de observación: Co-14-216**

**Ubicación:** quebrada Curiepe, al este de la localidad de Curiepe, vía hacia Tinaquillo.

**Unidad litológica:** Gneis de la Aguadita – Granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

**Coordenadas:** UTM 562190 / 1093125.

**Observaciones de campo:** el afloramiento fue encontrado en la intersección de la vía hacia Tinaquillo con la quebrada Curiepe, al este de la localidad que posee el mismo nombre. Debido a la configuración topográfica, se determinó que la cuenca hidrográfica de dicha quebrada se encontraba por completo dentro de la subunidad, considerándose como un afloramiento viable para la

observación y obtención de muestras litológicas. El banco de bloques estaba compuesto por una multitud de rocas similares entre sí, pero con grados de meteorización, aspectos y tonos distintos. Tomando en cuenta la variedad litológica, se tomaron muestras representativas del conjunto de rocas, recolectándose las muestras Co-14-216AR, Co-14-216BR, Co-14-216CR, Co-14-216DR y Co-14-216ER. Las tres muestras seleccionadas para los análisis petrográficos fueron Co-14-216AR, Co-14-216BR y Co-14-216DR.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-216AR:** roca bien constituida, con color meteorizado pardo a pardo claro. Al presentar planos de foliación, el color fresco consiste en bandas gruesas de color blanco con presencia de partículas minerales rojizas y bandas más delgadas en colores grises a grises oscuros (Figura D.41). Presenta agrupaciones de granates de entre 1 a 2mm y presencia de minerales micáceos. El tamaño general de las partículas minerales no superan los 0,5mm.

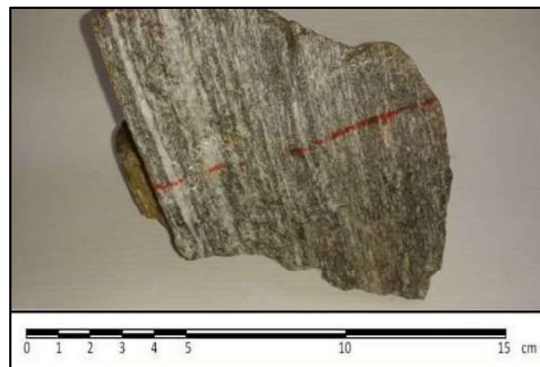


Figura D.41. Muestra de gneis Co-14-216AR, perteneciente al Gneis de La Aguadita en la zona de granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-216AR:** roca metamórfica tipo gneis con fábrica xenoblástica, texturas decusadas y de bordes redondeados. El granate es el mineral más abundante, en cristales euhedrales con aristas redondeadas, en algunos casos se presentan con inclusiones de pequeñas hojuelas de biotita (Figura D.42). El epidoto es el segundo mineral más profuso, seguido de cuarzo y plagioclasas. Los minerales opacos corresponden a plagioclasas que han sido saussuritizadas, quedando remanentes de ellas y observándose maclado polisintético. El apatito aparece en cantidades moderadas. Los clinopiroxenos han sido mayormente cloritizados (Figura D.43). Se hallaron pequeños cristales de allanita y magnetita. Los cristales de plagioclasas y

clinopiroxenos han sufrido prehnitización. La composición mineralógica de la roca consiste en: granate 25%, epidoto 18%, cuarzo 15%, plagioclasa 12%, clorita 12%, prehnita 10%, apatito 7% y cantidades inferiores al 1% de magnetita, allanita y biotita. La roca presenta un metamorfismo de alto grado, la mineralogía y el aspecto de los cristales indican que se encuentra en la facies de las granulitas. La roca se clasificó como *Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso*.

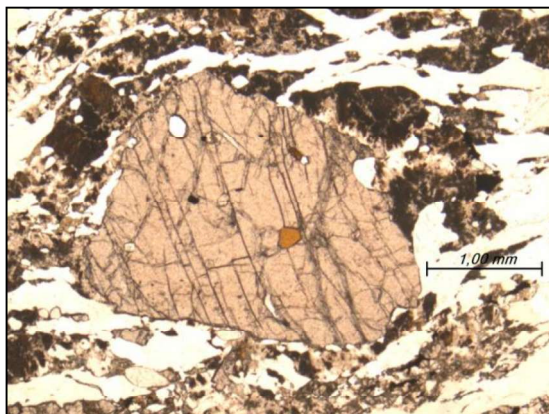


Figura D.42. *Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso*. Muestra Co-14-216AR. Cristal de granate con inclusiones y fracturamiento. Vista en nicóles paralelos.

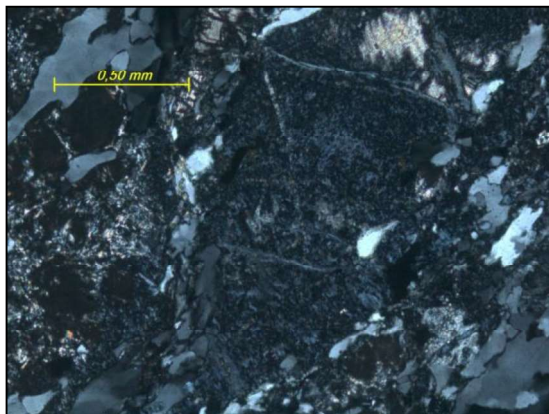


Figura D.43. *Gneis granatífero-epidótico-cuarzoso*. Muestra Co-14-216AR. Remanentes de un cristal totalmente alterado a clorita. Vista en nicóles cruzados.

#### Descripción de muestra de mano:

**Co-14-216BR:** roca dura, bien conservada. Posee color meteorizado pardo a anaranjado similar al óxido. Presenta como característica principal la abundante presencia de cristales de granate entre 0,5 y 7mm en una matriz blanquecina y agrupados en bandas (Figura D.44). Se observan zonas donde la coloración de matriz pasa a tonos más oscuros y los cristales de granate reducen su tamaño

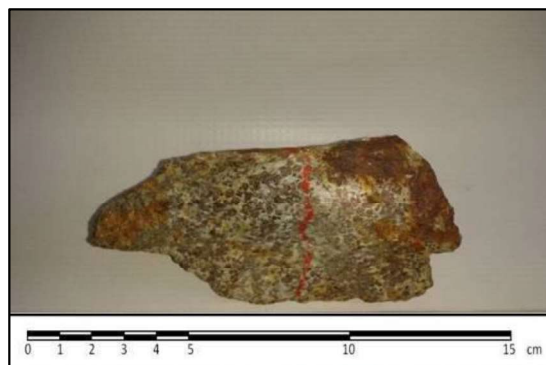


Figura D.44. Muestra de granofel Co-14-216BR, perteneciente al *Gneis de La Aguadita* en la zona de granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-216BR:** roca metamórfica tipo granofel con fábrica hipidioblástica, porfidoblástica, texturas de zonación, decusadas y bordes redondeados en cristales subhedrales. El granate es el mineral dominante, encontrándose en tamaños desde 7mm a 0,05mm, de forma aislada o en cúmulos, altamente fracturados por tensión, algunos poseen bordes de reacción con epidotización (Figura D.45). Le siguen en abundancia pequeños cristales subhedrales a anhedrales de plagioclasas, cuarzo y clorita, semejando una matriz granular cristalina (Figura D.46). Está compuesta mineralógicamente por: Granate 55%, Plagioclasas 20%, Cuarzo 15%, Epidoto 7% y Clorita 3%. La roca presenta un metamorfismo de alto grado, la mineralogía y el aspecto de los cristales indican que se encuentra en la facies de las granulitas. La roca se clasificó como *Granofel granatífero – plagioclásico - cuarzoso protocataclástico*.

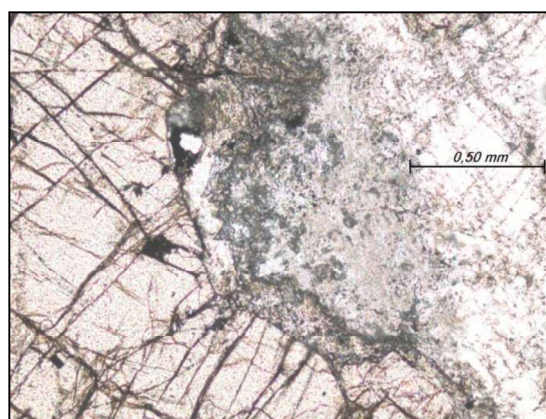


Figura D.45. *Granofel granatífero – plagioclásico - cuarzoso protocataclástico*. Muestra Co-14-216BR. Muestras de la epidotización en el borde de reacción de un cristal de granate. Vista en nicóles paralelos.

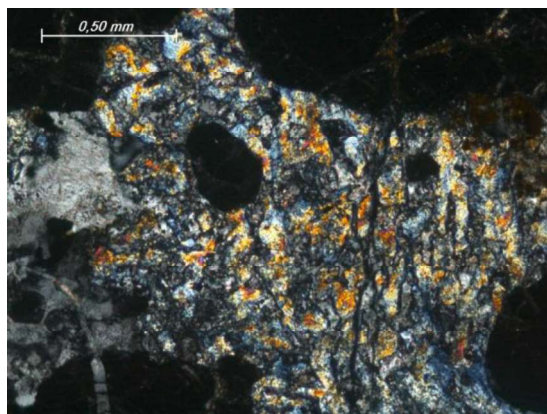


Figura D.46. Granofel granatífero – plagioclásico – cuarzoso protocataclástico. Muestra Co-14-216BR. Cristales de cuarzo y epidoto semejando una matriz entre los cristales de granate. Vista en nicóles cruzados.

#### Descripción de muestra de mano:

**Co-14-216DR:** la roca se observa como un esquisto de apariencia granular de colores muy oscuros. Presenta un color meteorizado que varía entre el pardo y anaranjado oscuro, con un color fresco gris oscuro con ligeros bandeamientos en tonos más claros (Figura D.47). Se observa la presencia de pequeños cristales de granate espaciados entre sí. Los cristales poseen un tamaño variable entre 0,1 y 0,9mm.

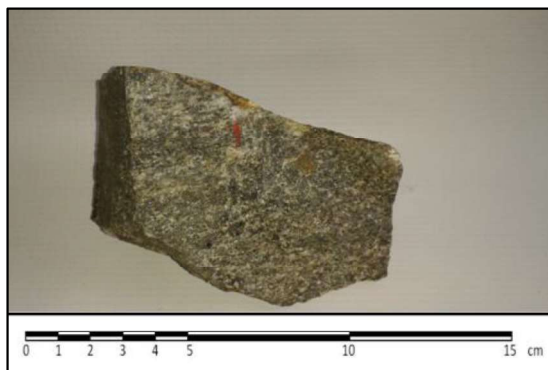


Figura D.47. Muestra de gneis Co-14-216DR, perteneciente al Gneis de La Aguadita en la zona de granulitas félsicas a ultramáficas (NPlad).

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-216DR:** roca metamórfica tipo gneis con texturas afieltradas, decusadas y con bordes redondeados. El granate es el mineral más abundante y sus cristales se presentan en forma subhedral. Le sigue en cantidad la augita en cristales anhedral muy fracturados que exhiben maclado polisintético y alteraciones (Figuras D.48 y D.49). El cuarzo se presenta en forma anhedral y con cristales redondeados, mientras que las plagioclasas muestran sus maclas deformadas; el

epidoto se observa como producto de la alteración de la augita y también en algunos bordes de reacción del granate. Pequeños cristales de zircón se encuentran dentro de cristales de granate, mientras que la zoisita se encuentra en pequeños agregados diminutos. La roca posee la siguiente composición mineralógica: granate 25%, augita 20%, cuarzo 20%, plagioclasa 18%, epidoto 14%, zoisita 3% y cantidades inferiores al 1% de zircón y apatito. La muestra exhibe un metamorfismo de grado alto, la mineralogía indica que se encuentra en la facies de las granulitas, clasificándose como *Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso*.



Figura D.48. Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso. Muestra Co-14-216DR. Cristal de augita con maclado polisintético. Vista en nicóles cruzados.

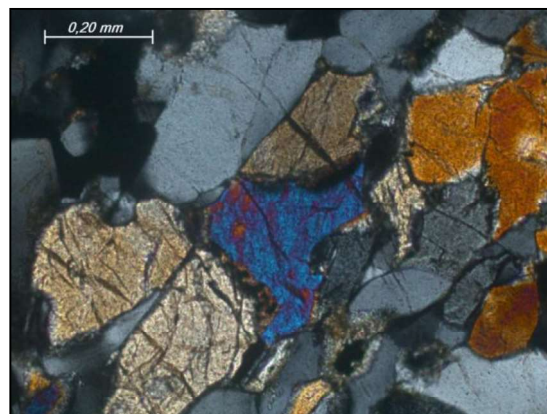


Figura D.49. Gneis granulítico granatífero-augítico-cuarzoso. Muestra Co-14-216DR. Cristales de Augita con cristales micáceos producto de alteraciones. Vista en nicóles cruzados.

Reconocimiento área de La Pica y La Montañita. 20/06/2014.

**Punto de observación: Co-14-217**

**Ubicación:** mina a cielo abierto abandonada al oeste del la localidad de La Pica.

**Unidad litológica:** Peridotita de Tinaquillo + Granulita con texturas miloníticas (tqa).

**Coordenadas:** UTM 564036 / 1097613.

**Observaciones de campo:** las rocas en afloramiento pertenecen a bloques visiblemente desprendidos de las montañas aledañas producto de la explotación del lugar como mina, hoy día abandonada (Figura D.50). Los bloques se presentan con vivas coloraciones entre azul y verde con serpentinización evidente. En su superficie se forman pequeñas capas de color verde claro por efecto de la meteorización. Los colores frescos varían entre el azul oscuro, verdes de varias tonalidades y grises oscuros. Debido al buen estado de conservación de la zona se tomaron las muestras Co-14-217AS y Co-14-217BS. En la zona se encontró un bloque con bandeamiento irregular, en los cuales se observaron cristales oscuros semiorientados en una matriz blanquecina, tomándose las muestras Co-14-217CR y Co-14-217DR. Para el estudio petrográfico fueron seleccionadas las muestras Co-14-217AS y Co-14-217DR.

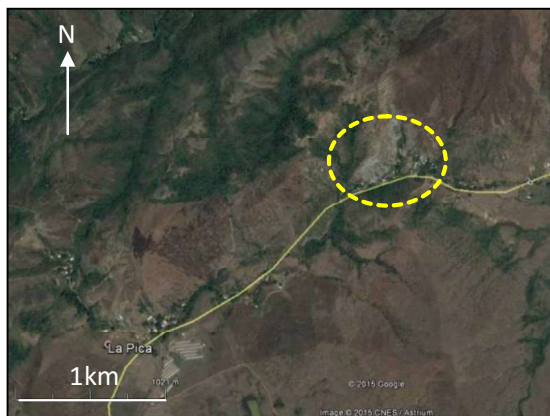


Figura D.50. Vista satelital del afloramiento de la Peridotita de Tinaquillo (tqa) en la mina abandonada (marcado en la elipse amarilla) en la vía hacia Tinaquillo, al noreste de la localidad de La Pica.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-217AS:** roca masiva con amplias vetas rellenas de material de alteración producto de la meteorización. Exhiben un color meteorizado blanzuzco y variaciones entre pardo y verde claro en forma de capas que pueden ser desprendidas con facilidad, en su color fresco se observan numerosas fracturas y vetas rellenas por minerales blanzuzcos

que surcan su interior, se observan cúmulos verde oliva que están bordeados de forma transicional por minerales de colores azulados a grises oscuros interrelacionados con la ocurrencia de las vetas (Figura D.51). Se observan algunas caras facetadas de los minerales.

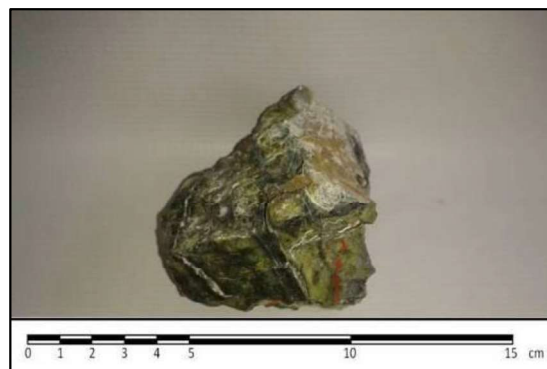


Figura D.51. Muestra Co-14-217AS, perteneciente a la Peridotita de Tinaquillo en la zona de granulitas con textura milonítica.

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-217AS:** consiste en una roca totalmente serpentinizada, con texturas de bordes redondeados, sombras pleocroicas y zonación. Durante la serpentinización, los cristales de olivino y ortopiroxenos fueron hidratados, reemplazados por serpentina. El aumento de volumen por produjo fisuras en las que cristalizó crisotilo y ópalo (Figura D.52). Los cristales poseen un tamaño entre 0,05 mm y 0,5 mm. Se observan cúmulos de minerales opacos (magnetita) en los bordes de las vetas y de los cristales reemplazados (Figura D.53). Está compuesta mineralógicamente por: serpentina 95%, minerales opacos 4% y ópalo 1%. La muestra analizada fue catalogada como *Serpentinita*, cuyo protolito fue una peridotita.

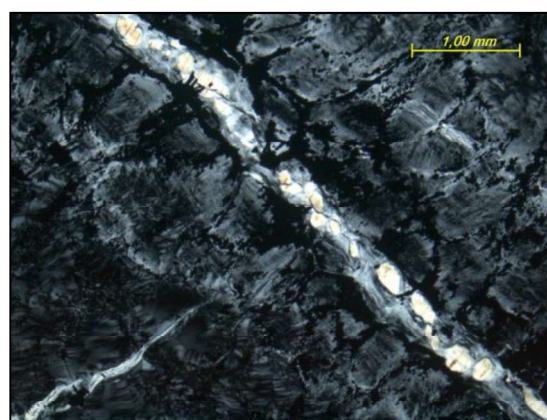


Figura D.52. Serpentinita. Muestra Co-14-217AS. Los minerales opacos son abundantes. Las vetas están rellenas por Ópalo. Vista en nicoles cruzados.



Figura D.53. Serpentinita. Muestra Co-14-217AS. Los minerales opacos son abundantes. Las vetas oscuras están rellenas por magnetita. Vista en nicoles cruzados.

#### Descripción de muestra de mano:

**Co-14-217DR:** roca masiva de aspecto granulítico de color meteorizado pardo amarillento. En el color fresco se diferencian gránulos verdes de diversas tonalidades ligeramente orientados en una matriz blanquecina a grisácea clara (Figura D.54). Los gránulos verdosos aparentan ser piroxenos, mientras que la matriz posee cierta textura semejante al talco, posiblemente alterada de su composición original.

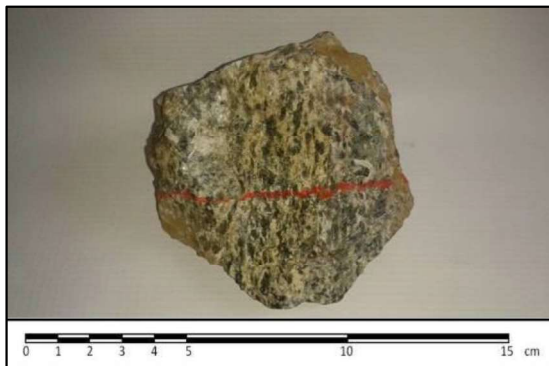


Figura D.54. Muestra Co-14-217DR, perteneciente a la Peridotita de Tinaquillo en la zona de granulitas con textura milonítica.

#### Descripción petrográfica:

**Co-14-217DR:** roca con remanentes de plagioclasa alterada, además de grupos arracimados de minerales opacos y porfidoclastos muy deformados de clinopiroxenos. La augita alterada subhedral presenta exsoluciones paralelas de lamelas muy finas y plegadas de ortopiroxenos, cristales anhedrales de epidoto y prehnita rodean a la augita (Figuras D.55 y D.56). La clorita es evidente en forma de agregados elongados así como el ópalo en pequeñas vetillas. Textura holocristalina fanerítica, mostrando texturas zonadas, con cristales

decusados y de bordes redondeados, variando su tamaño entre 0,05mm a más de 1mm en general, alcanzando en algunos casos tamaños de hasta 5mm. Su mineralogía consiste en: augita alterada 35%, minerales opacos 17%, plagioclasas alteradas 15%, prehnita 15%, epidoto 10%, clorita 5% y ópalo 3%. La roca presenta metamorfismo de alto grado, los cristales han sido deformados y triturados por altas presiones. La mineralogía y su aspecto indican que se encuentra en la facies de la granulita, siendo clasificada como *Gabro charnockítico cataclástico*.

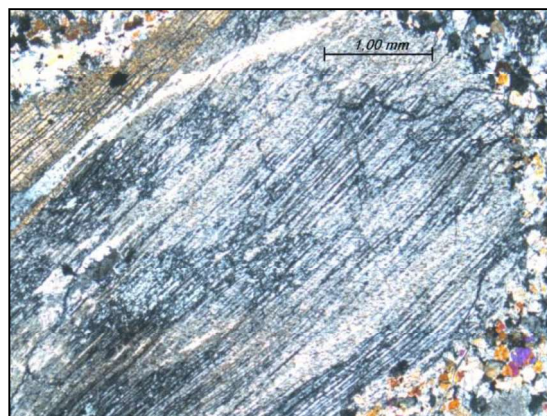


Figura D.55. Gabro charnockítico cataclástico. Muestra Co-14-217DR. El cristal central exhibe lamelas paralelas de exsolución, en los alrededores se denota epidotización. Vista en nicoles cruzados

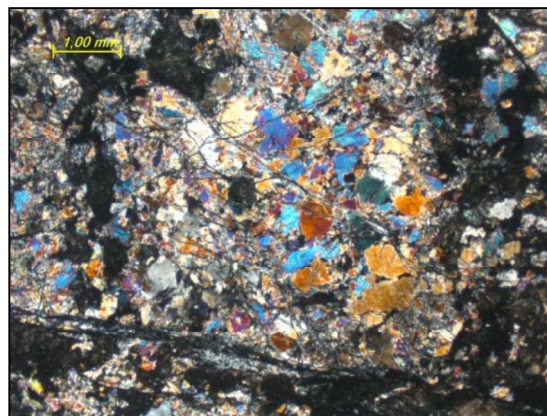


Figura D.56. Gabro charnockítico cataclástico. Muestra Co-14-217DR. Cristales prehnitizados y epidotizados, rodeados de minerales opacos producto de las alteraciones. Vista en nicoles cruzados

#### Punto de observación: Co-14-218

**Ubicación:** norte de la localidad de La Montañita

**Unidad litológica:** Gabros intrusivos en la Peridotita de Tinaquillo (JKg).

**Coordenadas:** UTM 564036 / 1097613.

**Observaciones de campo:** afloramiento abierto en colinas al borde de la vía hacia Casupo. Las rocas presentan un buen grado de conservación con color meteorizado pardo anaranjado. Las rocas presentan fracturamiento aunque no son fácilmente disgregables. En el lugar se tomaron las muestras Co-14-218A y Co-14-218B, siendo seleccionada para análisis petrográficos la muestra Co-14-218A.

**Descripción de muestra de mano:**

**Co-14-218A:** roca bien constituida y de alta dureza con color meteorizado pardo a pardo anaranjado y color fresco gris muy oscuro. Se observan pequeños cristales facetados en forma de agregados policristalinos embebidos dentro de una matriz oscura (Figura D.57). No posee indicios de materia orgánica ni material carbonático.



Figura D.57. Muestra Co-14-218A, perteneciente a la Peridotita de Tinaquillo en la zona de granulitas con textura milonítica.

**Descripción petrográfica:**

**Co-14-218A:** roca con textura milonitizada con grandes porfidoclastos de augita alterada y cristales anhedrales de rutilo. La augita presenta lamelas paralelas deformadas de ortopiroxenos dentro de sus cristales (Figura D.58), sin embargo no hay presencia de plagioclasas. Los cristales exhiben texturas decusadas, zonadas y bordes redondeados, sobre todo en las aristas de los cristales subhedrales de augita. Existen vetillas completamente rellenas por prehnita (Figura D.59). La composición mineral de la muestra consiste en: augita alterada 45%, prehnita 25%, minerales opacos 15%, feldespato k 13% y rutilo 2%. Tomando en cuenta el metamorfismo evidente y su reconocible protolito ígneo la roca se clasificó como una *Granulita máfica milonítica*.



Figura D.58. Granulita máfica milonítica. Muestra Co-14-218A. Cristal maclado y alargado de Augita de más de 1cm de largo, visible sin uso del microscopio. Se observan las lamelas paralelas de exsolución de ortopiroxenos dentro de dicho cristal. Vista en nicoles cruzados.



Figura D.59. Granulita máfica milonítica. Muestra Co-14-218A. Cristales de Prehnita con fisuras y vetillas rellenas por minerales opacos producto de la exsolución. Vista en nicoles cruzados.

# ANEXOS

Lista de la cartografía generada en el presente estudio:

1. Mapa geológico de La Victoria. 6446-II-SO.
2. Mapa geológico de Laguna Alta. 6446-II-SE.
3. Mapa geológico de Miraflores. 6445-I-NO.
4. Mapa geológico de La Aguadita. 6445-I-NE.
5. Mapa geológico de La Pica. 6545-IV-NO.
6. Mapa geológico de Las Tres Personas. 6445-I-SO.
7. Mapa geológico de Agua Amarilla. 6445-I-SE.
8. Mapa geológico de Curiepe. 6545-IV-SO.
9. Mapa geológico de La Amarilla. 6445-II-NO.
10. Mapa geológico de Tierra. 6445-II-NE. Escala 1:25.000.
11. Mapa geológico de La Aguadita. 6545-III-NO.
12. Mapa geológico de Las Cañadas. 6545-III-NE.
13. Mapa geológico de El Cacao. 6445-II-SO.
14. Mapa geológico de San Carlos. 6445-II-SE.
15. Mapa geológico de Tinaco. 6545-III-SO.
16. Mapa geológico de Las Peonías. 6545-III-SE.
17. Mapa geológico de Palmichal – San Carlos – Tinaco.