

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA DE LAS ARENISCAS DEL TERCIARIO
INFERIOR EN EL ORIENTE DE VENEZUELA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Crespo P., Franyelis A.
Para optar al Título
de Ingeniero Geólogo

Caracas, Septiembre 2021

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA DE LAS ARENISCAS DEL Terciario
INFERIOR EN EL ORIENTE DE VENEZUELA**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Lenin González

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Crespo P., Franyelis A.
Para optar al Título
de Ingeniero Geólogo

Caracas, Septiembre 2021

**ACTA DE DEFENSA
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

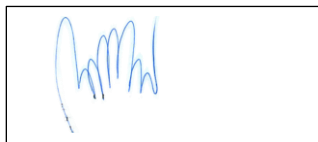
El día **08 de septiembre** del año en curso 2021 se realizó la defensa del Trabajo Especial de Grado de **Franyelis Crespo**, C.I:19627335, titulado: **CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA DE LAS ARENISCAS DEL Terciario inferior en el oriente de Venezuela**, para aspirar al título de Ingeniero Geólogo.

La defensa se inició a las **10:00 am** concluyó a las **12:00 pm**. Se realizó utilizando la aplicación **GOOGLE MEET**. Concluida la presentación oral fue cubierta la fase de preguntas del jurado. Posteriormente, mediante reunión virtual el jurado deliberó y acordó que la nota a ser asignada es de **Dieciocho (18) puntos**.

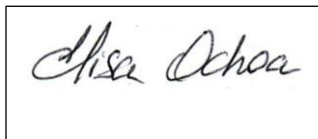
A los efectos de dar fe del acto académico de defensa del Trabajo Especial de Grado de **Franyelis Crespo**, se levanta la presente acta a los **08 de septiembre** del presente año 2021



Lenin González
Tutor y Coordinador del Jurado
CI12259380



Ricardo Alezones
Jurado
CI6891119



Elisa Ochoa
Jurado
CI11818535

DEDICATORIA

A mi tío Reinaldo Rodríguez, que aunque ya no esté físicamente conmigo, sé que desde el cielo está feliz celebrando.

Querido tío Rey, este triunfo también es tuyo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios y al Universo por sus infinitas bendiciones, por permitirme seguir adelante y nunca rendirme en lo que empecé.

A mis padres quienes con su amor y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. Los amo con mi vida.

A mis hermanas por su apoyo emocional.

A mi abuela Aida Rivas, por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado te amo.

A mi tía Coromoto y madrina Eva, quienes siempre tuvieron los mejores consejos y abrazos cada vez que lo necesitaba.

A Wladimir Díaz, por ser tan comprensivo y paciente, por su apoyo y amor. Gracias por ser parte de mi vida.

A mi Alma Mater, la Universidad Central de Venezuela, por haberme dado a oportunidad de formarme como Ingeniero en la Escuela de Geología, Minas y Geofísica y permitirme crecer de manera personal y profesional.

Al Prof. Lenin González, mi tutor académico, por su constante apoyo, sus enseñanzas, sus indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo de esta tesis.

Al Prof. Ricardo Alezones, por la ayuda brindada.

A mis amigos Giancarlo Zorrilla, Glaycer Martínez, Henry Cáceres y Nicolegnis Biasella con los que compartí dentro y fuera de las aulas. Aquellos amigos que se convirtieron en amigos de vida Paola Letta, Marian Guevara y José Miguel Luna y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y cariño.

Agradecida con todos los amigos y compañeros de Geología, Minas y Geofísica.

RESUMEN

Crespo P., Franyelis A.

**CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA DE LAS ARENISCAS DEL Terciario
INFERIOR EN EL ORIENTE DE VENEZUELA**

**Tutor Académico: Prof. Lenin González. Caracas U.C.V. Facultad de Ingeniería.
Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2021, N° pág. 161.**

Palabras claves: Terciario Inferior, Los Jabillos, Vidoño, Caratas, Análisis modal, Diagénesis, Atlas petrográfico, Procedencia.

Actualmente en Venezuela no existe una relación entre las formaciones geológicas del Terciario Inferior, a nivel de litología, diagénesis de arenisca y evolución tectonoestratigráfico por lo cual, la zona de estudio fue seleccionada con el fin de realizar un trabajo integrado en cuanto a esta relación; por tal motivo, se realizó una caracterización petrográfica de las areniscas del Terciario Inferior de la zona oriental de Venezuela. Se seleccionaron 36 muestras, a las cuales se les efectuó un análisis petrográfico convencional que consistió en determinar los componentes principales: grano, matriz, cemento, porosidad y efectos diagenéticos, mediante la clasificación de los triángulos de Pettijohn, Potter y Siever (1973); posteriormente se desarrolló un análisis modal a 10 muestras, determinando los porcentajes de los elementos minerales, usando los triángulos de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), con el fin de obtener la procedencia. Para concluir, la columna litoestratigráfica de la zona de estudio, que incluye las formaciones Los Jabillos, Caratas y Vidoño ha sido afectado por procesos diagenéticos e influenciada por la fuente de depositación de los sedimentos según su procedencia, por tal motivo se generó un modelo diagenético según Surdam (1989) y un modelo Tectonoestratigráfico según (Dickinson y

Suczek, 1979) y Dickinson *et al*; (1983), la integración de los dos modelos, pudo corroborar la coincidencia entre la litología en la cual predominan areniscas cuarzosas y la procedencia de las mismas que provienen de un basamento expuesto en este caso sería del Cratón de Guayana. La elaboración del atlas petrográfico de areniscas del Terciario Inferior (Formaciones Caratas, Vidoño y Los Jabillos), presenta de manera generalizada las descripciones petrográficas y diagenéticas de las muestras estudiadas en cada formación.

ÍNDICE
Tabla de contenido

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Ubicación del área de estudio	2
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos de la Investigación	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Alcances y Limitaciones.....	5
1.6. Antecedentes.....	5
1.6.1. Antecedentes Vinculados al Área de Estudio.....	5
1.6.2. Antecedentes Vinculados a la Metodología	7
CAPÍTULO II.....	9
GEOLOGÍA REGIONAL	9
2.1. Generalidades	9
2.2. Tectónica Regional	15
2.2.1. Fase Pre- Rift	16
2.2.2. Fase de Rift.....	16
2.2.3. Fase de Margen Pasivo.....	17
2.2.4. Fase de Colisión Oblicua.....	18
2.3. Estratigrafía Regional	20
2.4. Historia Depositacional	24
2.5. Geología Local	25
2.5.1. Estratigrafía Local	26
2.5.2. Tectónica Local	30
CAPÍTULO III	31
MARCO TEÓRICO	31
3.1. Análisis Petrográfico	31
3.2. Clasificación de las Areniscas	31
3.2.1. Clasificación de Pettijohn, Potter y Siever 1987	32

3.2.2. Procedimiento para utilizar la clasificación de Pettijohn, Potter y Siever 1987.	33
3.3. Importancia de la Diagénesis de Areniscas	35
3.4. Etapas Diagenéticas	35
3.5. Análisis de Procedencia.....	36
CAPÍTULO IV	43
MARCO METODOLÓGICO	43
4.1. Método de Trabajo.....	43
ETAPA I: Recopilación Bibliográfica.....	44
ETAPA II: Etapa de Oficina.....	44
ETAPA III: Integración y Discusión de los Resultados	46
CAPÍTULO V	48
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
5.1. Análisis Petrográfico	48
5.2. Componentes principales de Areniscas y Grauvacas	48
5.2.1. Granos.....	49
5.2.4. Porosidad	62
5.3. Clasificación de las muestras.....	65
5.3.1. Clasificación de Litotipos según la formación	67
5.3.1.1. Formación Caratas.....	67
5.3.1.2. Formación Vidoño.....	69
5.3.1.3. Formación Los Jabillos.....	70
5.5.2. Clasificación de Litotipos según Pettijohn, Potter y Siever (1987).....	72
5.5.2.1. Arenisca Cuarzosa	72
5.5.2.2. Sublitarenita.....	74
5.5.2.3. Subarenita Feldespática	75
5.5.2.4. Waca Cuarzosa	76
5.5.2.5. Waca Feldespática	77
5.3. Procesos Diagenéticos	79
5.3.1. Compactación	79
5.3.2. Cementación	80
5.3.3. Disolución.....	80
5.3.4. Alteración	80
5.3.6. Presión-Solución.....	81
5.4. Etapas Diagenéticas.....	83

5.6. Ambiente Tectónico y Procedencia.....	89
5.6.1. Qt-L-F.....	89
5.6.2. Qm-Lt-F.....	91
5.6.3. Qp-Ls-Lv	92
5.7. Discusión de los resultados de Procedencia	94
5.8. Integración de los modelos Diagenético y Tectonoestratigráfico	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
APENDICE: ATLAS PETROGRÁFICO DE ARENISCAS DEL TERCIARIO INFERIOR (FORMACIONES CARATAS, VIDOÑO Y LOS JABILLOS.....	110

 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Área de Estudio.....	3
Figura 2.1. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Paleoceno Tardío (Pindell y Kennan, 2001).	10
Figura 2.2. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Eoceno Medio (Pindell y Kennan, 2001).	11
Figura 2.3. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Oligoceno (Pindell y Kennan, 2001).	12
Figura 2.4. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Mioceno Tardío (Pindell y Kennan, 2001)	13
Figura 2.5. Límites de la Cuenca Oriental de Venezuela. Abreviaciones: AF = Falla de Anaco; EPF = Falla del Pilar; SERR. INT = Serranía del interior; UF = Falla de Urica; SFF = Falla de San Francisco. Esquema No Escalado (Tomado de León y Vielma, 2006).....	14
Figura 2.6. Corte Geológico regional que muestra la cuenca antepaís flexurada (<i>foreland</i>) asociada al tramo de costa transpresional hacia el este de Venezuela (Yoris y Ostos, 1997).	15
Figura 2.7. Síntesis gráfica de la evolución de la Cuenca Oriental de Venezuela, mostrando los eventos tectónicos generales desde el Mesozoico hasta el presente; en la etapa de margen pasivo y de generación de <i>foreland</i> . (Tomado y Modificado de Summa <i>et al.</i> , 2003).....	16
Figura 2.8. Corte Geológico de la Cuenca Oriental de Venezuela, que ilustra la Provincia Autóctona desde el eje de la cuenca hacia el río Orinoco en el sur y parte de la Provincia Alóctona desde el eje hacia el norte (tomado de León y Vielma, 2006).....	19
Figura 2.9. Cuadro de Correlación del Oriente de Venezuela. (Tomado L.E.V).....	21
Figura 2.10. Columna Estratigráfica Generalizada de la Fm Caratas, reconstruida a partir de los trabajos previos de (López, 1981; Cisneros y López, 1986 y Hernández y Luna, 1986), donde las muestras An pertenecen a Hernández y Luna (1986), las Mo son de Cisneros y López (1986) y las BNA son de López (1981).....	26
Figura 2.11. Columna Estratigráfica Generalizada de la Fm Vidoño, reconstruida a partir de los trabajos previos de (Cisneros y López, 1986; y Hernández y Luna, 1986), donde las muestras An pertenecen a Hernández y Luna (1986) y las muestras Mo son de Cisneros y López (1986).....	27
Figura 2.12. Columna Estratigráfica Generalizada de la Fm Los Jabillos. , reconstruida a partir del trabajo previo de (Hernández y Luna, 1986) del cual pertenecen las muestras An.	28
Figura 2.13. Histograma de frecuencia, para las diferentes formaciones y su distribución de litofacies.	29

Figura 2.14. Mapa Geológico en el cual se observan las estructuras geológicas y ubicación de las muestras analizadas (Tomado y Modificado de Hackey <i>et al.</i> 2006).	30
Figura 3.1. Clasificación de las areniscas (Pettijohn <i>et al.</i> , 1987).....	34
Figura 3.2. Muestra el diagrama Q-F-L tomando en cuenta todos los tipos de cuarzo incluyendo ftanita, representando areal y porcentualmente los diferentes tipos y subtipos de zonas de procedencias mineralógicas (Tomado y modificado de Dickinson <i>et al.</i> , 1983)...	37
Figura 3.3. Muestra el diagrama Qm-F-Lt tomando en cuenta solo el cuarzo monocristalino, sin incluir la ftanita, representando areal y porcentualmente los diferentes tipos y subtipos de zonas de procedencias mineralógicas. (Tomado y modificado de Dickinson, 1985).	38
Figura 3.4. Diagrama Qp-Lv-Ls (Tomado y Modificado de Dickinson y Suczek, 1979) ..	39
Figura 3.5. Distribución tectónica en función de los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979).....	41
Figura 4.1. Diagrama de flujo de la metodología empleada.....	43
Figura 4.2. a) Secciones finas y b) Microscopio petrográfico.....	45
Figura 4.3. Planilla para la descripción petrográfica de las muestras de areniscas.	46
Figura 5.1. Fotomicrografía de cuarzo monocristalino subredondeados a subangulares, muestra Mo-615.....	49
Figura 5.2. Fotomicrografía de cuarzo policristalino subredondeados, señalado con la flecha roja, muestra Mo-616.....	50
Figura 5.3. Fotomicrografía de plagioclasa tipo albita, subangulosa, muestra AN-284B-85.	51
Figura 5.4. Fotomicrografía de microclino, subredondeado, muestra AN-284B-85.....	51
Figura 5.5. Fotomicrografía fragmento de roca tipo chert, subanguloso, muestra AN-223-85.	52
Figura 5.6. Fotomicrografía fragmento de roca volcánica señalada con la flecha roca, muestra AN-334A-85.	53
Figura 5.7. Fotomicrografía fragmento de arenisca cuarzosa, muestra Mo-579.....	54
Figura 5.8. Fotomicrografía de grano detrítico de moscovita, alargada, muestra AN-223-85.	54
Figura 5.9. Fotomicrografía de glauconita subredondeado señalada con la flecha roja, muestra Mo-616.....	55
Figura 5.11. Fotomicrografía de mineral de hierro tipo goehtita, muestra AN-275-85.	57
Figura 5.12. Fotomicrografía de matriz calcárea, muestra Mo-578.....	57
Figura 5.13. Fotomicrografía matriz de óxido de hierro, muestra Mo-553.....	58
Figura 5.14. Fotomicrografía de matriz de arcilla, muestra AN-220A-85.....	59
Figura 5.15. Fotomicrografía de cemento de sílice señalado con la flecha roja, muestra Mo-476.	60

Figura 5.16. Fotomicrografía de cemento de mineral de hierro, en la que se observa recubrimiento de goetita, identificado con las flechas rojas, muestra AN-284C-85.....	61
Figura 5.17. Fotomicrografía de cemento carbonático presentado como parche , muestra Mo-604.	61
Figura 5.18. Fotomicrografía de porosidad interpartícula, muestra Mo-579.	62
Figura 5.19. Fotomicrografía de porosidad tipo moldica señalada con las flechas rojas, ... muestra BNA-470.....	63
Figura 5.20. Fotomicrografía de porosidad tipo <i>vuggy</i> señalada con las flechas rojas, muestra BNA-467.....	63
Figura 5.21. Clasificaciones de areniscas obtenidas en la Formación Caratas.	68
Figura 5.22. Muestra de arenisca cuarzosa de la Formación Caratas.....	68
Figura 5.23. Clasificaciones de areniscas obtenidas en la Formación Vidoño.	70
Figura 5.24. Muestra de Sublitarenita de la Formación Vidoño.	70
Figura 5.25. Clasificaciones de areniscas obtenidas en la Formación Los Jabillos.	71
Figura 5.26. Muestra de Arenisca Cuarzosa de la Formación Los Jabillos.	72
Figura 5.27. Muestras de Areniscas cuarzosas halladas en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).	73
Figura 5.28. Muestras de Sublitarenita halladas en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).	74
Figura 5.29. Muestra de Subarenita feldespática hallada en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).	75
Figura 5.30. Muestras de Wacas cuarzosas halladas en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).	76
Figura 5.31. Muestra de Waca feldespática hallada en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).	78
Figura 5.32. Evidencia de contacto grano-matriz (flecha roja), longitudinal (flecha amarilla) y cemento de sílice (CSi), muestra AN-220A-85, Formación Caratas.....	84
Figura 5.33. Evidencia de disolución total de feldespato (flecha roja), muestra BNA- 462, Formación Caratas.....	84
Figura 5.34. Cuadro paragenético de la Formación Caratas. (Tomado y modificado de Surdam <i>et al.</i> , 1989).	85
Figura 5.35. Cuadro paragenético de la Formación Vidoño. (Tomado y modificado de Surdam <i>et al.</i> , 1989).	86
Figura 5.36. Cuadro paragenético de la Formación Los Jabillos. (Tomado y modificado de Surdam <i>et al.</i> , 1989).	86
Figura 5.37. Distribución generalizada de litofacies y sus diferentes procesos principales.	88

Figura 5.38. Diagrama Qt-L-F, muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson <i>et al.</i> , (1983).	90
Figura 5.39. Diagrama Qm-Lt-F, muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson <i>et al.</i> , (1983). ...	91
Figura 5.40. Diagrama Qp-Ls-Lv, muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson <i>et al.</i> , (1983). ...	93
Figura 5.41. Mapa Paleogeográfico, Fuentes de los detritos depositados en el área de estudio durante el Terciario Inferior (la ubicación de la placa Caribe es del Eoceno). Modificado de González de Juana <i>et al.</i> , 1980.	95
Figura 5.42. Distribución generalizada de litofacies y sus diferentes clasificaciones.....	97

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 3.1. Valores correspondiente a cada tipo de roca, tomando en cuenta la clasificación de (Pettijohn <i>et al.</i> , 1987).	34
50<C<95	34
Tabla 3.2. Principales tipos de procedencias y características composicionales de las arenas asociadas. (Modificado de Dickinson, 1985).	42
Tabla 5.1. Muestras que contienen cuarzo monocristalino.....	49
Tabla 5.2. Muestras con cuarzo policristalino	50
Tabla 5.3. Muestras con plagioclasa.....	51
Tabla 5.4. Muestras con microclino	51
Tabla 5.5. Muestras con Fragmento de roca (Chert)	52
Tabla 5.6. Muestras con fragmento de Roca Volcánica	53
Tabla 5.7. Muestras con fragmento de arenisca cuarzosa.	53
Tabla 5.8. Muestras con mineral de moscovita	54
Tabla 5.9. Muestras con mineral de glauconita	55
Tabla 5.10. Muestras con zircón.....	55
Tabla 5.11. Muestras con óxido de hierro	56
Tabla 5.12. Muestras compuestas por Matriz Calcárea.....	57
Tabla 5.13. Muestras compuestas por Matriz de Hierro.....	58
Tabla 5.14. Muestras compuestas por Matriz de Arcilla.	58
Tabla 5.15. Muestras con Cemento de Sílice	59
Tabla 5.16. Muestras con Cemento de Hierro	60
Tabla 5.17. Muestras compuestas por Cemento Calcáreo.	61
Tabla 5.18. Muestras con Porosidad.....	62
Tabla 5.19. Resumen de los componentes principales observadas en las muestras de estudio.....	64
Tabla 5.20. Muestras seleccionadas para el Análisis Modal	65
Tabla 5.21. Clasificación de las muestras en las formaciones estudiadas, según Pettijohn, Potter y Siever (1987).....	66
Tabla 5.22. Muestras analizadas como Areniscas cuarzosas.....	72
Tabla 5.23. Muestras analizadas como Sublitarenita.....	74
Tabla 5.24. Muestras analizadas como Subarenita feldespática.....	75

Tabla 5.25. Muestras analizadas como Waca cuarzosa.....	76
Tabla 5.26. Muestras analizadas como Waca feldespática.....	77
Tabla 5.27. Resumen de los procesos diagenéticos observados en las muestras de estudio	82
Tabla 5.28 Abundancia de conteo de minerales ligeros (datos composicionales) de 10 muestras de areniscas en láminas delgadas.	89
Tabla 5.29. Tabla resumen de los cálculos de procedencia según los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson <i>et al.</i> , (1983) y su correlación con la tabla resumen de litotipos, en función de los parámetros de Pettijohn, Potter y Siever (1987).	96
Tabla 5.30. Tabla de integración de los modelos Diagenético y Tectonoestratigráfico....	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1. Distribución porcentual de los litotipos obtenidos, clasificadas según los parámetros de Pettijohn, Potter y Siever (1987).....	67
Gráfico 5.2. Distribución porcentual de los litotipos en la Formación Caratas.....	67
Gráfico 5.3. Distribución porcentual de los litotipos en la Formación Vidoño.....	69
Gráfico 5.4. Distribución porcentual de los litotipos en la Formación Los Jabillos.	71
Gráfico 5.5. Distribución porcentual de las muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson et al., (1983), para diagrama triangular Qt-L-F.....	90
Gráfico 5.6. Distribución porcentual de las muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson et al., (1983), para diagrama triangular Qm-Lt-F.	92
Gráfico 5.7. Distribución porcentual de las muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson <i>et al.</i> , (1983), para diagrama triangular Qp-Ls-Lv.....	93

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto presenta en primer lugar la revisión e integración petrográfica de las formaciones Caratas, Vidoño y Los Jabillo, como marco para el análisis petrográfico en donde se analiza la composición de sus areniscas y se propone una caracterización de las áreas de procedencia para las mismas.

Inicia con un estudio petrográfico detallado donde se determinan componentes principales como: grano, matriz, cemento y porosidad, bajo la clasificación de Pettijohn, Potter y Siever (1973), posteriormente se determinó los procesos diagenéticos como: compactación, presión- solución, cementación, disolución y alteración.

Estos estudios se complementaron con el análisis modal, el cual fue determinado mediante un conteo sistemático del cual se establecieron los porcentajes de elementos minerales de las muestras, para luego usar los triángulos de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, 1983, los cuales relacionan las variables cuarzo, feldespato y fragmento de rocas con el fin de interpretar la procedencia.

Una arenisca consta en primer lugar de un esqueleto, es decir la porción de arena detrítica y de vacíos, que son poros o espacios huecos del esqueleto (Pettijohn, 1949). En la actualidad las propiedades de una arenisca, que parecen significativas, son las que reflejan el carácter de las rocas de origen (Pettijohn, 1949).

Las arenas y las areniscas pueden dividirse en dos grandes grupos sobre la base del material cementante (Pettijohn, 1949). Un grupo se mantiene unido mediante cemento mineral, es decir, material precipitado introducido que llena los espacios de los poros entre los granos; el otro grupo es ligado mediante un detrito intersticial primario de grano o matriz o de naturaleza arcillosa a los derivados autógenos de ellos (Pettijohn, 1949).

1.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicadas entre los estados Anzoátegui (municipios Simón Bolívar, Juan Antonio Sotillo y Pedro María Freites) y Monagas (municipios Cedeño y Acosta), cubriendo una extensión aproximada de 407,8 km² (Ver figura 1.1).

Limita al norte con las carreteras de Puerto La Cruz-El Tigre-San Diego y la carretera de Cumanacoa-Guatama-Guanaguana-Cumaná; las poblaciones más cercanas que se pudo son en el estado Anzoátegui (Pozuelos, Vidoño, Putucual, entre otros), en el estado Sucre (Montaña Negra, Las Culatas, Neverí de las Cabeceras, Yaque, Las Carapas, entre otros) y en el estado Monagas (Rosa Cruz, La Chaguarama, Las piñas, entre otros).

Al sur con la carretera Barcelona, Carretera Los Pozos-San Juan-Loma del Viento-Cañafistola y Carretera El Rischerero, Hato Rancho Grande; La poblaciones más cercanas son en el estado Anzoátegui (Barcelona, Los Montones, El Eneal, Las Palomas, entre otros) y en el estado Monagas (Chaguaramas, Buenos Aires, Buena Vista, El Arbolito, La Ceiba, entre otros).

Por el este con la carretera Jusepín-Caicara-Guanaguana, Carretera Guanaguana-Caripe y la carretera de Cumanacoa-Guatama-Guanaguana; las poblaciones más próximas son en el estado Monagas (Las Piñas, La Chaguarama, Los Caballos, entre otros).

Mientras que al oeste limita con el Mar Caribe y la Autopista Piritu-Barcelona; las poblaciones más cercanas son en el estado Anzoátegui (Las Garzas, Lecherías, entre otros).

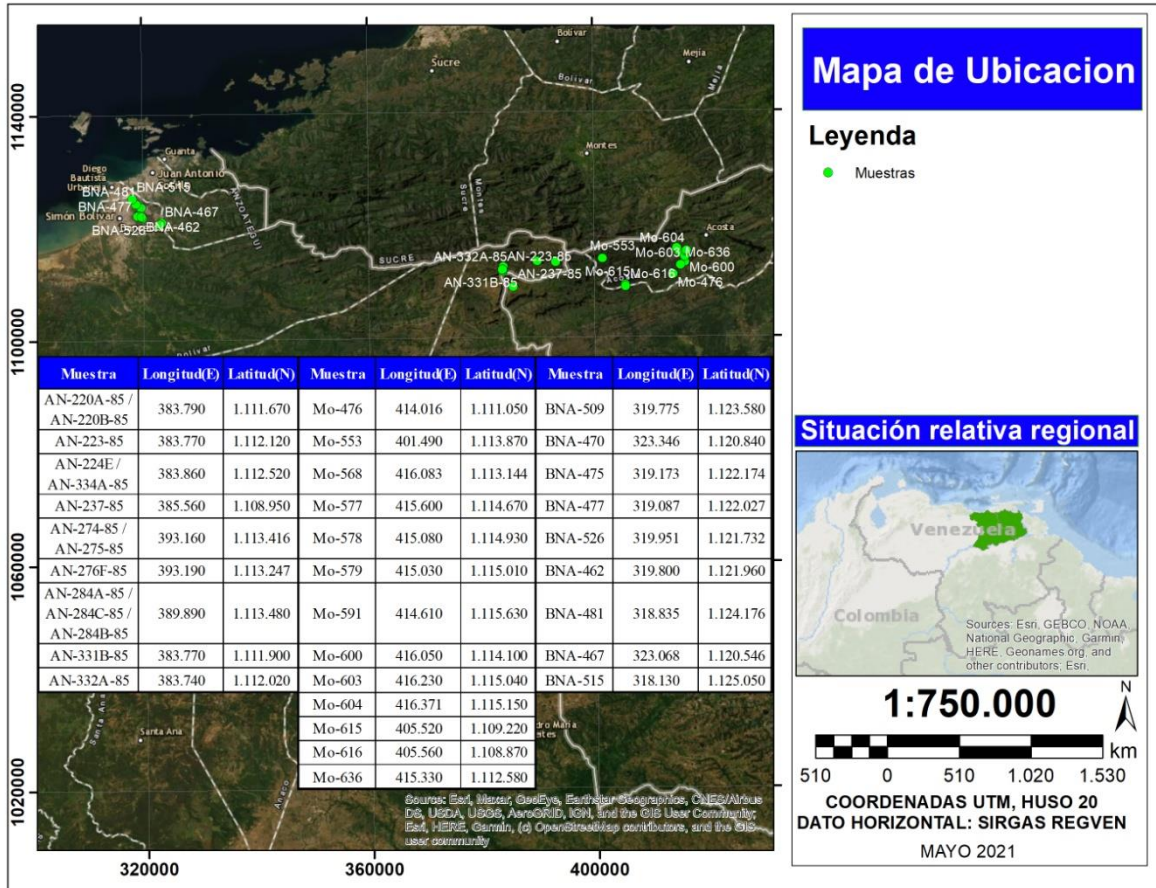


Figura 1.1. Área de Estudio.

1.2. Planteamiento del Problema

Para el estudio de la sedimentación cenozoica venezolana conviene distinguir un ciclo de especial importancia que comprende el Paleoceno, el Eoceno inferior y el Eoceno medio, separado de un segundo ciclo que comienza en el Eoceno superior (González de Juana *et al.*, 1980). Este ciclo sedimentario, que denominaremos el Ciclo Terciario Inferior, representa la sedimentación de una regresión marina debida a la Orogénesis del final del Cretácico (González de Juana *et al.*, 1980).

Existen numerosos trabajos de formaciones geológicas con areniscas dentro del Terciario Inferior, pero no hay una relación entre la litología, diagénesis de arenisca y la evolución tectonoestratigráfica; por tal motivo la zona de estudio fue seleccionada con el fin de

realizar un trabajo integrado en cuanto a esta relación y se pretende representar a través de un atlas las características de cada una de las formaciones de estudio.

1.3. Justificación

El propósito de este trabajo de investigación es caracterizar petrográficamente las areniscas del Terciario Inferior en el oriente de Venezuela; para ello, se intenta realizar una cartografía de las areniscas a través del estudio de secciones finas de distintas muestras obtenidas en el campo que permita conocer o determinar las condiciones ambientales bajo las cuales se depositaron.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar petrográficamente las areniscas del Terciario Inferior de la zona oriental de Venezuela.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Establecer los parámetros mineralógicos y texturales de las areniscas del Terciario Inferior a través de secciones finas.
2. Clasificar los tipos de areniscas presentes según diagrama de Pettijohn, Potter y Siever 1987 y Dickinson y Suczek 1979.
3. Determinar los procesos diagenéticos presentes en las areniscas del Terciario Inferior en el oriente de Venezuela.
4. Relacionar los eventos diagenéticos con la génesis tectonoestratigráfica del Terciario Inferior.
5. Desarrollar un atlas petrográfico de las areniscas del Terciario Inferior en el oriente de Venezuela.

1.5. Alcances y Limitaciones

Con el desarrollo de este trabajo se espera profundizar en el análisis sedimentológico de las areniscas presentes en un sector de la Cuenca Oriental de Venezuela, esto permitirá conocer aún más sobre los sedimentos que se depositaron en dicha cuenca; además, contribuirá con un atlas que mostrara las características mineralógicas y texturales de las secciones finas estudiadas. Como limitación para la realización de este proyecto se establece las condiciones físicas en que se encuentren las muestras (secciones finas) a estudiar.

1.6. Antecedentes

De acuerdo a la investigación bibliográfica realizada, se presentan a continuación una serie de trabajos previos de diversos autores que emplearon análisis sedimentológico para estudiar procesos geológicos, al igual que algunos autores que trabajaron sobre la zona de estudio:

1.6.1. Antecedentes Vinculados al Área de Estudio

- **Amos (1964):** Propone para la Cuenca Oriental de Venezuela una terminología estratigráfica más clara y más concisa. Esta nueva terminología se presenta en forma de seis cuadros de correlación, cuatro en dirección norte-sur atravesando el eje de la cuenca. En estos cuadros sólo se han empleado 42 nombres de formaciones y grupos. Mediante el uso de estos 42 términos estratigráficos es posible describir y analizar con exactitud y en debida forma la secuencia estratigráfica de la Cuenca Oriental de Venezuela.
- **López (1981):** Realizó un estudio geológico de superficie, así como las características hidrogeológicas en la cordillera oriental al este de Barcelona, Edo Anzoátegui, también estudio un conjunto de rocas sedimentarias de edad Cretáceo y Terciario, las cuales fueron clasificadas según diagrama de Pettijohn, Potter y Siever 1987.

- **Carrizales y Guerrero (1986):** Estudiaron la geología de la zona ubicada al sureste de Cumanacoa-Interior; también identificaron rocas sedimentarias de edad cretácica, con posibles extensión al Eoceno medio, representados por las formaciones Barranquín, El Cantil, Chimana, San Antonio, San Juan y Vidoño.
- **Cisneros y López (1986):** Realizaron un estudio estratigráfico, sedimentológico y estructural de una zona ubicada al oeste de la población de San Antonio de Maturín en el estado Monagas que representa una parte del flanco sur de la Serranía del Interior. Allí afloran rocas sedimentarias (clásticas y carbonáticas) de edad Cretáceo-Terciario Inferior, pertenecientes a las formaciones El Cantil, Querecual, San Antonio, San Juan, Vidoño y Caratas. Luego de interpretar los estudios lito y bioestratigráficos se elaboró la columna estratigráfica generalizada, carta faunal, carta batimétrica y un mapa geológico-estructural.
- **Hernández y Luna (1986):** Realizaron un estudio geológico en una zona situada al noreste de la población Mundo Nuevo, entre los estados Anzoátegui y Monagas, correspondiente al flanco sur de la Serranía del Interior Oriental de Venezuela. En esta zona afloran rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario, representadas por las formaciones El Cantil, Querecual, San Antonio, San Juan, Vidoño y Caratas. A partir de la interpretación de la información obtenida elaboraron un mapa geológico estructural, columna estratigráfica generalizada, carta faunal y cortes geológicos.
- **Rojas (1986):** Estudió la composición de las areniscas de la Formación Caratas del oriente de Venezuela, perteneciente al Grupo Santa Anita, también interpreto el ambiente tectónico de sedimentación en relación a la composición mineralógica.
- **Di Croce (1999):** Estudió la cuenca oriental de Venezuela a través de la estratigrafía secuencial en sedimentos tanto costa afuera como continentales, proponiendo un modelo de evolución geodinámico para dicha cuenca.

1.6.2. Antecedentes Vinculados a la Metodología

- **Yoris (1989):** Propone y desarrolla un método para el análisis petrográfico por conteo modal en rocas clásticas, sin importar el tamaño de grano presente, siempre y cuando sea posible identificar la composición mineral. El mismo crea una serie de rutinas computacionales que abarcaron de manera sistemática parámetros modales que permitieron graficar de forma sencilla y automática los diagramas ternarios de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.* (1983).
- **Ascanio y Hung (1992):** Presentaron un trabajo orientado desde el punto de vista paleoambiental (sedimentario y tectónico), de una secuencia Cretácico-Terciario ubicada en el Flanco Norandino a través de secciones ubicadas en las regiones de El Vigía-Estánquez, Zea-La Polvorosa, en el estado Mérida. Del análisis modal de las areniscas, obtuvieron el grado de escogimiento el cual depende del tamaño de grano de las muestras, ya que la dispersión aumenta a medida que aumenta el tamaño de grano. Utilizando la clasificación de Dickinson, *et al.* (1983) de procedencia tectónica fue posible determinar para las unidades clásticas analizadas, el ambiente tectónico y probables fuentes de sedimentos que controlaron su formación, tomando en cuenta que estos resultados son influenciados a su vez por condiciones dominantes locales (paleogeográficas, paleoclimáticas, etc.).
- **Coello (2012):** En su trabajo estudió una sección de la Faja Piemontina parte de la Serranía del Interior de la Cordillera de La Costa, al centro-norte de Venezuela; específicamente estudio una franja de 20 a 30 km de ancho de las espesas secuencias de flysch de la formación Guárico que aflora desde Boca de Uchire en el estado Anzoátegui hasta la ciudad de San Carlos en el estado Cojedes. Con el fin de dar soporte a los estudios previos realizados respecto a los tipos de rocas que constituyeron las posibles fuentes de sedimentos para el depocentro de la cuenca antepaís en la que se depositó

dicha unidad durante el Maastrichtiense-Eoceno temprano, se realizó el estudio a lo largo de toda su extensión geográfica para generar un modelo evolutivo tectono-estratigráfico. Para generar el mencionado modelo realizó el análisis modal de 20 muestras de arenisca de tamaño de grano medio a grueso y los resultados fueron vaciados en los diagramas ternarios de procedencia propuestos por (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.* (1983).

- **Mora (2013):** Realizó un estudio geológico integrado a través de la caracterización petrográfica, sedimentológica y geoquímica con la finalidad de interpretar la procedencia y ambiente tectónico en los sedimentos de la sección basal del pozo Sol-6 ubicado en el campo Urdaneta, cuenca de Maracaibo. Para este estudio se realizó una descripción macroscópica del núcleo Sol-6 del cual se establecieron tres facies; también se realizó un análisis petrográfico visual y modal, del cual se obtuvo la clasificación de las muestras bajo la clasificación de los triángulos de Pettijohn, Potter, y Siever (1987). La interpretación de la procedencia y ambiente tectónico se realizó mediante los diagramas de discriminación para ambientes tectónicos de (Dickinson y Suczek, 1979).

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA REGIONAL

2.1. Generalidades

Placa Caribe en el Terciario

Pindell y Kennan (2001), reconstruyen el desplazamiento Terciario de la Antillas Mayores para poder describir el traslado de la placa Caribe por el espacio limitado entre Yucatán y la Guajira.

En el Paleoceno (Figura 2.1) comienza la subducción del ProtoCaribe bajo lo que era el margen pasivo de Suramérica y el levantamiento del norte de la Serranía del Interior Central. La subducción provoca un acomodo de la convergencia lenta entre norte y sur América. En el mismo sentido, el “Gran Arco” de las Antillas empieza a expandirse al atravesar el estrecho entre Yucatán y Suramérica, debido a la cantidad de espacio disponible, resultando en la creación de las cuencas de Yucatán y Grenada.

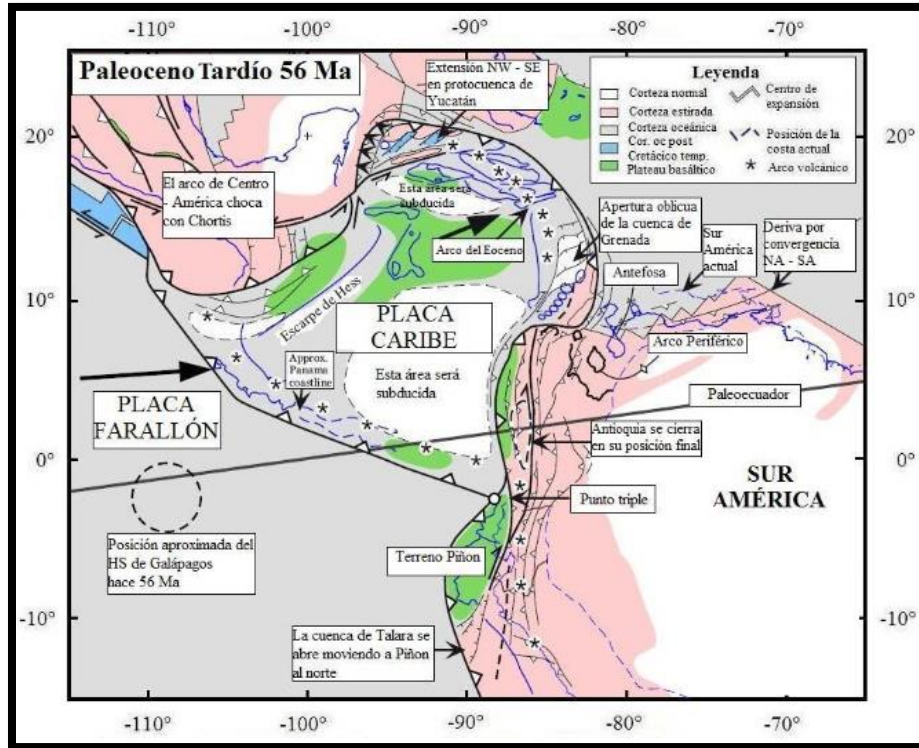


Figura 2.1. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Paleoceno Tardío (Pindell y Kennan, 2001).

La extensión de la cuenca de Grenada comienza en el Eoceno, posiblemente con una componente N-S y con una cierta transcurrancia, ya que el arco en esta zona se encontraba oblicuo a la dirección de migración. Para el Eoceno Medio (Figura 2.2) se produce el emplazamiento de las Napas de Lara (Pindell *et al.*, 1988). En el borde noroeste de la placa Caribe ocurre la acreción el arco de Panamá-Costa Rica contra al Bloque de Chortis, asimismo, en el Eoceno Medio finaliza el magmatismo de arco en la Provincia de Oriente, La Española y Puerto Rico e Islas Vírgenes como consecuencia de la colisión. Finalmente, el Bloque de Chortis efectivamente comienza a moverse como parte de la placa Caribe y no existe más subducción debajo del Alto de Nicaragua (Pindell y Kennan, 2001). En este periodo también se forma la fosa de Caimán, por transcurrancia sinistral, dado la deriva hacia el oeste de las Américas, acomodando el desplazamiento relativo entre Norteamérica y el Caribe, que comienza a moverse más hacia el este respecto a Suramérica.

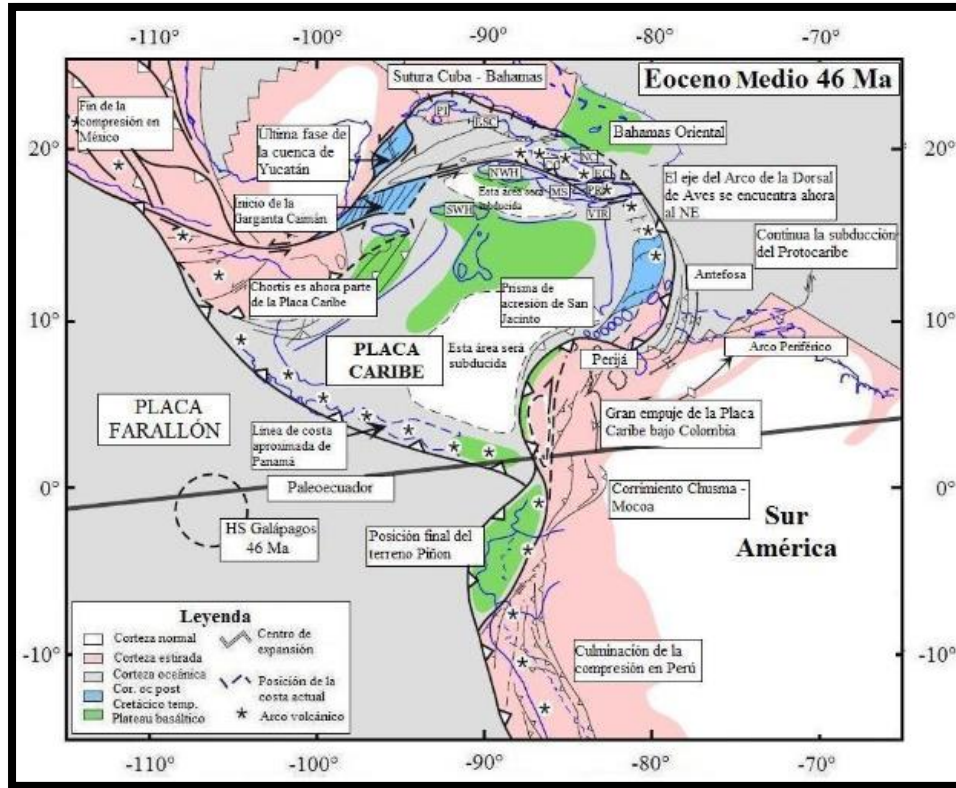


Figura 2.2. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Eoceno Medio (Pindell y Kennan, 2001).

En el Oligoceno Temprano (Figura 2.3) sigue la colisión entre el Caribe y Suramérica, resultando en el emplazamiento de la cuenca “foredeep” (Antefosa) y el frente de corrimiento de Venezuela de oeste a este, alcanzando la Subcuenca de Maturín para el Mioceno Medio. En el oeste de Venezuela la convergencia entre Suramérica y el Caribe y la acreción del terreno produce la subducción plana del Caribe por debajo del Bloque de Maracaibo. Del mismo modo, para el Mioceno Medio continúa la colisión del Arco de Panamá con Colombia, iniciada en el Oligoceno, provocando el escape del Bloque de Maracaibo hacia el noreste.

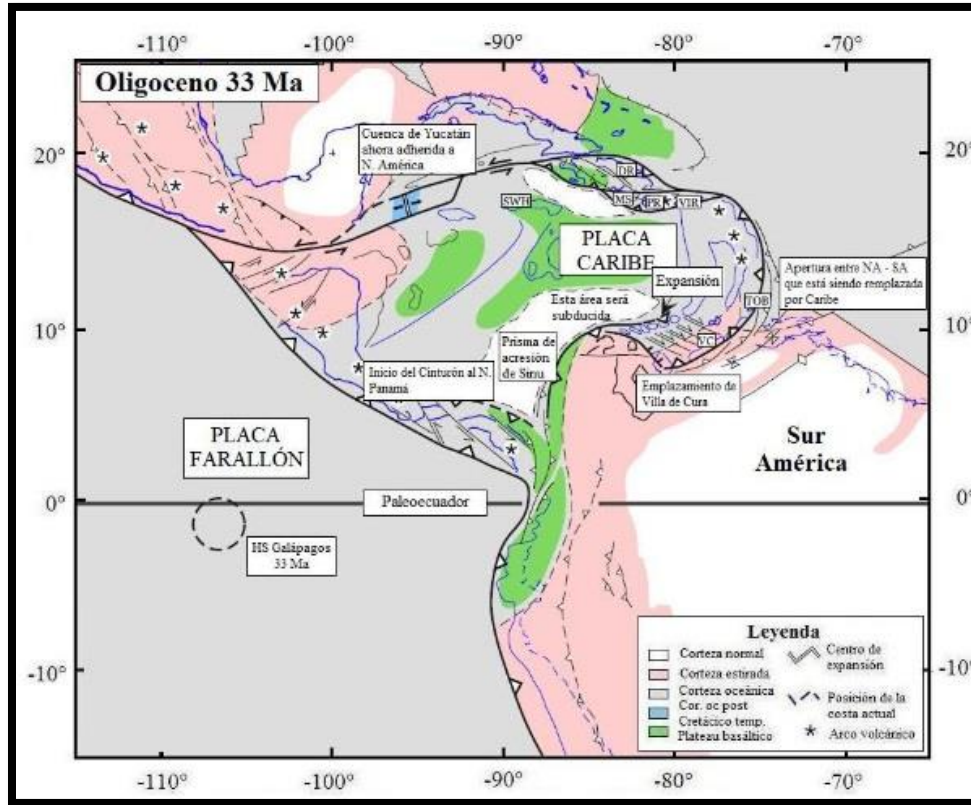


Figura 2.3.Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Oligoceno (Pindell y Kennan, 2001).

En el Mioceno Tardío (Figura 2.4) se produce un cambio en la dirección de desplazamiento del Caribe respecto a las dos Américas, para el caso de Suramérica cambia 105° a 85° y para Norteamérica cambia prácticamente de este a aproximadamente 70° (Pindell *et al.*, 1988) lo cual genera posteriormente un régimen transtensional en el margen sureste de la placa Caribe.

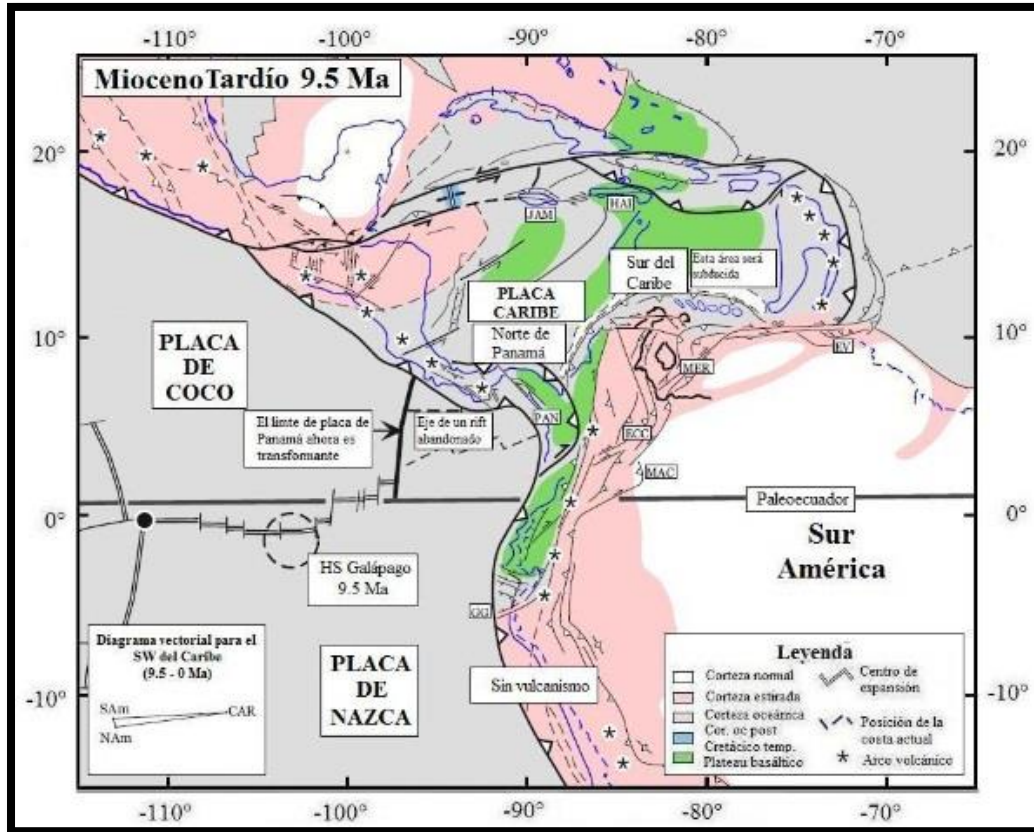


Figura 2.4. Reconstrucción de la evolución del Caribe para el Mioceno Tardío (Pindell y Kennan, 2001)

Cuenca Oriental de Venezuela

La Cuenca Oriental de Venezuela se encuentra limitada al norte por el cinturón de plegamiento y fallamiento de la Serranía del Interior y por la falla de El Pilar. Al este por la plataforma del Delta del Orinoco, al oeste por el lineamiento de El Baúl y hacia el sur la cuenca se extiende hasta el río Orinoco (González de Juana *et al.*, 1980). Está subdividida, costa-adentro, en dos sub-cuencas: la sub-cuenca de Guárico al oeste y la sub-cuenca de Maturín al este, las cuales están separadas por las estructuras complejas asociadas al sistema de fallas de Anaco y sus estructuras de inversión asociadas (Ver figura 2.5).

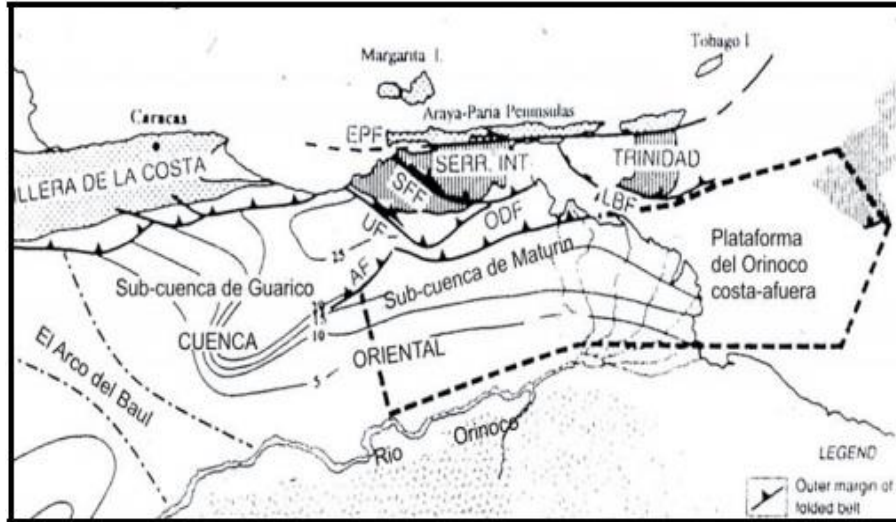


Figura 2.5. Límites de la Cuenca Oriental de Venezuela. Abreviaciones: AF = Falla de Anaco; EPF = Falla del Pilar; SERR. INT = Serranía del interior; UF = Falla de Urica; SFF = Falla de San Francisco. Esquema No Escalado (Tomado de León y Vielma, 2006).

La Cuenca Oriental de Venezuela tiene una longitud aproximada de 800 km sentido este-oeste, un ancho promedio de 200 km de norte a sur y un área total aproximada de 165.000 km² de superficie, lo cual la hace la cuenca de mayor extensión superficial (González de Juana *et al.*, 1980). También es importante en cuanto a reservas petrolíferas, ya que en ella se encuentran acumulaciones comerciales importantes y la Faja Petrolífera del Orinoco (González de Juana *et al.*, 1980).

Se presenta en forma de antepaís flexurada “foreland”, que se desarrolló durante el Neógeno sobre un antiguo margen pasivo Mesozoico el cratón Suramericano (Parnaud *et al.*, 1995). Esta cuenca está directamente asociada con el tramo de costa transpresional del norte de Venezuela, el cual es producto de la convergencia oblicua del movimiento relativo hacia el este de la placa Caribe con respecto a la placa Suramericana (Ver figura 2.6).

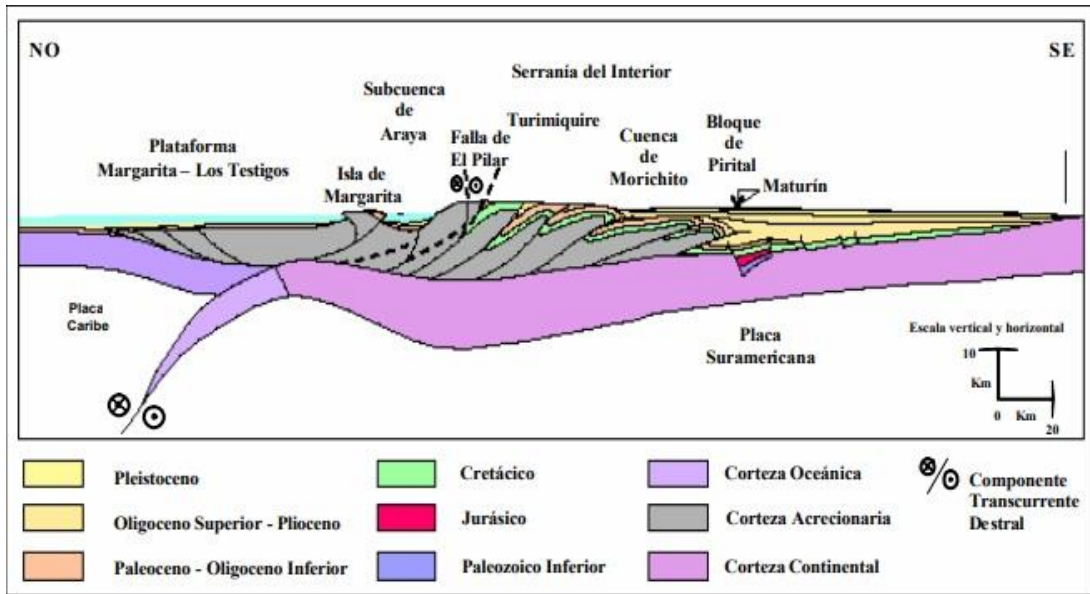


Figura 2.6. Corte Geológico regional que muestra la cuenca antepaís flexurada (*foreland*) asociada al tramo de costa transpresional hacia el este de Venezuela (Yoris y Ostos, 1997).

2.2. Tectónica Regional

La evolución geodinámica de la Cuenca Oriental de Venezuela puede ser dividida en cuatro episodios mayores (Eva *et al.*, 1989, citado en Parnaud *et al.*, 1995).

En la figura 2.7 se puede observar una síntesis de la evolución geodinámica de la cuenca, que refleja estos cuatro episodios.

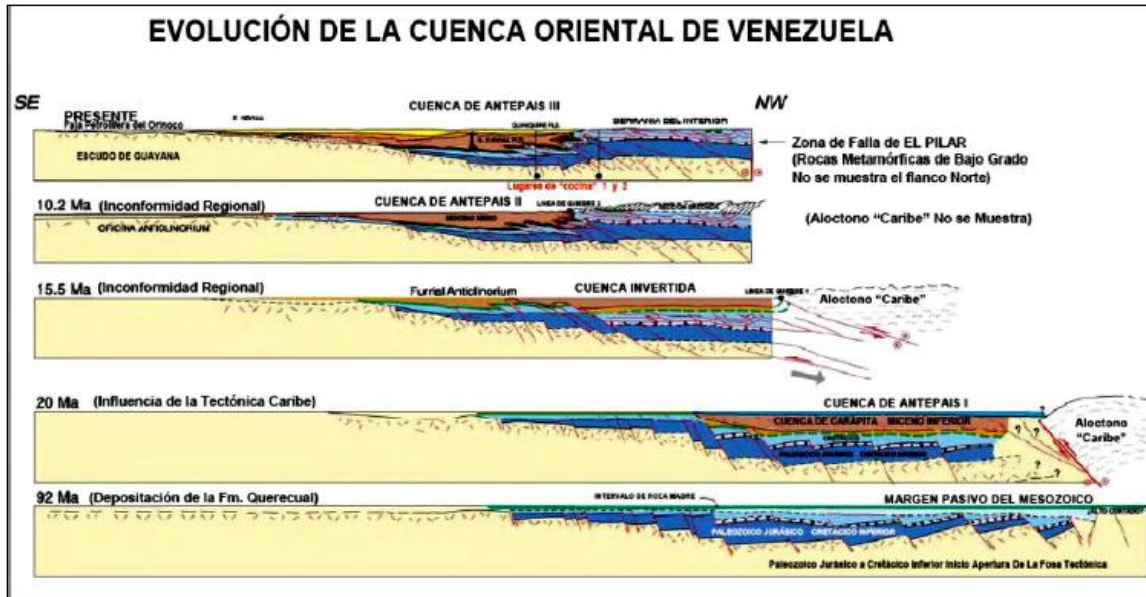


Figura 2.7. Síntesis gráfica de la evolución de la Cuenca Oriental de Venezuela, mostrando los eventos tectónicos generales desde el Mesozoico hasta el presente; en la etapa de margen pasivo y de generación de *foreland*. (Tomado y Modificado de Summa *et al.*, 2003).

2.2.1. Fase Pre- Rift

Se desarrolló durante el Paleozoico y se identificó a través de perfiles sísmicos (Chacón y García, 2013).

Está asociada con las formaciones Hato Viejo y Carrizal, las cuales fueron depositadas en ambientes costeros a neríticos (Chacón y García, 2013). Se compone principalmente de areniscas de grano fino, ligeramente calcáreas e intercaladas con conglomerados y arcillas verdes. Tiene una edad, de acuerdo a Stover en 1967 (citado en Parnaud *et al.*, 1995) como Devónico-Carbonífero Temprano.

2.2.2. Fase de Rift

Se desarrolló durante el Jurásico y el Cretácico Temprano, está caracterizado por *grábenes*, la creación de corteza oceánica en el dominio Caribe y una discordancia regional (Chacón y García, 2013). Afectó al margen norte de Suramérica y fue parte de la apertura del Atlántico centro-norte cuando Norteamérica se separó de Gondwana, este periodo de separación fue diacrónico y ocurrió a lo largo de fallas transformantes, creándose dos

sistemas de extensión de piso oceánico, la primera entre Norteamérica y Yucatán y la segunda entre Yucatán y el norte de Suramérica (Chacón y García, 2013). El registro sedimentario muestra la depositación de capas rojas y se conoce como Formación La Quinta, la cual fue depositada en un ambiente continental (Chacón y García, 2013).

2.2.3. Fase de Margen Pasivo

Ocurre durante el Cretácico-Paleógeno, está caracterizada por tres eventos transgresivos principales, que se desarrollaron de norte a sur y culminaron durante el Turoniense, Paleoceno-Eoceno Temprano y Oligoceno, respectivamente. Según Parnaud *et al.* (1995) marca el final del *rifting* Jurásico Tardío-Cretácico Temprano y el desarrollo de un margen pasivo tipo Atlántico en el norte de Suramérica comprendiendo el sector norte de la Cuenca Oriental de Venezuela (Chacón y García, 2013). La fase transgresiva inicial, comienza con la depositación de la arenisca basal de la Formación Barranquín (Chacón y García, 2013). El máximo transgresivo está marcado por la depositación de carbonatos plataformales que son diacrónicos en dirección norte-sur dentro de la cuenca. En el área de El Pilar esas calizas corresponden al nivel superior de la Formación Barranquín de edad Barremiense y en el área más al sur de los afloramientos, de la Formación El Cantil, de edad Albiense (Chacón y García, 2013). En el campo El Furrrial, estas calizas son de edad Aptiense-Turoniense y pertenecen a las formaciones El Cantil, Querecual y San Antonio (Chacón y García, 2013). En el margen sur de la cuenca (área de Mata), estos estratos pertenecen a la Formación Tigre e indican el máximo avance transgresivo durante el Turoniense (Chacón y García, 2013). Durante el Paleoceno-Eoceno, la próxima transgresión siguió a la regresión del Maastrichtiense; y está representada por la Formación San Juan (Chacón y García, 2013). En afloramientos, San Juan contiene facies de abanicos submarinos y en el área de El Furrrial, facies deltaico-estuarinas (Chacón y García, 2013). La transgresión final, se desarrolló durante el Oligoceno, comenzó con la depositación de las areniscas basales de la Formación Merecure que fue depositada en un ambiente continental hacia el sur de la cuenca y en un ambiente de plataforma interna hacia la parte norte, se encuentra compuesta mayoritariamente por alternancias de areniscas de grano fino y lutitas (Chacón y García, 2013).

2.2.4. Fase de Colisión Oblicua

La fase de margen pasivo termina en el Oligoceno debido a la colisión de la placa Caribe contra la placa Suramericana, cuando la cuenca se transformó en cuenca antepaís o “*foreland*” (Parnaud *et al.*, 1995). La colisión oblicua migró progresivamente hacia el este durante el Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano, dividiendo la cuenca antepaís en tres sectores: (1) área sur, correspondiente a la zona plataformal, (2) área central, correspondiente al *foredeep*, y (3) área norte, correspondiente al área de sobre corrimientos. Los grandes empujes y esfuerzos derivados de esta colisión al norte de Suramérica, desencadenaron la migración progresiva del *foredeep* hacia el este (Chacón y García, 2013). En este *foredeep*, primeramente fue depositada la secuencia de espesas arcillas de la Formación Carapita (Oligoceno-Mioceno), sin embargo, fue principalmente relleno durante el Plioceno-Pleistoceno, con la depositación de las formaciones La Pica y Las Piedras representativos de ambientes marinos poco profundos a ambientes continentales (Chacón y García, 2013).

En la parte central de la Cuenca Oriental de Venezuela, sólo los dos últimos episodios de esta evolución geodinámica pueden ser reconocidas en pozos y afloramientos. A partir de la interpretación de la data sísmica en la Cuenca de Trinidad y en la subcuenca de Guárico (Parnaud *et al.*, 1995). Por otra parte Di Croce *et al.* (1999) reconocen tres etapas tectónicas mayores:

- La primera se refiere a la ruptura de Pangea desde el Triásico al Jurásico Tardío, siendo un rasgo típico de esta fase el Graben de Espino.
- Una segunda fase de margen pasivo la cual se desarrolla entre el Jurásico Tardío y el Oligoceno.
- Una última fase de margen colisional que comenzó en el oriente de Venezuela durante el Mioceno hasta el presente.

La geodinámica regional ha estado dominada por la colisión oblicua (transpresión) entre las placas del Caribe y Sur América (Stephan *et al.*, 1985; Passalacqua *et al.*, 1995, citados en Parnaud *et al.*, 1995). Desde el Eoceno hasta el presente, la placa del Caribe ha migrado hacia el este. Esta migración ha causado diacronismo en la tectónica y sedimentación a lo

largo de todo el borde norte de Venezuela, así como partición de esfuerzos a lo largo del límite de placa (Stephan *et al.*, 1985; Passalacqua *et al.*, 1995, citados en Parnaud *et al.*, 1995).

De acuerdo a Parnaud *et al.* (1995) la Cuenca Oriental de Venezuela puede ser en dos provincias tectónicas, cada una con características estructural es fácilmente diferenciables (Chacón y García, 2013).

Provincia Autóctona

Se extiende desde el eje de la cuenca al Río Orinoco, es de tipo extensional y se caracteriza por presentar fallas normales con tendencia $N60^{\circ}-70^{\circ}E$ y fallas transcurrentes, que son más jóvenes en la parte sur que en la parte norte (Chacón y García, 2013). La tendencia de las fallas transcurrentes $N70^{\circ}O$ está solo presente en la parte norte de la provincia, afectando tanto a depósitos cretácicos como paleógenos (Chacón y García, 2013). Fallas gravitacionales de colapso inclinadas hacia el norte afectan las rocas sedimentarias del Mioceno y Plioceno (Ver figura 2.8).

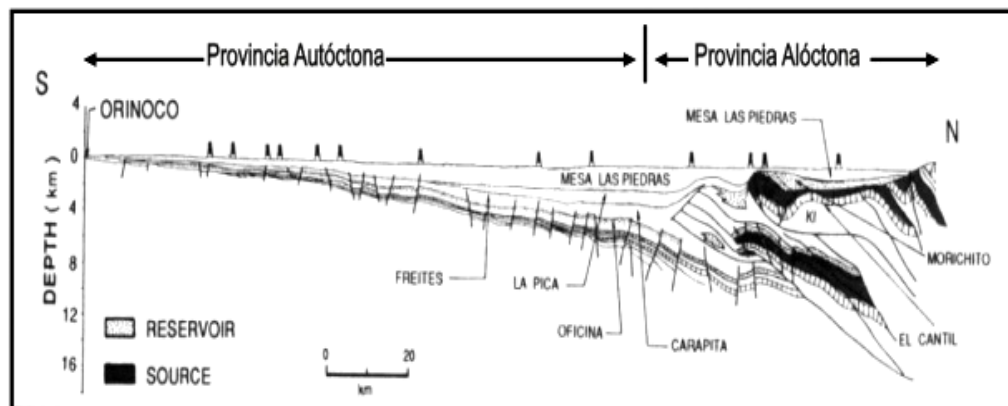


Figura 2.8. Corte Geológico de la Cuenca Oriental de Venezuela, que ilustra la Provincia Autóctona desde el eje de la cuenca hacia el río Orinoco en el sur y parte de la Provincia Alóctona desde el eje hacia el norte (tomado de León y Vielma, 2006).

Provincia Alóctona

Se extiende desde la falla El Pilar (fallas transcurrente dextral) al eje de la cuenca, que corresponde a un sistema convergente sur. Es un estilo estructural compresivo caracterizado por:

1. Delgadas unidades tectónicas superficiales, que consisten en depósitos Cretácico-Terciario que son despegados de su sustrato a lo largo de estructuras mayores de despegue en la interfase Jurásico-Cretácico (evaporitas o carbones).
2. El frente de deformación, que localmente corresponde a zona, con el progresivo acuñaamiento de la Formación Carapita del “*foredeep*” y las secuencias paleógenas en la rampa anticlinal de El Furrial.
3. Pliegues cilíndricos de escala kilométrica y asociados a los cabalgamientos con tendencia N60°-70°E, que son principalmente rampas anticlinales como en el área del Furrial.
4. La secuencia de cabalgamientos, que es principalmente una secuencia de cuenca transportada “*piggyback*”, con cabalgamientos locales fuera de la secuencia, o fallas reactivadas en las partes internas de cuña tectónica (fallas de Pirital y Manresa).
5. Fallas dextrales transcurrentes con una dirección N50°-60°O (fallas de Urica, San Francisco y Los Bajos), que separan la Serranía del Interior en áreas de evolución estructural diacrónica.

2.3. Estratigrafía Regional

La estratigrafía regional del área de estudio está comprendida por el Terciario (Ver figura 2.9), en las cuales se estudiarán las siguientes formaciones:

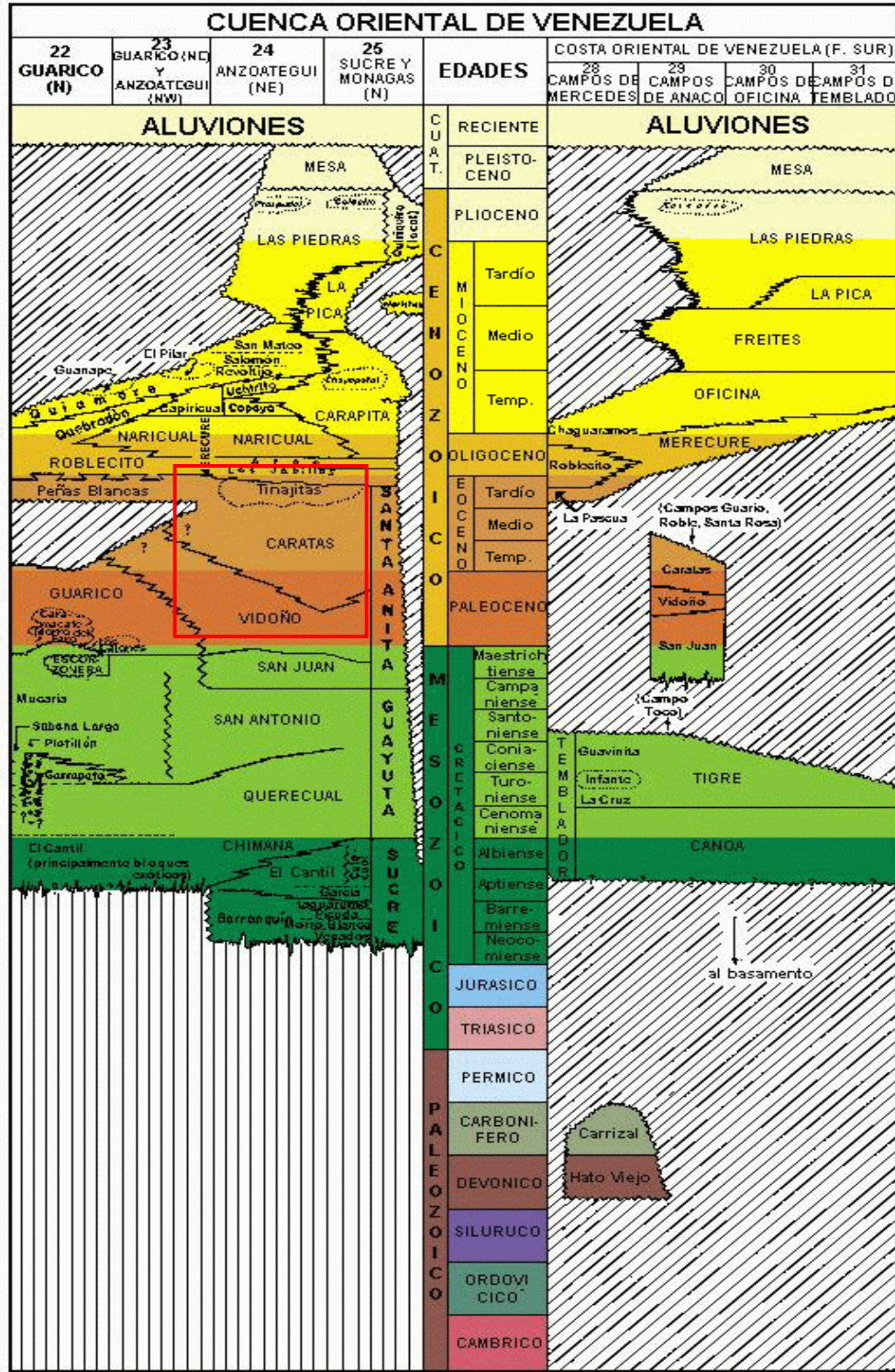


Figura 2.9. Cuadro de Correlación del Oriente de Venezuela. (Tomado L.E.V).

Grupo Santa Anita

San Juan

Rojas (1978) le otorga una edad Maastrichtiense, basándose en la presencia de los foraminíferos béticos *Dorothia cf. Bulleta* y *Gaudryna sp.* Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela, se extiende desde las cercanías de los caseríos El Rincón-San Diego, al noroeste, hasta las cercanías del río Guayuta, en Monagas, al sureste. Compreendida por gruesas capas de areniscas que predominan en la parte inferior y media, intercalada con lodolitas y lutitas. Por su parte, Frías y Quintana (1983), describen una secuencia monótona de areniscas cuarzosas de grano fino en la base y de fino a medio hacia la parte superior. El contacto inferior es concordante y transicional con San Antonio, y el contacto superior es concordante y abrupto con la Formación Vidoño, marcado por la desaparición de las areniscas cuarzosas de San Juan y la aparición de lutitas negras de Vidoño (Hernández y Luna, 1986). Con base en la fauna bética aglutinada (*Cyclamina sp.* y *Bathysiphon sp.*) el ambiente es batial medio superior (800 – 1000 m) según Di Croce (1999), mientras que Cisneros y López (1986) también proponen un ambiente profundo sustentado por la presencia de *Gaudryna sp.*, *Haplophragmoides sp.* y *Bolivinopsis sp.* Frías y Quintana (1983). Proponen que en su zona de estudio esta formación se depositó cerca del talud y de los ejes de corrientes de borde, por su carácter puramente arenoso. El espesor de la formación es de 500 m en la zona estudiada por Cisneros y López (1986).

Esta formación aunque es nombrada no se tomara en cuenta para el estudio.

Terciario

Formación Vidoño

Hedberg y Pyre (1944) le asignaron edad Maastrichtiense a Paleoceno, se extiende a lo largo de la Serranía del Interior de Monagas y Anzoátegui. De acuerdo al Léxico Estratigráfico Venezolano está constituida por lutitas oscuras, ricas en foraminíferos, con capas menores de areniscas y limolitas calcáreas con glauconita. En su sección tipo consiste de una secuencia de lutitas negras, silíceas, y calcáreo-arenáceas, frecuentemente y piritosas, intercalaciones menores de limolitas calcáreas, gris verdoso y areniscas de grano fino. Su espesor, en el río Querecual es aproximadamente de 300 metros (Hedberg y Pyre, 1944), mientras que hacia el norte, en el Sinclinal de Tinajitas, la sección incompleta mide

aproximadamente 170 m. Su contacto inferior con la Formación San Juan y el superior con la Formación Caratas, es concordante y transicional. Esta formación se sedimentó en ambientes de plataforma a talud superior, basado en el carácter arenáceo de la fauna (Stanley, 1960), por su parte Macsotay *et al.* (1986) propone en base al rango batimétrico de foraminíferos bentónicos e icnofósiles, un ambiente marino profundo, batial a abisal (Chacón y García, 2013).

Formación Caratas

De edad Eoceno Temprano a Tardío, se extiende en toda la región piemontina del norte de los estados Anzoátegui y Monagas (Chacón y García, 2013). De acuerdo al Léxico Estratigráfico Venezolano consiste en una secuencia compleja de limolitas y areniscas, las cuales pueden ser marcadamente glauconíticas, dolomíticas o calcáreas (Chacón y García, 2013). En su sección tipo se ha reportado un espesor aproximado de 315 a 335 m (Chacón y García, 2013). Sus contactos son concordantes y diacrónicos con la Formación Vidoño; y se coloca en la primera arenisca que suprayace las pelitas monótonas de la unidad infrayacente (Chacón y García, 2013). El Miembro Tinajitas es de carácter transicional con la Formación Caratas, aunque localmente puede ser abrupto (Macsotay *et al.*, 1986). El paleoambiente de la Formación Caratas representa una regresión con respecto a la Formación Vidoño, infrayacente según Rosales (1960), marino de aguas someras (Renz, 1962) y para Macsotay *et al.* (1986) la consideraron depositada en un medio marino hemipelágico, en la parte media y superior del talud epicontinental pero no turbidítico (Chacón y García, 2013).

Miembro Tinajitas

De edad Eoceno Medio, aflora hacia el norte del estado Anzoátegui (González de Juana *et al.*, 1980). Consiste en capas de calizas biostrómicadas, compuestas de algas calcáreas (rodolitos), foraminíferos orbitoidales, equinodermos y bivalvos; en la misma área, estas calizas pueden presentarse como olistolitos embebidos en el miembro olistostrómico basal de la Formación Los Jabillos, suprayacente (González de Juana *et al.*, 1980). Entre los ríos Querecual y Amana, el miembro aumenta a 30 m de espesor, formado por limolitas, areniscas glauconíticas, calcáreas y calizas arenáceas muy glauconíticas (González de

Juana *et al.*, 1980). En las cabeceras del río Amana, en el flanco norte del sinclinal de El Banco, el miembro está representado por 120 m de calizas macizas, arenosas o bioclásticas (González de Juana *et al.*, 1980).

Grupo Merecure

Formación Los Jabillos

Se le otorga una edad Oligoceno Temprano y se extiende a lo largo del piedemonte de la Serranía del Interior hasta la Falla San Francisco (Chacón y García, 2013). Consiste de areniscas gruesas y macizas, de grano medio a grueso, cuarcíticas; intercaladas con capas delgadas de lutitas y algunas capas de carbón. En su región tipo tiene un espesor de 122 a 228 m aproximadamente (Hedberg y Pyre, 1944) y disminuye hacia el norte a expensas de la Formación Areo. Sus contactos son discordantes sobre formaciones más viejas, desde Tinajitas hasta Querecual y el contacto superior es transicional vertical y lateralmente con la Formación Areo. Su ambiente ha sido descrito convencionalmente como marino litoral con influencia fluvial (Chacón y García, 2013).

2.4. Historia Depositacional

Terciario Inferior

Con el inicio del Paleoceno, los sedimentos clásticos disminuyen, siendo reemplazados por los sedimentos finos que venían siendo depositados en la parte septentrional (Chacón y García, 2013). Este paso transicional de sedimentos representa un cambio en el régimen sedimentario de la cuenca, probablemente producto de un cambio eustático en el nivel del mar, con lo que se origina un episodio transgresivo (Chacón y García, 2013). Los sedimentos, mayormente finos, se caracterizan por la presencia de arenas lenticulares y algunos desarrollos de calizas (Chacón y García, 2013).

La sedimentación del Eoceno continúa desde las lutitas de Vidoño a las facies arenosas y calcáreas de la Formación Caratas (Chacón y García, 2013). El Eoceno Temprano se caracteriza por presentar el comienzo de un evento transgresivo, donde los ambientes de depositación neríticos se extienden al borde septentrional de la cuenca (Chacón y García, 2013). En gran parte, persiste la sedimentación de aguas profundas marcada por numerosas

secuencias arenosas de Caratas depositadas en un ambiente batial por flujos gravitacionales, que reflejan inestabilidad tectónica en la cuenca (Chacón y García, 2013). El ciclo termina con calizas de plataforma exterior (Miembro Tinajitas), indicando un levantamiento y comienzo de una nueva etapa de sedimentación (Chacón y García, 2013).

Durante el Eoceno Tardío comienza a interrumpirse el régimen tectónico relativamente pasivo y la aproximación de las placas de Suramérica y Caribe produce un levantamiento inicial en la región, que como consecuencia, forma una depresión al sur que marca el comienzo de la Subcuenca de Maturín (Chacón y García, 2013). Este período comienza con la sedimentación de areniscas de plataforma de la Formación Los Jabillos (Chacón y García, 2013). Hacia el sur y en transgresión se depositan las areniscas marinas marginales del Grupo Merecure (Chacón y García, 2013).

En el Oligoceno Temprano continúa el levantamiento de la serranía, corresponde a una sedimentación muy reducida al noreste y al este, y ausente en el resto de la cuenca, posiblemente por los movimientos tectónicos orogénicos (Chacón y García, 2013).

El Oligoceno Tardío marca el inicio de un nuevo período transgresivo, representado por el Grupo Merecure, el cual se inicia con una secuencia de clásticos gruesos, seguida por una cuña de sedimentos más finos y que culmina con la depositación de sedimentos someros litorales (Chacón y García, 2013).

2.5. Geología Local

Para esta parte, se presentan las características litológicas observadas en las 36 secciones finas obtenidas de los tres trabajos previos (López, 1981; Cisneros y López, 1986 y Hernández y Luna, 1986). Estas secciones finas pertenecen a las Formaciones Caratas, Vidoño y Los Jabillos, para las cuales se realizó correlaciones y columnas generalizadas.

2.5.1. Estratigrafía Local

❖ Formación Caratas

Esta formación consiste litológicamente en una secuencia compleja de limolitas pluridecamétrica y areniscas plurimétricas, que pueden ser marcadamente glauconíticas, dolomíticas o calcáreas (Hedberg y Pyre, 1944).

Para esta formación fueron analizadas 27 secciones finas (Ver figura 2.10), donde la mayoría de ellas 17 son areniscas cuarzosas, mientras que una fue sublitarenita y nueve se clasificaron como waca cuarzosa debido a su contenido de matriz.

La Formación Caratas fue depositada en varios ambientes sedimentarios, que representan una regresión con respecto a la Formación Vidoño, infrayacente (Rosales, 1960) y marino, de aguas someras (Renz, 1962), que tornan más marinas hacia el este (Lamb, 1964-b).

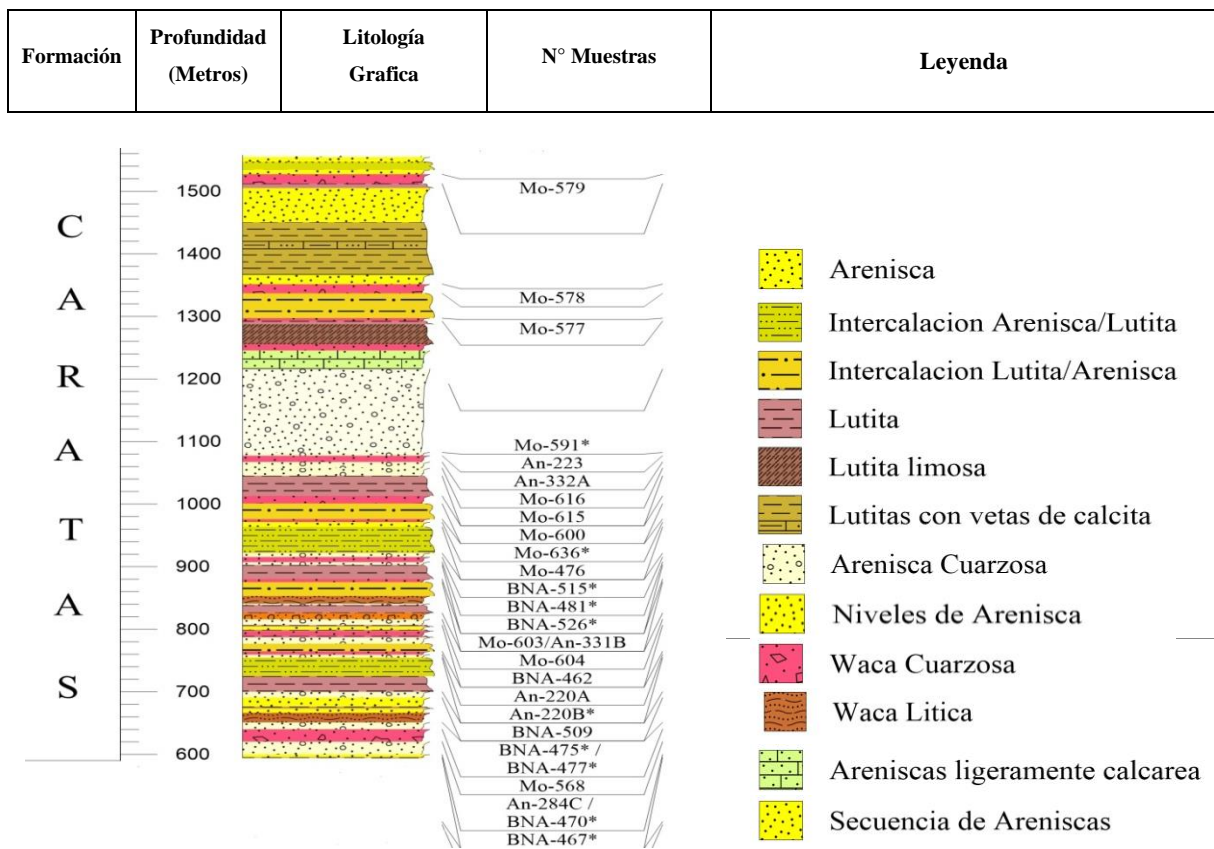


Figura 2.10. Columna Estratigráfica Generalizada de la Fm Caratas, reconstruida a partir de los trabajos previos de (López, 1981; Cisneros y López, 1986 y Hernández y Luna, 1986), donde las muestras An pertenecen a Hernández y Luna (1986), las Mo son de Cisneros y López (1986) y las BNA son de López (1981).

❖ **Formación Vidoño**

Litológicamente está constituida por lutitas oscuras, ricas en foraminíferos, con capas menores de areniscas y limolitas calcáreas duras, con glauconita (Hedberg y Pyre 1944).

Se analizaron siete secciones finas; al clasificarlas según Pettijohn, Potter y Siever (1972), dieron cuatro Sublitarenita, una arenisca cuarzosa, una subarenita feldespática y una waca cuarzosa (Ver figura 2.11).

Según Stanley, (1960), esta formación se sedimentó en ambientes de plataforma a talud superior, basado en parte, en el carácter arenáceo de la fauna.

Formación	Profundidad (Metros)	Litología Grafica	Nº Muestras	Leyenda
-----------	----------------------	-------------------	-------------	---------

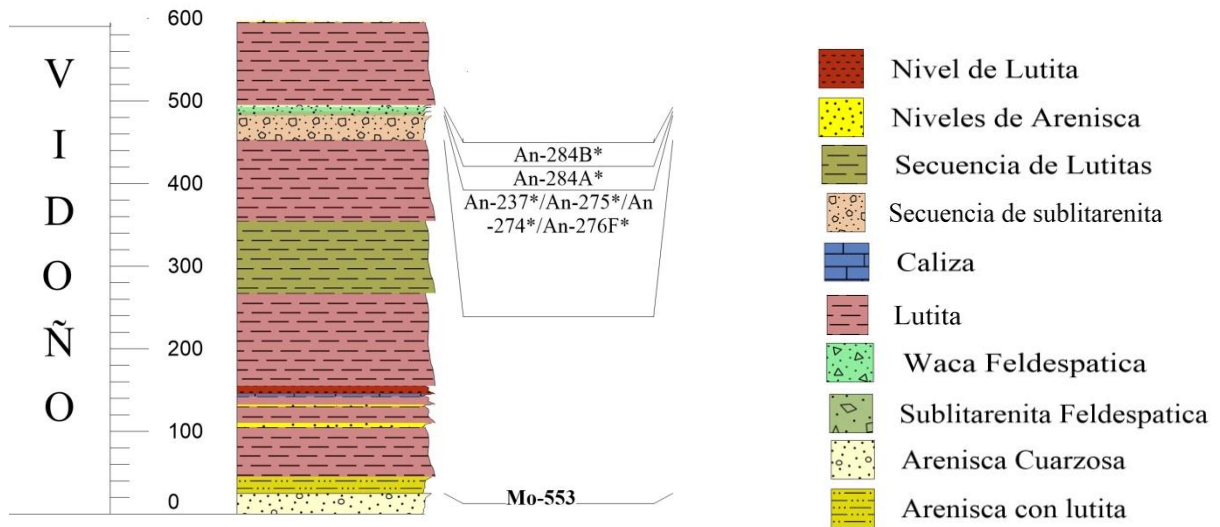


Figura 2.11. Columna Estratigráfica Generalizada de la Fm Vidoño, reconstruida a partir de los trabajos previos de (Cisneros y López, 1986; y Hernández y Luna, 1986), donde las muestras An pertenecen a Hernández y Luna (1986) y las muestras Mo son de Cisneros y López (1986).

❖ **Formación Los Jabillos**

De Sisto (1972), describió a Los Jabillos en el Campo La Vieja como “areniscas gruesas y macizas, comúnmente claras a gris rosado, de grano medio a grueso, muy duras y cuarcíticas, intercaladas con capas delgadas de lutitas y algunas capas de carbón”.

Para esta formación se clasificaron dos secciones finas, según Pettijohn, Potter y Siever (1972), dando como resultados areniscas cuarzosas ambas (Ver figura 2.12).

La formación es la secuencia basal del ciclo del Terciario Tardío transgresivo (González de Juana *et al.*, 1980). Su ambiente ha sido descrito convencionalmente como marino litoral con influencia fluvial (Rosales, 1967, p.7).

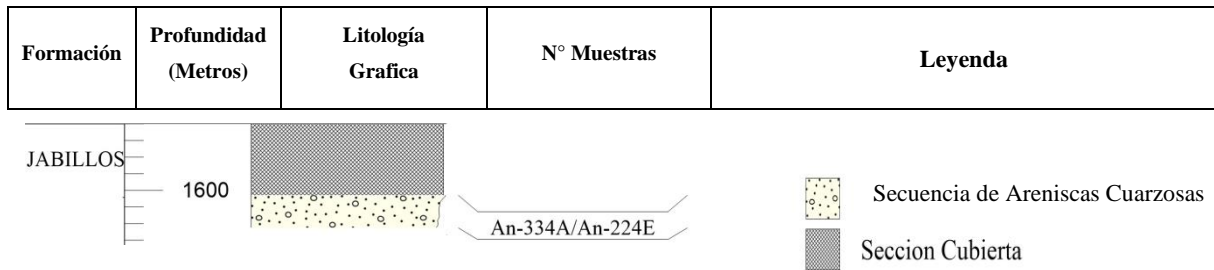


Figura 2.12. Columna Estratigráfica Generalizada de la Fm Los Jabillos. , reconstruida a partir del trabajo previo de (Hernández y Luna, 1986) del cual pertenecen las muestras An.

Las litofacies localizadas en las columnas generalizadas de cada formación se registraron con cierta ocurrencia en espacio, es decir fueron ubicadas de acuerdo a su posición estratigráfica, por lo tanto se agruparon dentro de cada formación como muestras dispuestas en parte inferior, media o superior. Para su correcta ubicación se tomaron como referencia las variaciones litológicas de cada formación reportada en el L.E.V (1999) González de Juana y haciendo una correlación litológica con las muestras analizadas se pudo plasmar su distribución, tanto en la parte inferior, media y superior. Esta información nos permite formar un gráfico (Ver figura 2.13), y así visualizar la distribución de las muestras estudiadas.

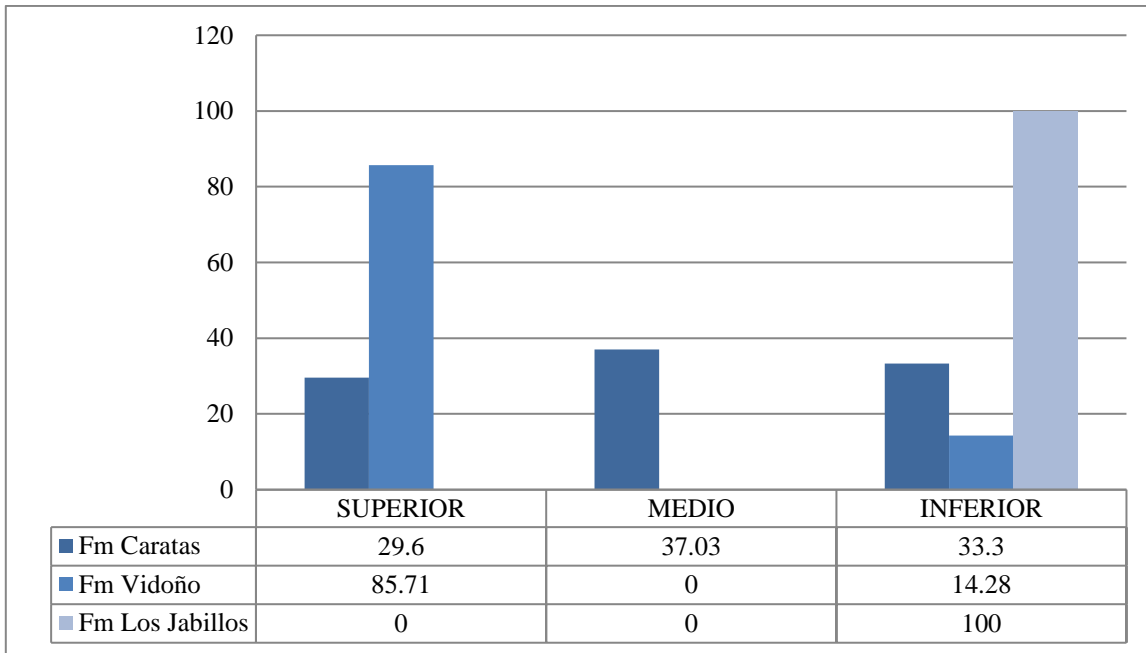


Figura 2.13. Histograma de frecuencia, para las diferentes formaciones y su distribución de litofacies.

En la Formación Caratas se presenta una distribución equilibrada de las muestras, en la parte superior se encuentra un 29,6%, en el medio un 37,03% e inferior un 33,3%, siendo esta la formación con mayor número de muestras analizadas.

En la Formación Vidoño las muestras analizadas se encuentran distribuidas de la siguiente manera en la parte superior un 85.71% e inferior un 14.28%.

Para la Formación Los Jabillos la distribución de las muestras se encuentra solo en la parte inferior en un 100%.

En términos generales las muestras analizadas están distribuidas de la siguiente manera en la columna generalizada: 16 están en la parte Superior, 10 en la parte Media y 10 en la parte Inferior.

2.5.2. Tectónica Local

La tectónica que ha afectado las unidades estratigráficas en el área de estudio, es principalmente compresivas; las estructuras dominantes se caracterizan por ser pliegues que varían de abiertos a cerrados a lo largo de toda la extensión, estos pliegues están conectados al sistema de fallas presentes (Ver figura 2.14).

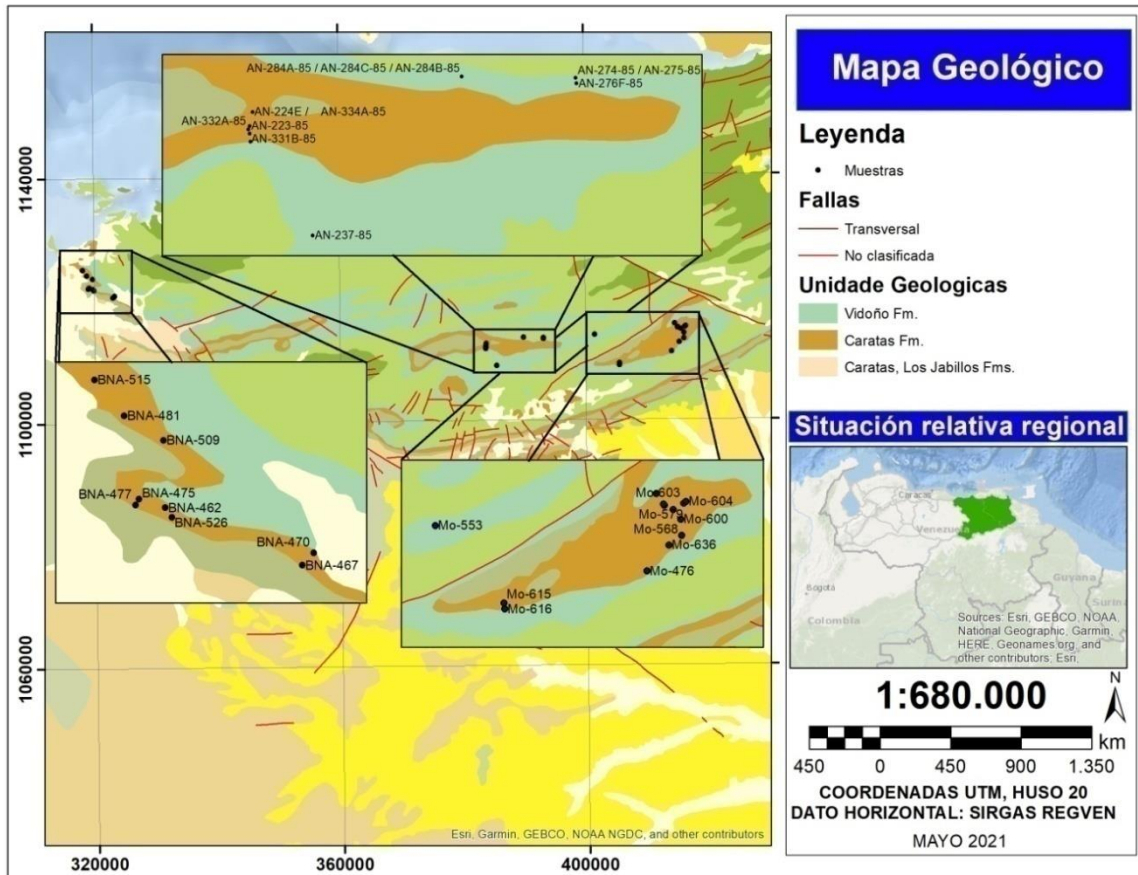


Figura 2.14. Mapa Geológico en el cual se observan las estructuras geológicas y ubicación de las muestras analizadas (Tomado y Modificado de Hackey *et al.* 2006).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describe el marco teórico donde se define el tipo de investigación, siendo descriptivo puesto que los datos de la misma serán obtenidos a partir de investigaciones bibliográficas y permiten describir con exactitud los parámetros del objeto de estudio.

3.1. Análisis Petrográfico

La petrografía se encarga de la descripción y clasificación de las rocas a través de la observación a escala microscópica de secciones delgadas procedentes de las rocas en estudio en un microscopio de luz reflejada, clasificándolas según componentes mineralógicos y su textura. De esta manera se descubren un conjunto de características y relaciones entre cristales que conllevan a determinar la composición de la roca. La petrografía sedimentaria permite examinar: composición mineralógica, porosidad, permeabilidad, contenido de matriz y cemento, tamaño de grano, grados de escogimiento y madurez textural a partir de sus propiedades ópticas (Discepola, 2018).

3.2. Clasificación de las Areniscas

Un punto crítico en la elaboración del sistema de clasificación para las areniscas, es la elección de los criterios que serán empleados para construirlo. Para este tipo de rocas, un grupo relativamente grande de parámetros ha sido empleado por distintos autores para proponer diferentes planteamientos (Jabbour *et al.* 2009). En este sentido, han sido propuestas más de 50 clasificaciones de areniscas sobre la base de la composición de clastos, el porcentaje de cemento, la composición y porcentaje de cemento, el grado de alteración, las estructuras sedimentarias, entre otras (Krynine, 1948). Es importante destacar que en ningún caso todos los parámetros fueron empleados en forma conjunta (Limarino y Scasso, 1997). En la práctica, dos aspectos de las areniscas han demostrado ser los más útiles para la clasificación (Pettijohn, 1985; Pettijohn *et al.* 1987; Boggs, 1992):

- La composición de clastos: es empleada como un indicador de procedencia, y aunque su significado parece obvio, es necesario subrayar que la composición química no solo depende del área de la fuente (Jabbour *et al.* 2009).

- El porcentaje de matriz: este ha sido considerado en varias clasificaciones como un indicador de fluidez de las corrientes que depositaron las areniscas (Jabbour *et al.*, 2009). Así, las areniscas que muestran bajos porcentajes de matriz son interpretadas como formadas a partir de corrientes altamente fluidas, mientras que aquellas con porcentajes significativos de material intersticial, reflejarían la existencia de corrientes altamente viscosas (Jabbour *et al.*, 2009).

3.2.1. Clasificación de Pettijohn, Potter y Siever 1987

Como base para realizar la clasificación, los autores Pettijohn *et al.*, 1987, toman cuatro componentes, tres de ellos relativos a la composición, los cuales son el cuarzo, el feldespato y los fragmentos de roca; y otro relativo al contenido en matriz detrítica (Jabbour *et al.*, 2009).

Pettijohn *et al.*, 1987 hacen un estudio crítico de las nomenclaturas, procedencia de los términos y uso primitivo, con lo cual definen una nomenclatura semejante a la de Folk., 1980. En la clasificación de Pettijohn *et al.* 1987, existen tres triángulos, los cuales, se pueden observar en la Figura 3.1; los dos primeros triángulos pertenecen cada uno a una familia de areniscas y el último triángulo pertenece a las lutitas, que es un tipo de roca sedimentaria clástica pero no pertenece a las areniscas, el tercer triángulo no será estudiado (Jabbour *et al.*, 2009).

Las areniscas se clasifican en dos familias:

- Familia de Arenitas: Se ubican en la clasificación de Pettijohn *et al.*, 1987, con porcentaje de matriz menor al 15 % y está subdividida en cinco tipos de arenitas: arenita cuarzosa (cuarzoarenita), arenita lítica (litarenita), sublitarenita, arenita feldespática (arcosa) y subarcosa (Jabbour *et al.*, 2009).

- Familia de Grauvacas: son rocas con más del 15 % de matriz y menos del 75 % de matriz detrítica y en general con menos del 75 % de cuarzo (Jabbour *et al.*, 2009). De

acuerdo a la composición, las grauvacas se dividen o se clasifican en grauvaca cuarzosa (cuarzovaca), grauvaca feldespática y grauvaca lítica (Jabbour *et al.*, 2009).

3.2.2. Procedimiento para utilizar la clasificación de Pettijohn, Potter y Siever 1987

En la clasificación de Pettijohn *et al.*, 1987 (Ver figura 3.1), la matriz define el tipo de triángulo a utilizar, es decir, si la matriz es menor que 15 %, la roca que se está clasificando pertenece a la familia de las arenitas que conforman el primer triángulo; si la matriz está comprendida entre 15 % y 75 %, la roca pertenece a la familia de las grauvacas y, finalmente, si la matriz es mayor que 75 %, la roca pertenece a las lutitas, cuya clasificación se emplea de una manera diferente a las areniscas y no es tema de discusión en este estudio (Jabbour *et al.*, 2009). El tamaño de grano de la roca que se esté clasificando, ya sea arenita o grauvaca, define si la misma es de arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina y arena muy fina (Jabbour *et al.*, 2009). Para determinar si un tipo de roca pertenece a uno de los cinco tipos de arenitas o si pertenece a uno de los tres tipos de grauvaca se debe realizar un análisis que depende de los componentes de clastos, los cuales están integrados por: porcentaje de cuarzo, porcentaje de feldespatos y porcentaje de fragmentación de roca (Jabbour *et al.*, 2009).

Cabe destacar, que estos 3 porcentajes deben totalizar un 100 %, indiferentemente del caso (Jabbour *et al.*, 2009).

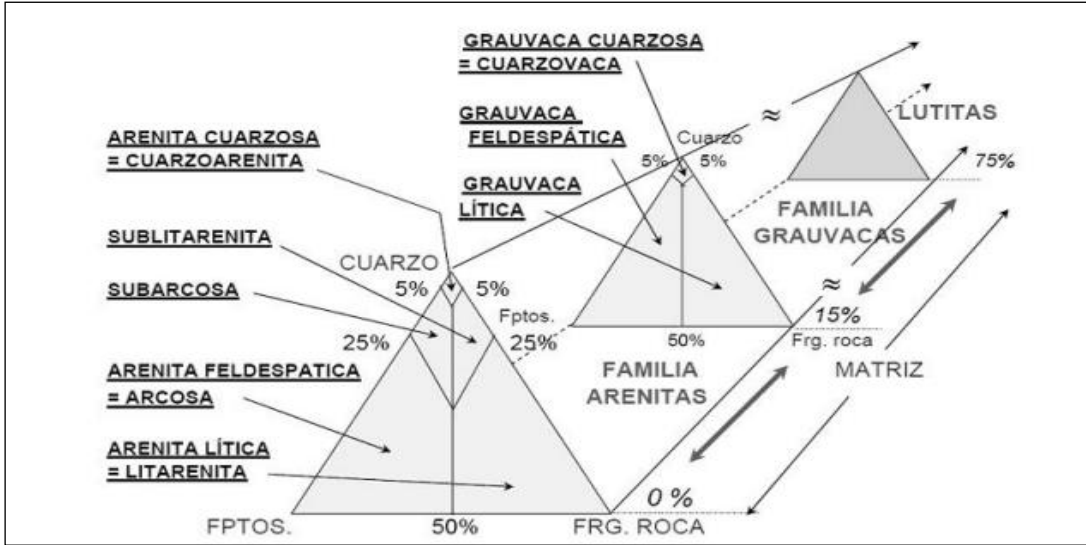


Figura 3.1. Clasificación de las areniscas (Pettijohn *et al.*, 1987)

La interpretación de la figura 3.1 puede ser un poco compleja. Un resumen de dicha interpretación se refleja la tabla 3.1. Esta muestra cada uno de los tipos de roca, el intervalo de porcentaje de matriz los intervalos de porcentaje de cuarzo, porcentaje de feldespato y porcentaje de fragmento de roca, que puede tener cada una de las arenitas, grauvacas y lutitas (Jabbour *et al.*, 2009).

Tabla 3.1. Valores correspondiente a cada tipo de roca, tomando en cuenta la clasificación de (Pettijohn *et al.*, 1987).

Tipo de familia	Tipo de roca	Cuarzo (%)	Feldespatos (%)	Fragmento de roca (%)	Matriz (%)
ARENITAS	Cuarzoarenita	$C > 90$	$0 < F < 5$	$0 < Fr < 5$	
	Sublitarenita	$50 < C < 95$	$0 < F < 25$	$5 < Fr < 25$	
	Subarcosa	$50 < C < 95$	$5 < F < 25$	$0 < Fr < 25$	Matriz < 15
	Arcosa	$0 < C < 75$	$25 < F < 100$	$0 < Fr < 50$	
	Litarenita	$0 < C < 75$	$0 < F < 50$	$25 < Fr < 100$	
	Cuarzovaca	$C > 90$	$0 < F < 5$	$0 < Fr < 5$	
GRAUVACAS	Grauvaca feldespática	$0 < C < 95$	$5 < F < 100$	$0 < Fr < 50$	$15 < Matriz < 75$
	Grava Lítica	$0 < C < 95$	$0 < F < 50$	$5 < Fr < 100$	
LUTITAS	Lutitas				Matriz > 75

3.3. Importancia de la Diagénesis de Areniscas

El estudio de los procesos diagenéticos y los cambios que tienen lugar en los sedimentos y en el caso particular las arenas, es de gran importancia para la reconstrucción de la procedencia y ambiente de depositación de dichas partículas, todo esto asociado a una investigación de la estratigrafía y carácter estructural de la cuenca sedimentaria en donde fueron depositadas (Sandoval, 2000).

Ahora bien, el estudio e interpretación de la “historia diagenética” de una arenisca, es de utilidad para la explotación no solo de hidrocarburos, sino también de otros yacimientos minerales (cobre, uranio, fosfatos, carbón, etc.), cuya acumulación y/u origen, pueden estar asociados a los procesos diagenéticos (Sandoval, 2000).

3.4. Etapas Diagenéticas

Según Limarino y Scasso (1997), estas etapas están definidas como:

Eogénesis o diagénesis temprana: en esta etapa las soluciones dentro de los poros se conectarán fácilmente con las aguas superficiales; por lo tanto el sistema será abierto y los fluidos circularán con libertad a través de los poros de la roca y se intercambiarán con las aguas marinas o dulces de la superficie. En términos de profundidad y temperatura, la eogénesis abarcaría a las reacciones que ocurren desde el momento en que el sedimento se deposita hasta que abandona la zona de fermentación, o sea alrededor de 75°C y unos 1650 m de profundidad para gradientes geotermales promedios.

Mesogénesis: abarcará todas las reacciones que ocurren en mayor profundidad y hasta el límite de 200°C con el campo metamórfico.

La mesogénesis se extiende hasta el campo del metamorfismo o hasta que el sedimento sea levantado y llevado hasta la superficie o cerca de ella (zona de telogénesis). El incremento de la presión geostática con el soterramiento es importante debido a que la solubilidad de los minerales aumenta por los granos entre sí en los puntos de contacto.

Telogénesis: En esta etapa se desarrollarán todos los procesos que ocurren bajo la influencia directa de aguas meteóricas debido a un levantamiento tectónico y exhumación de capas que se encontraban a mayor profundidad.

3.5. Análisis de Procedencia

Los distintos aspectos que se deben tomar en cuenta a la hora de hacer un análisis de procedencia de (Dickinson y Suczek, 1979), para este estudio es válido pensar, según la propuesta de dichos autores, que la composición de una arenisca de un área está directamente relacionada con el carácter del ambiente sedimentario, que a su vez se encuentra relacionada con el tipo de transporte que se asocia al área fuente y a la cuenca de depositación (Dickinson y Suczek, 1979).

En (Dickinson y Suczek, 1979) posteriormente ampliado por Dickinson *et al.*, (1983) y Dickinson (1985), definen diagramas ternarios de clasificación donde agrupan las variables cuarzo total, feldespatos y fragmentos líticos, en el triángulo Q-F-L, y cuarzo monocristalino, feldespatos y fragmentos líticos en el triángulo Qm-F-Lt. En el diagrama “Q-F-L” (Ver figura 3.2) se involucra toda la población de granos; el vértice Q incluye todos los tipos de cuarzo detrítico (monocristalino Qm y policristalino Qp); el vértice F representa a todos los feldespatos presentes (plagioclasas y feldespatos potásicos) y el vértice L incluye a los granos policristalinos inestables de origen volcánico Lv y de origen sedimentario Ls, así como también las variedades metamórficas Dickinson *et al.*, (1983) y Dickinson (1985). Este diagrama tiene la función de establecer la estabilidad mineralógica de las areniscas así como también el grado de meteorización a la que fue sometida la fuente de sedimentos, el tipo de roca que generó los sedimentos del área fuente y posibles mecanismos de transporte de los granos (Dickinson *et al.*, 1983) y Dickinson (1985).

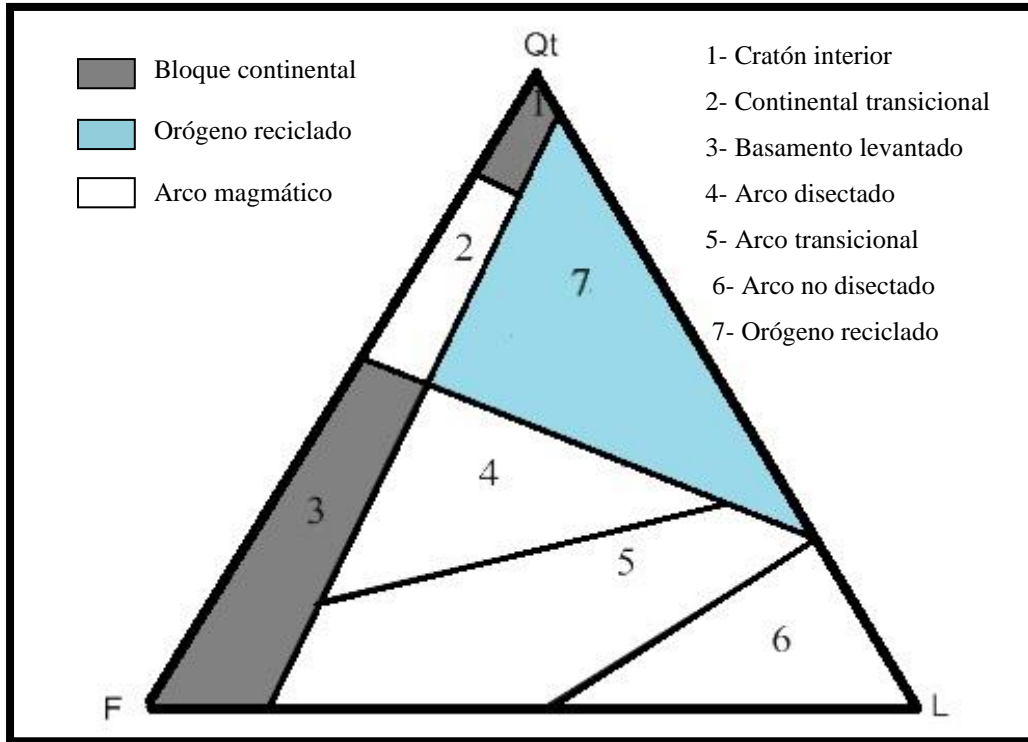


Figura 3.2. Muestra el diagrama Q-F-L tomando en cuenta todos los tipos de cuarzo incluyendo ftanita, representando areal y porcentualmente los diferentes tipos y subtipos de zonas de procedencias mineralógicas (Tomado y modificado de Dickinson *et al.*, 1983).

En el diagrama Qm-F-Lt (Ver figura 3.3), donde igualmente se encuentra involucrada toda la población de granos, el vértice Qm representa solo los cuarcos monocristalinos; el vértice F involucra a todos los feldespatos (plagioclasas y feldespatos potásicos) y el extremo Lt, además de involucrar a los fragmentos líticos Lv y Ls también toma en cuenta los fragmentos de cuarcos policristalinos inestables. Este diagrama trata de indicar el tamaño de grano de la roca fuente, ya que si esta es de grano fino aportara más fragmentos líticos en la fracción arena que una fuente de sedimentos de grano grueso (Dickinson y Suczek, 1979).

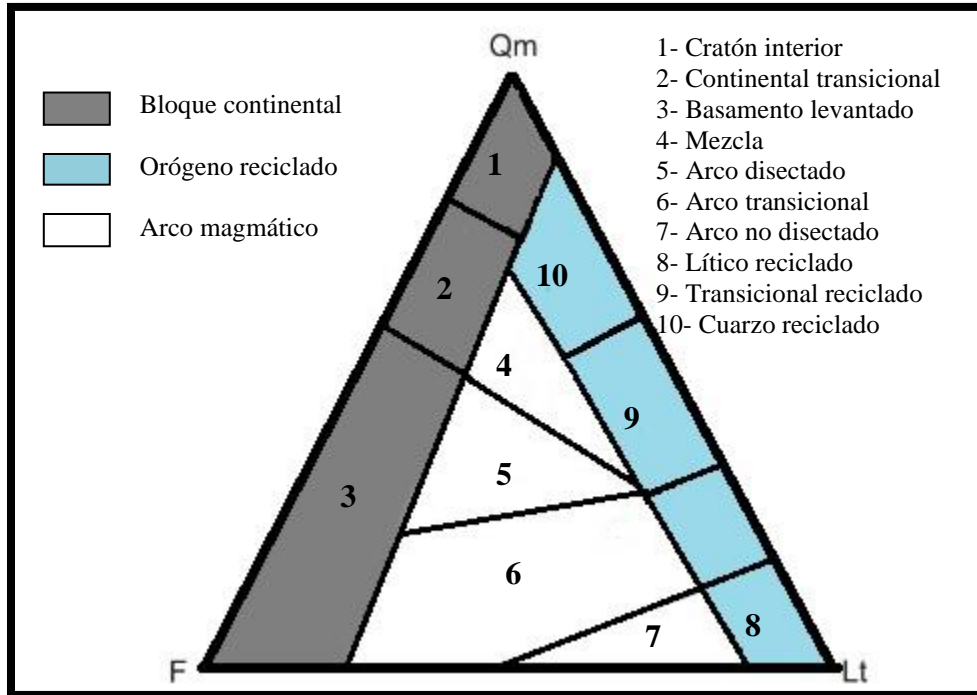


Figura 3.3. Muestra el diagrama Qm-F-Lt tomando en cuenta solo el cuarzo monocristalino, sin incluir la ftanita, representando areal y porcentualmente los diferentes tipos y subtipos de zonas de procedencias mineralógicas. (Tomado y modificado de Dickinson, 1985).

El segundo diagrama Qm-F- Lt suma e cuarzo policristalino a los líticos inestables (transformando al vértice derecho en líticos totales), reconociendo los mismos campos arriba señalados, pero mejorando la definición del área de orógenos reciclados y poniendo énfasis en la granulometría de las rocas que componen el área fuente (Dickinson y Suczek 1979).

Como continuación de estos diagramas (Dickinson y Suczek, 1979) definieron otros triángulos complementarios, los que consideran parte de la población total de granos. Uno de estos triángulos el Qp-Lv-Ls (Ver figura 3.4), el cual permite una clara separación entre Orógeno de colisión y arco magmáticos.

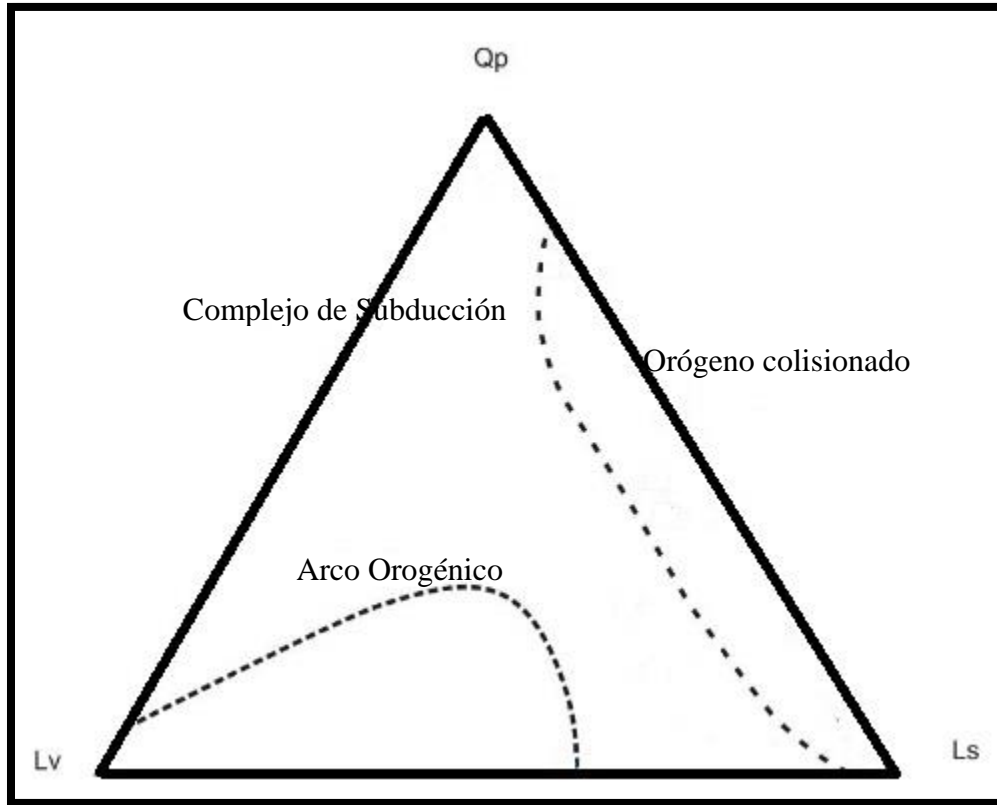


Figura 3.4. Diagrama Qp-Lv-Ls (Tomado y Modificado de Dickinson y Suczek, 1979)

Los diagramas construidos por (Dickinson y Suczek, 1979), fueron reelaborados por Dickinson *et al.*, (1983). Estos son los generalmente empleados y resultan básicamente derivados de los originalmente presentados por (Dickinson y Suczek, 1979). En el nuevo modelo de proveniencia de los bloques continentales ha sido dividida en tres campos: interior cratónico, continental transicional y basamento elevado.

Según Dickinson *et al.*,(1983), el tipo de fuente de sedimentos para las rocas que derivan de un orógeno reciclado son secuencias de estratos y rocas volcánicas subordinadas, en parte metamorfizadas, expuestas a la erosión debido al levantamiento orogénico del cinturón de plegamiento y fallamiento, y la fuente de sedimento cuyo origen es un bloque continental provienen tanto de una plataforma y escudo estable o de levantamientos que marcan límites de placas o de deformaciones intraplacas que interceptan el bloque continental.

(Dickinson y Suczek, 1979), establecen que el carácter petrológico del área fuente, la naturaleza de los procesos sedimentarios dentro de la cuenca de depositación y la trayectoria que enlaza al área fuente con la cuenca de depositación, son factores que influyen notablemente en la composición de las areniscas involucrados en el proceso; de ahí que la clave que existe entre el área fuente y la cuenca de depositación está gobernada por la deformación tectónica sufrida por los terrenos.

(Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), proponen varios tipos de área fuente, las cuales son controladas por la tectónica de placas, y son agrupadas en distintos campos definidos en diagramas ternarios. Estos diagramas están caracterizados por el tipo de variables que envuelven (mencionados anteriormente). Consecuentemente, se distinguen tres tipos de procedencia principales, las cuales a su vez se encuentran divididas en subgrupos (Ver figura 3.5).

Bloque continental: en este campo se incluyen los sedimentos que provienen de un bloque continental no orogénico que forma areniscas de composición cuarzosa y feldespática, provenientes de un basamento expuesto (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

Arco magmático: este campo incluye varios tipos de sedimentos producto de la erosión del arco orogénico donde las areniscas son ricas en restos líticos y volcanoclastos y además pueden tener alto contenido cuarzo-feldespático si la influencia es plutónica (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

Orógeno reciclado: en este campo se agrupan varios tipos de fuentes de tipo orogénico, como pueden ser areniscas cuarzosas con detritos de origen sedimentario y metasedimentarias (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

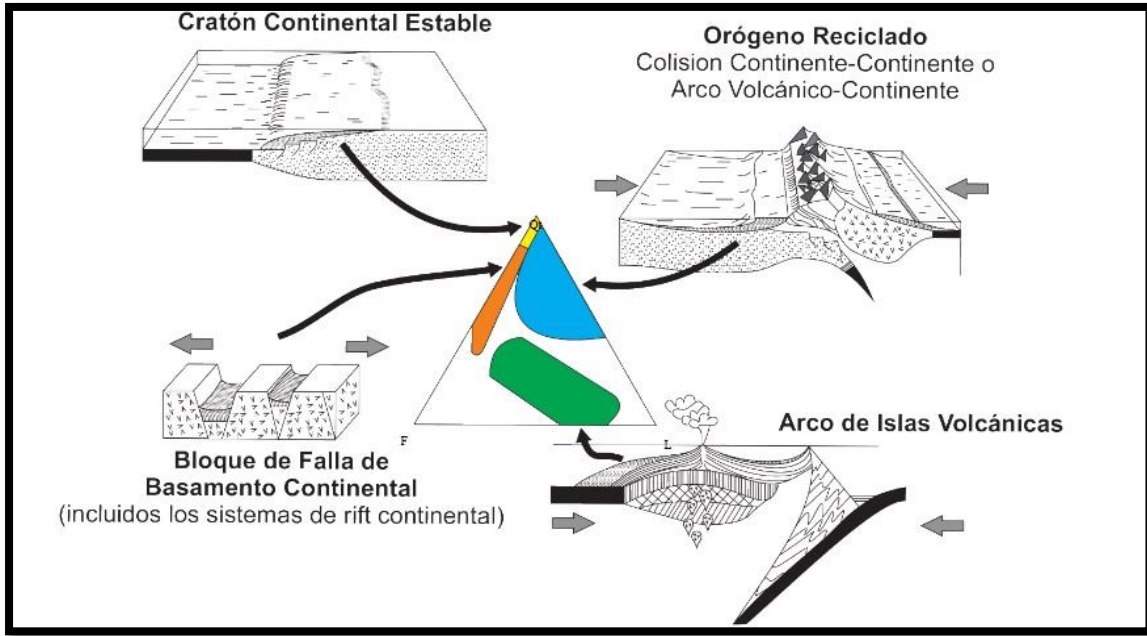


Figura 3.5. Distribución tectónica en función de los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979).

Empleando el método de conteo de puntos de Gazzi-Dickinson (Ingersoll *et al.*, 1984), el cual consiste en contar los granos de minerales mayores a 0,00625 mm al microscopio y registrar los porcentajes de ciertos minerales indicativos tales como cuarzo policristalino (Qp), cuarzo total (Q), cuarzo monocristalino (Qm), feldespatos (F) y fragmentos líticos (L) como líticos volcánicos (Lv), sedimentarios (Ls) y metamórficos (Lm). Estos autores distinguen cuatro tipos principales de procedencia que denominan como: a) cratones estables, b) basamentos elevados, c) arcos magmáticos y d) orógenos reciclados (Arche, 2010). En la (Tabla 3.2) se han resumido las características principales de los depósitos arenosos generados, así como los ambientes geotectónicos discriminados (Arche, 2010).

Tabla 3.2. Principales tipos de procedencias y características composicionales de las arenas asociadas. (Modificado de Dickinson, 1985).

Tipo de procedencia	Ambiente geotectónico asociado	Composición de las arenas generadas
Cratones estables	Interior continental o plataformas pasivas	Arenas cuarzosas (ricas en Qt) con altos valores de Qm/Qp y K/P
Basamentos elevados	Hombarrera de <i>Rift</i> o falla transformante	Arenas cuarzo feldespáticas (Qm-F) con bajo contenido en Lt y relaciones Qm/F y K/P similares a la roca original
Arcos Magmáticos	Arco isla o arco continental	Arenas feldespáticas (F- L), volcanoclasticas con altos valores de P/K y Lv/Ls Composiciones intermedias con arenas cuarzo feldespáticas (Qm- F) procedentes de batolitos.
Orógenos reciclados	Complejo de subducción o cadena montañosa (<i>foldthrustbelt</i>)	Arenas cuarzo líticas (Qt-Lt), con bajo contenido en F y Lv y relaciones variables de Qm/Qp y Qp/Ls

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Método de Trabajo

La metodología aplicada en el desarrollo de este trabajo fue dividida en tres etapas fundamentales, los cuales se muestran en la (Figura 4.1) y son:

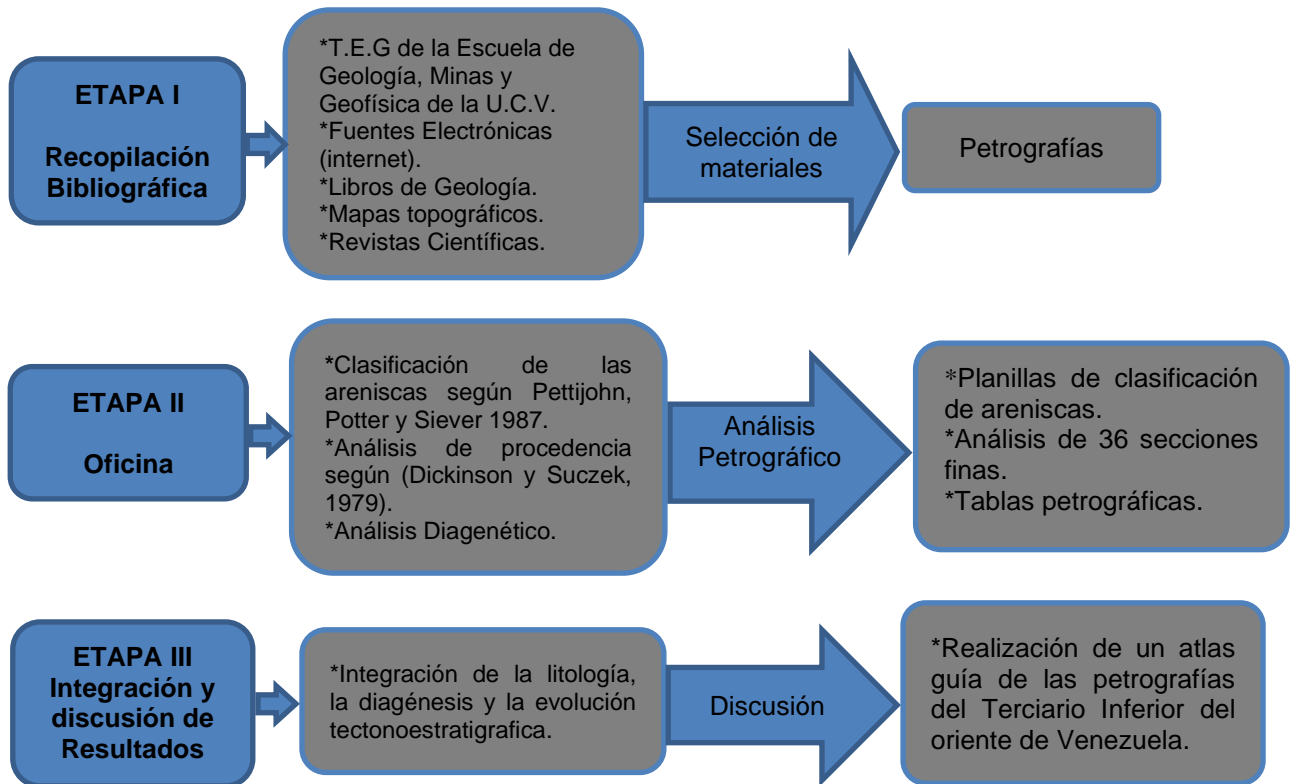


Figura 4.1. Diagrama de flujo de la metodología empleada.

ETAPA I: Recopilación Bibliográfica

Como primera etapa del trabajo se realizó una recopilación bibliográfica que consistió en una búsqueda y recopilación de textos (en físico y en formato digital) de distinta índole como revistas nacionales e internacionales, libros de texto, publicaciones especiales, tesis y cartas geológicas publicadas por diferentes autores. Los temas de interés fueron los relacionados principalmente con características petrográficas, diagénesis de areniscas y procedencia, temáticas que se encontraron en la Biblioteca de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la UCV “Dr. Virgil D. Winkler”, además de redes de internet. Posteriormente se realizó una revisión y clasificación de la información disponible para delimitar el área de estudio.

ETAPA II: Etapa de Oficina

En esta segunda etapa de trabajo se realizó una evaluación de 36 secciones finas obtenidas de los trabajos previos de (**López, 1981; Cisneros y López, 1986 y Hernández y Luna, 1986**), estas muestras son representativas de las Formaciones Caratas, Vidoño y Los Jabillos (Ver figura 4.2a).

El análisis petrográfico consistió en determinar mediante un microscopio petrográfico (Ver figura 4.2b), los componentes principales: grano, matriz, cemento, porosidad, como los efectos diagenéticos. La planilla utilizada para esta descripción petrográfica se muestra en la figura 4.3. Todas las muestras fueron fotografiadas.

Para clasificar las areniscas según su composición y reconocer los componentes mineralógicos en nicoles paralelos y nicoles cruzados se utilizó las referencias de Pettijohn, Potter y Siever (1987) y los resultados fueron graficados en los triángulos de Pettijohn *et al.*, (1987).

Para el análisis de procedencia fueron seleccionadas 10 muestras, las cuales fueron previamente seleccionadas por poseer tamaño de grano de medio a grueso. Se utilizó el método de conteo de puntos, en el microscopio de luz polarizada, la platina graduada que sujeta a la sección delgada es adaptada a un contador y permite su movimiento a un cierto intervalo de distancia, siendo el espacio vertical de 1.5 mm con un espacio entre puntos de

0.3 mm. Este espaciamiento se selecciona en base a la cantidad de puntos que se requieran para el estudio formando una red de puntos en un sistema de coordenadas (x, y).

En cada caso se contaron no menos de 350 puntos por muestras y para este conteo se utilizó el método de Gazzi-Dickinson (Ingersol *et al.*, 1984) el cual permite minimizar el problema que genera la diferencia en los tamaños de granos de los componentes. Se identificaron los granos de cuarzo (Q), feldespatos (F) y fragmentos líticos (L) y los valores fueron graficados utilizando los diagramas triangulares de discriminación de procedencia (Dickinson *et al.*, 1983) para poder determinar las características del área de aporte de sedimento (Ver figuras 5.38, 5.39 y 5.40).

El primer análisis se tomó como base para la clasificación de las areniscas y el segundo en el estudio de procedencia de los sedimentos siliciclásticos y por último se realizaron los análisis diagenéticos.

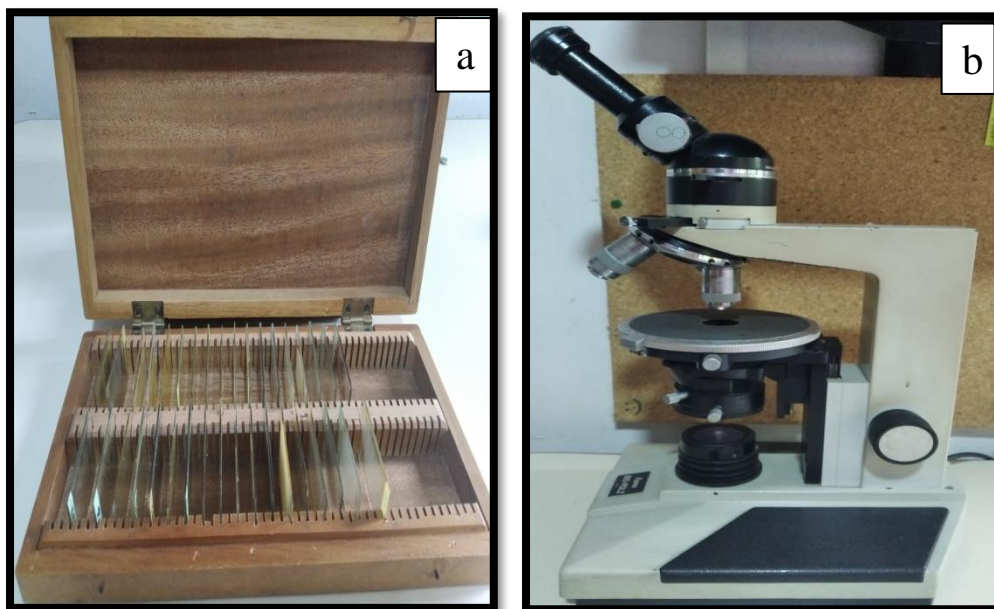


Figura 4.2. a) Secciones finas y b) Microscopio petrográfico.

Planilla para petrografía de ARENISCA (Lab.330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
Características texturales			
Tam. Grano: (-) mm	Clasificación:	Orientación: Anisotrópica Isotrópica	
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esféricidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Medio	Puntual
Pobre	Sub- angular	Medio- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Cono-Conv Suturado
Componentes principales (%)			
Granos:	Matriz:	Cemento:	Porosidad:
Granos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortoa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
Matriz %			
Minerales de arcilla	Cuarzo	Porosidad %	
Oxidos Fe	Oxido de Fe	Interpartícula	
Cuarzo	Caolinita	Intrapartícula	
Caolinita	Mineral calcáreo	Disolución	
Material carbonático	Minerales de arcilla	Fractura	
Otros	Otros	Móldica	
Efectos diagenéticos			
Compactación		Cementación	
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	
Disolución			
Granos	Contacto long y cono- conv	Alteración	
Matriz	Contactos suturados	Feldespatos	
Cemento	Ectilitas	Moscovita	
		Biotita	
		FR	
		Otros	
Porcentajes originales		Recálculo	
Cuarzo		Clasificación según Nombre de roca	
Feld			
FR			
Matriz			
Usar clasificaciones de: http://www.lgs.ac.uk/lgsrct/download.html			

Figura 4.3. Planilla para la descripción petrográfica de las muestras de areniscas.

ETAPA III: Integración y Discusión de los Resultados

Esta tercera etapa abarcó la integración y discusión de los resultados obtenidos en la etapa de oficina, la cual consistió en generar tablas resumen de componentes principales, procesos diagenéticos, clasificación de rocas, procedencia de las muestras estudiadas y la realización de un atlas guía de las petrografías del Terciario Inferior del oriente de Venezuela.

Los valores obtenidos fueron graficados en los triángulos de clasificación de rocas según Pettijohn, Potter y Siever (1987) y los diagramas ternarios de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

El modelo diagenético obtenido fue comparado con el modelo de Surdam (1989), mientras que el modelo tectonoestratigráfico plantea los resultados obtenidos de la clasificación de Pettijohn, Potter y Siever (1987) y la de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), dando como resultados la integración de ambos modelos.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis Petrográfico

El presente capítulo contempla el análisis petrográfico de 36 muestras, ubicadas en la parte oriental de Venezuela, específicamente en los estados Anzoátegui y Monagas, las cuales permitirán conocer las características cuantitativas y cualitativas, clasificación y procesos diagenéticos.

Estas observaciones petrográficas permiten determinar las características cualitativas texturales de las muestras de areniscas y grauvacas en la cual se describen los componentes principales: grano, matriz, cemento y porosidad; por otra parte se mostraran la proporción y las características cuantitativas de los tipos litológicos obtenidos a partir de la clasificación de Pettijohn, Potter y Siever (1973), estudiándose también los procesos diagenéticos como: compactación, presión-solución, cementación, reemplazo, disolución y alteración.

5.2. Componentes principales de Areniscas y Grauvacas

Entre los componentes principales se identifican grano, matriz, cemento y porosidad; siendo primero divididos en tipo de cuarzo, tipo de feldespato, tipo de fragmento de roca y accesorios presentes; por lo general se estudia la composición de la matriz y el cemento.

5.2.1. Granos

5.2.1.1. Cuarzos

❖ Cuarzo monocristalino

El cuarzo monocristalino de origen plutónico se identificó en las muestras citadas en la tabla 5.1. En general los individuos poseen extinción recta, los granos se muestran con variados tamaños arena, desde finos a medio con bordes entre subredondeados a redondeados (Ver figura 5.1), aunque se pueden observar también algunos con bordes angulosos.

Tabla 5.1. Muestras que contienen cuarzo monocristalino

<p>Cuarzo monocristalino</p>	<p>Mo-476, Mo-616, Mo-603, Mo-591, Mo-553, Mo-568, Mo-578, Mo-615, Mo-577, Mo-579, Mo-600, Mo-604, Mo-636, AN-331B-85, AN-220B-85, AN-223-85, AN-334A-85, AN-224E, AN-284C-85, AN-274-85, AN-237-85, AN-284A-85, AN-275-85, AN-284B-85, AN-276F-85 AN-220A-85, AN-332A-85, BNA-509, BNA-470, BNA-475, BNA-477, BNA-526, BNA-462, BNA-467, BNA-515, BNA-481</p>
---	--

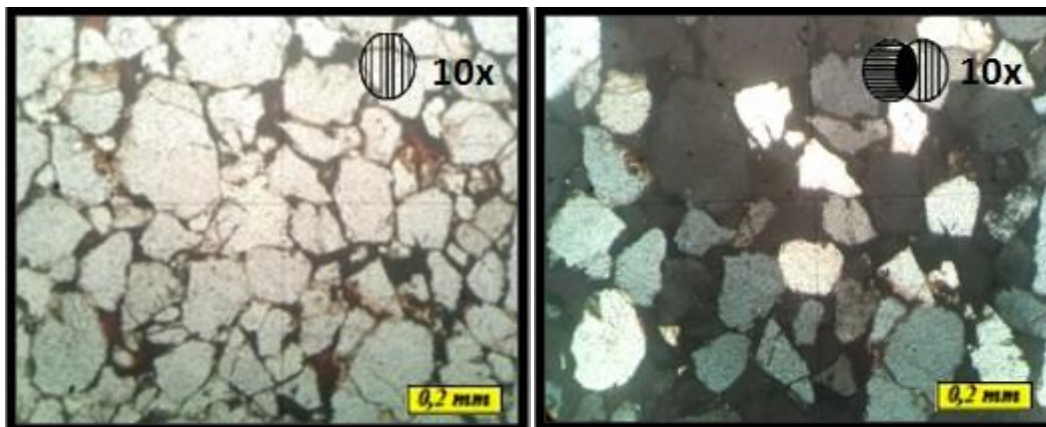


Figura 5.1. Fotomicrografía de cuarzo monocristalino subredondeados a subangulares, muestra Mo-615.

❖ **Cuarzo policristalino**

Este tipo de cuarzo se encuentra en menor cantidad, su valor máximo aproximado es de 4% en la mayoría de las muestras citadas en la tabla 5.2, posee sus característicos numerosos cristales los cuales podían observarse de extinción ondulatoria a recta, además se pueden observar bordes entre subredondeados a subangulares, con contactos entre los granos de tipo cóncavo-convexo y longitudinal (Ver figura 5.2).

Tabla 5.2. Muestras con cuarzo policristalino

Cuarzo policristalino	Mo-604, Mo-616, Mo-600, Mo-579, AN-331B-85, AN-220B-85, AN-275-85, AN-334A-85, BNA-470
------------------------------	--

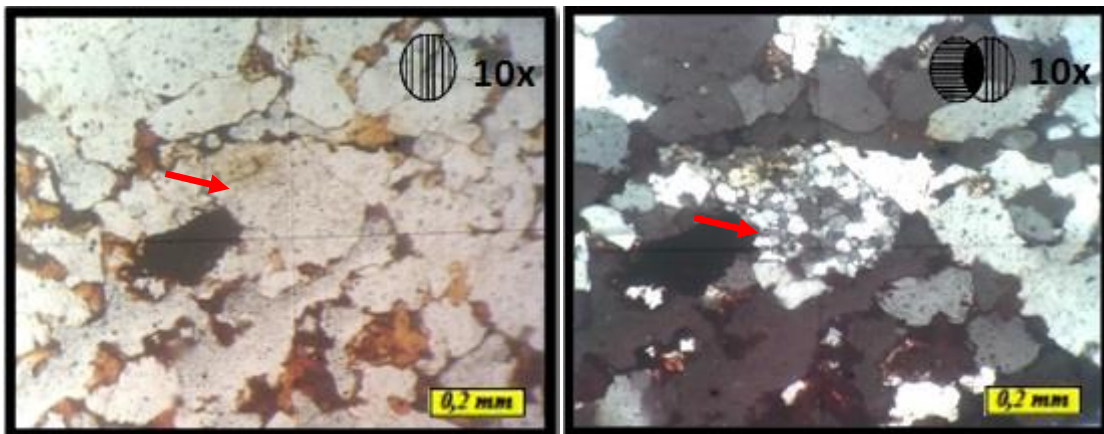


Figura 5.2. Fotomicrografía de cuarzo policristalino subredondeados, señalado con la flecha roja, muestra Mo-616.

5.2.1.2. Feldespatos

❖ **Plagioclasas**

Las plagioclasas presentes en las muestras citadas en la tabla 5.3 fueron de tipo Albita, las cuales se caracterizan por su macla polisintética y el microclino, con su característico maclado enrejado, los tamaños de granos para las mismas corresponden a arena fina a media, con bordes entre subredondeados a subangulares (Ver figura 5.3).

Podemos inferir que el microclino que se pueden en las muestras (Ver tabla 5.4) se formó a bajas profundidades, el mismo sufrió disolución, por lo que su presencia no es tan

abundante (Ver figura 5.4). El mineral de albita es común en areniscas profundamente enterradas, en especial en un ambiente continental activo.

Tabla 5.3. Muestras con plagioclasa

Plagioclasa	Mo-616, AN-276F-85, AN-331B-85, AN-284B-85.
--------------------	---

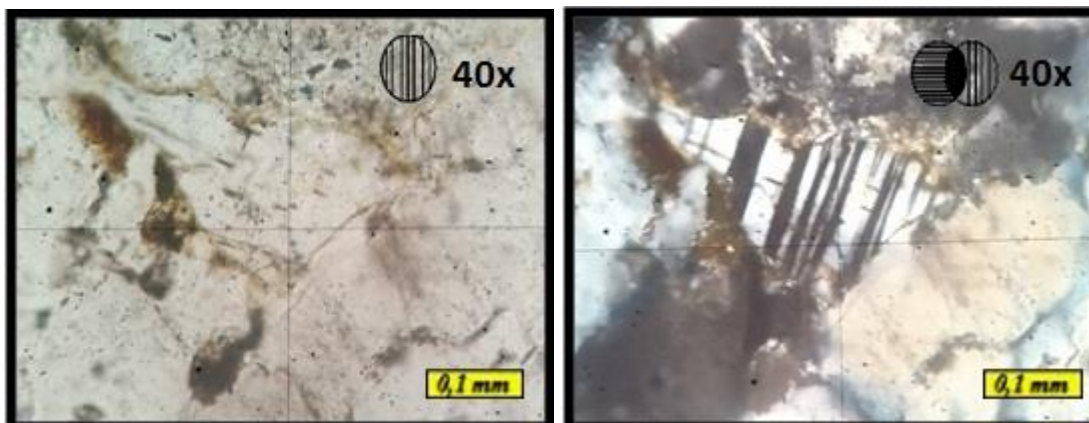


Figura 5.3. Fotomicrografía de plagioclasa tipo albita, subangulosa, muestra AN-284B-85.

Tabla 5.4. Muestras con microclino

Microclino	AN-284B-85, AN-276F-85.
-------------------	-------------------------

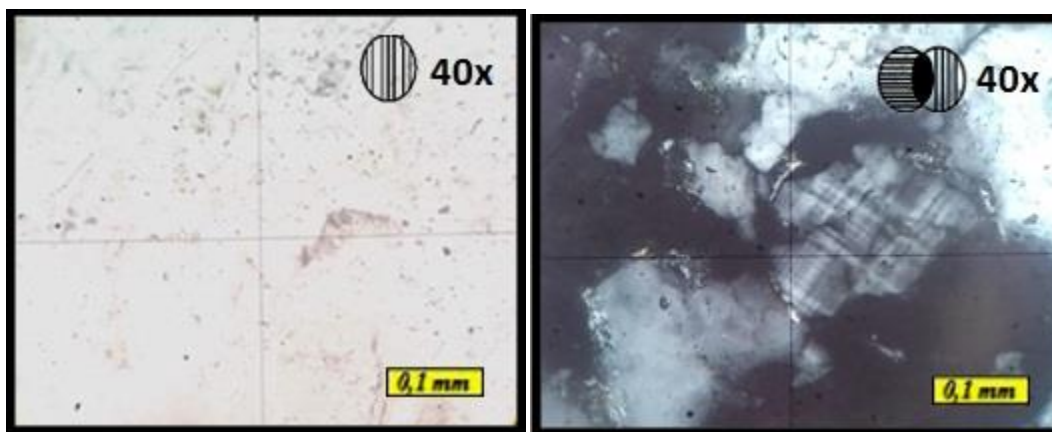


Figura 5.4. Fotomicrografía de microclino, subredondeado, muestra AN-284B-85.

5.2.1.3. Fragmento de Roca

❖ **Fragmento de Ftanita o Chert**

Los fragmentos de rocas chert (o ftanita detrítica) que se observaron en las muestras citadas en la tabla 5.5, están constituido por una matriz indeterminada, poseen tamaño de arena media a muy fina. Los granos observados son subredondeados a subangulosos (Ver figura 5.5).

Tabla 5.5. Muestras con Fragmento de roca (Chert)

<p>Fragmento de roca (Chert)</p>	<p>Mo-476, Mo-616, Mo-603, Mo-615, Mo-553, Mo-577, Mo-579, Mo-600, Mo-604, Mo-636, Mo-578, AN-220B-85, AN-223-85, AN-334A-85, AN-224E, AN-293A-85, AN-297A-85, AN-332A-85, AN-276F-85, AN-237-85, AN-284A-85, AN-331B-85, AN-275-85, AN-284B-85, AN-220A-85, BNA-509, BNA-470, BNA-475, BNA-477, BNA-526, BNA-462, BNA-467.</p>
---	---

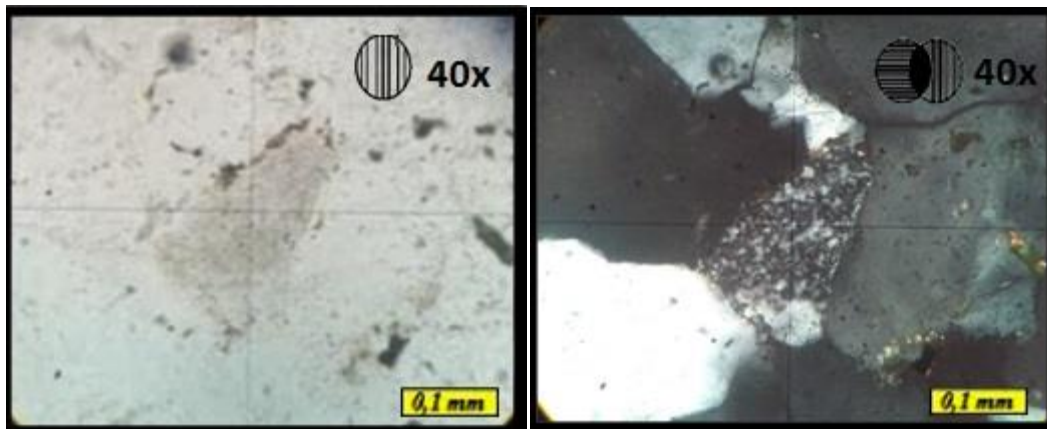


Figura 5.5. Fotomicrografía fragmento de roca tipo chert, subanguloso, muestra AN-223-85.

❖ **Fragmento de Roca Volcánica**

Los fragmentos de roca volcánica observados en las muestras citadas en la tabla 5.6, están compuestos principalmente de pequeños cristales de moscovitas primarias, las cuales presentan una alineación (Ver figura 5.6).

Tabla 5.6. Muestras con fragmento de Roca Volcánica

Fragmento de Roca Volcánica	AN-334A-85, AN-275-85
------------------------------------	-----------------------

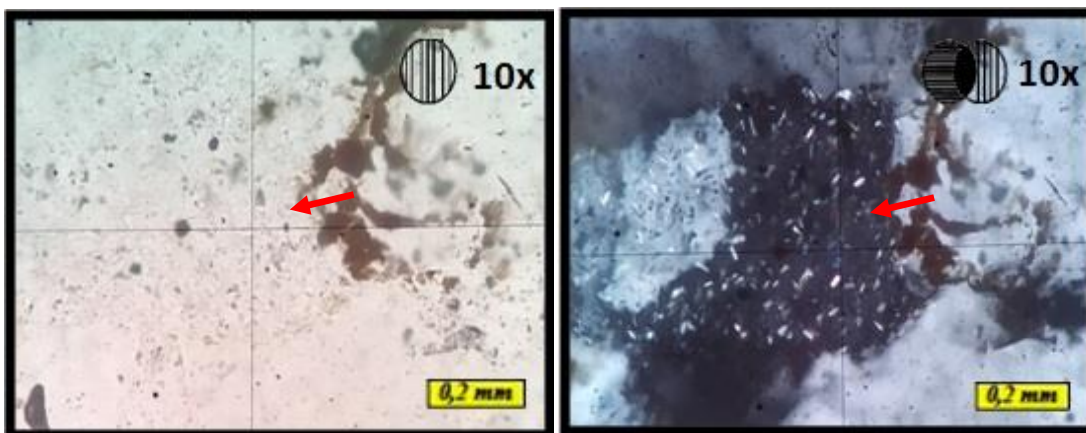


Figura 5.6. Fotomicrografía fragmento de roca volcánica señalada con la flecha roca, muestra AN-334A-85.

❖ **Fragmento de arenisca cuarzosa**

Fragmento de roca de arenisca cuarzosa se pudo observar en las muestras citadas en la tabla 5.7, compuesto principalmente por cuarzo de tamaño variable y diferente redondez (Ver figura 5.7).

Tabla 5.7. Muestras con fragmento de arenisca cuarzosa.

Fragmento de arenisca cuarzosa	Mo-579
---------------------------------------	--------

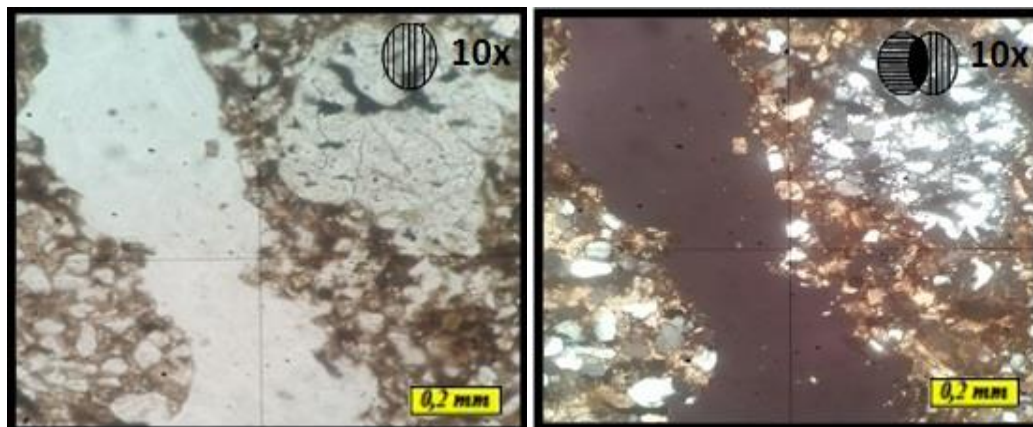


Figura 5.7. Fotomicrografía fragmento de arenisca cuarzosa, muestra Mo-579.

5.2.1.4. Accesorios

❖ **Moscovita**

Las moscovitas que se pudieron observar en las muestras citadas en la tabla 5.8, se presenta de forma delgada con dimensiones muy variadas, que van desde arena media a fina, con bordes angulares (Ver figura 5.8).

Tabla 5.8. Muestras con mineral de moscovita

Moscovita	Mo-476, Mo-616, Mo-600, AN-223-85, AN-224E, AN-284C-85, AN-274-85, AN-237-85, AN-284A-85, AN-275-85.
------------------	--

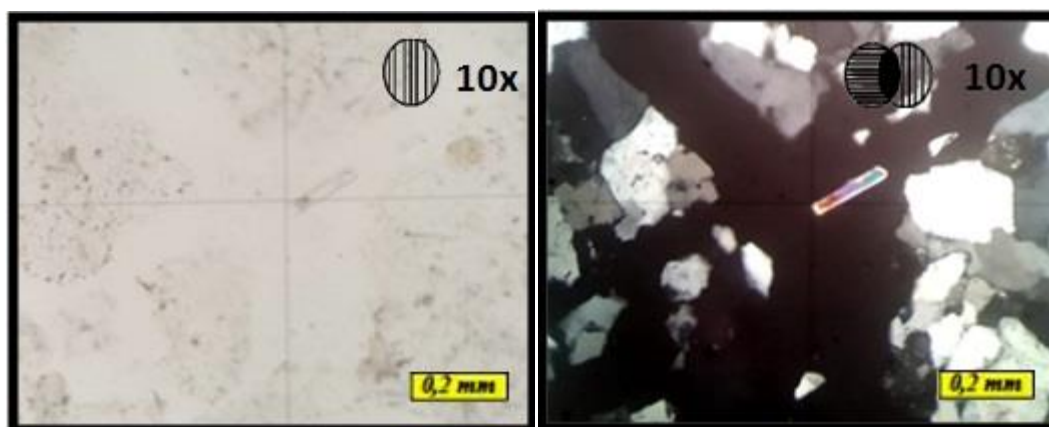


Figura 5.8. Fotomicrografía de grano detrítico de moscovita, alargada, muestra AN-223-85.

❖ **Glaucionita**

Las glauconitas que se observaron en las muestras citadas en la tabla 5.9, la mayoría de ellas se presenta de (amarillo-verde), granudas e intersticial entre los granos con bordes subredondeados (Ver figura 5.9).

Tabla 5.9. Muestras con mineral de glauconita

Glaucionita	Mo-600, Mo-616, Mo-591, Mo-568, Mo-603, Mo-636, Mo-578, AN-331B-85, AN-220B-85, AN-220A-85, AN-237-85, AN-284C-85, AN-332A-85, AN-276F-85,
--------------------	--

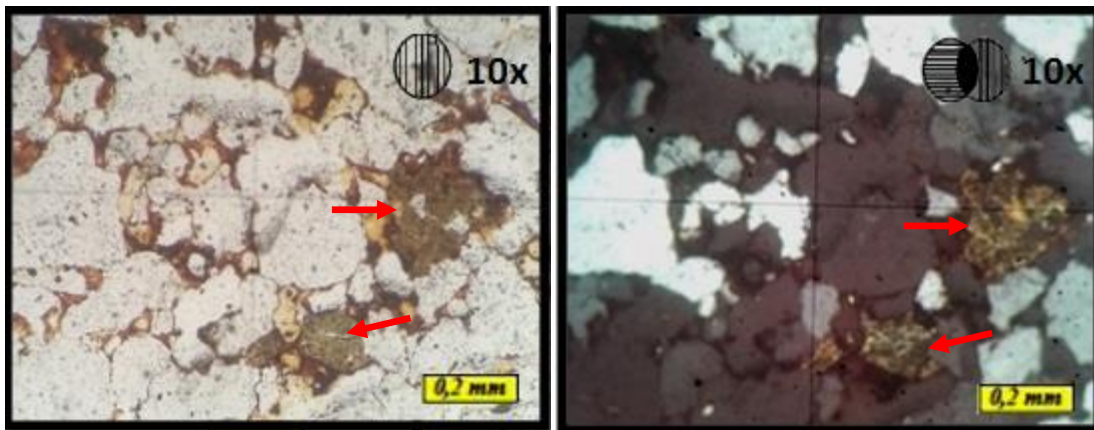


Figura 5.9. Fotomicrografía de glauconita subredondeado señalada con la flecha roja, muestra Mo-616.

❖ **Zircón**

El Zircón que se observó en las muestras citadas en la tabla 5.10, presenta un relieve alto, bordes de subredondeados a subangulares y posee tamaño arena de media a fina (Ver figura 5.10).

Tabla 5.10. Muestras con zircón

Zircón	Mo-604, Mo-577, Mo-476, Mo-636, AN-220A-85, AN-223-85, AN-334A-85, AN-284C-85, AN-275-85, AN-274-85, AN-284B-85.
---------------	--

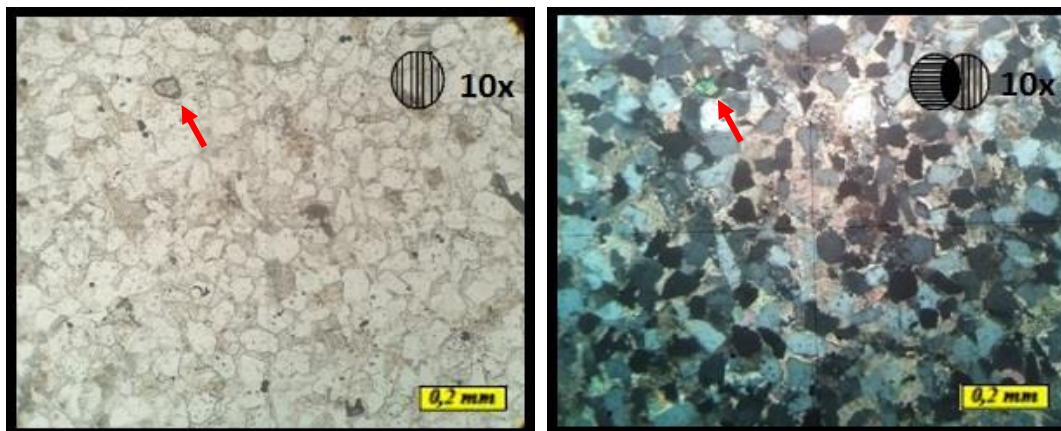


Figura 5.10. Fotomicrografía de zircón, subredondeado señalado con flecha roja, muestra Mo-604.

❖ Óxido de Hierro

El mineral de óxido de hierro identificado en las muestras fueron la goehtita que se presenta de color rojo, microcristalina y equidimensionales; la hematita se observa con color rojo oscuro, citadas en la tabla 5.11, microcristalina, equigranular (Ver figura 5.11).

Tabla 5.11. Muestras con óxido de hierro

Óxido de hierro	Mo-600, AN-331B-85, AN-220B-85, AN-220A-85, AN-274-85, AN-275-85, AN-284C-85, AN-332A-85, BNA-470, BNA-526.
------------------------	---

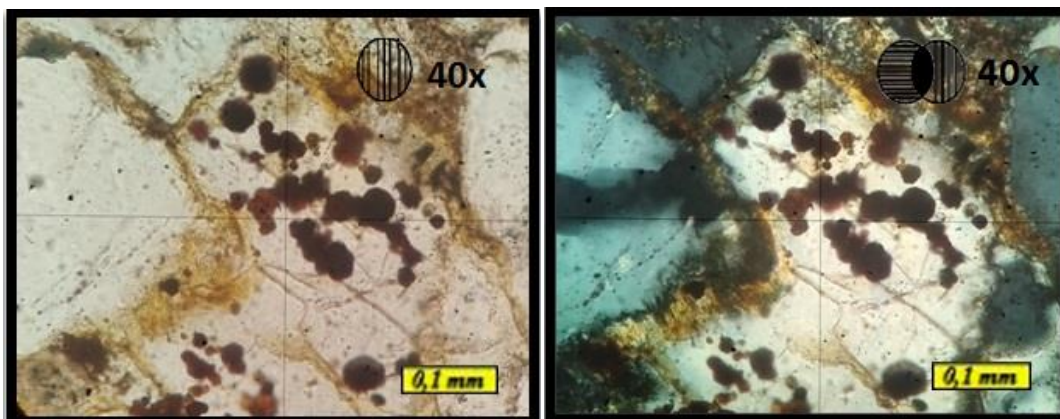


Figura 5.11. Fotomicrografía de mineral de hierro tipo goethita, muestra AN-275-85.

5.2.2. Matriz

Se identificaron tres tipos de matriz en las muestras de areniscas y grauvacas, de acuerdo a su composición y en orden de abundancia: calcárea, óxido de hierro y arcilla.

❖ Matriz Calcárea

Esta matriz es la más abundante entre las muestras citadas en la tabla 5.12, se presenta rellenando poros y envolviendo granos varía entre un 4%-15% (Ver figura 5.12).

Tabla 5.12. Muestras compuestas por Matriz Calcárea

Matriz Calcárea	Mo-603, Mo-577, Mo-578, Mo-579, AN-332A-85.
------------------------	---

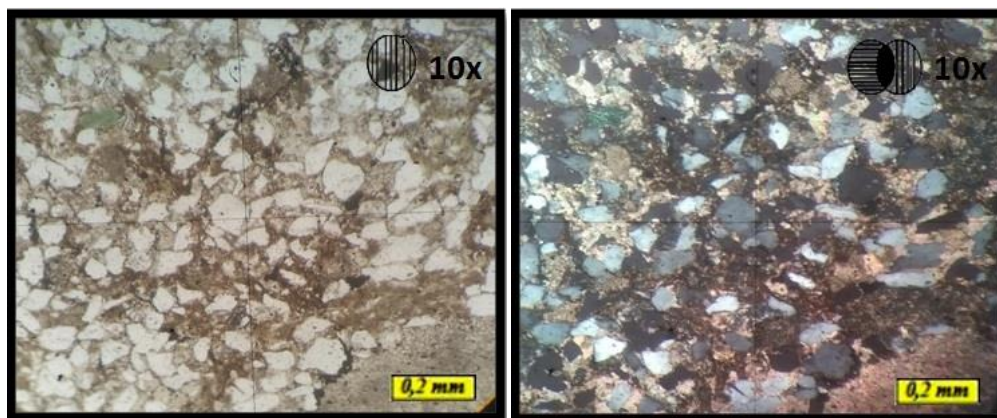


Figura 5.12. Fotomicrografía de matriz calcárea, muestra Mo-578

❖ **Matriz de Óxido de Hierro**

Matriz compuesta de óxido de hierro se pudieron observar en algunas muestras citadas en la tabla 5.13, de tipo hematita se encuentra relleno de poros y envolviendo granos, la cual presenta un contacto grano matriz bien definido (Ver figura 5.13).

Tabla 5.13. Muestras compuestas por Matriz de Hierro

Matriz de Hierro	Mo-616, Mo-568, Mo-553, Mo-636.
-------------------------	---------------------------------

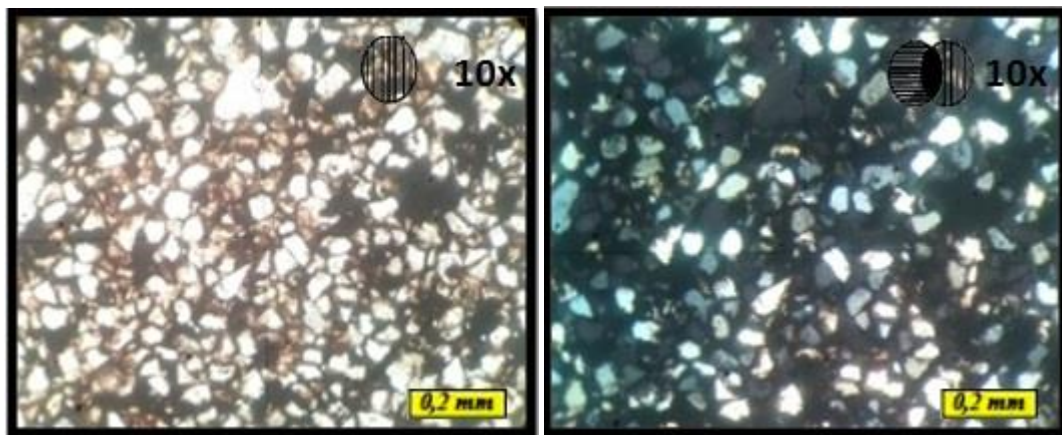


Figura 5.13. Fotomicrografía matriz de óxido de hierro, muestra Mo-553.

❖ **Matriz de Arcilla**

Esta matriz de arcilla se pudo observar en algunas muestras citadas en la tabla 5.14, la cual presenta colores de pardo a marón oscuro, relleno de poros y envolviendo granos, se muestra con más detalle en la figura 5.14.

Tabla 5.14. Muestras compuestas por Matriz de Arcilla.

Matriz de Arcilla	Mo-600, AN-220A-85, AN-284B-85, AN-276F-85, BNA-470, BNA-481, BNA-509, BNA-515, BNA-526, BNA-475.
--------------------------	---

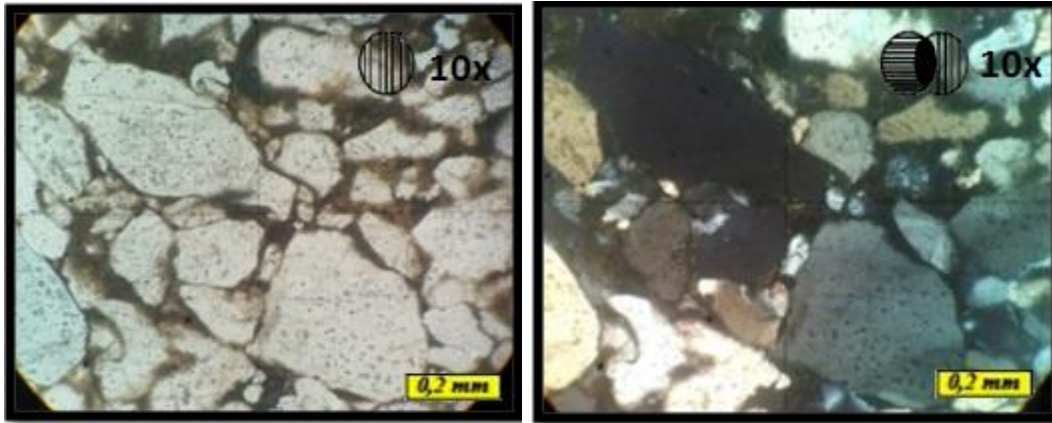


Figura 5.14. Fotomicrografía de matriz de arcilla, muestra AN-220A-85.

5.23. Cemento

Los tipos de cementos presentes en las muestras de areniscas y grauvacas de acuerdo a su constitución y en orden de abundancia: sílice, minerales de hierro y carbonático.

❖ **Cemento de Sílice**

En la muestras de areniscas y grauvacas citadas en la tabla 5.15, el cemento de sílice es el más abundante y se presenta como crecimiento secundario de cuarzo con continuidad óptica y cristalográfica (Ver figura 5.15), el cual parece haberse formado relativamente temprano dentro de la secuencia de cementación.

Tabla 5.15. Muestras con Cemento de Sílice

Cemento de Sílice	Mo-476, Mo-553, Mo-577, Mo-591, Mo-600, Mo-604, Mo-615, Mo-616, Mo-636, AN-332A-85, AN-220A-85, AN-220B-85, AN-223-85, AN-334A-85, AN-224E, AN-284C-85, AN-237-85, AN-284A-85, AN-275-85, AN-284B-85, AN-274-85, AN-276F-85, BNA-462
--------------------------	--

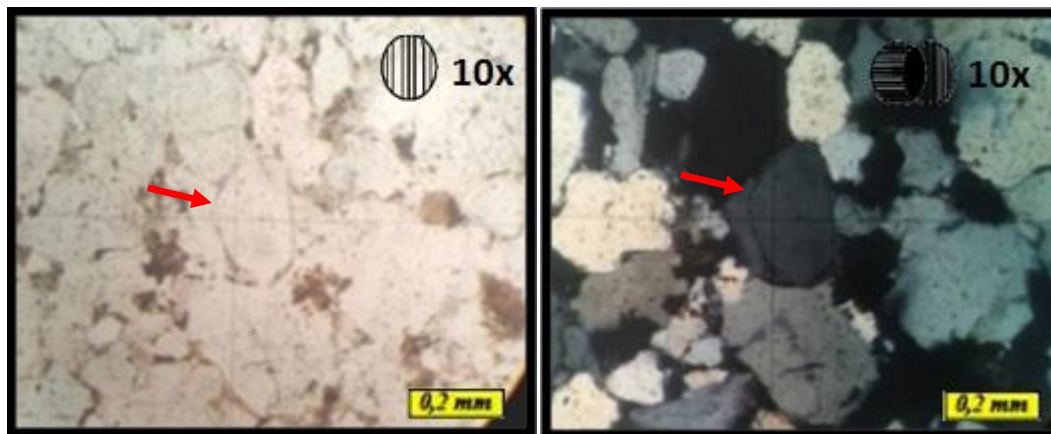


Figura 5.15. Fotomicrografía de cemento de sílice señalado con la flecha roja, muestra Mo-476.

❖ **Cemento de mineral de hierro**

Entre los cementos de minerales de hierro más comunes en las muestras de areniscas y grauvacas citadas en la tabla 5.16, tenemos hematita; se disponen como forro o envoltorio de grano y relleno de fracturas (Ver figura 5.16).

Tabla 5.16. Muestras con Cemento de Hierro

Cemento de Hierro	Mo-476, Mo-553, Mo-591, Mo-604, Mo-615, AN-220B-85, AN-224E, AN-334A-85, AN-331B-85, AN332A-85, AN-274-85, AN-284C-85, AN-284A-85, AN-275-85, AN-284B-85, AN-276F-85, BNA-462, BNA-470, BNA-475, BNA-477, BNA-509, BNA-515, BNA526.
--------------------------	---

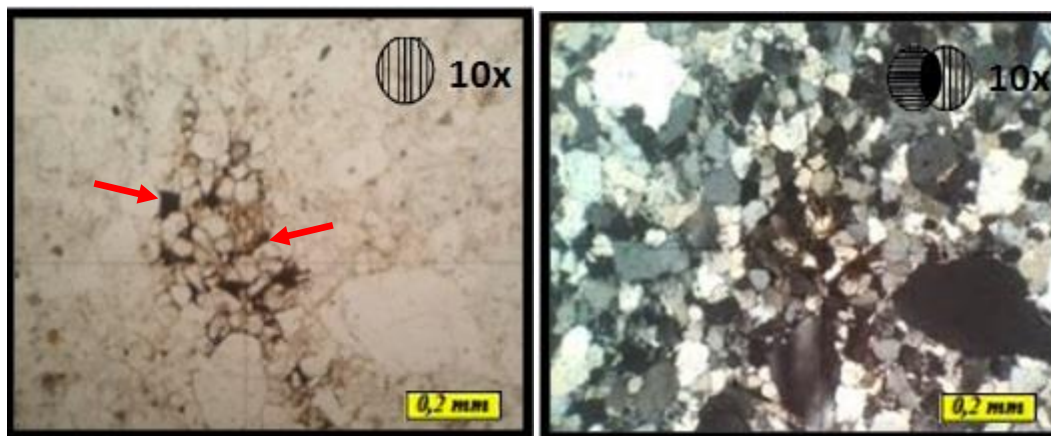


Figura 5.16. Fotomicrografía de cemento de mineral de hierro, en la que se observa recubrimiento de goetita, identificado con las flechas rojas, muestra AN-284C-85.

❖ **Cemento Carbonático:**

El cemento carbonático se observan en las muestras citadas en la tabla 5.17, se presenta como parches entre los granos (Ver figura 5.17).

Tabla 5.17. Muestras compuestas por Cemento Calcáreo.

Cemento Carbonático	Mo-577, Mo-603, Mo-604, AN-284A- 85, AN-331B-85, AN-332A-85.
----------------------------	--

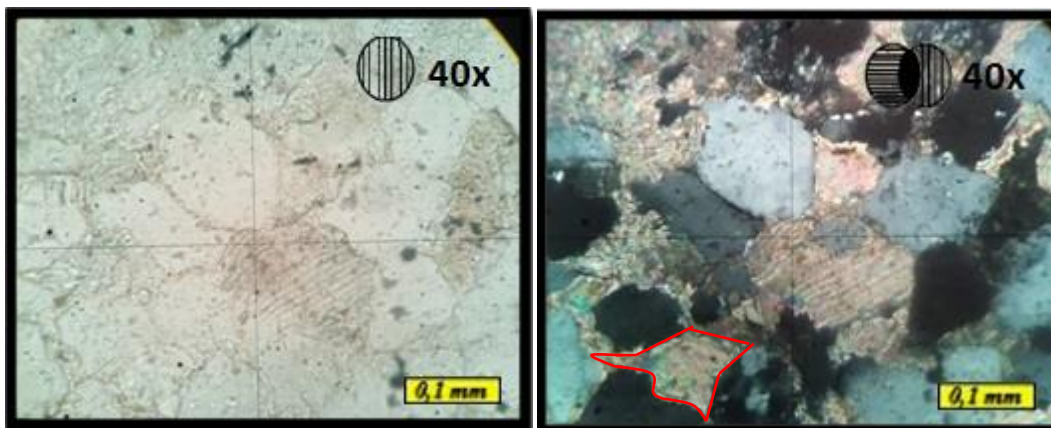


Figura 5.17. Fotomicrografía de cemento carbonático presentado como parche (recuadro rojo), muestra Mo-604.

5.2.4. Porosidad

En las muestras citadas en la tabla 5.18, los valores de porosidad son variados debido a la compactación presente. La porosidad más común es primaria interpartícula (Ver figura 5.18), seguida de una porosidad de tipo moldica (Ver figura 5.19) y porosidad tipo *vuggy* (Ver figura 5.20).

Tabla 5.18. Muestras con Porosidad

Porosidad	Mo-476, Mo-616, Mo-603, Mo-591, Mo-578, Mo-615, Mo-577, Mo-553, Mo-579, Mo-600, Mo-568, Mo-604, Mo-636, AN-220A-85, AN-223-85, AN-334A-85, AN-224E, AN-284C-85, AN-237-85, AN-274-85, AN-275-85, AN-284B-85, AN-276F-85, BNA-481, BNA-509, BNA-470, BNA-475, BNA-477, BNA-526, BNA-462, BNA-515, BNA-467.
------------------	---

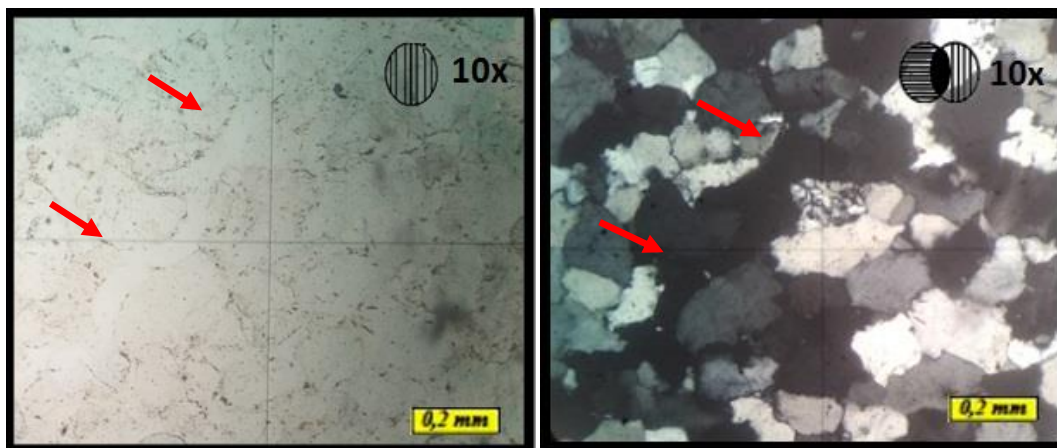


Figura 5.18. Fotomicrografía de porosidad interpartícula, muestra Mo-579.

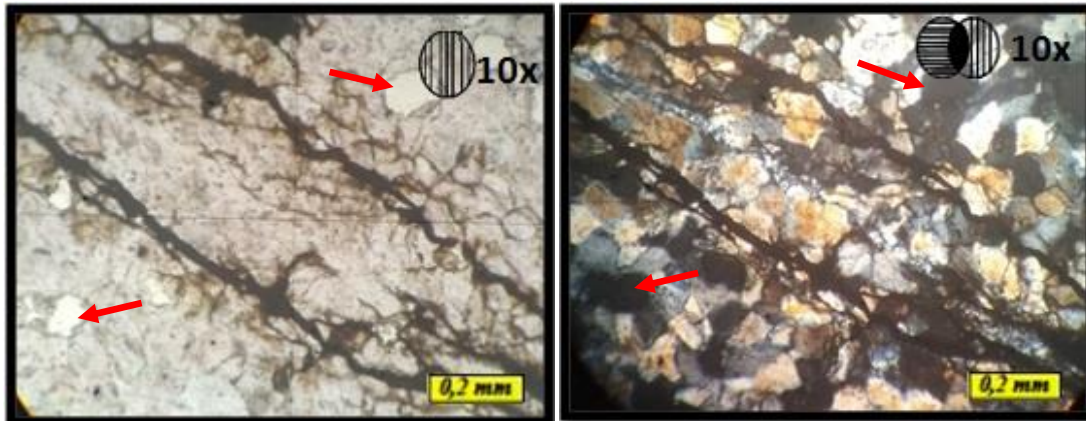


Figura 5.19. Fotomicrografía de porosidad tipo moldica señalada con las flechas rojas, muestra BNA-470.

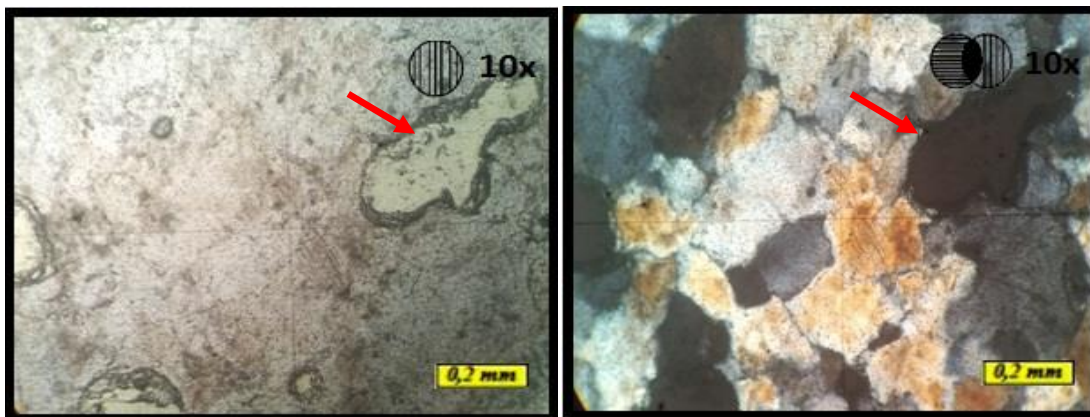


Figura 5.20. Fotomicrografía de porosidad tipo *vuggy* señalada con las flechas rojas, muestra BNA-467.

Tabla 5.19. Resumen de los componentes principales observadas en las muestras de estudio.

FORMACIÓN	MUESTRA	Cuarzos		Feldespatos		Fragmento de roca			Accesorios				Matriz			Cemento			Porosidad	
		Cuarzo monocristalino	Cuarzo policristalino	Plagioclasa	Microclino	Fragmento de roca (chert)	Fragmento de Roca volcánica	Fragmento de arenisca cuarzosa	Moscovita	Glauconita	Zircón	Óxido de hierro	Matriz Calcárea	Matriz de Hierro	Matriz de Arcilla	Cemento de Sílice	Cemento de Hierro	Cemento Carbonático	Prim	Sec
		CARATAS	Mo-476																	
Mo-568																				
Mo-577																				
Mo-578																				
Mo-579																				
Mo-591																				
Mo-600																				
Mo-603																				
Mo-604																				
Mo-615																				
Mo-616																				
Mo-636																				
AN-284C-85																				
AN-220A-85																				
AN-220B-85																				
AN-223-85																				
AN-331B-85																				
AN-332A-85																				
BNA-462																				
BNA-467																				
BNA-470																				
BNA-475																				
BNA-477																				
BNA-481																				
BNA-509																				
BNA-515																				
BNA-526																				
VIDOÑO	Mo-553																			
	AN-237-85																			
	AN-274-85																			
	AN-284A-85																			
	AN-275-85																			
	AN-284B-85																			
	AN-276F-85																			
LOS JABILLOS	AN-224E																			
	AN-334A-85																			

5.3. Clasificación de las muestras

Esta clasificación se realizó a partir del estudio de las 36 muestras de areniscas según los triángulos de Pettijohn, Potter y Siever (1987) citadas en la tabla 5.21. Estos resultados fueron refinados a partir del análisis modal realizado a 10 muestras del total citadas en la tabla 5.20, las cuales fueron previamente seleccionadas, por poseer tamaño de grano de medio a grueso, en la cual se utilizó el método de conteo de puntos, en el microscopio de luz polarizada, la platina graduada que sujeta a la sección delgada es adaptada a un contador y permite su movimiento a un cierto intervalo de distancia, siendo el espacio vertical de 1.5 mm con un espacio entre puntos de 0.3 mm. Este espaciamiento se selecciona con base a la cantidad de puntos que se requieran para el estudio formando una red de puntos en un sistema de coordenadas (x, y).

A continuación se describen cada litotipo hallado en cada una de las unidades sedimentarias.

Tabla 5.20. Muestras seleccionadas para el Análisis Modal

Análisis Modal	Mo-577, Mo-591, Mo-476, Mo-615, Mo-616, AN-223-85, AN-224E, AN-237-85, AN-275-85, AN-334A-85.
-----------------------	---

Tabla 5.21. Clasificación de las muestras en las formaciones estudiadas, según Pettijohn, Potter y Siever (1987).

FORMACIÓN	MUESTRA	CLASIFICACIÓN DE PETTIJOHN, POTTER Y SIEVER (1987)
CARATAS	Mo-476	Arenisca cuarzosa
	Mo-616	Arenisca cuarzosa
	Mo-604	Sublitarenita
	Mo-615	Arenisca cuarzosa
	Mo-603	Arenisca cuarzosa
	Mo-600	Waca cuarzosa
	Mo-591	Arenisca cuarzosa
	Mo-577	Waca cuarzosa
	Mo-568	Waca cuarzosa
	Mo-579	Waca cuarzosa
	Mo-636	Waca cuarzosa
	Mo-578	Waca cuarzosa
	AN-284C-85	Arenisca cuarzosa
	AN-332A-85	Waca cuarzosa
	AN-331B-85	Arenisca cuarzosa
	AN-220A-85	Waca cuarzosa
	AN-220B-85	Arenisca cuarzosa
	AN-223-85	Arenisca cuarzosa
	BNA-509	Arenisca cuarzosa
	BNA-470	Arenisca cuarzosa
	BNA-475	Arenisca cuarzosa
	BNA-477	Arenisca cuarzosa
	BNA-526	Arenisca cuarzosa
	BNA-462	Arenisca cuarzosa
	BNA-481	Waca cuarzosa
	BNA-467	Arenisca cuarzosa
BNA-515	Arenisca cuarzosa	
VIDOÑO	Mo-553	Arenisca cuarzosa
	AN-237-85	Sublitarenita
	AN-274-85	Sublitarenita
	AN-275-85	Sublitarenita
	AN-284A-85	Subarenita feldespática
	AN-284B-85	Waca feldespática
	AN-276F-85	Sublitarenita
LOS JABILLOS	AN-334A-85	Arenisca cuarzosa
	AN-224E	Arenisca cuarzosa

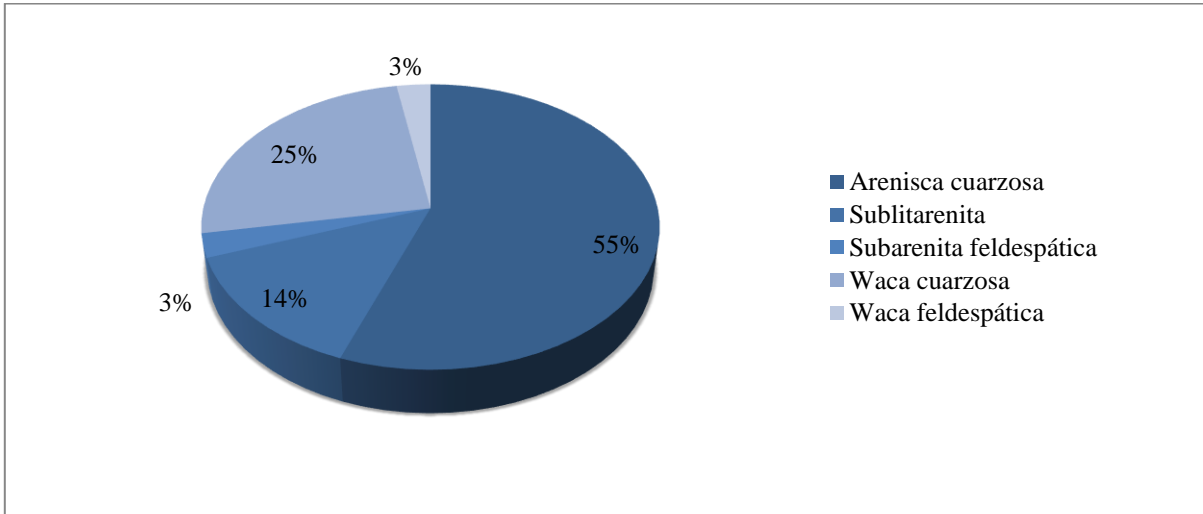


Gráfico 5.1. Distribución porcentual de los litotipos obtenidos, clasificadas según los parámetros de Pettijohn, Potter y Siever (1987).

5.3.1. Clasificación de Litotipos según la formación

5.3.1.1. Formación Caratas

En esta formación se observaron según la clasificación de de Pettijohn, Potter y Siever (1987); arenisca cuarzosa, waca cuarzosa y sublitarenita para un total de 27 muestras.

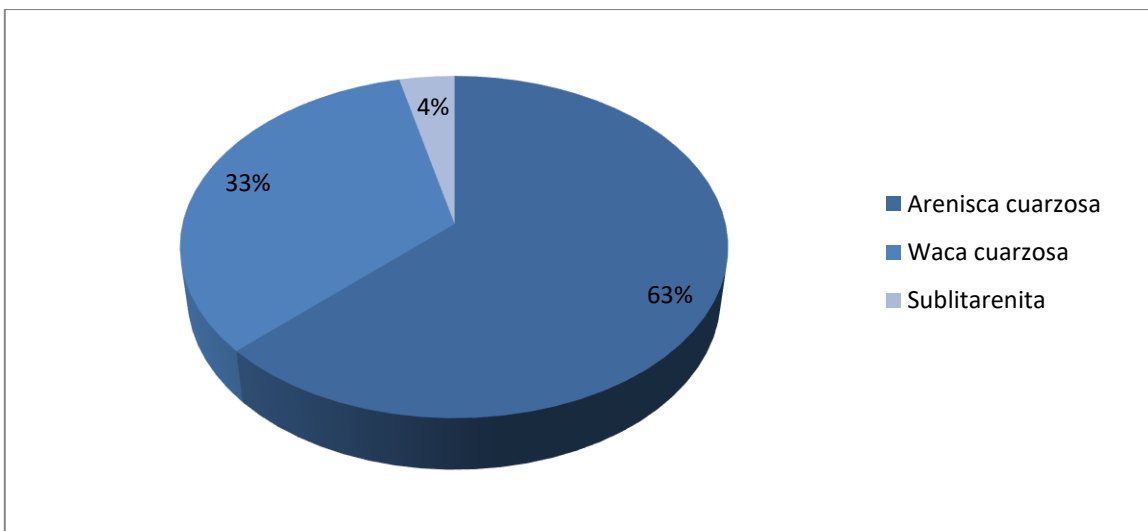


Gráfico 5.2. Distribución porcentual de los litotipos en la Formación Caratas.

De acuerdo a lo que se muestra en el gráfico 5.2 y la figura 5.21 se puede observar que en la Formación Caratas predomina la arenisca cuarzosa con un 63% del total. Además se pudo observar waca cuarzosa en un 33% y con un porcentaje minoritario de 4% sublitarenita.

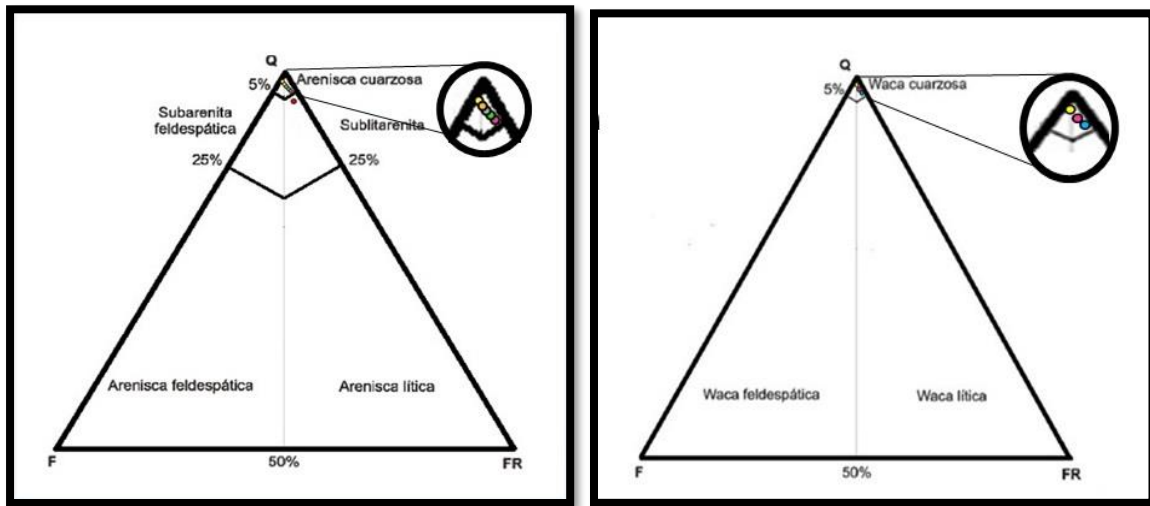


Figura 5.21. Clasificaciones de areniscas obtenidas en la Formación Caratas.

En la figura 5.22, se observa un ejemplo de una arenisca de tipo cuarzosa, perteneciente a la Formación Caratas.

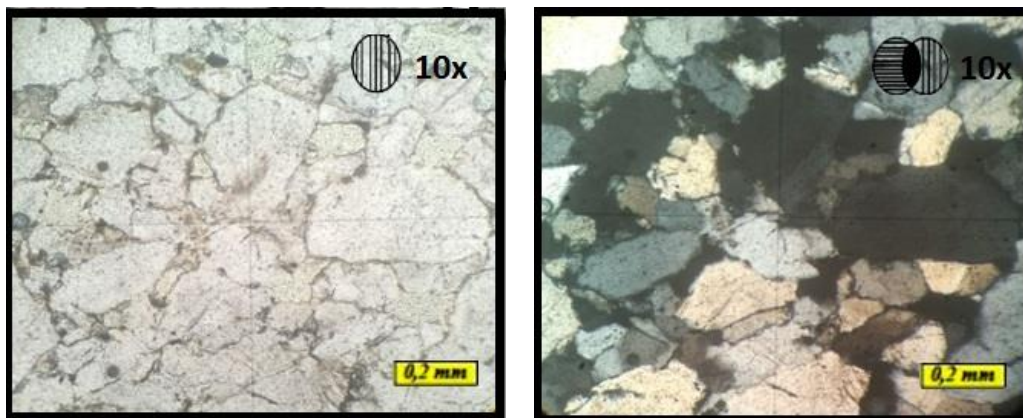


Figura 5.22. Muestra de arenisca cuarzosa de la Formación Caratas.

5.3.1.2. Formación Vidoño

En esta formación se observaron según la clasificación de de Pettijohn, Potter y Siever (1987); arenisca cuarzosa, sublitarenita, subarenita feldespática y waca feldespática.

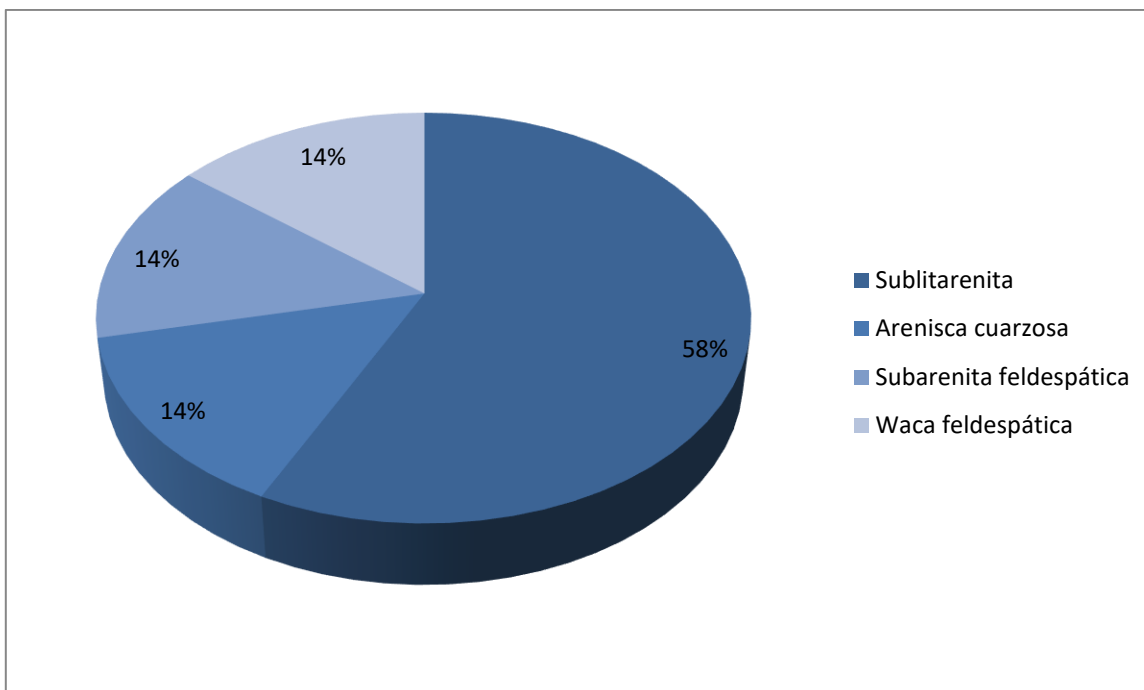


Gráfico 5.3. Distribución porcentual de los litotipos en la Formación Vidoño.

En el gráfico 5.3 y la figura 5.23, se puede observar que en la Formación Vidoño predomina la sublitarenita con un 58% del total. Posteriormente se pudo observar arenisca cuarzosa, subarenita feldespática y waca feldespática con un 14% cada una.

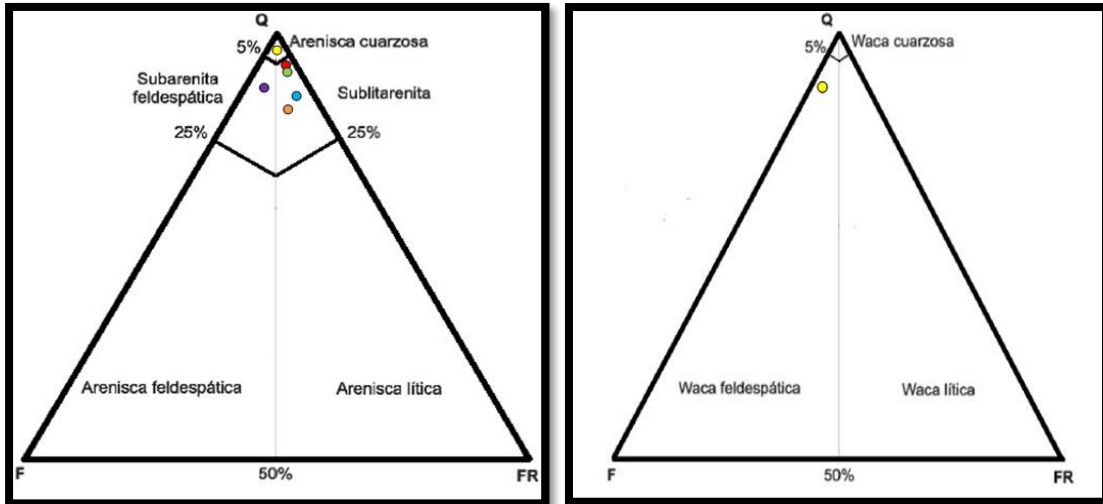


Figura 5.23. Clasificaciones de areniscas obtenidas en la Formación Vidoño.

Se puede observar en la figura 5.24, un ejemplo de una Sublitarenita de la Formación Vidoño.

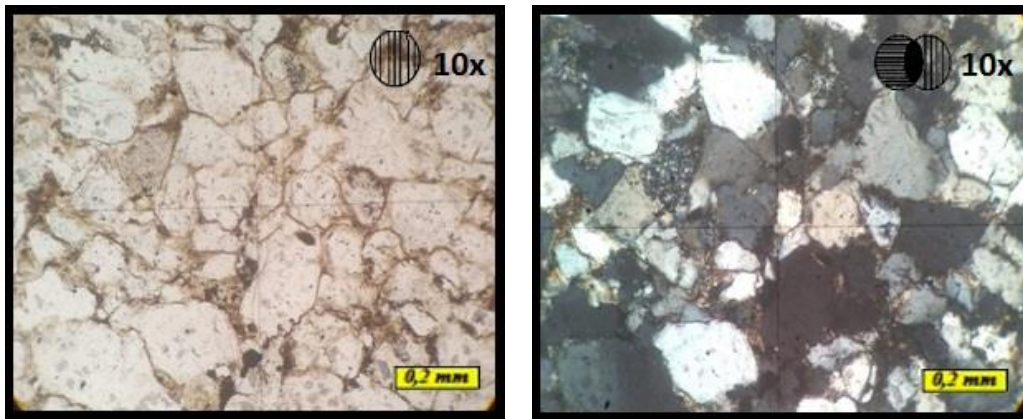


Figura 5.24. Muestra de Sublitarenita de la Formación Vidoño.

5.3.1.3. Formación Los Jabillos

En esta formación se observaron según la clasificación de de Pettijohn, Potter y Siever (1987); arenisca cuarzoza para un total de un litotipo.

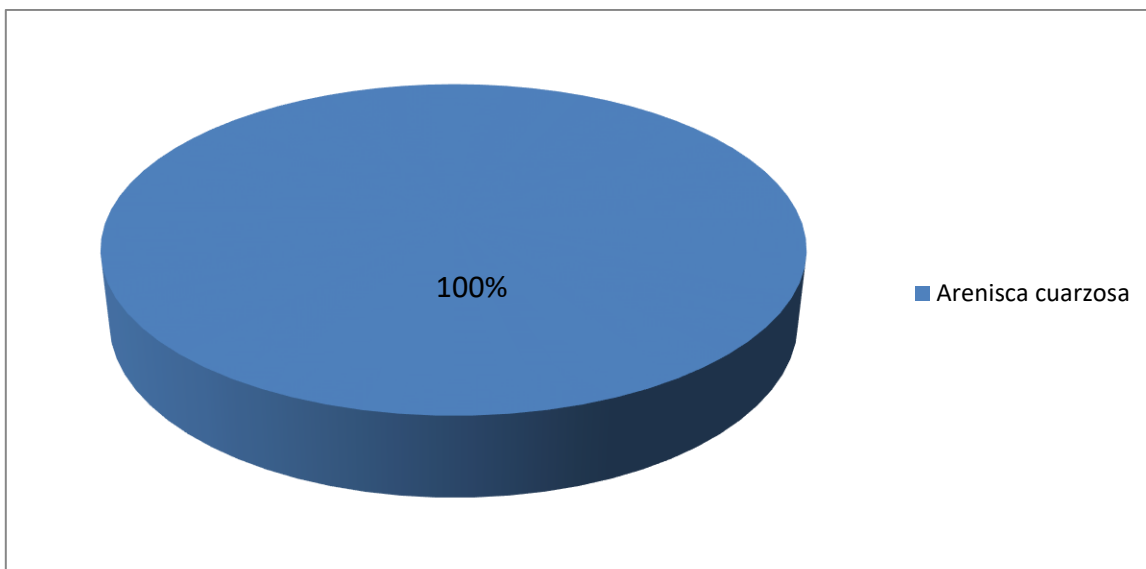


Gráfico 5.4. Distribución porcentual de los litotipos en la Formación Los Jabillos.

Las Areniscas Cuarzosas predominan en esta formación con un 100% del total (Ver gráfico 5.4 y figura 5.25).

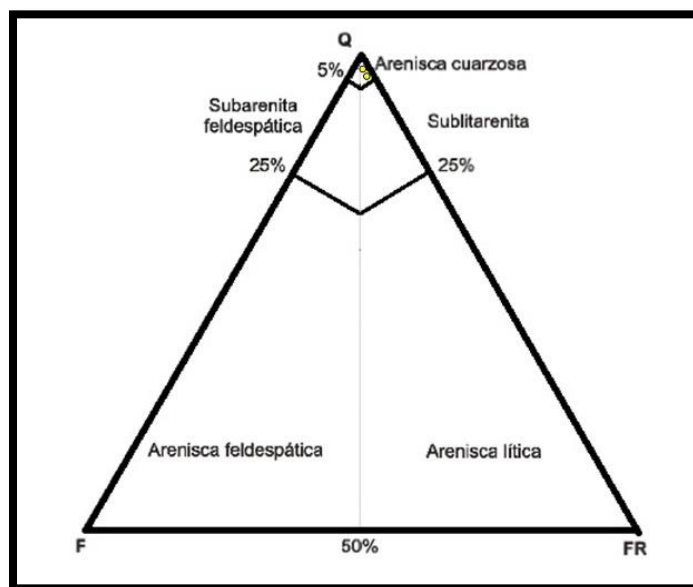


Figura 5.25. Clasificaciones de areniscas obtenidas en la Formación Los Jabillos.

En la figura 5.26, se muestra una arenisca de tipo cuarzosa de la Formación Los Jabillos.

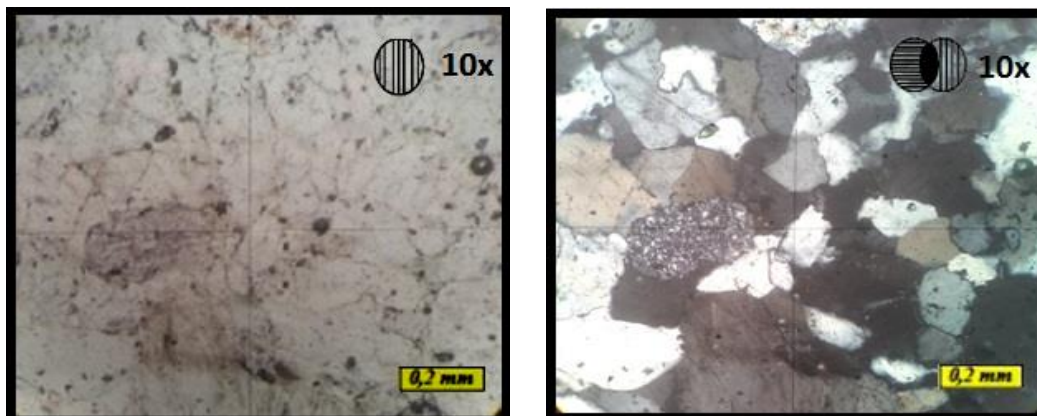


Figura 5.26. Muestra de Arenisca cuarzosa de la Formación Los Jabillos.

5.5.2. Clasificación de Litotipos según Pettijohn, Potter y Siever (1987).

5.5.2.1. Arenisca Cuarzosa

Se encontraron 20 muestras (Ver tabla 5.22) con presencia de areniscas cuarzosas, lo cual representa el 55% del total de muestras estudiadas.

Tabla 5.22. Muestras analizadas como Areniscas cuarzosas

Arenisca cuarzosa	Mo-476, Mo-616, Mo-615, Mo-603, Mo-591, Mo-553, AN-284C-85, AN-331B-85, AN-220B-85, AN-223-85, AN-334A-85, AN-224E, BNA-509, BNA-470, BNA-475, BNA-477, BNA-526, BNA-462, BNA-467, BNA-515
--------------------------	--

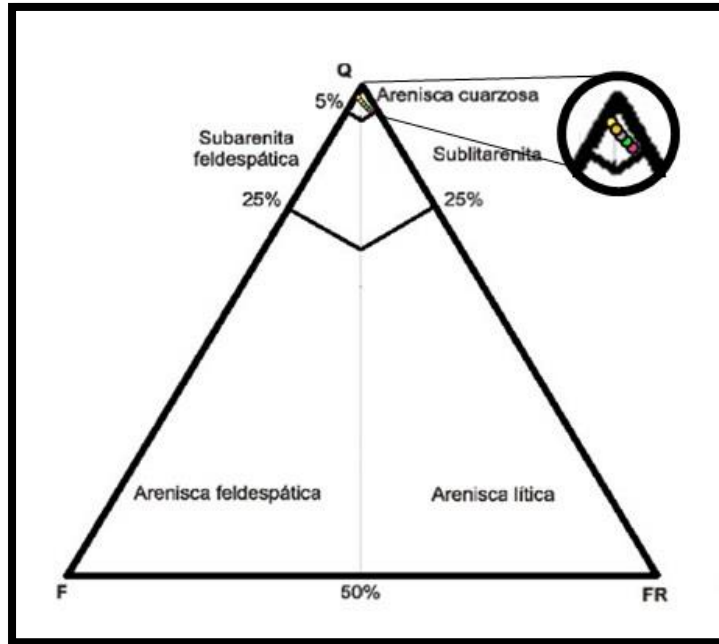


Figura 5.27. Muestras de Areniscas cuarzosas halladas en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).

Estas rocas presentan un tamaño de grano promedio entre medio a fino, con una redondez de subredondeados a subangulares, el escogimiento varia de moderado a malo. En relación a los contactos, el de mayor abundancia es el tangencial 41%, seguido del saturado 23%, cóncavo-convexo 20%, grano- matriz 11% y grano-cemento 5%. La porosidad encontrada principalmente es la interpartícula, seguida de la móldica

Se componen principalmente de cuarzo monocristalino, siendo el de mayor abundancia 51% y en menor cantidad se encuentra en policristalino 14%. Los feldespatos presentes fueron la ortosa y plagioclasa, también fueron observados fragmentos de roca de tipo chert y fragmento de roca volcánica.

Como componentes minoritarios se presentan: moscovita, zircón, glauconita y óxido de hierro.

Son rocas que contienen poca matriz de óxido de hierro, el cemento más destacado es el de sílice, seguido del cemento óxido de hierro que se presenta como envoltorio de grano y calcáreo.

5.5.2.2. Sublitarenita

Se analizaron cinco muestras de sublitarenita citadas en la tabla 5.23, las cuales arrojaron un 14% de las 36 muestras analizadas.

Tabla 5.23. Muestras analizadas como Sublitarenita

Sublitarenita	Mo-604, AN-237-85, AN-274A-85, AN-275-85, AN-276F-85
----------------------	--

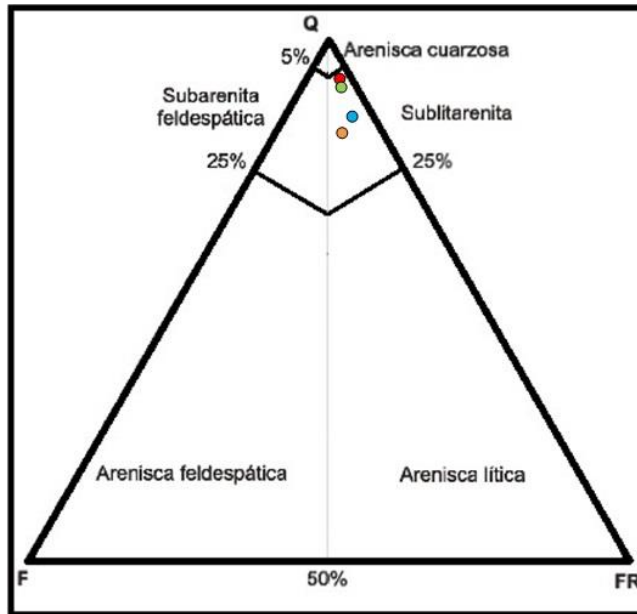


Figura 5.28. Muestras de Sublitarenita halladas en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).

En general estas rocas, presentan una redondez en los granos de subredondeados a subangulares y el escogimiento de los mismos varía entre moderado a malo. Los tamaños de los granos entre medio a fino.

Están compuestas principalmente de cuarzo monocristalino, seguido de policristalino en menor abundancia en las muestras estudiadas.

Se destacan por presentar contactos de tipo tangencial 45%, grano-matriz 30%, cóncavo-convexo 13%, saturado 10% y grano- cemento 2%.

Entre los minerales accesorios se destacan: moscovita, zircón, glauconita y óxido de hierro. Presenta fragmento de roca tipo chert y fragmento de roca volcánica. En estas rocas se observó cemento de sílice como el más abundante, seguido del cemento de óxido de hierro en menos cantidad pero no menos importante, también se observó matriz de óxido de hierro y matriz calcárea. La porosidad predominante es la interpartícula.

5.5.2.3. Subarenita Feldespática

De las muestras estudiadas, se encontró una Subarenita feldespática citada en la tabla 5.24, la cual representan un 3% de las 36 muestras analizadas.

Tabla 5.24. Muestras analizadas como Subarenita feldespática.

Subarenita feldespática	AN-284A-85
--------------------------------	------------

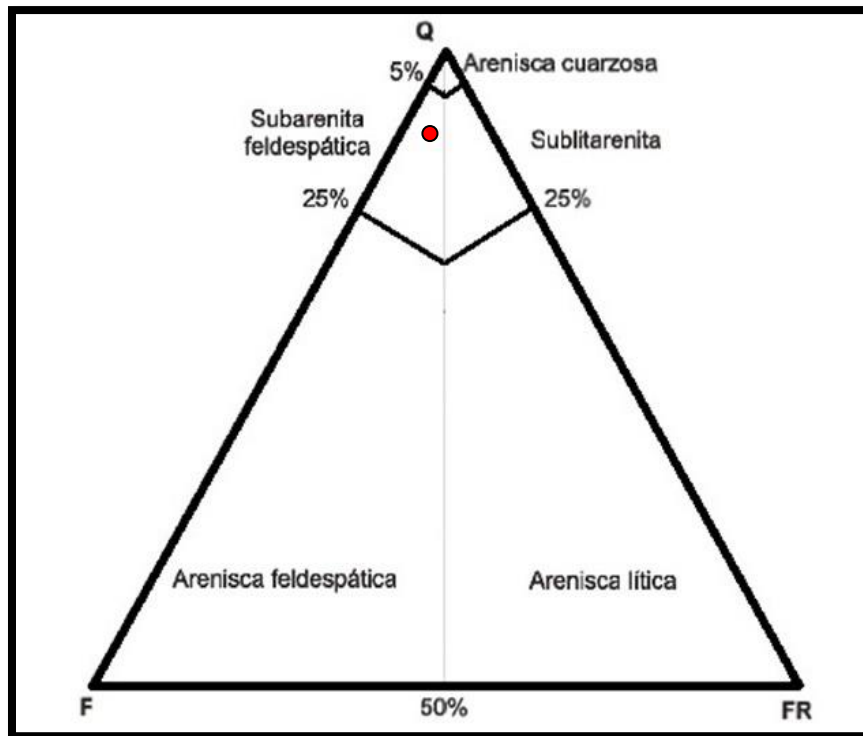


Figura 5.29. Muestra de Subarenita feldespática hallada en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).

La Subarenita feldespática, presenta cemento calcáreo de cemento de óxido de hierro y cemento de sílice, compuesta principalmente de cuarzo monocristalino, los granos varían de medio a finos, de subredondeados a subangulares y moderadamente escogidos.

El mineral de moscovita se presenta como accesorio.

Los contactos observados fueron: grano-cemento 40%, tangencial 38% y cóncavo-convexo 22%. El chert es el fragmento de roca identificado 3% y feldespato de tipo ortosa entre un 9%. Su porosidades escasa de tipo interpartícula 1%.

5.5.2.4. Waca Cuarzosa

De las muestras estudiadas, se encontraron nueve Waca cuarzosas citada en la tabla 5.25, las cuales representan un 25% de las 36 muestras analizadas.

Tabla 5.25. Muestras analizadas como Waca cuarzosa.

Waca cuarzosa	Mo-600, Mo-577, Mo-568, Mo-578, Mo-636, Mo-579, AN-332A-85, AN-220A-85, BNA 481
----------------------	---

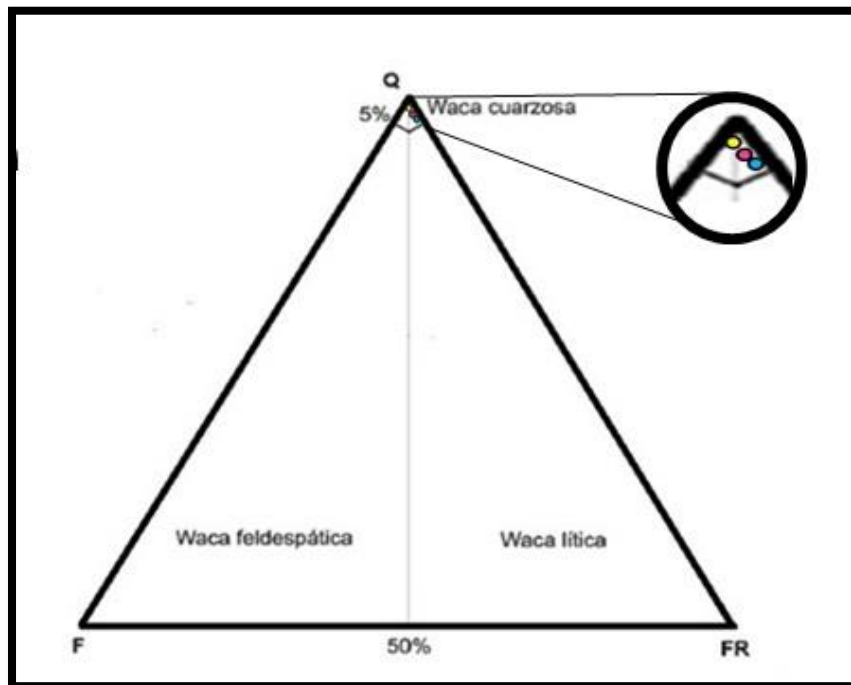


Figura 5.30. Muestras de Wacas cuarzosas halladas en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).

Las Wacas cuarzosas, están compuestas por granos de medios a finos, de subredondeados a subangulares, con escogimiento que varía desde moderados a malo. Entre los cuarzos identificados se observó el monocristalino como el más abundante, seguido del policristalino en menor abundancia. Los fragmentos de rocas presentes son de tipo chert 2%-5%.

Entre los minerales minoritarios se observaron zircón, moscovita, clorita y óxido de hierro. El cemento de sílice es el predominante en la mayoría de las Wacas cuarzosas analizadas. Las matrices encontradas fueron calcáreas en mayor cantidad, seguida de óxido de hierro y por última de arcilla.

Estas rocas se caracterizan por presentar contactos de tipo: grano-matriz 45%, tangencial 42% y cóncavo-convexo 13%.

La porosidad encontrada principalmente es la interpartícula, seguida de la móldica.

5.5.2.5. Waca Feldespática

De las muestras estudiadas, se encontró una Waca feldespática citada en la tabla 5.26, la cual representan un 3% de las 36 muestras analizadas.

Tabla 5.26. Muestras analizadas como Waca feldespática.

Waca feldespática	AN-284B-85
--------------------------	------------

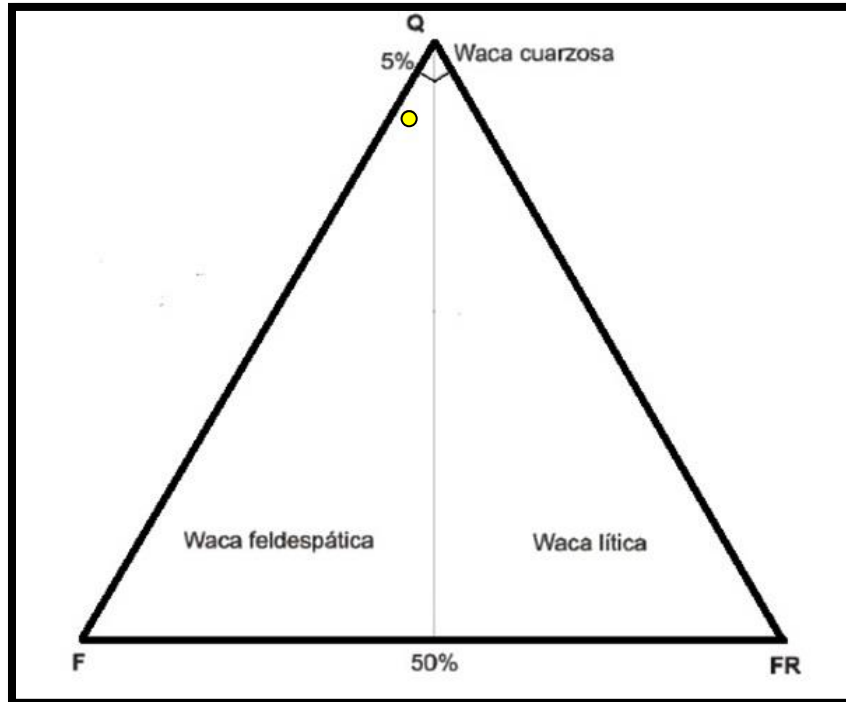


Figura 5.31. Muestra de Waca feldespática hallada en las unidades estudiadas, Clasificación Pettijohn, Potter y Siever (1987).

La composición de esta Waca feldespática es principalmente de matriz arcillosa 15%, seguida de cuarzo monocristalino, entre los feldespatos se identificaron: plagioclasas y microclino, los granos se presentan de medios a finos, de subredondeados a subangulares y moderadamente escogidos. El cemento de sílice es el más predominante seguido del óxido de hierro.

El mineral de moscovita y clorita se encuentran como accesorio. Los contactos observados fueron: grano-matriz 50%, tangencial 38% y cóncavo-convexo 22%. El chert es el fragmento de roca identificado. La porosidad es interpartícula y móldica.

5.3. Procesos Diagenéticos

Los procesos diagenéticos particulares observados en las areniscas aquí estudiadas. Si bien estos procesos generalmente presentan un desarrollo local (en intervalos estratigráficos bien acotados), proveen importante información para comprender la evolución diagenéticas de las areniscas a nivel de la cuenca.

5.3.1. Compactación

El tipo de compactación observada en la mayoría de las muestras citadas en la tabla 5.27, se categorizaron entre alta, media y baja, las cuales se determinaron a través del empaquetamiento cerrado de los granos y la matriz (Ver atlas pág. 112) , se puede realizar una descripción según la formación.

Para la Formación Caratas se analizaron 27 muestras de las cuales un 40.7% se establece que la compactación es alta, mientras que el 59.3% se interpreta una compactación media y no se detectaron muestras con baja compactación.

En la Formación Vidoño se estudiaron siete muestras, dando un 57% compactación alta, seguida de un 43% de una compactación media y no se observó compactación baja.

Para la Formación Los Jabillos solo se estudiaron dos muestras dando un 100% compactación alta, sin presentar compactación media ni baja.

Para determinar el estado de compactación en cada formación es necesario una muestra entera en la cual se pueda calcular la porosidad de acuerdo al volumen poroso, de esta manera podría calcular la compactación real.

El grado de compactación en cada una de las muestras analizadas es diferente debido a que cada una de ellas fue tomada a distintas profundidades por lo cual la compactación varía. En términos generales la diferencia del resultado de compactación tiene que ver con la profundidad, lógicamente mientras más profundo más sólida es la roca.

5.3.2. Cementación

De las 36 muestras estudiadas citada en la tabla 5.27, se pudieron observar tres clases de cementación: la cementación de sílice cual se presenta como sobrecrecimiento de granos detríticos de cuarzos (Ver atlas pág. 138); la cementación de óxido de hierro se observó rellenando poros o envoltorio de granos (Ver atlas pág.123); mientras que la cementación carbonática se identificó como parches entre los granos (Ver atlas pág.118).

A continuación se describe las cementaciones observadas según formación:

En la Formación Caratas el tipo de cemento más abundante es el de óxido de hierro con un 44%, seguido del cemento de sílice con un 38% y en menor cantidad se presenta el cemento carbonatico con un 18%.

Los cementos en la Formación Vidoño se dividen de la siguiente manera: cemento de sílice en un 50%, seguido de cemento de óxido de hierro con un 43% y un 7% de cemento carbonático.

La Formación Los Jabillos presenta un 50% de cemento de sílice y otro 50% de cemento de óxido de hierro.

5.3.3. Disolución

De las muestras en estudio se pudo observar un proceso de disolución, este puede ser por grano, matriz, cemento o fragmento de fósil; de las 36 muestras citadas en la tabla 5.27, solo se observó una disolución total de grano de feldespatos (Ver atlas pág. 130), esto se evidencia por la presencia de poros con el tamaño y forma de los granos detríticos por lo que pudiéramos definirlo como una porosidad moldica. Solo se detectaron 10 muestras con disolución lo cual representa el 28% del total de las muestras estudiadas.

5.3.4. Alteración

En las areniscas estudiadas citadas en la tabla 5.27, la alteración más común es la transformación parcial de feldespatos a minerales de arcillas (Ver atlas pág. 131).

5.3.6. Presión-Solución

Este proceso de presión-solución fue identificado en las muestras citadas en la tabla 5.27, principalmente por los contactos cóncavo-convexo, seguido de los contactos saturados, estos encontrados en menor proporción (Ver atlas pág. 144). Esto se debe probablemente a la disminución de la porosidad y permeabilidad después que la compactación mecánica pasa el límite de fracturamiento de las partículas dúctiles.

Con respecto a las formaciones, podemos concluir que la mayor evidencia de este proceso se encuentra en la Formación Caratas, seguida de la Formación Los Jabillos con menos evidencia.

Cabe destacar que este proceso es común en las areniscas cuarzosas del área de estudio.

Tabla 5.27. Resumen de los procesos diagenéticos observados en las muestras de estudio

FORMACIÓN		PROCESOS DIAGENÉTICOS																			
		Compac.			Cementación					Disolución				Alteración				Presión Soluc.			
		Alta	Media	Baja	Cemento predominante		Como se presenta el cemento			Granos	Matriz	Cemento	Fr. Fósiles	Feldespatos	Moscovita	Biotita	Fragmentos Fósiles	Otros	Contactos Long y Conc.-Convex	Contactos suturados	Estilolitas
Sílice	Carbonático				Óxido de hierro	Rellenando poros	Sobrecrecimiento de granos	Envoltorio de grano													
CARATAS	Mo-476																				
	Mo-568																				
	Mo-577																				
	Mo-578																				
	Mo-579																				
	Mo-591																				
	Mo-600																				
	Mo-603																				
	Mo-604																				
	Mo-615																				
	Mo-616																				
	Mo-636																				
	AN-284C-85																				
	AN-220A-85																				
	AN-220B-85																				
	AN-223-85																				
	AN-331B-85																				
	AN-332A-85																				
	BNA-462																				
	BNA-467																				
BNA-470																					
BNA-475																					
BNA-477																					
BNA-481																					
BNA-509																					
BNA-515																					
BNA-526																					
VIDOÑO	Mo-553																				
	AN-237-85																				
	AN-274-85																				
	AN-284A-85																				
	AN-275-85																				
	AN-284B-85																				
AN-276F-85																					
LOS JABILLOS	AN-224E																				
	AN-334A-85																				

5.4. Etapas Diagenéticas

Conforme a las evidencias encontradas en los procesos diagenéticos de las muestras estudiadas, se definirá una etapa diagenética, basadas en las siguientes clasificaciones: eogénesis, mesogénesis y telogénesis (Limarino y Scasso, 1997). Según las características texturales, composicionales y procesos diagenéticos de las rocas estudiadas, se concluye una etapa de mesogénesis para el área de estudio.

Esto se debe a varios factores:

- El efecto de la variación del empaquetamiento con la composición define principalmente, tres tipos de contactos entre los granos tangenciales, cóncavo-convexo y suturado. El tipo de contacto tiende a modificarse con la profundidad de enterramiento, de modo tal que a partir de la deposición y hasta cierta profundidad, aumentan lo cóncavo-convexo a expensas de los tangenciales y flotantes.
- Los bajos porcentajes de porosidades tanto primarias como secundarias, también son un factor que puede relacionarse con los niveles de compactación y soterramiento, ya que a mayor profundidad y a mayores presiones de carga las porosidades disminuyen.
- La presencia de cemento silíceo, inclusive en diferentes niveles de cementación como indicio de incremento en las temperaturas (alrededor de 200°C) y de soterramiento a altas profundidades, para que el mismo se genere.

❖ Modelo Diagenético

La columna litoestratigráfica de la zona de estudio, que incluye las formaciones Los Jabillos, Caratas y Vidoño ha sido afectado por procesos diagenéticos que indican que han estado sometida a las zonas diagenéticas de soterramiento somero, intermedio hasta el soterramiento profundo (Surdam, 1989) el cual es interrumpido por un evento de exhumación o levantamiento de la secuencia, Telogénesis o Epiadiagénesis (Corrales *et al.*, 1977, Boggs 1992, Limarino y Scasso, 1997) Ver figuras 5.34, 5.35 y 5.36.

Soterramiento Somero (intervalo agua/sedimento < 80°C)

Los efectos diagenéticos que caracterizan en esta zona para la secuencia estudiada son la compactación y la cementación temprana de sílice. Las evidencias de la compactación queda reflejadas por la presencia de contactos longitudinales entre granos y contactos grano- matriz (Ver figura 5.32).

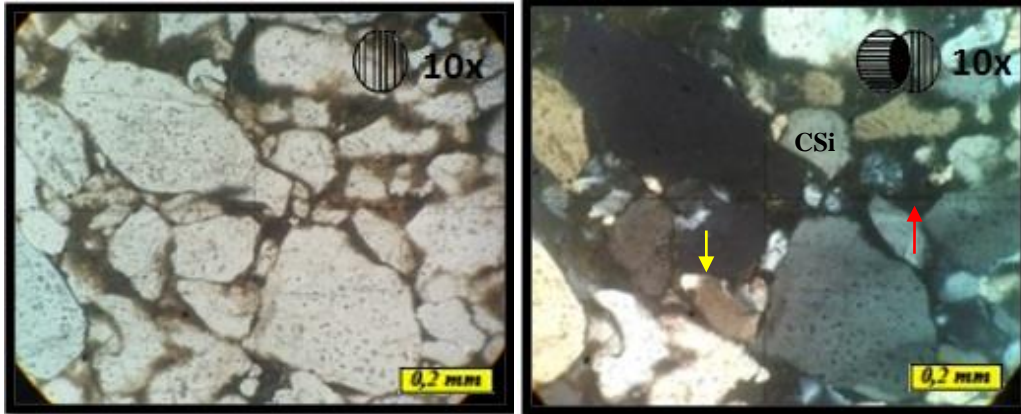


Figura 5.32. Evidencia de contacto grano-matriz (flecha roja), longitudinal (flecha amarilla) y cemento de sílice (CSi), muestra AN-220A-85, Formación Caratas.

Soterramiento Intermedio (80°C – 130°C)

En esta etapa continúa la precipitación de sílice y con el progresivo soterramiento sigue compactándose las arenas, pero este efecto queda casi inhibido por la cementación de sílice. De igual manera comienza a ocurrir otros procesos diagenéticos como: disolución parcial o total de granos inestables (fragmentos de roca, feldespatos, etc), Ver figura 5.33.

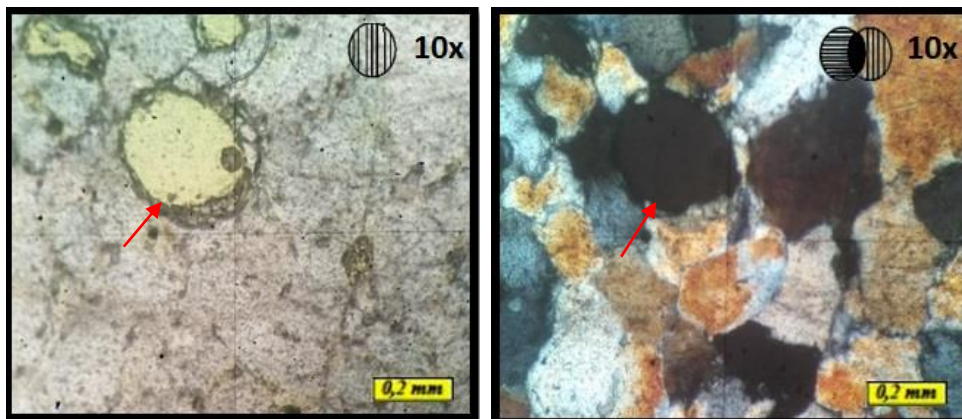


Figura 5.33. Evidencia de disolución total de feldespato (flecha roja), muestra BNA- 462, Formación Caratas.

Soterramiento Profundo (130°C- <200°C)

Con el continuo soterramiento de la secuencia y por consiguiente el paulatino aumento de la temperatura, el sílice aumenta su solubilidad, por lo que se inicia la disolución de granos de cuarzos y cemento de sílice.

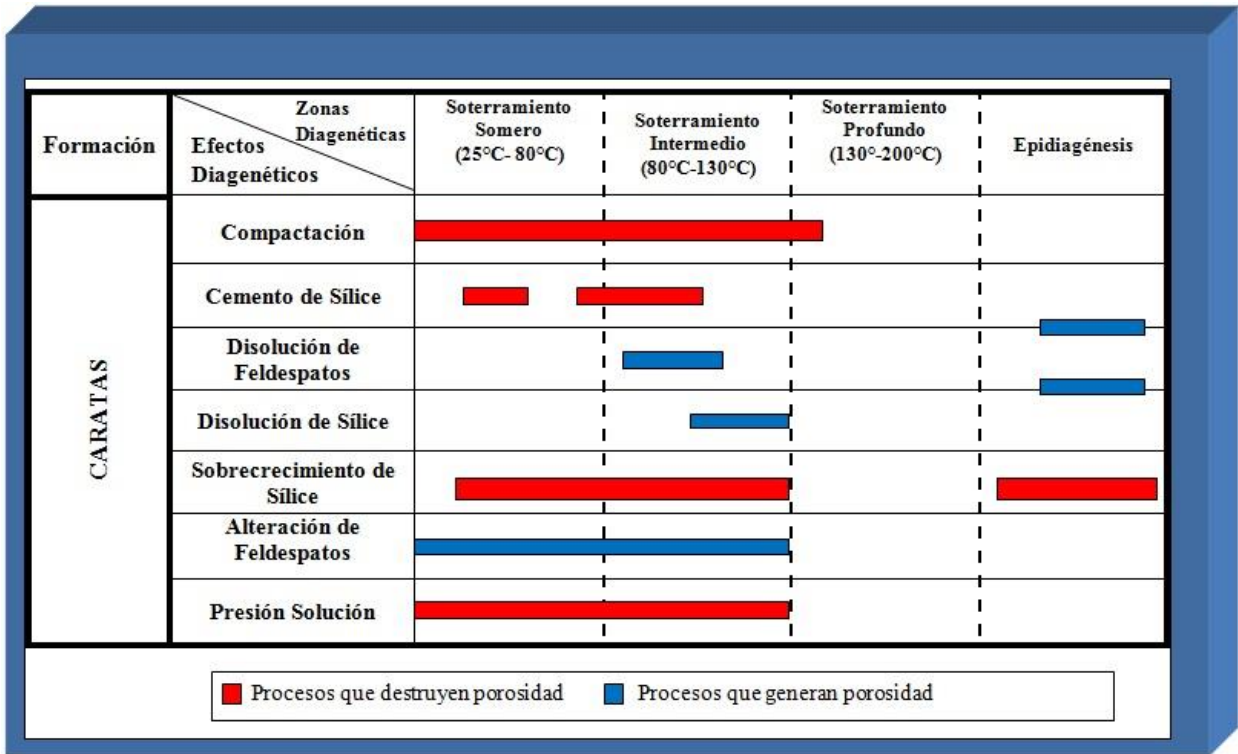


Figura 5.34. Cuadro paragenético de la Formación Caratas. (Tomado y modificado de Surdam *et al.*, 1989).

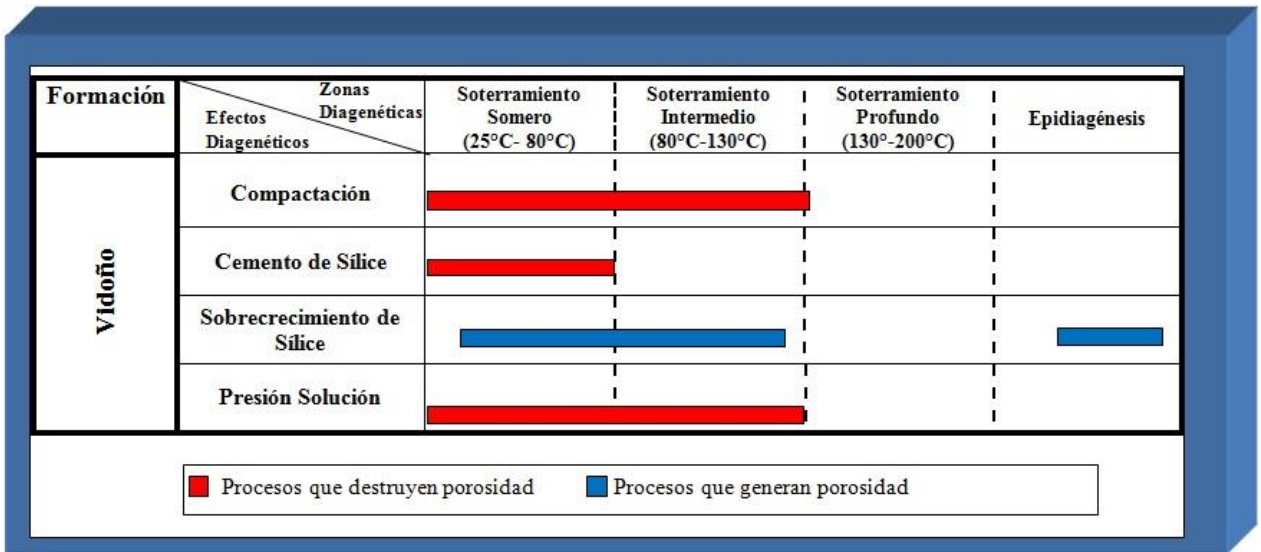


Figura 5.35. Cuadro paragenético de la Formación Vidoño. (Tomado y modificado de Surdam *et al.*, 1989).

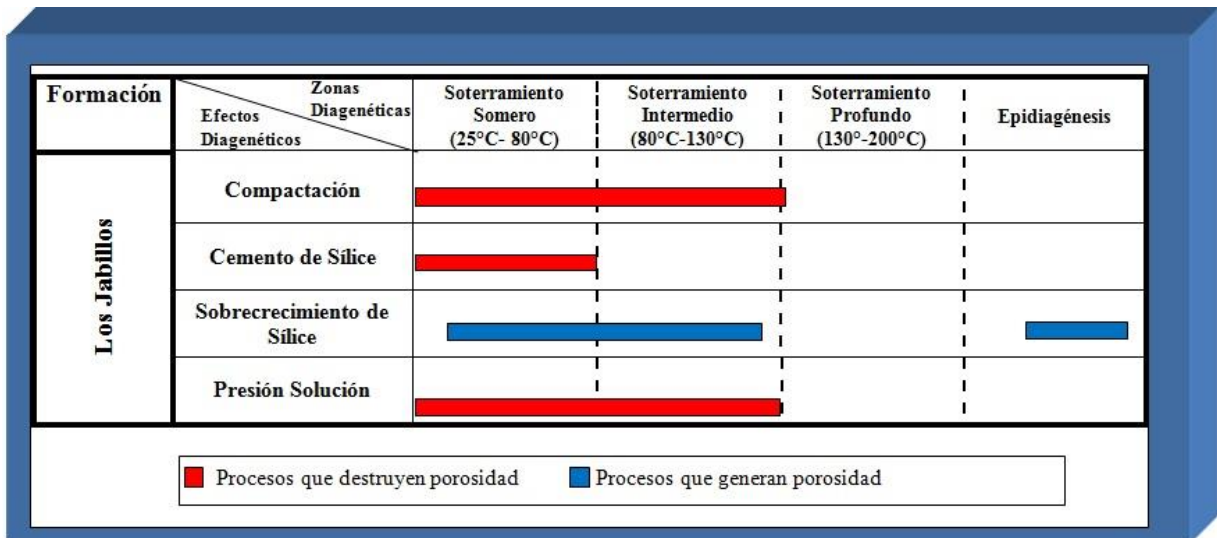


Figura 5.36. Cuadro paragenético de la Formación Los Jabillos. (Tomado y modificado de Surdam *et al.*, 1989).

Se presenta de una manera generalizada una integración de los cementos principales presentes, además de los procesos de disolución de cada microfases estudiada (Ver Figura 5.37).

Hacia la base se encuentra una secuencia de cemento de Sílice y Óxido de Hierro, seguida de una alternancia de cemento de Sílice y cemento Calcáreo. En la parte media se observa una secuencia de cemento de Óxido de Hierro, Sílice y Calcita, mientras que en la parte superior se limita por una alternancia de Sílice y Óxido de Hierro y finaliza con una secuencia de Sílice.

Las muestra que presentan cemento de Sílice y cemento Carbonatico están caracterizadas por las siguientes condiciones: soterramiento, temperatura y Ph, para que el sílice pueda cementar sus condiciones son soterramiento somero, temperaturas bajas y $Ph < 7.8$, mientras que para el cemento Carbonatico las condiciones deben ser soterramiento somero, temperaturas altas y $Ph > 7.8$, de acuerdo con lo antes mencionado podemos decir, que el cemento de Sílice ocurrió primero invadido posteriormente por el cemento Carbonatico.

LEYENDA			
Qz = Cuarzo	Feld= Feldespato	Fr =Fragmento de Roca	M= Matriz
■ Qz >50	■ 0 < Feld < 5	■ 0 < Fr < 5	■ M < 15
■ 25 < Qz < 50	■ 5 < Feld < 25	■ 5 < Fr < 25	■ 15 < M < 75
■ Qz < 50	■ 25 < Feld < 50	■ 25 < Fr < 50	■ M > 75
Si= Sílice / Ca= Carbonato / Fe= Hierro			

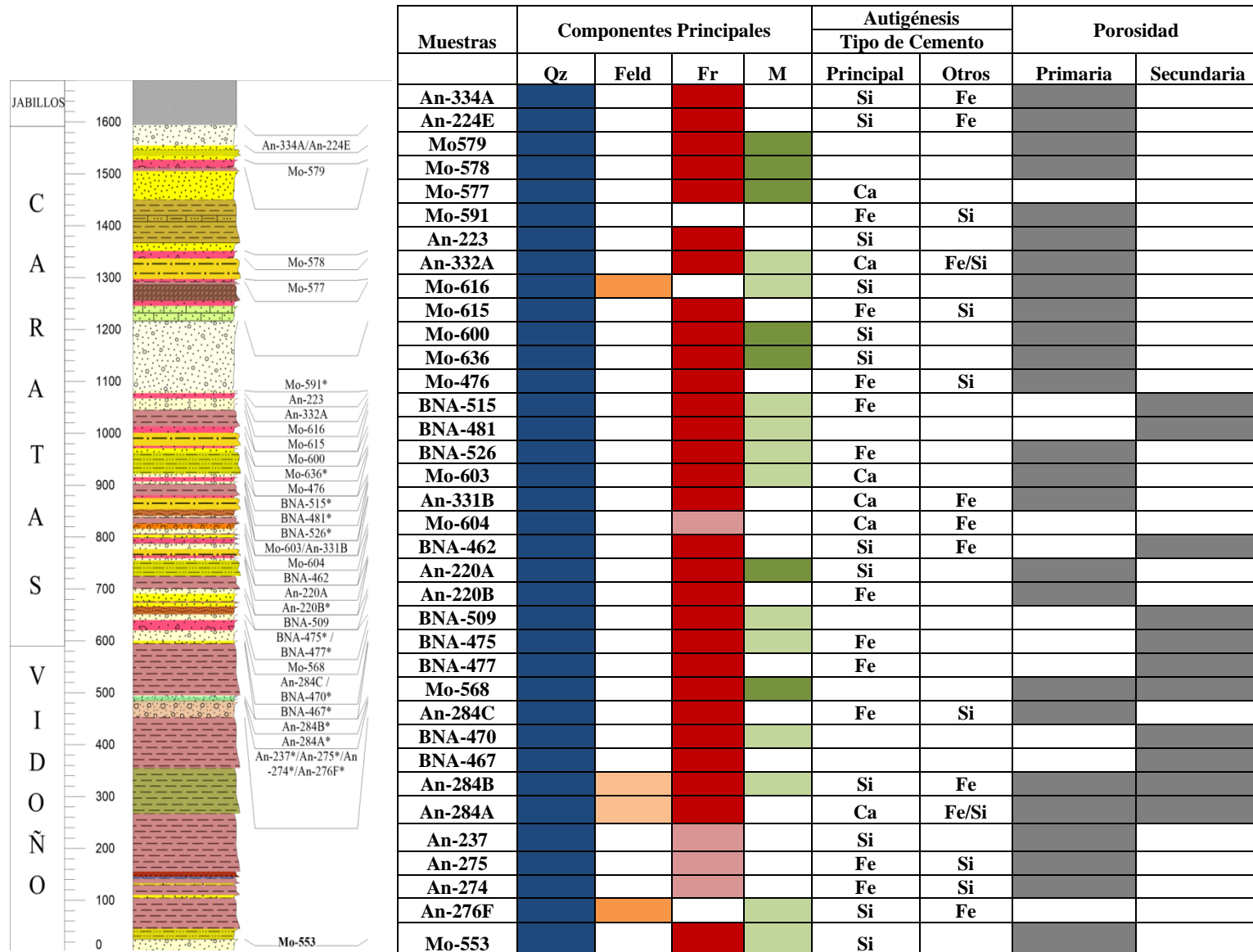


Figura 5.37. Distribución generalizada de litofacies y sus diferentes procesos principales.

5.6. Ambiente Tectónico y Procedencia

A través del análisis composicional y la distribución de las modas detríticas obtenidas del recálculo al 100% de las modas cuarzo-Q, feldespato-F y fragmentos líticos totales inestables- L (Ver tabla 5.28), se identifica una tendencia en las 10 muestras seleccionadas. Q (98-93) %, seguida de F (0.2-0) % y por ultimo de L (7-2) %.

Tabla 5.28 Abundancia de conteo de minerales ligeros (datos composicionales) de 10 muestras de areniscas en láminas delgadas. Los valores están expresados porcentualmente. Abreviatura: N°= Números de granos estudiados, Q= Cuarzo (Qm+Qp), F= Feldespatos, L=Litoclastos (Lv+Ls+Lm+Qmc), Qm= Cuarzo monocristalino, Qp= Cuarzo policristalino, Qmc= Cuarzo microcristalino (Chert), Lm= Litoclastos metamórficos, Ls= Litoclastos sedimentarios, Lv= Litoclastos volcánicos y Lt= Litoclastos total (L+Qp).

Formación	Muestra	Litología	N°	Q (%)	F (%)	L (%)	Qm (%)	Qp (%)	Qmr (%)	Ls (%)	Lv (%)	Lt (%)
Caratas	Mo-476	Arenisca Cuarzosa	350	94	0	6	94	0	2,7	3,3	0	6
Caratas	Mo-577	Waca Cuarzosa	415	95	0	5	94,7	0,23	2,36	2,63	0	5,23
Caratas	Mo-591	Arenisca Cuarzosa	417	97	0	3	97	0	0,6	2,4	0	3
Caratas	Mo-615	Arenisca Cuarzosa	359	96	0	4	96,7	0,27	1,42	2,57	0	4,17
Caratas	Mo-616	Arenisca Cuarzosa	477	97	0,2	2,7	96,5	0,41	1,03	1,66	0	3,11
Caratas	AN-223-85	Arenisca Cuarzosa	455	98	0	2	97,8	0,2	0,5	1,5	0	2,2
Vidoño	AN-237-85	Sublitarenita	461	94	0	6	93,5	0,5	5,1	0,9	0	6,5
Vidoño	AN-275-85	Sublitarenita	395	93	0	7	92,7	0,3	5,1	1,9	0	7,3
Los Jabillos	AN-224E	Arenisca Cuarzosa	353	97	0	3	96,7	0,28	2	1	0	3,28
Los Jabillos	AN-334A-85	Arenisca Cuarzosa	507	97,2	0	3	96,4	0,78	0,64	2,35	0	3,78

5.6.1. Qt-L-F

Al representar las muestras seleccionadas en el diagrama ternario Qt-L-F (Ver figura 5.38), para procedencia se observó mayor dispersión en el campo de cratón interior (70%), siendo las areniscas cuarzosas el tipo litológico predominante, el resto de las muestras se encuentran en el campo de orógeno reciclado (30%) la cual coinciden con el litotipo de sublitarenita (Ver gráfico 5.5).

Qm= Cuarzo monocristalino

Qp= Cuarzo policristalino

Qt= Cuarzo total (Qm+Qp)

F= Total de granos de feldespatos

L= Total de fragmentos líticos inestables (incluyendo granos policristalinos)

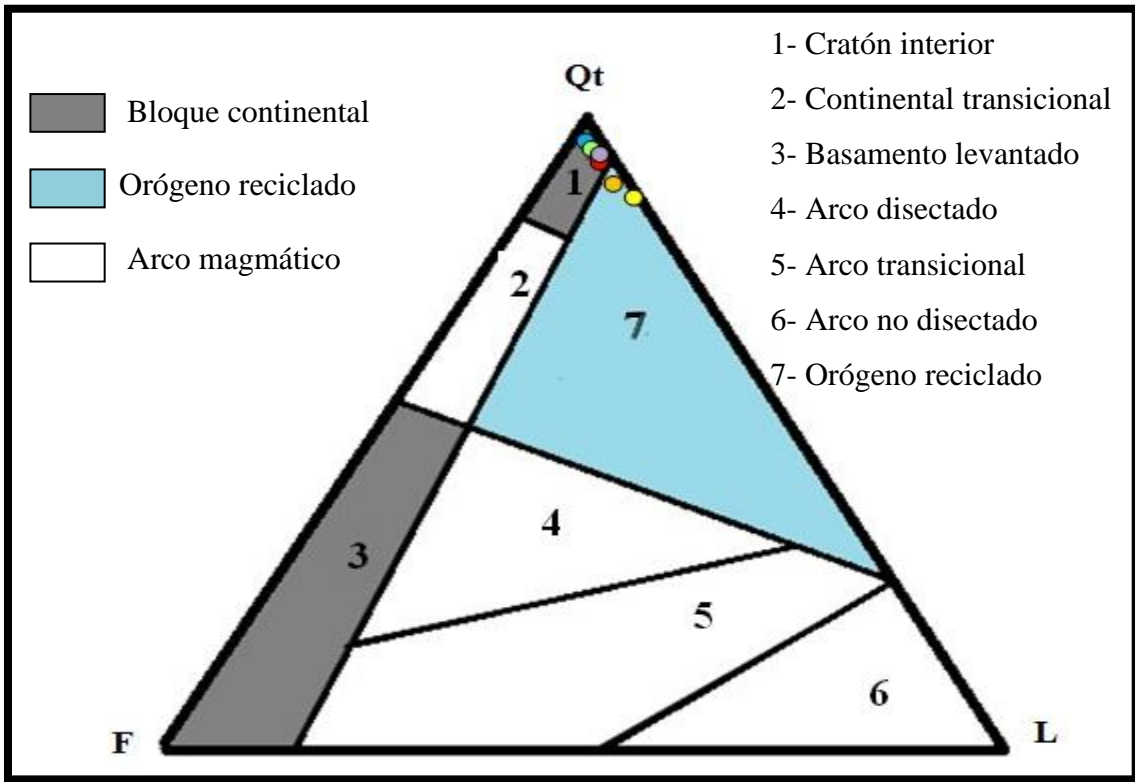


Figura 5.38. Diagrama Qt-L-F, muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

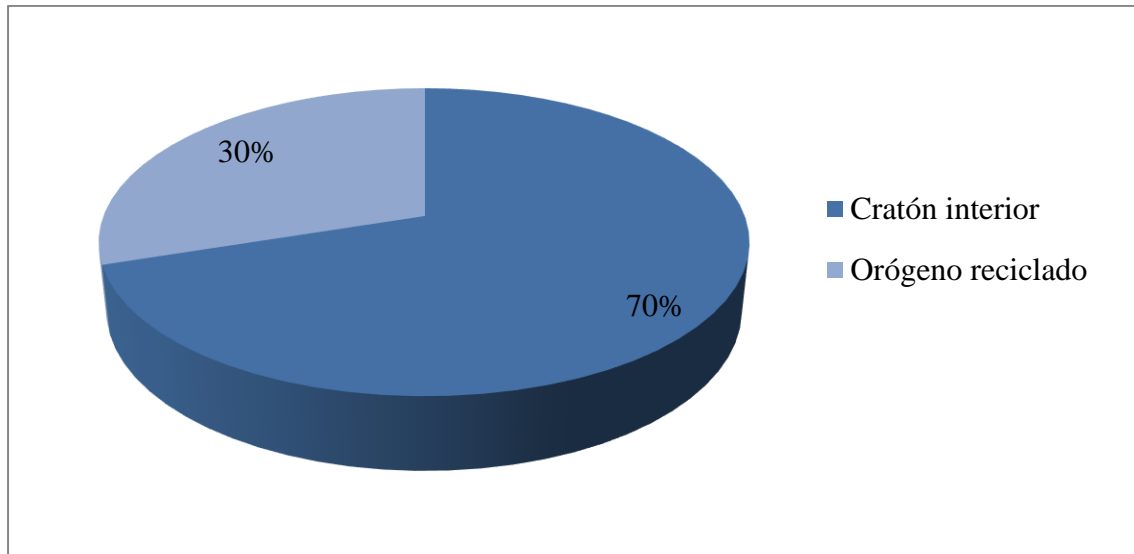


Gráfico 5.5. Distribución porcentual de las muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), para diagrama triangular Qt-L-F.

5.6.2. Qm-Lt-F

Cuando se grafican los valores de los componentes modales de las muestras seleccionadas en el diagrama ternario Qm-Lt-F de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), se observó que todas estas se encuentran dentro del campo de los cratones interiores (Ver figura 5.39) y en la zona de bloque continental contando con un porcentaje del 100% (Ver gráfico 5.6).

Qm= Cuarzo monocristalino

F= Total de granos de feldespatos (incluyendo granos monocristalinos)

L= Total de fragmentos líticos policristalinos, incluyendo cuarzos estables

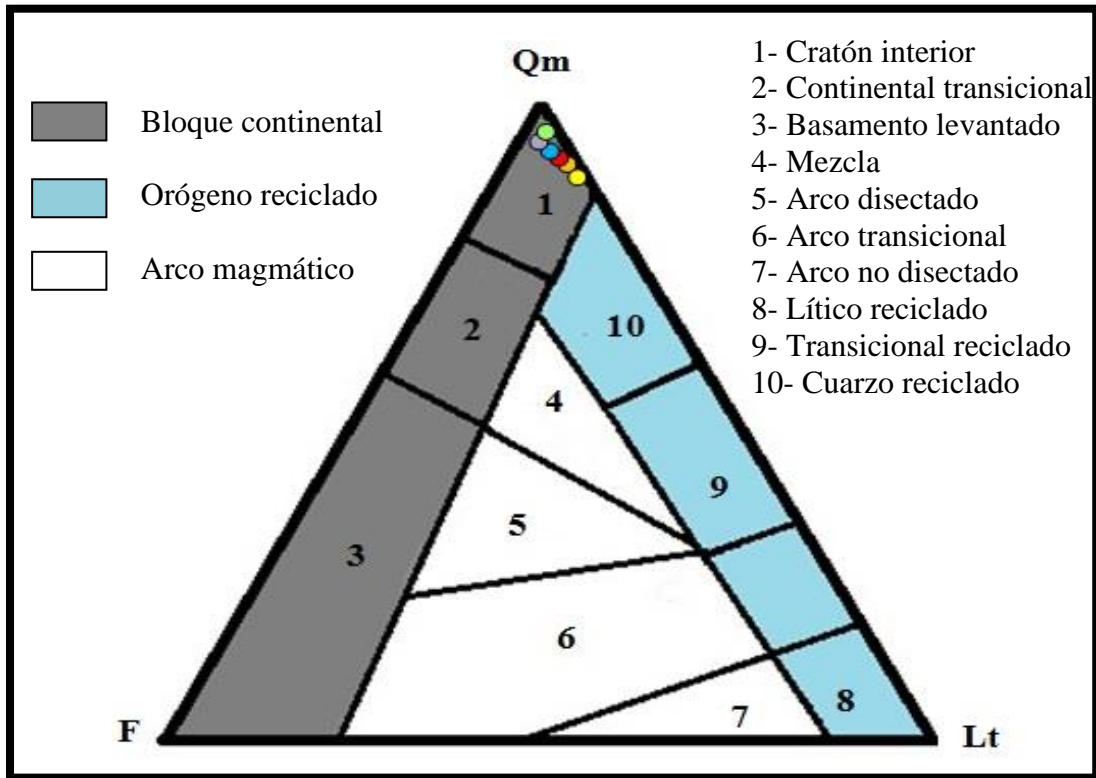


Figura 5.39. Diagrama Qm-Lt-F, muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

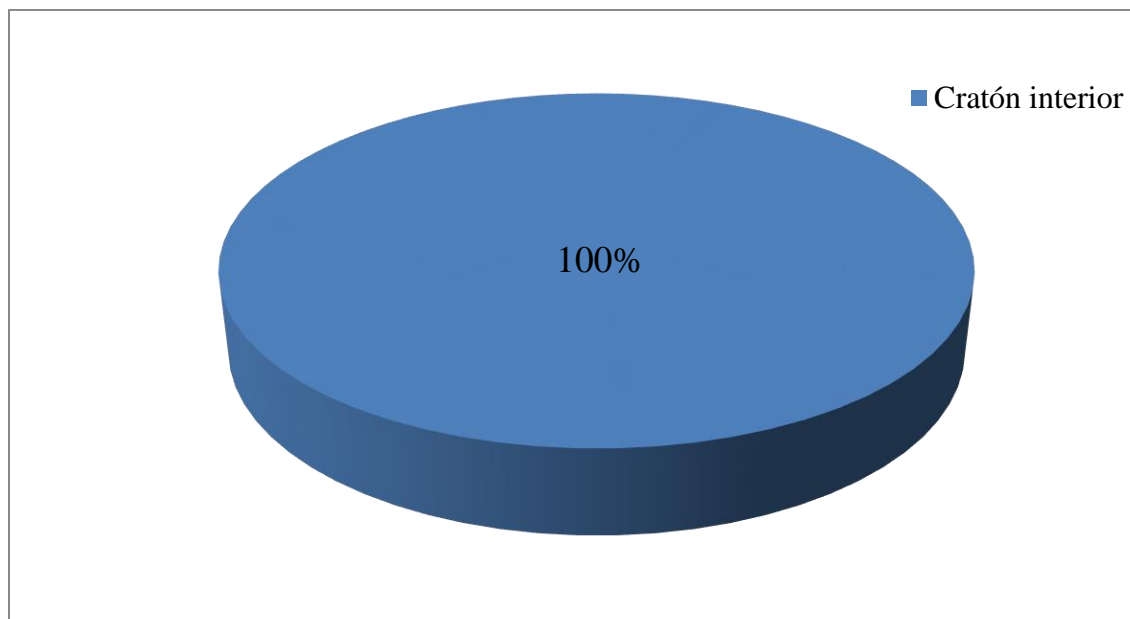


Gráfico 5.6. Distribución porcentual de las muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson et al., (1983), para diagrama triangular Qm-Lt-F.

5.6.3. Qp-Ls-Lv

Para el diagrama ternario Qp-Ls-Lv (Ver Figura 5.40), las muestras seleccionadas para el estudio presentan una distribución mayor en el área de orógeno colisionado 90% y el resto del 10% se encuentra en el área de complejo de subducción (Ver gráfico 5.7).

Qp= Cuarzo policristalino

Ls= Líticos sedimentarios

Lv= Líticos volcánicos

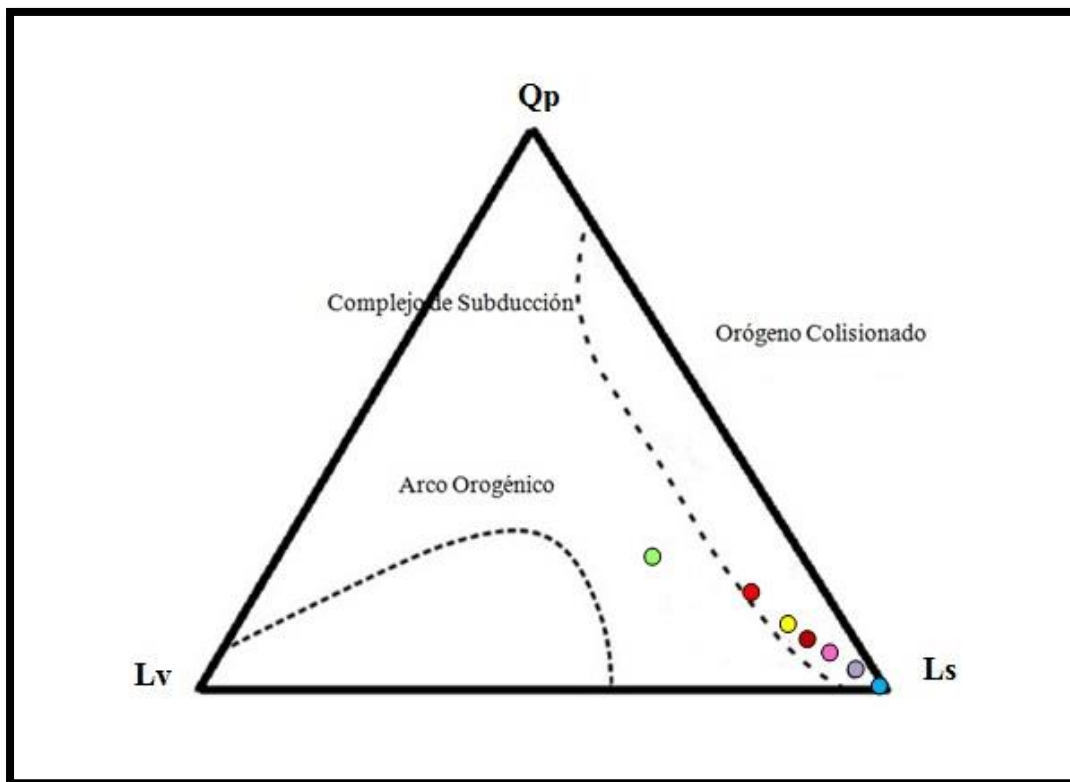


Figura 5.40. Diagrama Qp-Ls-Lv, muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

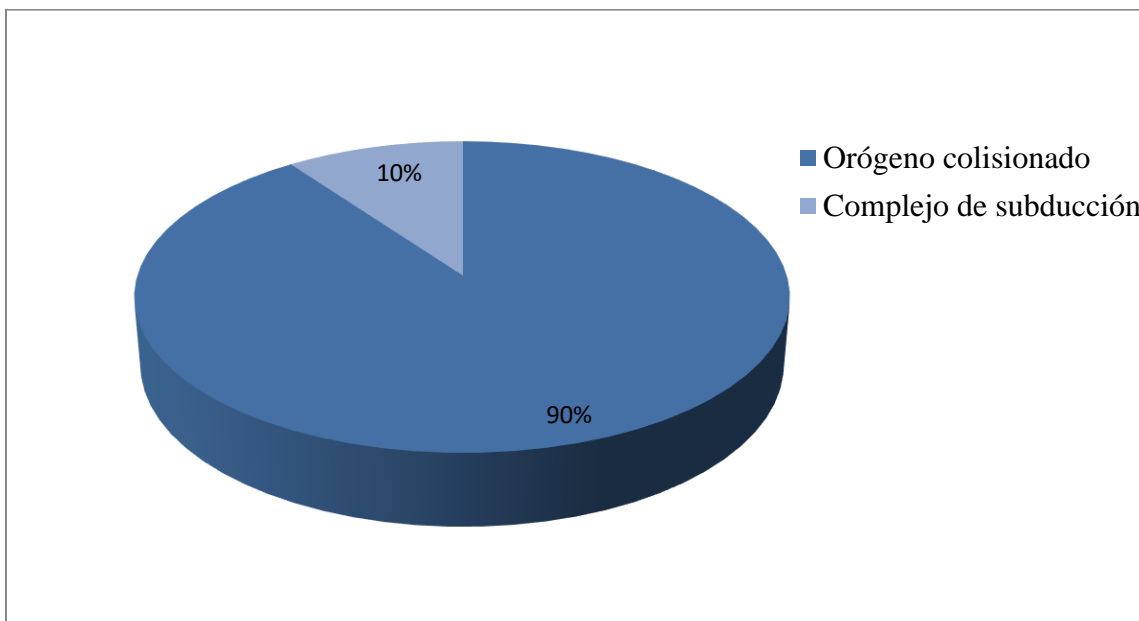


Gráfico 5.7. Distribución porcentual de las muestras analizadas producto del conteo modal y cálculos bajo los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), para diagrama triangular Qp-Ls-Lv.

5.7. Discusión de los resultados de Procedencia

❖ Tectónica por formación geológica según Dickinson *et al.*, (1983)

Los resultados obtenidos de los diagramas ternarios de procedencia de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983) (Ver tabla 5.29), se observó que son congruentes con el marco geológico de la región estudiada durante el Terciario Inferior.

De acuerdo al diagrama Qt-L-F las muestras analizadas en las formaciones Caratas y Vidoño, pertenecen a bloques continentales, específicamente en una zona de cratón interior y de un orógeno reciclado, mientras que para la Formación Los Jabillos estas se encuentran solo en el cratón interior.

Según Mota (2015), el cratón interior que corresponderían a los detritos de la cuenca Oriental de Venezuela (cuenca *foreland*) e implícitamente los del Cratón de Guayana, mientras lo que proceden del orógeno reciclado es suministrado por el prisma de acreción de la Placa del Caribe. La mayoría de las muestras de estos dos diagramas Qt-L-F y Qm-Lt-F coinciden con el modelo de bloque continental la cual forma areniscas de composición cuarzosa y feldespática proveniente de un basamento expuesto esto según (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983).

Ambas petrofacies presentan un alto contenido de cuarzo el cual pudo ser originado por: a) un mayor tiempo de transporte de estos sedimentos y/o, b) ambientes de sedimentación más enérgicos y/o c) retrabajo de niveles subyacentes o una combinación de estos factores.

Por otro lado cuando se presentan los valores de los componentes modales de las areniscas en el diagrama Qp-Ls-Lv, se observa que las subpetrofacies se sitúan dentro de los campos de orógeno colisionado y en el complejo de subducción provenientes de arco volcánico serían los suministrados por el arco volcánico de Aves, extinto en el Eoceno y el nuevo arco que se comienza a desarrollarse a partir del Eoceno, el arco de las Antillas Menores.

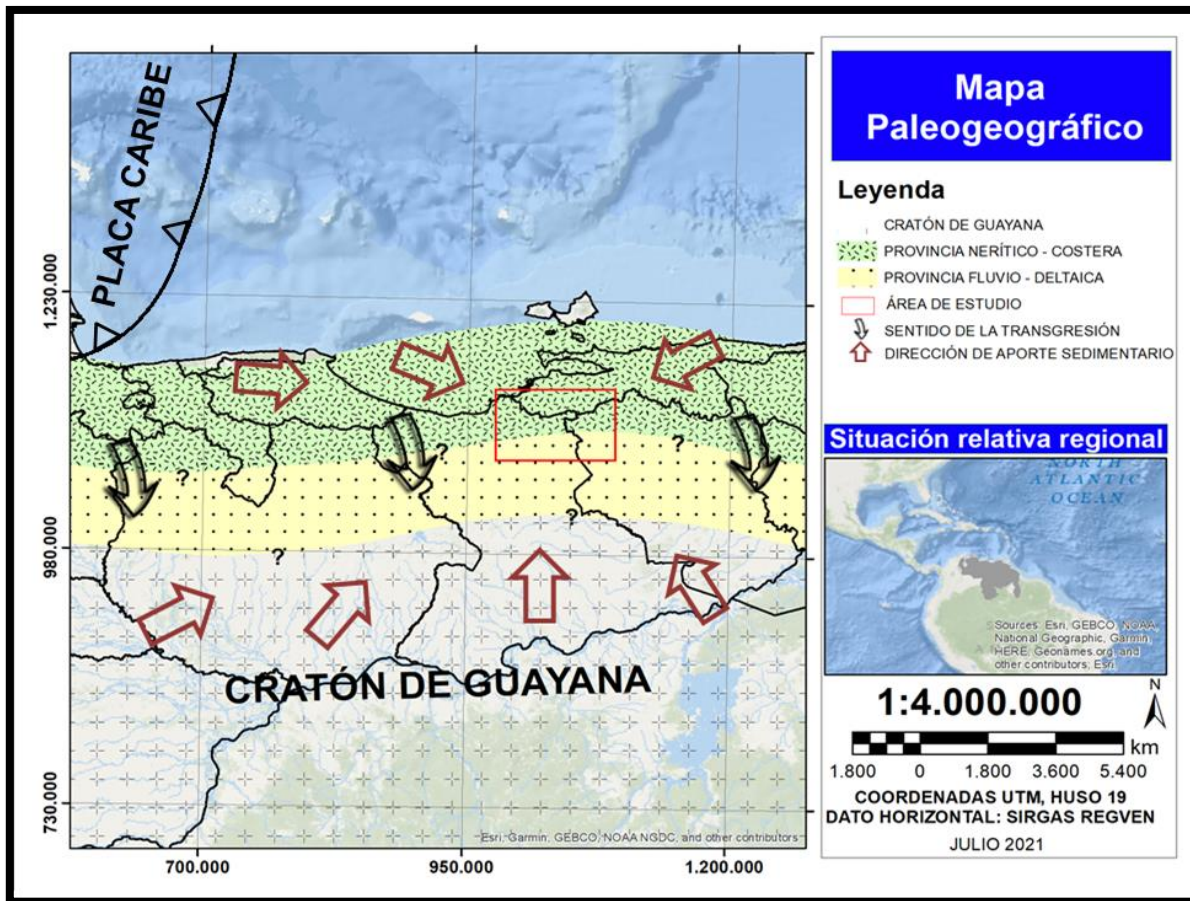


Figura 5.41. Mapa Paleogeográfico, Fuentes de los detritos depositados en el área de estudio durante el Terciario Inferior (la ubicación de la placa Caribe es del Eoceno). Modificado de González de Juana et al., 1980.

Tabla 5.29. Tabla resumen de los cálculos de procedencia según los parámetros de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983) y su correlación con la tabla resumen de litotipos, en función de los parámetros de Pettijohn, Potter y Siever (1987).

Ubicación de las muestras en los diferentes campos de los triángulos de procedencia de Dickinson y Suczek, 1979 y Dickinson <i>et al.</i>, 1983 (Se emplean los porcentajes en función del área de las partículas).			
MUESTRAS	Triángulo Qt-L-F	Triángulo Qm-Lt-F	Triángulo Qp-Ls-Lv
Mo-476	Orógeno reciclado	Cratón interior	Orógeno colisionado
Mo-577	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
Mo-591	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
Mo-615	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
Mo-616	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
AN-223	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
AN-224E	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
AN-237-85	Cratón interior	Cratón interior	Orógeno colisionado
AN-275-85	Orógeno reciclado	Cratón interior	Orógeno colisionado
AN-334A-85	Cratón interior	Cratón interior	Complejo de subducción

❖ Modelo Tectonoestratigráfico

Al analizar los resultados obtenidos de los diagramas de procedencia junto al marco geológico regional y la evolución de las unidades estudiadas (Ver figura 5.42), se pudo distinguir que hubo dos aportes de sedimentos en la parte basal que provienen, uno del Cratón de Guayana y otro del prisma de acreción de la Placa del Caribe, mientras que en la parte superior se observó una sola fuente de sedimento que proviene, del Cratón de Guayana.

Santiago (1990), presume que la fuente de aporte de sedimentos a la cuenca durante la depositación de las formaciones Caratas, Los Jabillos y Areo está ubicada al sur y sureste de la misma, es decir el Cratón de Guayana, descartándose de esta manera la posibilidad de que pudieran ser rocas provenientes del norte, ya que la tectónica del Caribe tuvo efectos sobre el oriente de Venezuela a partir del Mioceno.

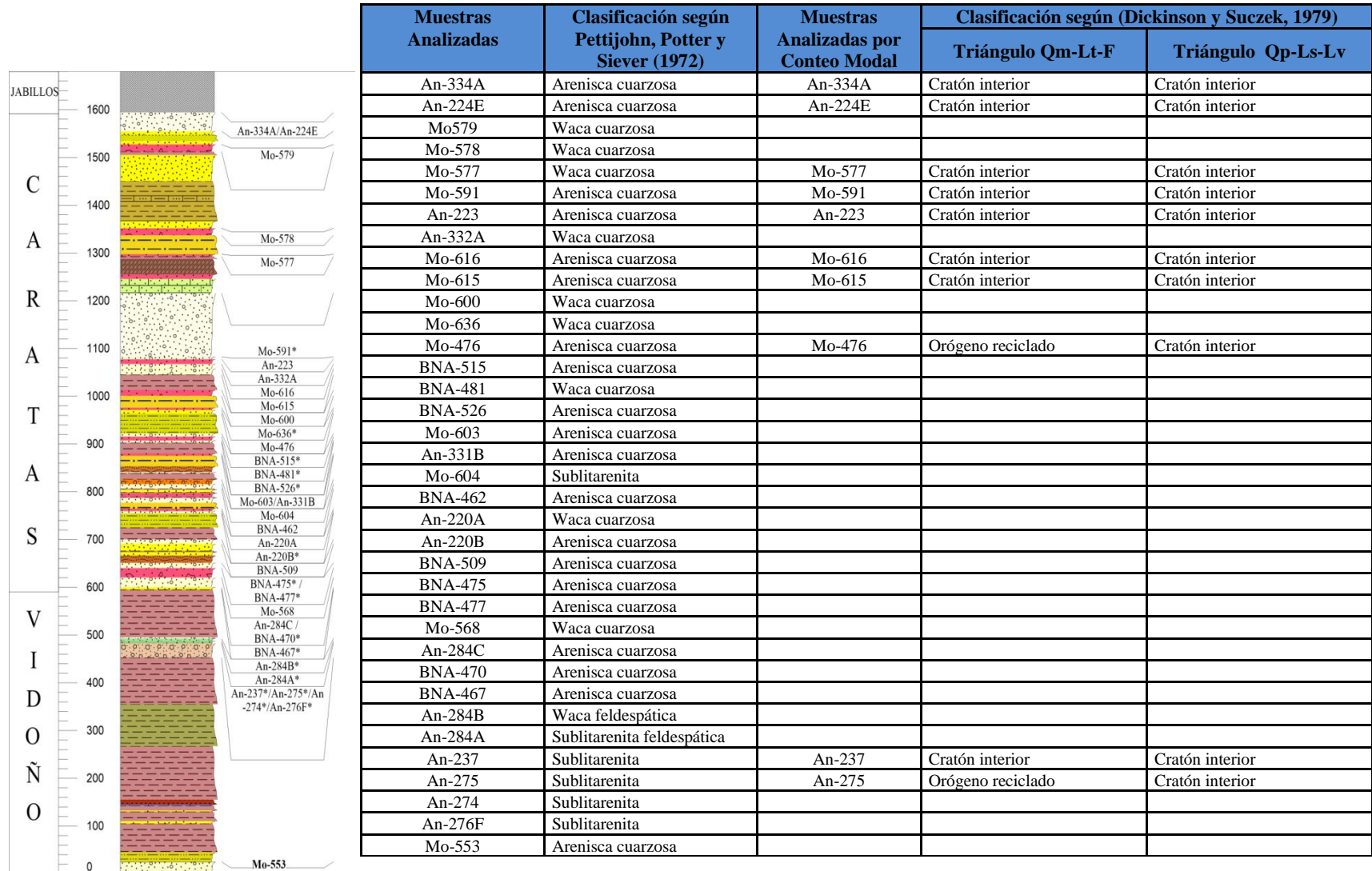


Figura 5.42. Distribución generalizada de litofacies y sus diferentes clasificaciones.

5.8. Integración de los modelos Diagenético y Tectonoestratigráfico

➤ Modelo Diagenético

El modelo Diagenético es un modelo integrado del propuesto por Surdan., *et al* (1989), en el manuscrito de la Evolución de la Porosidad en Sistemas de Areniscas/ Lutitas, y de las publicaciones sobre Diagénesis de Areniscas realizadas por los autores: Corrales *et al.*, (1977), Boggs (1992), Wilson (1994), y Limarino y Scasso (1997).

La primera secuencia de la Formación Vidoño (K10) pertenece al Maastrichtiense Tardío y se diferencia por los depósitos más arcillosos que las areniscas al tope de la Formación San Juan. La segunda secuencia de la Formación Vidoño tiene la misma litología que la precedente y pasa también a arcillitas compactas hacia el norte. Las dos secuencias están separadas por un hiato de dos millones de años. El hiato al tope de la secuencia representa 4,5 M. a. La última secuencia de la formación pertenece al Thanetiense Tardío, constituida por una capa de caliza o arenisca a la base y de arcillitas glauconíticas compactas al tope (Delgado, P., *et al.*, 2009 en: Carvajal, J. *et al.*, op. cit). El proceso de compactación en esta formación es de media a alta, también se pudo observar una cementación de sílice predominante, seguida de cementación de óxido de hierro.

El cambio de facies entre las formaciones Vidoño y Caratas, con la aparición de las areniscas en la segunda, marca la intensificación de la erosión al sur de la falla de El Furrial. Las dataciones disponibles en la Formación Caratas dejan suponer la existencia de 3 hiatos: el primero a su base, cerca 1-1,5 M.a., correspondiendo a la zona P5; el segundo de 3 a 4 M. a. equivalente al Ypresiense Tardío y el tercero al tope del Lutetiense, cerca de tres millones años. Las secuencias del Ypresiense (E1) y Lutetiense (E 2) son grano decrecientes con areniscas y calizas a la base y arcillitas al tope. El Bartonense está limitado al noreste del bloque de Pirital. El predominio de las arcillitas hacia el norte (pozo QGE-33) muestra la dirección de la profundización de la cuenca. La presencia de calizas al tope. El proceso de compactación en esta formación es de media a alta, también se pudo

observar una cementación de sílice predominante, seguida de cementación de óxido de hierro.

Para la Formación Los Jabillos la secuencia basal del ciclo del Terciario Tardío transgresivo (González de Juana *et al.*, 1980). Su ambiente ha sido descrito convencionalmente como marino litoral con influencia fluvial (Rosales, 1967, p.7).

El proceso de compactación en esta formación es alta, también se pudo observar una cementación de sílice predominante, seguida de cementación de óxido de hierro.

➤ **Modelo Tectonoestratigráfico**

El modelo Tectonoestratigráfico empleado es un modelo que integra la clasificación según Pettijohn, Potter y Siever (1972) y la clasificación según (Dickinson y Suczek, 1979).

La base de la Formación Caratas concordante y transicional sobre la Formación Vidoño; el contacto se coloca en la primera arenisca que suprayace.); en la región de Barcelona, la relación es claramente de inconformidad paralela (disconformidad) con la Formación Los Jabillos suprayacente, (Macsoy *et al.*, 1986). En el área tipo, se ha comprobado un "hiatus" paleontológico, con ausencia del Eoceno Tardío (Furrer y Andreieff, en Macsoy *et al.*, 1986). El paleoambiente de la Formación Caratas representa una regresión con respecto a la Formación Vidoño, infrayacente según Rosales (1960), marino de aguas someras (Renz, 1962) y para Macsoy *et al.*, (1986) la consideraron depositada en un medio marino hemipelágico, en la parte media y superior del talud epicontinental pero no turbidítico.

La Formación Vidoño presenta un contacto inferior con la Formación San Juan y el superior con la Formación Caratas, es concordante y transicional, por acuñaamiento de las Areniscas de San Juan, mientras que al este, se integra con las formaciones San Juan y Caratas. Galea (1985), propone una sedimentación en el talud, a una profundidad mayor de 2000 m, proponen una sedimentación en el talud (superior a inferior) con paleo profundidades probables entre 200 y 2000 m, por su parte, con base a la fauna béntica

encontrada (*Cyclammina sp.*, *Bathysiphon sp.*, *Haplophragmoides sp.*, *Spiroplectamina sp.*). La sedimentación se produjo durante una transgresión con baja oxigenación

En la Formación Los Jabillos los contactos son discordantes sobre formaciones más viejas, desde Tinajitas hasta Querecual y el contacto superior es transicional vertical y lateralmente con la Formación Areo. Su ambiente ha sido descrito convencionalmente como marino litoral con influencia fluvial.

➤ Integración de los modelos

La integración final de los dos modelos (Ver tabla 5.30), permiten analizar si hay o no una coincidencia entre los procesos diagenéticos dominantes y la procedencia, a lo largo de la secuencia estratigráfica correspondiente a la Formación Los Jabillos, Caratas y Vidoño.

Al analizar los resultados obtenidos de los diagramas de procedencia junto al marco geológico regional y la evolución de las unidades estudiadas (Ver figura 5.43), se pudo distinguir que hubo dos aportes de sedimentos en la parte basal que provienen, uno del Cratón de Guayana y el otro del prisma de acreción de la placa del Caribe, mientras que en la parte superior se observó una sola fuente de sedimento que proviene del Cratón de Guayana.

Santiago (1990), presume que la fuente de aporte de sedimento a la cuenca durante la depositación de las formaciones Caratas, Los Jabillos y Areo está ubicada al sur y sureste de la misma, es decir el Cratón de Guayana, descartándose de esta manera la posibilidad de que pudieran ser rocas provenientes del norte, ya que la tectónica del Caribe tuvo efectos sobre el oriente de Venezuela a partir del Mioceno.

Se pudo corroborar la coincidencia entre la litología en la cual predominan areniscas cuarzosas y la procedencia de las mismas que provienen de un basamento expuesto en este caso sería del Cratón de Guayana.

La compactación afecta a la formación más antigua estudiada en este caso sería la Formación Vidoño, la sedimentación se produjo durante una transgresión con baja oxigenación, la cual queda evidenciada por el aporte de carbonatos en los cementos, a su vez se determinó una cementación de sílice excesiva motivada a la composición textural de predominio Sublitarenita.

Tabla 5.30. Tabla de integración de los modelos Diagenético y Tectonoestratigráfico.

<p>Formación Los Jabillos</p>	<p>Compactación Alta Cementación de Sílice y Hierro</p>	<p>Sigue la colisión del Caribe y Suramérica</p>	<p>Continúa la carga Litostática</p>
<p>Formación Caratas</p>	<p>Compactación Alta a Media Cementación de Sílice</p>	<p>REGRESIÓN Emplazamiento de las Napas de Lara y culminación del magmatismo del arco en la Provincia de Oriente , como consecuencia de la colisión</p>	<p>Cemento silicio producto de una carga litostática</p>
<p>Formación Vidoño</p>	<p>Compactación Alta a Media Cementación de Óxido de Hierro</p>	<p>TRANSGRESIÓN Comienza la subducción del ProtoCaribe y el levantamiento al norte de la Serranía del Interior Central</p>	<p>Hundimiento de la placa Caribe alta presencia de cemento carbonático Hacia el tope se presenta un alto índice de óxido de hierro</p>

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

- La clasificación de las rocas detríticas en función a los parámetros establecidos por Pettijohn, Potter y Siever (1987), dan como resultado los siguientes litotipos: Arenisca cuarzosa 53%, Waca cuarzosa 25%, Sublitarenita 16%, Subarenita feldespática 3%, Waca feldespática 3%. Las Areniscas cuarzosas presentan el porcentaje más alto de los litotipos.
- El ambiente tectónico a través del análisis modal según los triángulos ternarios de (Dickinson y Suczek, 1979) y Dickinson *et al.*, (1983), dando como resultado que las muestras seleccionadas derivan de un Cratón interior (70%) en el triángulo ternario Qt-F-L y en el triángulo ternario Qm-F-Lt un 100% deriva de un Cratón interior.
Ambos patrones se caracterizan por presentar abundante cuarzo (Q) y en menor proporción de feldespato (F) y líticos (L).
En cuanto al triángulo ternario Qp-Ls-Lv los resultados se inclinan en su mayoría al Orógeno colisionado.
- En relación con los triángulos de procedencia, el triángulo Qt-L-F es el más complejo en cuanto a la información suministrada el cual permite obtener estabilidad mineralógica de las areniscas, así como el grado de meteorización a la que fue sometida la fuente de sedimentos del área fuente y el posible mecanismo de transporte de los granos.
- Tras el análisis petrográfico que se realizó a las 36 muestras, se pudo inferir una etapa diagenética de Mesogénesis, esto es producto de la compactación media, empaquetamientos que producen contactos entre granos principalmente, tangenciales y cóncavo-convexo, con menor proporción de contactos saturados, también se evidenció los bajos porcentajes de porosidades (tanto primarias como secundarias).

- Se infiere que los resultados obtenidos de las muestras con nomenclatura BNA, pudieron estar alterados debido al mal estado de las mismas, por el tiempo y su mala preservación en el laboratorio.
- En el modelo Tectonoestratigráfico se pudo observar que hubo dos aportes de sedimentos en la parte basal que provienen uno del Cratón de Guayana y el otro del prisma de acreción de la placa del Caribe, mientras que en la parte superior se observó una sola fuente de sedimento que proviene del Cratón de Guayana.
- La integración de los modelos muestran, en el inicio de la acumulación se presenta una transgresión de la cual los sedimentos tienen una compactación de media a alta, luego a mediados de tiempo ocurre una regresión donde los sedimentos presentan una compactación media y por último la formación o capa acumuladas muestran un aporte sedimentario por efecto marino fluvial.
- Se recomienda realizar estudios geoquímicos y análisis de minerales pesados en el área de estudio y zonas aledañas, así como reconstrucciones paleográficas que ayuden a la discriminación espacial y temporal de todas las unidades motivado a que las muestras no tienen toda la información necesaria o para completar y verificar los resultados obtenidos ya que la mayoría de ellas se encuentran en malas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOS, S. (1964). Proposed simplification of the stratigraphic nomenclature in the Eastern Venezuela basin. Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petrología (AVGMP). Boletín Informativo, Vol.7 N° 6.

ARCHE, A. (2010). Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria. C.S.I.C., 397 pp. Madrid.

ASCANIO, E., & HUNG, O. (1992). "Ambientes sedimentarios y tectónicos de la secuencia cretácico-terciaria en la región de Zea-Mesa Bolívar, El Vigía Estánquez, estado Mérida". Caracas: Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Dpto. Geología.

BOGGS, S. (1992). Petrology of sedimentary Rocks, Macmillan Publishing Company, New York.

CARRIZALES, C y GUERRERO, Q. (1986). Estudio geológico de un área situado al Sur-Este de la ciudad de Cumanacoa. Estado Sucre. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

CARVAJAL J., GARCÍA M., JIMÉNEZ V., LUNA D., LEDEZMA .E., MARCANO J., MAITA L., MORÓN M., (2010). Propuesta de Homologación de Nomenclatura Estratigráfica, Norte de Monagas. Informe interno. Exploración y Producción, Gerencia de Proyectos Exploratorios, PDVSA. Puerto La Cruz, Venezuela.

CHACÓN, Y & GARCÍA M. (2013). Estudio de Estratigrafía Secuencial de 2do Orden en el Cretácico de Venezuela Oriental. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

CISNEROS, O y LÓPEZ, D. (1986). Estudio geológico de una región ubicada al oeste de San Antonio de Maturín, Estado Monagas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

COELLO, V. (2012). Significado tectónico y procedencia de la formación Guárico a través de análisis petrográfico y minerales pesados, Venezuela norcentral". Tesis especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Dpto. Geología. 281 p.

CORRALES Z., I.; ROSELL, S. J.; SÁNCHEZ T., L. M.; VERA T., J. A.; & VILAS M., L. (1977) Estratigrafía. Editorial Rueda, Madrid; 718 p.

DELGADO, M., MORENO, N., PADRÓN, V. (2009). Catálogo de facies sedimentarias. Pozo Sab-1X (Localización Sabaneta- Ax). Área Cuenca Barinas-Apure, Venezuela Occidental. Informe interno. Gerencia de Proyectos Exploratorios, PDVSA. Puerto La Cruz. Venezuela. 25 p.

DI CROCE, J., BALLY, A. W. y VAIL, P. (1999). Sequence Stratigraphy of the Eastern Venezuelan Basin. En: Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World (Eds. K. Hsu): Elsevier Science, 419 -476.

DICKINSON W. R. (1985). *Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones*. En: Zuffa G, (Ed), Provenance of arenites. Reidel Publishing Company. 333-362.

DICKINSON W. R., L. BEARD, G. BRAKENRIDGE, J. ERJAVEC, R. FERGUSON, K. INMAN, R. KNEPP, L. LINDBERG., & P. RYBERG. (1983). *Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting*. Geol. Soc. Amer. Bull. 94: 222-235.

DICKINSON, W.R., & SUCZEK, C.A. (1979). *Plate Tectonics and Sandstone Compositions*. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin V. 63 (N °12), p 2164- 2182.

DISCEPOLA P. (2018). Análisis estratigráfico secuencial de la transición Paleoceno/Eoceno en el bloque II de la cuenca del Lago de Maracaibo. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

DUARTE, A. (2011). Modelado estratigráfico y sedimentológico de las unidades “R” y “F” pertenecientes a la Formación Oficina en el campo Aguasay Central, Cuenca Oriental de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

FOLK, R. (1980). Petrology of Sedimentary rocks, Hemphill Publishing Company, Austin – Texas.

FRÍAS, R. y QUINTANA, J. (1983). Estudio geológico de una zona ubicada entre Aragua de Maturín y Caripe, Estado Monagas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

FURRER, M. Y M. CASTRO. (1997). Notas geológicas sobre datos inéditos de LAGOVEN S. A., en la cuenca oriental de Venezuela. En prensa, 27 p.

GALEA, F., (1985). Biostratigraphy and Depositional environment of the Upper Cretaceous Eocene Santa Anita Group, (North Eastern Venezuela). Tesis MSc, Free University press, Amsterdam, 115 pp., 31 pis., 4 enclosures.

GONZÁLEZ DE JUANA, C., ITURRALDE, J. y PICAR, X. (1980). Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Tomo I y II. Caracas, Ediciones Foninves.

GUERRERO, J. y LEÓN, A. (1983). Estudio geológico de una zona ubicada al norte de Aragua de Maturín, Estado Monagas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

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

HEDBERG, E. D. y PYRE, A. (1944). Stratigraphy of Northeastern Anzoátegui, Venezuela, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 28(1): 1-28.

HERNÁNDEZ, I. y LUNA, F. (1986). Estudio geológico de una región ubicada al noreste de Mundo Nuevo, estados Anzoátegui y Monagas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

INGERSOLL, R., BULLARD, T., FORD, R., GRIMM, J., PICKE, J., & SARES, S. (1984). The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. Journal of Sedimentary Petrology 54. 103-116 p.

JABBOUR, G., MÁRQUEZ, R. y GUERRA, I. (2009). Un modelo para la clasificación de areniscas. Revista Ciencia e Ingeniería. [Revista en línea]. Disponible <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550786006>. [Consultado 2019, Agosto 21].

KRYNINE, P. (1948). The megascopic study and field classification of sedimentary rocks, Journal of Geology, Vol. 56, No. 2, pp. 130-165.

KRUMBEIN, W. C. y SLOSS, L.L (1969). Estratigrafía y Sedimentación. UTEHA. México 778p.

LAMB, J. L. (1964). The geology and paleontology of the río Aragua surface section, Serranía del Interior, state of Monagas, Venezuela. Bol. Inform., Asoc. Venez. Geol. Min. y Petr., Caracas, 7(4): 111-123.

LEÓN y VIELMA. (2006). Modelo estratigráfico – estructural de la Formación Oficina en el Campo Socorro este, Estado Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

- LEWIS, D. W. (1984). *Practical Sedimentology*. Van NostrandReinhold. USA. 229p.
- LÉXICO ESTATIGRÁFICO DE VENEZUELA. (1998).
- LIMARINO, C.O. & R.A.SASSO, (1997). "Petrología y Diagénesis de Rocas Clásticas". Asociación Argentina de Sedimentología. Buenos Aires. 255 p.
- LÓPEZ, A. (1981). Estudio hidrogeológico de la cordillera oriental en una zona kárstica al este de Barcelona, Edo. Anzoátegui. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- MACSOTAY, O., VIVAS, V., BELLIZZIA, N.P y BELLIZZIA, A. (1986). Excursion Nr 7: Estratigrafía y tectónica de Cretáceo-Paleógeno de la islas al norte de Puerto La Cruz-Santa Fe y regiones adyacentes. VI. Congreso Geológico Venezolano; Soc. Ven. Geol. (Caracas); Memoria 10: 7125-7174.
- MORA, S. (2013). Geología de Venezuela. Caracterización petrográfica, sedimentológica y geoquímica de la sección basal del pozo sol-6, formación la quinta, cuenca de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Caracas: Tesis Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Dpto. Geología. 246 p.
- MOTA, F. (2015). Análisis de procedencia de los sedimentos correspondientes a los sistemas encadenados de regresión forzada (fsst) y de nivel bajo (lst), de edad mioceno tardío-plioceno temprano del Alto de Patao, al norte de Paria, Venezuela. Caracas: Tesis Especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Dpto. Geología. 165 p.
- PARNAUD, F., GOU, Y., PASCUAL, J., TRUSKOWSKI, I., GALLANDO, O., PASSALACQUA, H. y ROURE, F. (1995). *Petroleum Geology of the Central Part of the Eastern Venezuelan Basin*. AAPG Memoria 62, p. 741-756.
- PETTIJOHN, F. (1949). *Sedimentary rocks*, New York, Harper & Bros., Primera edición. 287-298 p
- PETTIJOHN, F. (1975). *Sedimentary rocks*, New York, Tercera edición.
- PETTIJOHN, F.; POTTER, P. & SIEVER, R. (1972) *Sand and Sandstones*. Springer-Verlag, USA; 553 p.
- PETTIJOHN, F., POTTER, P., & SIEVER, R. (1973). *Sand and Sandstones*. New York: Springer-Verlag. Primera Edición.

- PETTIJOHN, F., POTTER, P. y SIEVER, R. (1987) Sand and sandstone, Springer – Verlag, New York, Segunda edición.
- PINDELL, J., S. CANDE, W. PITMAN, D. ROWLEY, J. DEWEY, J. LEBREQUE Y W. HAXBY (1988). A plate –kinematic framework for models of Caribbean evolution. *Tectonophysics*, 155: 121 –138.
- PINDELL, J. y L. KENNAN (2001). Kinematic Evolution of the Gulf of Mexico and Caribbean. [Revisión en línea]. Disponible http://www.ugr.es/~agcasco/igcp546/pdf/2001_Pindell_Kennan_Kinematic_Evolution_Caribbean.pdf. [Consulta: 2021, Julio 14].
- RENZ, H. H. (1962). Stratigraphy and paleontology of the type section of Santa Anita Group and overlying Merecure Group, Río Querecual, State of Anzoátegui, northeastern Venezuela. *Asoc. Venez. Geol., Min. Y Petrol. Bol. Informe*. 5(4): 89-108.
- ROJAS, O. J. (1978). Estudio geológico de un área al noroeste de Caripito, estados Sucre y Monagas. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- ROJAS, O. (1986). Composición de areniscas, significado geológico de la glauconita y posible ambientes tectónicos de la Formación Caratas del oriente de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Dpto. de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- ROSALES, H. (1960). Estratigrafía del Cretáceo-Paleoceno-Eoceno de la Serranía del Interior, Oriente de Venezuela. III Cong. Geol. Venez. Caracas. Mem. 2: 471-495.
- ROSALES, H. (1967) Geología del área de Barcelona-río Querecual (Estado Anzoátegui). Guía de Excursión; Asoc. Venez. Geol. Min. y Petr.; 20 p.
- SANDOVAL, M. (2000). Diagénesis de areniscas. Caracas: U.C.V., Consejo de Desarrollo Científico y Humano, Colección estudio. 38 p.
- SANTIAGO, N. (1990) Estratigrafía y Sedimentología de la Formación Los Jabillos, en el flanco sur de la Serranía del Interior. Estados Anzoátegui y Monagas. Trabajo Especial de Grado, Inédito. Dpto. Geol., Universidad Central de Venezuela, Caracas; 124 p.
- SCASSO, R y LIMARINO, C. (1997). Petrología y Diagénesis de Rocas Clásticas, Asociación Argentina de Sedimentología, Argentina.
- STANLEY, D. F. (1960). Stratigraphy and foraminifera of lower Tertiary Vidoño Shaleneer Puerto La Cruz, Venezuela. *AAPG. Bull.* 44 (5): 616 – 627.

SUMMA, L., E. GOODMAN, M. RICHARDSON, I. NORTON, A. GREEN, 2003. Hydrocarbon

Systems of Northeastern Venezuela: Plate Through Molecular Scale-Analysis of the Genesis and Evolution of the Eastern Venezuela Basin. *Marine and Petroleum Geology*, N° 20. 323-349 p.

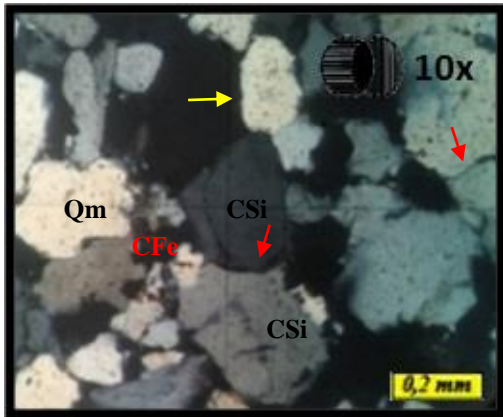
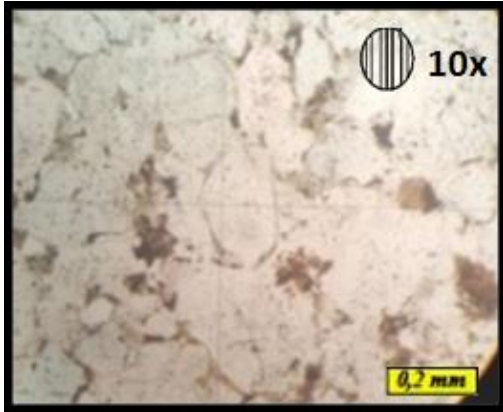
SURDAM, R. C.; DUNN, T.; HEASLER, H. & MACGOWWAN, D. (1989) Porosity evolution in sandstone/shale systems. *Mineralogical Association of Canada, Diagenesis Short Course Notes*, p. 61-125.

YORIS, F. y OSTOS, M. (1997). Geología de Venezuela: Geología General y Cuencas Petrolíferas. En: Singer, J. (Ed.) WEC 1997. Conferencia Evaluación de Pozos. Texas, Schlumberger - Sureco C.A. Jolle y Printing.

WILSON, M. & STANTON P. (1994) Diagenetic mechanism of porosity and permeability reduction and enhancement. En: Wilson, M. (Ed) Reservoir quality assessment and prediction in clastic rocks. *SEPM short course 30*. p. 59-118.

YORIS, F. (1989). Proposición y desarrollo de un método para el análisis modal petrográfico. Caracas: Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo de ascenso a profesor asociado. 197 p.

APENDICE: ATLAS PETROGRÁFICO DE ARENISCAS DEL TERCIARIO INFERIOR (FORMACIONES CARATAS, VIDOÑO Y LOS JABILLOS)



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano cemento, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flechas rojas), cemento de óxido de hierro (CFe), cemento de sílice (CSi) y cuarzo monocristalino (Qm),

Muestra: Mo-476

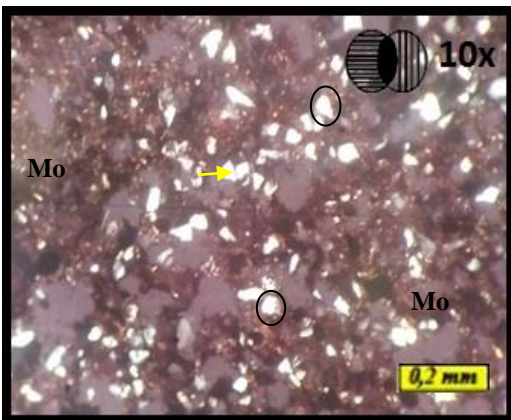
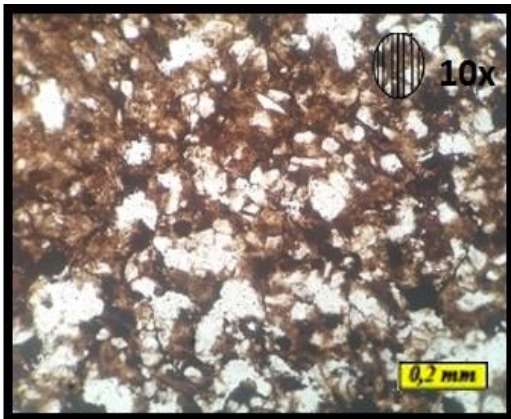
Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 401.016 E / 1.111.050 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con un tamaño de grano de grueso a medio. Moderadamente escogido; la redondez se encuentra entre subredondeado a subangulares y los contactos son principalmente grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 65% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 4% de cemento óxido de hierro y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 7% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro rellenando poros, presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Orógeno Reciclado.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz y longitudinal (flecha amarilla), matriz de óxido de hierro (Mo), cuarzo monocristalino (circulo negro).

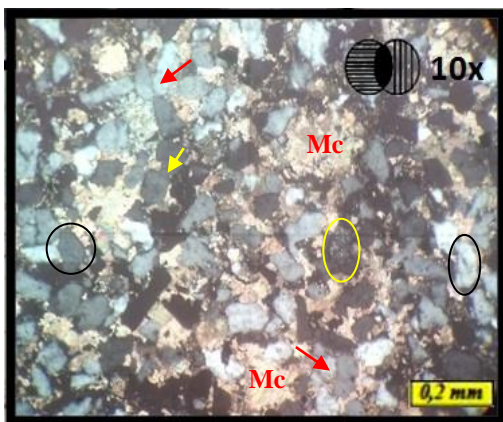
Muestra: Mo-568

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 416.083 E / 1.113.144 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con un tamaño de grano de medio a fino. El escogimiento es moderado, la redondez es subredondeado a subangulares y los contactos principales son: grano-matriz y longitudinales. Los componentes principales son: 63% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert y 1% de moscovita como mineral accesorio. Contiene 40% de matriz de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 8% interpartícula y mólida.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, disolución total de grano, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flechas rojas), matriz calcárea (Mc), cuarzo monocristalino (circulo negro) y fragmento de roca: chert (circulo amarillo).

Muestra: Mo-577

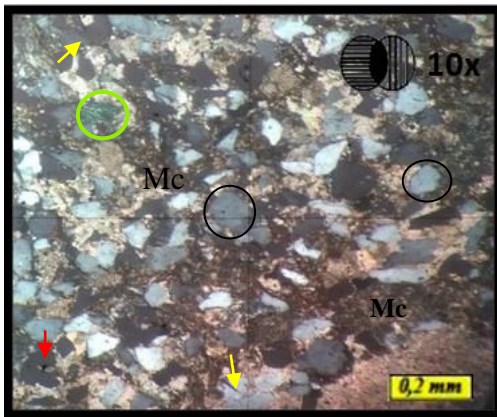
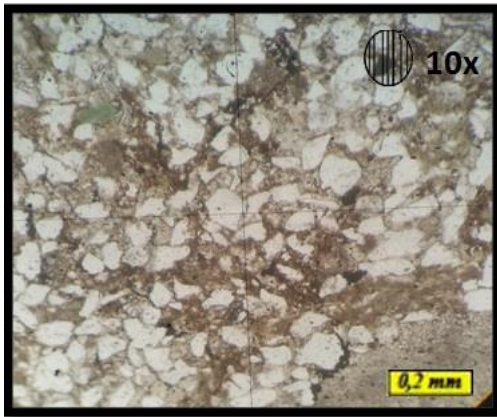
Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 415.600 E / 1.114.640 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, presenta un tamaño de grano de medio a fino, el escogimiento es moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales de mayor a menor son: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 92% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de cuarzo plutónico policristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert y 1% de zircón. Contiene 18% de matriz calcárea y 6% de cemento calcáreo.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación carbonática y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flechas rojas), matriz calcárea (Mc), cuarzo monocristalino (circulo negro) y glauconita (circulo verde)

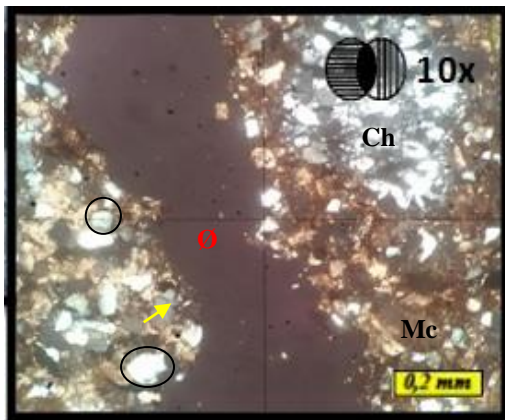
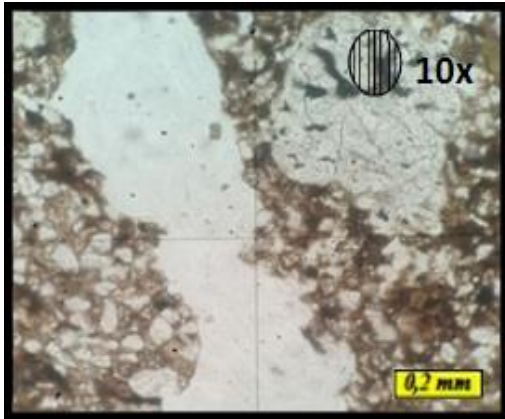
Muestra: Mo-578

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 415.080 E/ 1.114.930 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con un tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y con redondez entre subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 65% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert y 1% de glauconita como mineral accesorio. Contiene 15% de matriz calcárea. La porosidad se estima en un 1% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla), matriz calcárea (Mc), cuarzo monocristalino (círculo negro), fragmento de roca: chert (Ch) y porosidad (Ø).

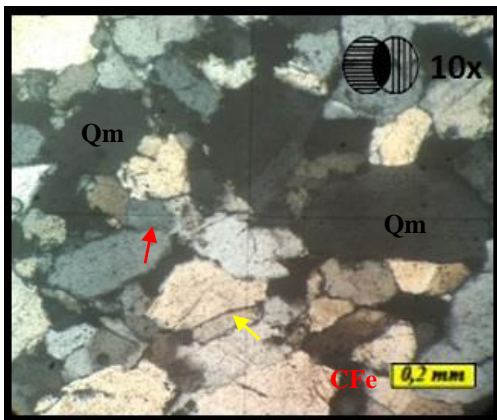
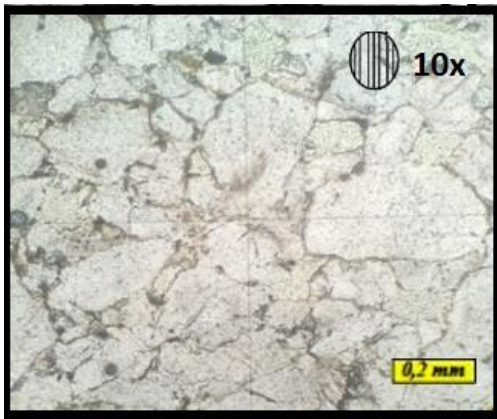
Muestra: Mo-579

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 415.030E /1.115.010 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con un tamaño de grano de medio a fino, con mal escogimiento, redondez de subredondeado a subangulares y los contactos principales son: grano-matriz y longitudinales. Los componentes principales son: 60% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de cuarzo plutónico policristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 20% de matriz calcárea. La porosidad se estima en un 10% tipo *vuggy*.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media y presión-solución contacto de tipo longitudinal.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano cemento, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flechas rojas), cemento de óxido de hierro (CFe) y cuarzo monocristalino (Qm),

Muestra: Mo-591

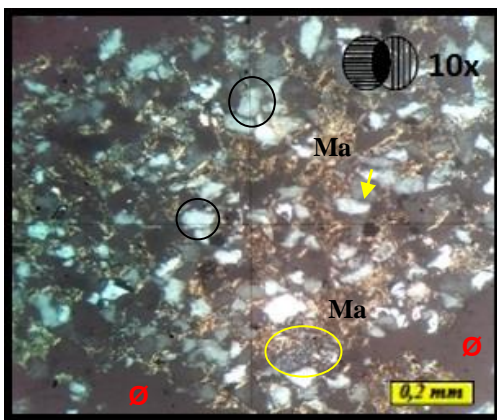
Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 414.610E/ 1.115.630 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con un tamaño de grano de grueso a medio, con un mal escogimiento y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos son principalmente grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 69% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de glauconita como mineral accesorio. Contiene 7% de cemento óxido de hierro y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro rellenando poros, presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla), matriz de arcilla (Ma), cuarzo monocristalino (circulo negro), fragmento de roca: chert (circulo amarillo) y porosidad (Ø).

Muestra: Mo-600

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 416.050 E / 1.114.100 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una

Waca cuarzosa, con un tamaño de grano de entre

medio a fino. El escogimiento es moderado, la

redondez varía entre subredondeado a

subangulares y los contactos principales son:

grano-matriz y longitudinales. Sus componentes

principales son: 92% de cuarzo plutónico

monocristalino, 3% de cuarzo plutónico

policristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert

y 2% de óxido de hierro. Contiene 15% de matriz

de arcilla y 2% de cemento de sílice. Se estima un

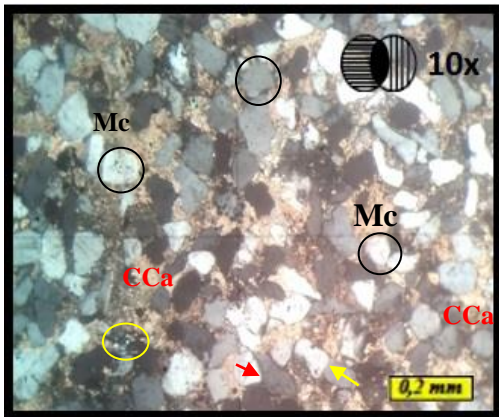
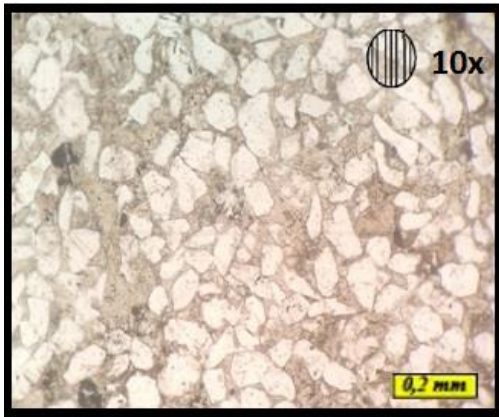
2% de porosidad interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una

compactación alta, cementación de sílice como

sobrecrecimiento de grano y presión-solución

contacto de tipo longitudinal.



Vista de Sublitenita, mostrando contactos grano cemento, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja, cemento carbonatico (CCa), cuarzo monocristalino (circulo negro), fragmento de roca: chert (circulo amarillo), matriz calcárea (Mc).

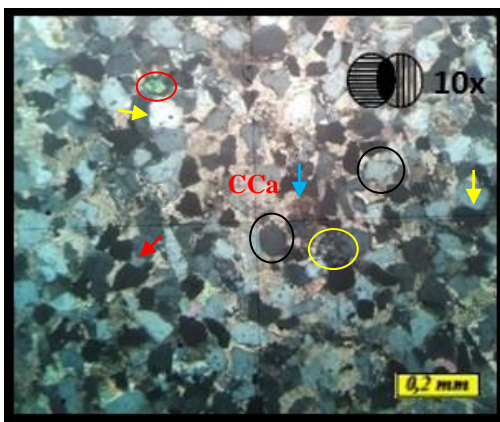
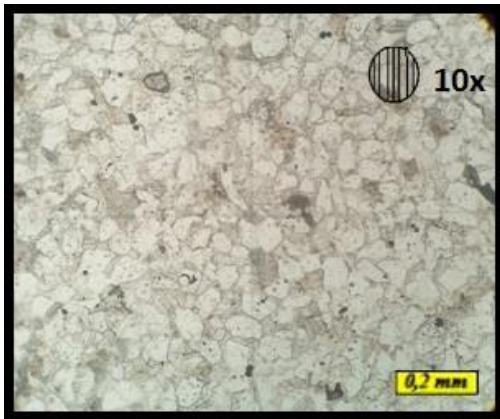
Muestra: Mo-603

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 416.230 E / 1.115.040 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino. Presenta un escogimiento moderado y una redondez se de subredondeado a subangulares. Los contactos son principalmente grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 91% de cuarzo plutónico monocristalino, 5% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 5% de matriz calcárea y 7% de cemento carbonático. La porosidad se estima en un 3% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación carbonática y de óxido de hierro rellenando poros, presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo



Vista de Sublitenita, mostrando contactos grano cemento, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja, cemento calcáreo (CCa), cuarzo monocristalino (circulo negro), fragmento de roca: chert (circulo amarillo) y zircon (círculo rojo).

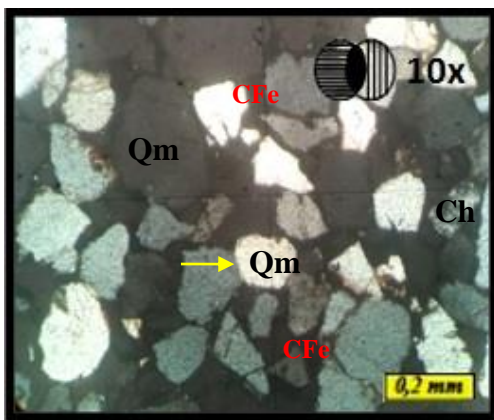
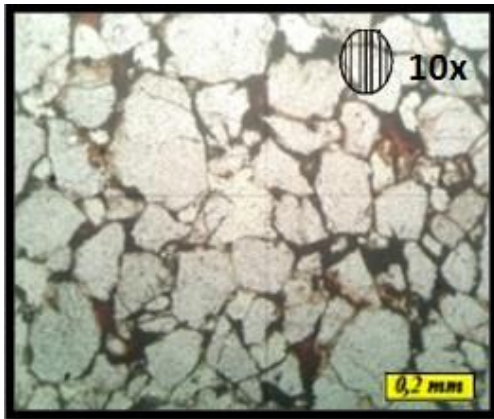
Muestra: Mo-604

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 416.371 E / 1.115.150 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Sublitenita**, con un tamaño de grano de medio a fino. Con mal escogimiento, redondez entre subredondeado a subangulares y los contactos son principalmente grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 90% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de cuarzo plutónico policristalino, 6% de fragmento de roca tipo chert y 1% de zircon como mineral accesorio. Contiene 20% de cemento calcáreo y 3% de cemento de óxido de hierro.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación carbonática y de óxido de hierro rellenando poros, presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano cemento y longitudinal (flecha amarilla), cemento de óxido de hierro (CFe), cuarzo monocristalino (Qm), fragmento de roca; Chert (Ch).

Muestra: Mo-615

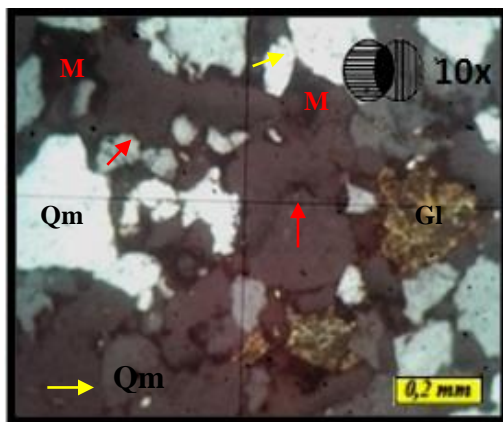
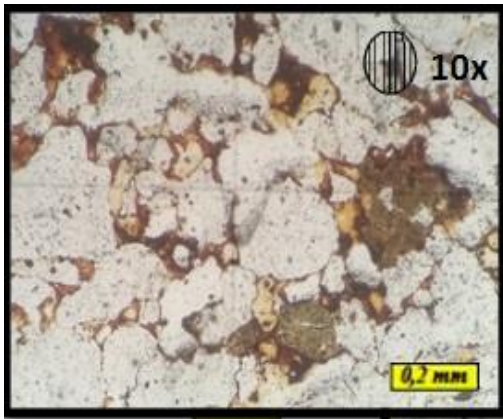
Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 405.520 E / 1.109.220 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una Arenisca cuarzosa, con un tamaño de grano entre grueso a medio. El escogimiento es moderado; la redondez varía entre subredondeado a subangulares y los contactos son principalmente grano-cemento y longitudinal. Los componentes principales son: 81% de cuarzo plutónico monocristalino, 5% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 12% de cemento óxido de hierro y 1% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 9% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro rellenando poros, presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flechas rojas), matriz de óxido de hierro (M), cuarzo monocristalino (Qm) y glauconita (Gl).

Muestra: Mo-616

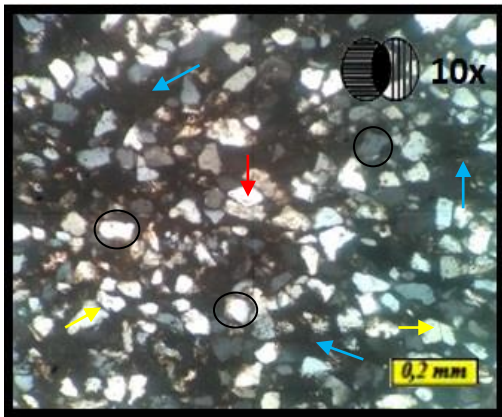
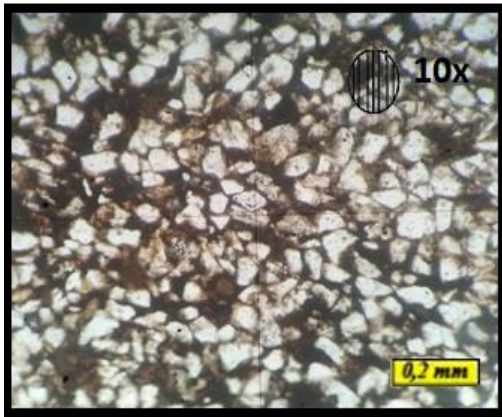
Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 405.560 E / 1.108.870 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con un tamaño de grano de grueso a medio. Presenta un escogimiento moderado y redondez entre subredondeado a subangulares. Los contactos son principalmente grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 72% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de cuarzo plutónico policristalino, 1% de feldespato tipo plagioclasa, 3% de fragmento de roca tipo chert y 1% de glauconita. Contiene 4% de matriz de óxido de hierro y 4% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 7% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), matriz de óxido de hierro (flecha azul), cuarzo monocristalino (circulo negro).

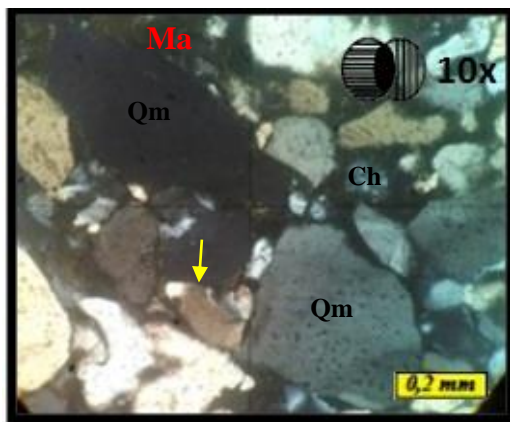
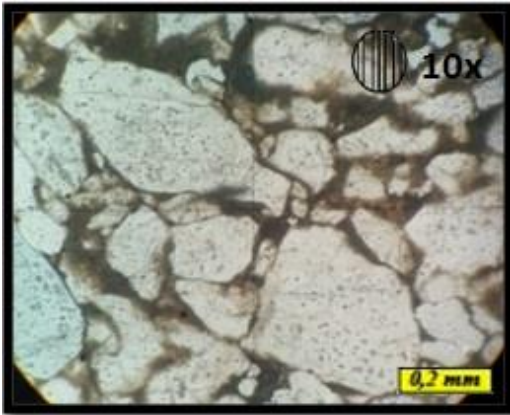
Muestra: Mo-636

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 415.330E / 1.112.580N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con un tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y con redondez entre subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 91% de cuarzo plutónico monocristalino, 4% de fragmento de roca tipo chert y 1% de zircón como mineral accesorio. Contiene 15% de matriz de óxido de hierro y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 3% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano, disolución entre granos, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz y longitudinal (fecha amarilla), matriz de arcilla (Ma) cuarzo monocristalino (Qm), Fragmento de roca; Chert (Ch).

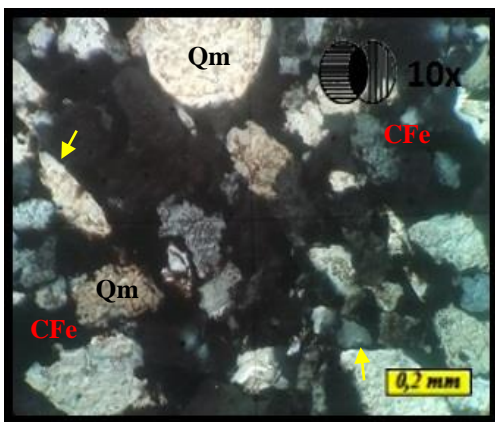
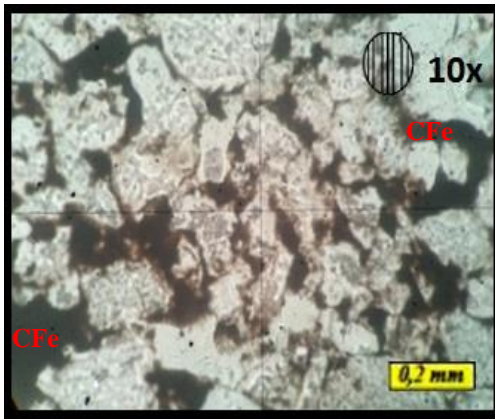
Muestra: AN-220A-85

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 383.790E/ 1.111.670 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con un tamaño de grano de grueso a medio, escogimiento moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos predominantes son: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 75% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert y 3% de óxido de hierro y 1% de glauconita como mineral accesorio. Contiene 15% de matriz de arcilla y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 3% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano cemento, longitudinal (fecha amarilla), cuarzo monocristalino (Qm) y cemento de óxido de hierro (CFe).

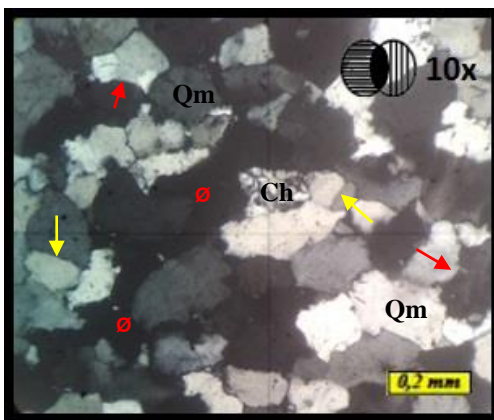
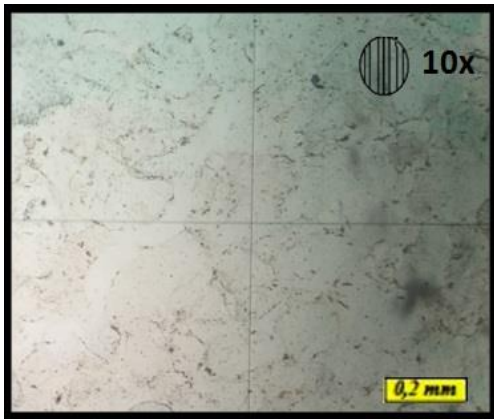
Muestra: AN-220B-85

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 383.790 E/ 1.111.670 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, tamaño de grano de medio a fino, escogimiento moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 76% de cuarzo plutónico monocristalino, 5% de cuarzo plutónico policristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 7% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 1% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de óxido de hierro rellenando poros y como envoltorio de grano y presión-solución contacto de tipo longitudinal.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (Qm), Fragmento de roca; Chert (Ch) y porosidad (Ø)

Muestra: AN-223-85

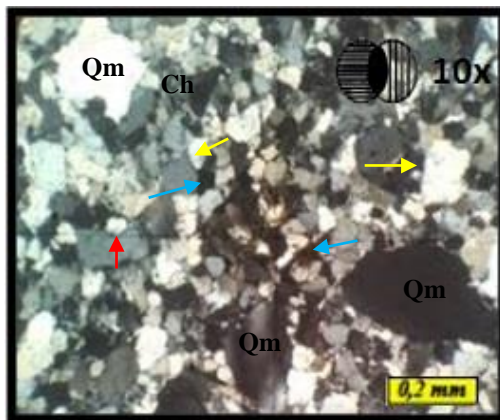
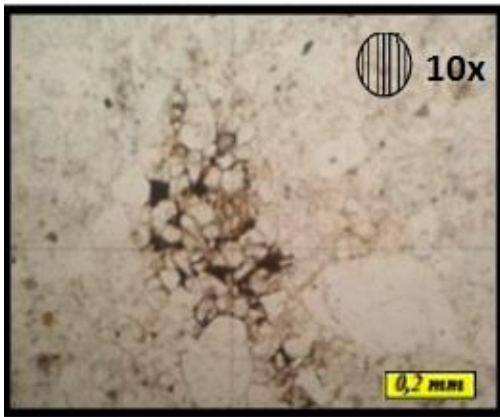
Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 383.770E/ 1.112.120 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, bien escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 84% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert, 1% de moscovita y 1% de zircón como mineral accesorio. Contiene 6% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 7% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano cemento, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flechas rojas), cemento de óxido de hierro (flecha azul) y cuarzo monocristalino (Qm) y fragmento de roca tipo chert (Ch).

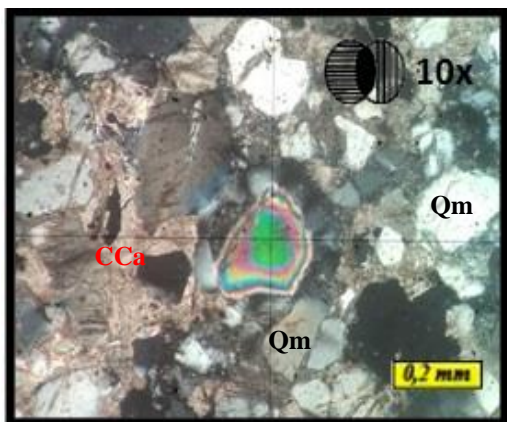
Muestra: AN-284C-85

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 389.890 E/ 1.113.480 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con un tamaño de grano de medio a fino, mal escogidos y con redondez entre subredondeado a subangulares. Los principales contactos son: grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 89% de cuarzo plutónico monocristalino, 5% de fragmento de roca tipo chert y 2% de óxido de hierro. Contiene 5% de cemento de óxido de hierro y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de óxido de hierro rellenando poros y envolviendo granos, cemento de sílice como sobrecrecimiento de grano, disolución de grano, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano cemento y longitudinal, cemento calcáreo (CCa), cuarzo monocristalino (Qm).

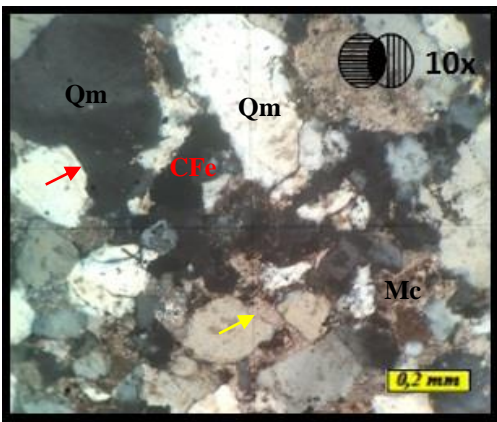
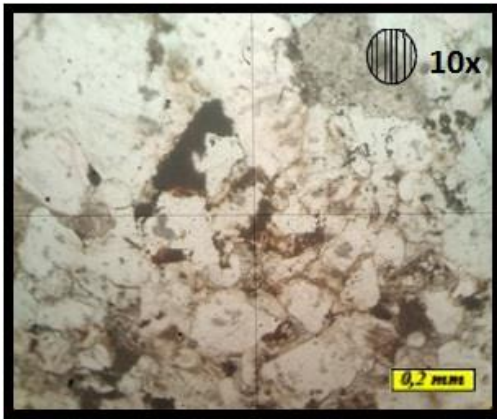
Muestra: AN-331B-85

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 383.770 E/ 1.111.900 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con un tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y con redondez entre subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-cemento y longitudinales. Sus componentes principales son: 72% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de cuarzo plutónico policristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert, 1% de feldespato tipo plagioclasa y 1% de zircón como mineral accesorio. Contiene 15% de cemento calcáreo y 1% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación carbonática y de óxido de hierro rellenando poros y presión-solución contacto de tipo longitudinal.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cemento de óxido de hierro (CFe), cuarzo monocristalino (Qm) y matriz calcárea (Mc).

Muestra: AN-332A-85

Unidad: Formación Caratas

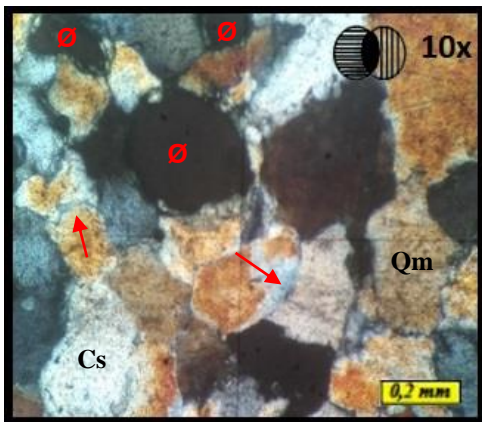
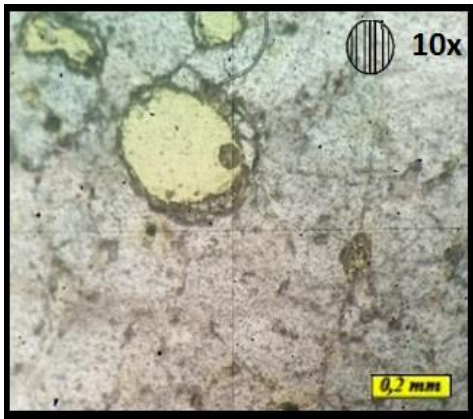
Coordenadas UTM: 383.740 E/ 1.112.020 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una

Waca cuarzosa, con un tamaño de grano de medio a fino, el escogimiento es moderado y la redondez es de subredondeado a subangulares. Presenta contactos de tipo: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 73% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert y 1% de óxido de hierro. Contiene 15% de matriz calcárea y 10% de cemento carbonático, 2% de cemento de óxido de hierro y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Presenta contactos de tipo: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 73% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert y 1% de óxido de hierro. Contiene 15% de matriz calcárea y 10% de cemento carbonático, 2% de cemento de óxido de hierro y 2% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación carbonática, de óxido de hierro rellenando poros y de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos suturado y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocrystalino (Qm), cemento de sílice (CSi) y porosidad tipo moldica (Ø).

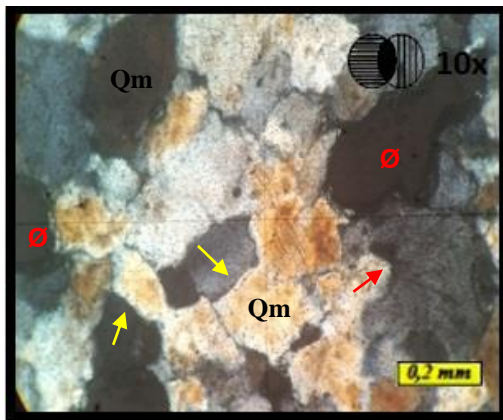
Muestra: BNA-462

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 319.800 E/ 1.121.960 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, con escogimiento moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: suturado y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 75% de cuarzo plutónico monocrystalino, 1% de fragmento de roca tipo chert, 1% óxido de hierro. Contiene 1% de cemento de sílice y 1% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 10% moldica y *vuggy*.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro relleno de poros, disolución total de grano de feldespato, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo suturado y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla), cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm) y porosidad tipo *vuggy* (Ø).

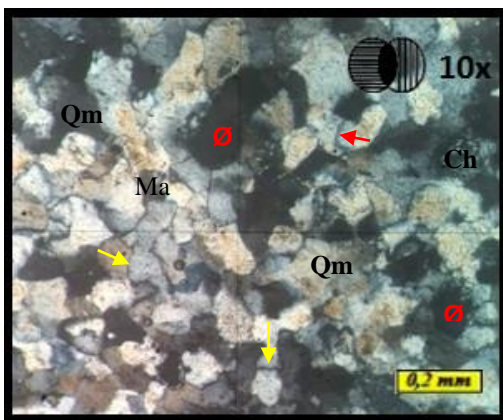
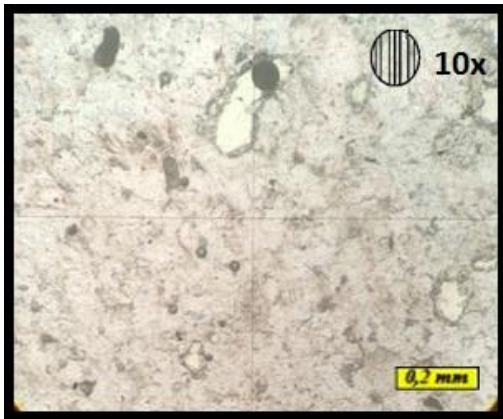
Muestra: BNA-467

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 323.068 E/ 1.120.546 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, bien escogidos y redondez entre subredondeado a subangulares. Presenta contactos tipo: suturado y longitudinal. Sus componentes principales son: 90% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert. La porosidad se estima en un 5% tipo móldica y *vuggy*.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, disolución total de grano de feldespato, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal, cóncavo-convexo y suturado.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contacto longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm), Fragmento de roca tipo: chert (Ch), matriz de arcilla (Ma) y porosidad moldica y *vuggy* (Ø).

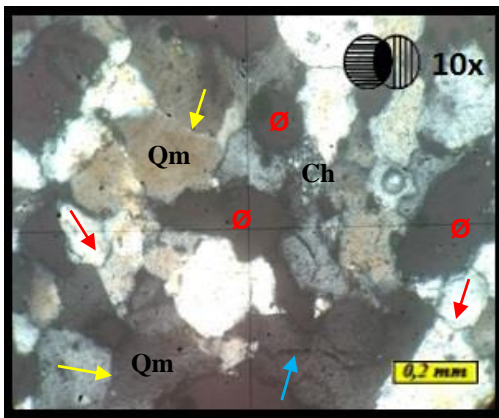
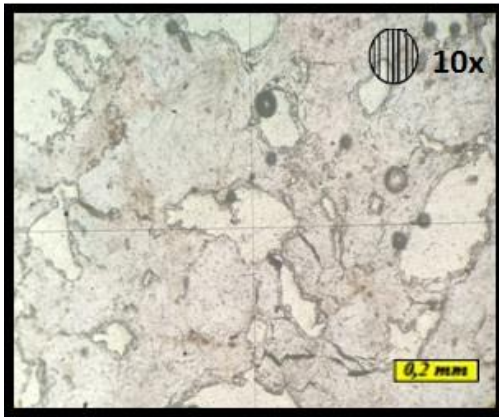
Muestra: BNA-470

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 323.346 E/ 1.120.840 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, con escogimiento moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: suturado y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 94% de cuarzo plutónico monocristalino, 1% de cuarzo plutónico policristalino, 4% de fragmento de roca tipo chert y 5% de óxido de hierro. Contiene 2% de matriz de arcilla. La porosidad se estima en un 13% tipo moldica y *vuggy*.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, disolución de grano, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipos longitudinal, cóncavo-convexo y suturado.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (Qm), Fragmento de roca tipo: chert (Ch), cemento de óxido de hierro (flecha azul) y porosidad tipo *vuggy* (Ø).

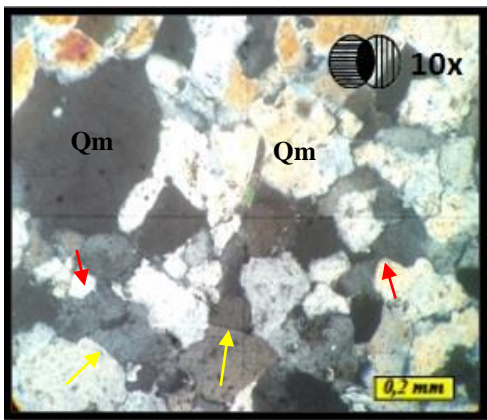
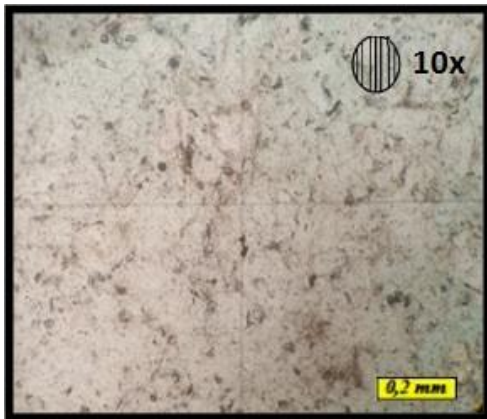
Muestra: BNA-475

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 319.173 E/ 1.122.174 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de grueso a medio, moderadamente escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: suturado, longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 70% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert, 3% de óxido de hierro. Contiene 3% de matriz de arcilla y 3% cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 14% tipo móldica y *vuggy*.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de óxido de hierro rellenando poros, disolución de grano, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo suturado, longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm).

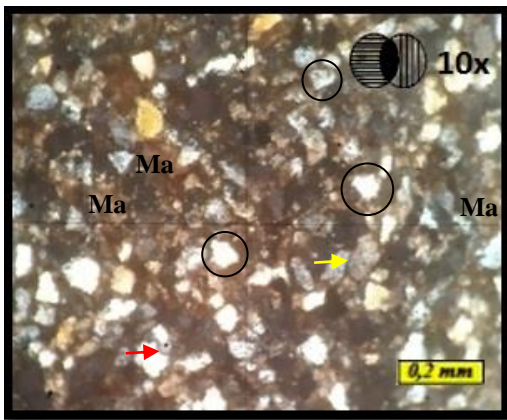
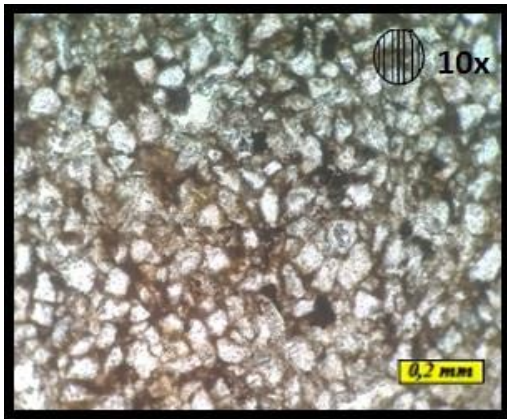
Muestra: BNA-477

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 319.087 E/ 1.122.027 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de grueso a medio, con escogimiento moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: suturado, longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 90% de cuarzo plutónico monocristalino, 1% de fragmento de roca tipo chert, 2% de óxido de hierro. Contiene 2% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 6% de tipo móldica.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de óxido de hierro rellenando poros, disolución de grano, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo suturado, longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja cuarzo monocristalino (circulo negro) y matriz de arcilla (Ma).

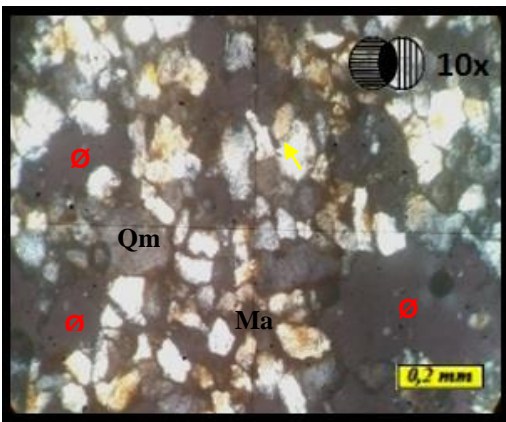
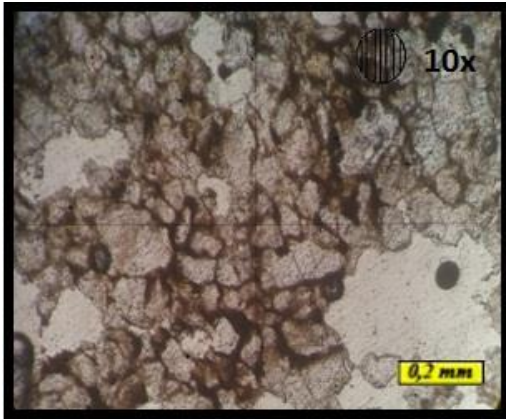
Muestra: BNA-481

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 318.835 E/ 1.124.176 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz, longitudinal y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 75% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert, 3% de óxido de hierro. Contiene 15% de matriz de arcilla. La porosidad se estima en un 4% de tipo móldica.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, disolución de grano, alteración parcial de feldespatos a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Waca cuarzosa, mostrando contacto longitudinal (fecha amarilla), cuarzo monocristalino (Qm), matriz de arcilla (Ma) y porosidad tipo *vuggy* (Ø).

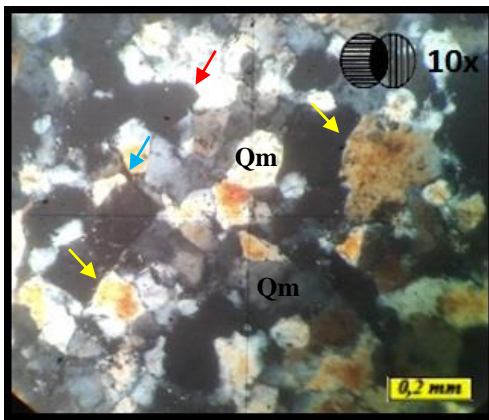
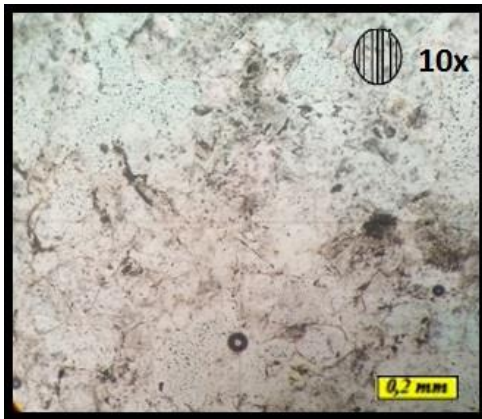
Muestra: BNA-509

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 319.775 E/ 1.123.580 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz, longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 80% de cuarzo plutónico monocristalino, 1% de fragmento de roca tipo chert, 2% de óxido de hierro. Contiene 15% de matriz de arcilla. La porosidad se estima en un 12% tipo *moldica* y *vuggy*.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, disolución de grano, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla), cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm) y cemento de óxido de hierro (flecha azul).

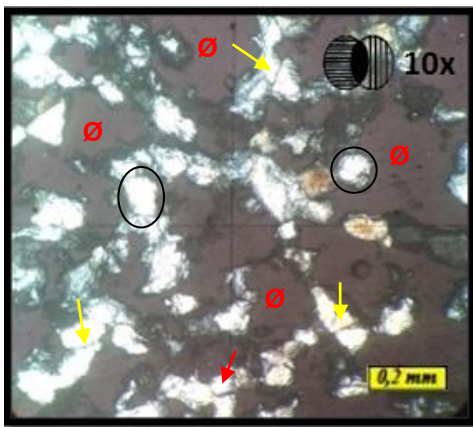
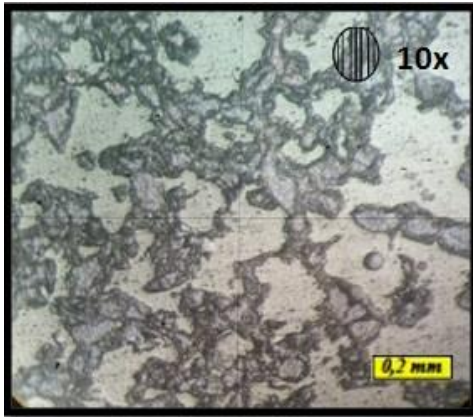
Muestra: BNA-526

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 319.951 E/ 1.121.732 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: suturado y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 80% de cuarzo plutónico monocristalino, 1% de fragmento de roca tipo chert, 1% de moscovita y 3% de óxido de hierro. Contiene 5% de matriz de arcilla y 3% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 5% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de óxido de hierro rellenando poros, disolución y presión-solución contactos de tipo suturado, longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (circulo negro) y porosidad moldica (Ø).

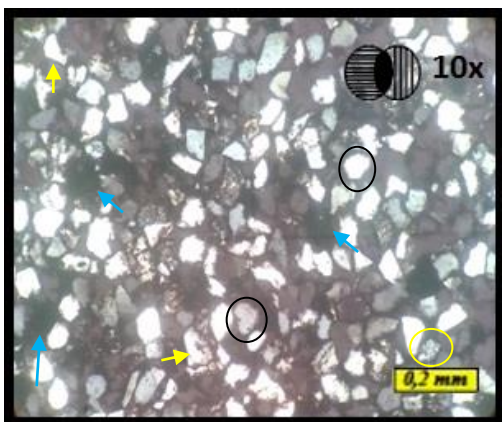
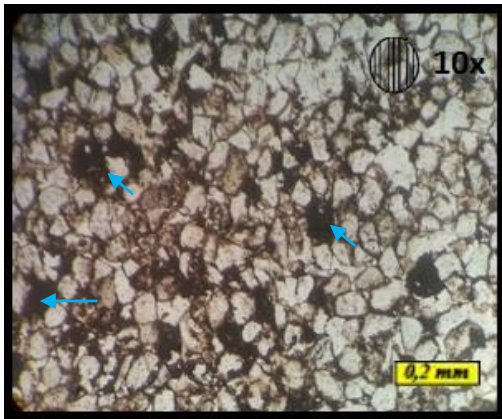
Muestra: BNA-515

Unidad: Formación Caratas

Coordenadas UTM: 318.130 E/ 1.125.050 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, bien escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 90% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert, 6% de óxido de hierro. Contiene 7% de cemento de óxido de hierro y 2% de matriz de arcilla. La porosidad se estima en un 8% tipo móldica (la porosidad está alterada por elaboración de la sección fina).

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de óxido de hierro rellenando poros, disolución total de grano de feldespato, alteración parcial de feldespato a mineral de arcilla y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contactos grano matriz y longitudinal (flecha amarilla), cuarzo monocristalino (circulo negro), matriz de óxido de hierro (flecha azul) y fragmento de roca tipo: chert (circulo amarillo).

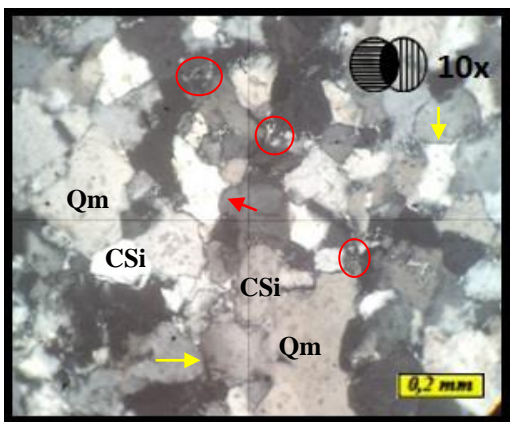
Muestra: Mo-553

Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 401.490 E/ 1.113.870 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y redondez subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz y longitudinal. Sus componentes principales son: 73% de cuarzo plutónico monocristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 5% de matriz de óxido de hierro, cemento de sílice. La porosidad se estima en un 7% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contacto de tipo longitudinal.



Vista de Sublitarenita, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla), cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm), fragmento de roca: chert (círculo rojo) y cemento de sílice (CSi).

Muestra: AN-237-85

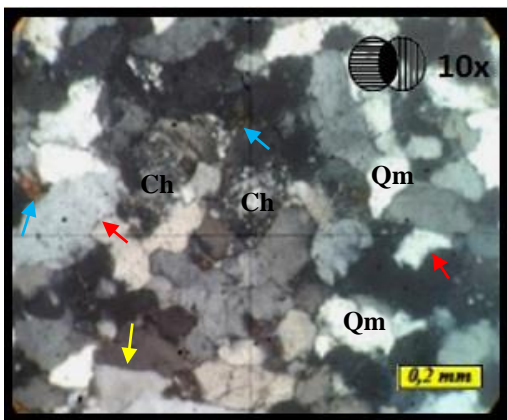
Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 385.560 E / 1.108.950 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Sublitarenita**, con un tamaño de grano de medio a fino. Con mal escogimiento, con redondez entre subredondeado a subangulares y presenta un contacto suturado. Los componentes principales son: 80% de cuarzo plutónico monocristalino, 6% de fragmento de roca tipo chert y 1% de moscovita como mineral accesorio. Contiene 5% de cemento de sílice. La porosidad se estima en 1% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal, cóncavo-convexo y suturado.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Sublarenita, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm), Fragmento de roca tipo: chert (Ch), cemento de óxido de hierro (flecha azul).

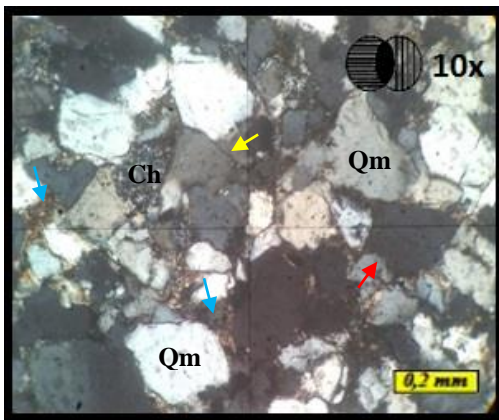
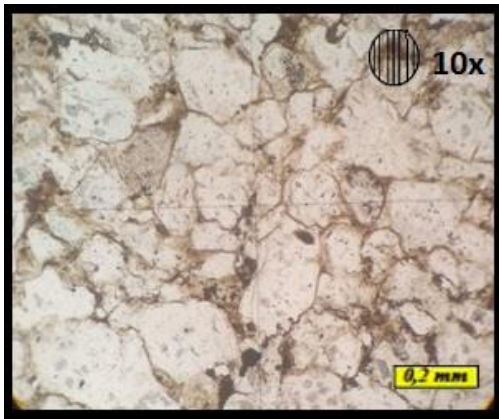
Muestra: AN-274-85

Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 393.160 E / 1.113.416 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Sublarenita**, con tamaño de grano de medio a fino, mal escogidos, redondez de subredondeado a subangulares y los contactos son principalmente grano-cemento, suturado, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 72% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de cuarzo policristalino, 10% de fragmento de roca tipo chert y 1% de zircón como mineral accesorio. Contiene 6% de cemento de óxido de hierro y 4% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de óxido de hierro rellenando poros y de sílice como sobrecrecimiento de grano presión-solución contactos de tipo longitudinal, cóncavo-convexo y suturado.



Vista de Sublitenita, mostrando contactos longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (Qm), fragmento de roca: Chert (Ch) y cemento de óxido de hierro (flecha azul).

Muestra: AN-275-85

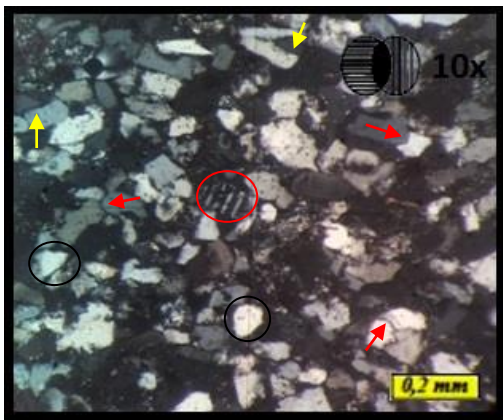
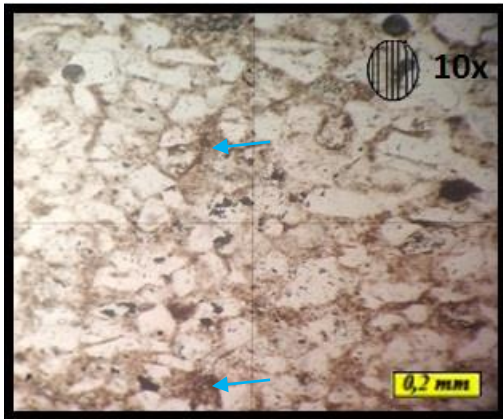
Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 393.160 E / 1.113.416 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Sublitenita**, con un tamaño de grano de medio a fino, escogimiento moderado, redondez de subredondeado a subangulares y los contactos son principalmente: grano-cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Los componentes principales son: 70% de cuarzo plutónico monocristalino, 1% de cuarzo plutónico policristalino, 9% de fragmento de roca tipo chert, 3% de óxido de hierro y 1% de zircón como mineral accesorio. Contiene 5% de cemento de óxido de hierro y 3% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación de óxido de hierro rellenando poros y de sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Sublarenita, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (círculo negro), matriz de arcilla (flecha azul) y feldespato de tipo: plagioclasa (círculo rojo).

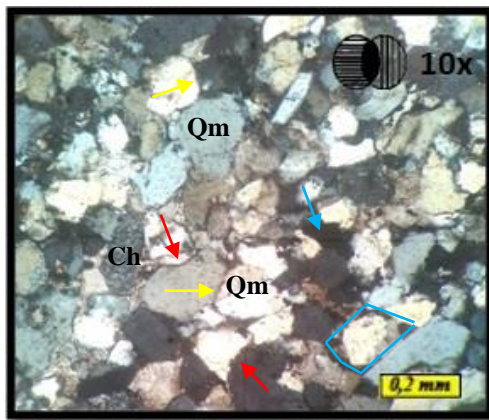
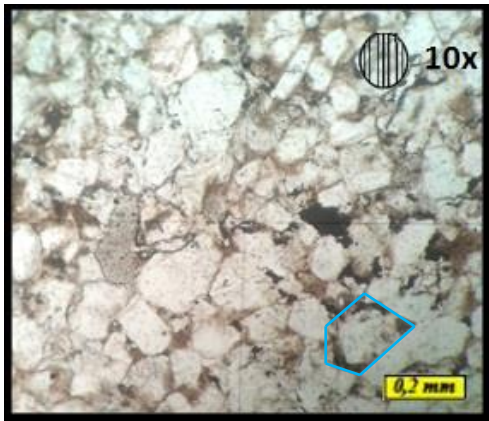
Muestra: AN-276F-85

Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 393.190 E / 1.113.247 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Sublarenita**, con tamaño de grano de medio a fino, escogimiento moderado y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz, longitudinal y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 78% de cuarzo plutónico monocristalino, 5% de feldespato: 3% de plagioclasa y 2% de microclino. Contiene 3% de matriz de arcilla, 10% de cemento de sílice y 2% de cemento de óxido de hierro.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y óxido de hierro como envoltorio de granos y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Subarenita feldespática, mostrando contactos grano- cemento, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (Qm), fragmento de roca: Chert (Ch) y cemento de óxido de hierro (flecha azul y recuadro azul) indicando envoltorio de grano.

Muestra: AN-284A-85

Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 389.890 E/ 1.113.480 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Subarenita feldespática**, con tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y redondez de subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano- cemento, longitudinales y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 72% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert, 9% de feldespato tipo ortosa y 1% de moscovita. Contiene 9% de cemento calcáreo, 4% de cemento de óxido de hierro y 3% de cemento de sílice. La porosidad se estima en un 1% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación media, cementación carbonáticas rellenando poros, óxido de hierro como envoltorio de grano y sílice como sobrecrecimiento de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Waca feldespática, mostrando contactos grano matriz, longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja), cuarzo monocristalino (circulo negro), matriz de arcilla (Ma), fragmento de roca tipo chert (círculo rojo), cemento de óxido de hierro (flecha azul) y porosidad tipo moldica (circulo amarillo).

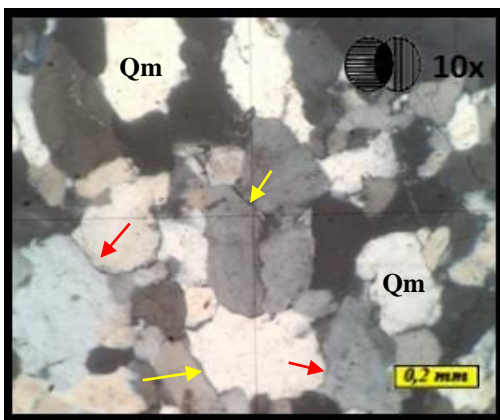
Muestra: AN-284B-85

Unidad: Formación Vidoño

Coordenadas UTM: 389.890 E/ 1.113.480 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Waca feldespática**, tamaño de grano de medio a fino, moderadamente escogidos y redondez subredondeado a subangulares. Los contactos principales son: grano-matriz, longitudinal y cóncavo-convexo. Sus componentes principales son: 70% de cuarzo plutónico monocristalino, 6% de feldespato que son: 4% plagioclasa y 2% microclino, 5% de fragmento de roca tipo chert y 1% de zircón como mineral accesorio. Contiene 15% de matriz de arcilla, 4% de cemento de sílice y 2% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 1% interpartícula y mól dica.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro como envoltorio de grano y presión-solución contactos de tipo longitudinal y cóncavo-convexo.



Vista de Arenisca Cuarzosa, mostrando contacto longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja) y saturado, cuarzo monocristalino (Qm).

Muestra: AN-224E-85

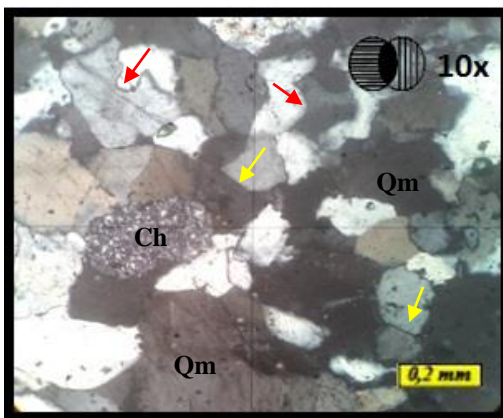
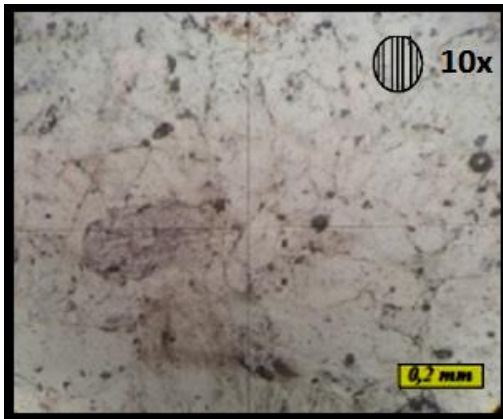
Unidad: Formación Los Jabillos

Coordenadas UTM: 383.860 E / 1.112.520 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio a fino, mal escogidos y redondez subredondeado a subangulares. Presenta contacto de tipo suturado. Los componentes principales son: 87% de cuarzo plutónico monocristalino, 3% de fragmento de roca tipo chert, 1% de moscovita. Contiene 5% de cemento de sílice y 2% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro rellenando poros y presión-solución contactos de tipo suturada, longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.



Vista de Arenisca cuarzosa, mostrando contacto longitudinal (flecha amarilla) y cóncavo-convexo (flecha roja) y suturado, cuarzo monocristalino (Qm), fragmento de roca: chert (Ch).

Muestra: AN-334A-85

Unidad: Formación Los Jabillos

Coordenadas UTM: 383.860 E / 1.112.520 N

Descripción Petrográfica: Se clasifica como una **Arenisca cuarzosa**, con tamaño de grano de medio, mal escogidos, redondez subredondeado a subangulares y contacto suturado. Los componentes principales son: 82% de cuarzo plutónico monocristalino, 2 % de cuarzo plutónico policristalino, 2% de fragmento de roca tipo chert. Contiene 8% de cemento de sílice y 2% de cemento de óxido de hierro. La porosidad se estima en un 2% interpartícula.

Descripción Diagenética: Esta roca presenta una compactación alta, cementación de sílice como sobrecrecimiento de grano y de óxido de hierro rellenando poros y presión-solución contactos de tipo suturada, longitudinal y cóncavo-convexo.

Procedencia según Dickinson y Suczek: Cratón Interior.