
ANÁLISIS PETROGRÁFICO Y DIAGENÉTICO A PARTIR DE NÚCLEOS DE
PERFORACIÓN DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DE LA CUENCA SINÚ - SAN
JACINTO Y EL ÁREA ESPECIAL SINÚ DE LA ANH EN EL DEPARTAMENTO DE
SUCRE

ANA MARÍA GARCÍA LOAIZA
WALTER GUZMÁN CARDONA
CAROLINA RAMIREZ CARDONA

UNIVERSIDAD DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS GEOLÓGICAS
GEOLOGÍA
MANIZALES
2009

ANÁLISIS PETROGRÁFICO Y DIAGENÉTICO A PARTIR DE NÚCLEOS DE
PERFORACIÓN DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DE LA CUENCA SINÚ - SAN
JACINTO Y EL ÁREA ESPECIAL SINÚ DE LA ANH EN EL DEPARTAMENTO DE
SUCRE

ANA MARÍA GARCÍA LOAIZA
WALTER GUZMÁN CARDONA
CAROLINA RAMIREZ CARDONA

Tesis de Grado para Optar el Título de
GEÓLOGO

Presidente
PhD. CARLOS ALBERTO GUZMÁN LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE CALDAS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS GEOLÓGICAS
GEOLOGÍA
MANIZALES
2009

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director del trabajo de grado

Manizales 4 de Junio de 2009

DEDICATORIA

“La medalla no se obtiene por vencer en una batalla, sino por la entereza con que se prepara para afrontar otras batallas más difíciles.” Alca.

Dedico este trabajo a Dios por permitirme existir, a mis padres por su apoyo, esfuerzo, dedicación y amor, a mis hermanas por su compañía en todo este tiempo y a mi adorado Alex.

Carolina

“No es grande el que triunfa sino el que jamás se desalienta” M. Descalzo.

“La confianza en sí mismo es el primer peldaño para ascender por la escalera del éxito”

“Cada día es una nueva oportunidad en nuestra vida para lograr las meta que nos hemos propuesto alcanzar”

Dedico este trabajo a Dios por darme la fuerza y la sabiduría para seguir adelante y no permitir que desfalleciera en los momentos más difíciles; por ser la luz que me ha iluminado y guiado en el largo camino que me permitió emprender.

A mi madre por el esfuerzo incesable para hacer de mi una mejor persona, por el apoyo incondicional para que pudiera salir adelante y lograr todas las metas que desde pequeña emprendí para llegar a ser lo que soy.

A mi hermana por darme los mejores consejos y ayuda incondicional.

A mi padre por brindarme cada día una palabra de aliento.

Y a todas las personas que hicieron posible que este sueño se hiciera realidad.

Ana Maria

“ Los grandes logros de la humanidad han partido de pequeños hombres que solo quisieron ser diferentes ”

A pesar que la vida ha puesto tantos obstáculos en mi vida, siempre estuviste y estarás a mi lado, por eso solo puedo dedicar este éxito a ti Madre mia.

Quiero dar un abrazo y un beso a mi hija y hermanas por ser un motivo de empeño y dedicación.

Walter

“ Agradecer los favores recibidos nos posibilita contar con la ayuda solícita de los demás en cualquier necesidad ” Jorman ”

Los autores dedican este logro a Carlos Alberto Guzmán, porque más que un director, fué un amigo incondicional y compañero.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizo gracias al apoyo de la Universidad de Caldas y La agencia Nacional de Hidrocarburos

Los autores expresan sus agradecimientos a:

PhD. Carlos Alberto Guzmán López, por su gran apoyo, incondicionalidad y amistad.

Ms.Sc. Mauricio Alvarán, por su gestión en el proyecto.

Ms.Sc. Arley de Jesús Gómez, por su colaboración y orientación en la identificación de fósiles.

Alejandro Suarez, por su apoyo académico.

Alexander Gomez Duque por su apoyo académico.

Kepler Giovanni Ramos, por su apoyo, amistad y motivación.

Eduardo Henao Aristizabal, por su colaboración y apoyo.

Diana Lorena Castaño, por su incondicionalidad y motivación.

Finalmente a todas aquellas personas y amigos que nos apoyaron de alguna manera.

RESUMEN

Se efectuó un análisis petrográfico y diagenético de 148 secciones delgadas provenientes de las unidades Cenozoicas del Caribe colombiano, con el fin de evaluar la calidad de los potenciales reservorios de hidrocarburos, así como su posible procedencia tectónica. Estas muestras provienen de 13 pozos estrechos (*slim holes*) perforados por la ANH en el Cinturón Plegado de San Jacinto. De base a techo corresponden a las formaciones Arroyo Seco, Toluviejo, El Floral, Ciénaga de Oro, El Cerrito y Sincelejo.

Se realizó un conteo de 400 puntos por sección delgada con el fin de determinar la composición de los fragmentos y los distintos productos diagenéticos. Para cada una de las unidades se determinó la paragénesis diagenética, dividiéndose los procesos según el ambiente en el que se originan y el tiempo relativo de aparición. En general, para la diagénesis marina se presenta rápida precipitación de carbonatos, además de cementos isópacos hojosos y fibrosos aisladamente; para la diagénesis meteórica los principales eventos corresponden a corrosión de silicatos en su etapa temprana y disolución en su fase tardía; en la diagénesis de enterramiento se presentó metasomatismo de silicatos por carbonatos, así mismo neomorfismo, sobrecrecimientos y estructuras de presión-disolución. A partir de este análisis se determinó que las formaciones El Floral y El Cerrito presentan las mejores características como reservorios de hidrocarburos. Por otra parte, la composición de los fragmentos indica una posible procedencia tectónica de cratón interior y orógeno reciclado para las unidades de la cuenca.

Palabras claves: Cinturón plegado de San Jacinto, análisis petrográfico, análisis de procedencia, estudio diagenético, calidad de reservorios.

ABSTRACT

A diagenetic and petrographic analysis of 148 thin sections from the Cenozoic units of the Colombian Caribbean was carried out in order to assess the quality of hydrocarbons reservoirs and their possible tectonic provenance. These samples came from 13 slim holes drilled by the ANH in the Fold Belt of San Jacinto. The lithostratigraphic units from base to top are Arroyo Seco, Toluviejo, El Floral, Ciénaga de Oro, El Cerrito and Sincelejo Formations.

Furthermore, a counting of 400 points by thin section was made to determine the composition of the fragments and the different diagenetic products. For each one of the units a diagenetic paragenesis was determined. The processes were subdividing in accordance with the environment in which they originate and the relative time of apparition

In general, in the marine diagenesis occurred a rapid precipitation of carbonates isolately fibrous isopachous and bladed cements were present. In the early methoeic diagenesis the main events are corrosion of silicates and in the late methoeic stage was the dissolution of methasomatisms. In the burial diagenesis the most important proceeses were: methasomatism of silicate by carbonates, different types of neomorphism and overgrowthsas well as structures of pressure-dissolution. From the study is determined that the El Floral and El Cerrito Formations have the best properties as hydrocarbons reservoirs. Moreover, the composition of the fragments indicates a tectonic provenance from recycled orogen and interior craton.

Keywords: fold belt San Jacinto, petrographic analysis, analysis of tectonic provenance, diagenetic study, quality of reservoirs.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. LOCALIZACIÓN.....	3
3. METODOLOGÍA.....	4
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	5
3.3 ANÁLISIS DIAGENÉTICO PRELIMINAR	5
3.4 PROVENIENCIA TECTÓNICA.....	5
4. UNIDADES LITOLÓGICAS	6
4.1 FORMACIÓN CANSONA	6
4.2 FORMACIÓN ARROYO SECO.....	7
4.3 FORMACIÓN TOLUVIEJO	8
4.4 FORMACIÓN EL FLORAL.....	9
4.5 FORMACIÓN CIÉNAGA DE ORO	10
4.6 FORMACIÓN EL CERRITO	10
4.7 FORMACIÓN SINCELEJO	10
5. PETROGRAFÍA	11
5.1 FORMACIÓN ARROYO SECO.....	11
5.1.1 Pozo 2.....	13
5.1.2 Pozo 3.....	16
5.1.3 Pozo 8 (2)	20
5.1.4 Pozo 11.....	22
5.1.5 Pozo 12.....	24
5.1.6 Pozo 13.....	27
5.1.7 Procedencia Tectónica.....	28

5.2 FORMACIÓN TOLUVIEJO	30
5.2.1 Pozo 3.....	31
5.2.2 Pozo 8 (2)	37
5.2.3 Pozo 12.....	39
5.2.4 Procedencia Tectónica.....	41
5.3 FORMACIÓN EL FLORAL.....	43
5.3.1 Pozo 3.....	44
5.3.2 Pozo 5.....	46
5.3.3 Pozo 7	48
5.3.4 Pozo 14.....	52
5.3.5 Procedencia Tectónica.....	53
5.4 FORMACION CIENAGA DE ORO	55
5.4.1 Pozo 15.....	56
5.4.2 Procedencia Tectónica.....	58
5.5 FORMACION EL CERRITO	60
5.5.1 Pozo 4A	61
5.5.2 Pozo 6.....	65
5.5.3 Procedencia Tectónica.....	71
5.6 FORMACION SINCELEJO	73
5.6.1 Pozo 4 ^a	73
5.6.2 Pozo 14.....	75
5.6.3 Pozo 17.....	77
5.6.4 Procedencia Tectónica.....	79
6. PROCESOS Y PRODUCTOS DIAGENÉTICOS.....	81
6.1 FORMACIÓN ARROYO SECO.....	81
6.1.1 Pozo 2.....	81
6.1.1.1 Transformación del espacio intersticial	81
6.1.1.1.1 Porosidad.	81
6.1.1.1.2 Compactación.....	81
6.1.1.2 Neoformaciones minerales	82
6.1.1.2.1 Cementos.....	82
6.1.1.2.1.1 Cemento pelicular.	83

6.1.1.2.1.2 Cemento basal.	84
6.1.1.2.1.3 Cemento de poros.....	85
6.1.1.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	85
6.1.1.2.2 Metasomatismo diagenético.....	85
6.1.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	85
6.1.1.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato.	86
6.1.1.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos.....	86
6.1.1.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos	86
6.1.1.3 Transformación de los componentes.....	86
6.1.1.3.1 Corrosión.....	87
6.1.1.3.2 Disolución.....	87
6.1.1.3.3 Neomorfismos.....	87
6.1.1.4 Paragénesis Diagenética.....	87
6.1.2 Pozo 3.....	90
6.1.2.1 Transformación del espacio intersticial.	90
6.1.2.1.1 Porosidad.....	90
6.1.2.1.2 Compactación.....	91
6.1.2.2 Neoformaciones minerales	92
6.1.2.2.1 Cementos.....	92
6.1.2.2.1.1 Cemento pelicular	92
6.1.2.2.1.2 Cemento de poros.....	92
6.1.2.2.1.3 Cemento basal	94
6.1.2.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	94
6.1.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	94
6.1.2.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.	94
6.1.2.2.2.2 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos.....	94
6.1.2.2.2.3 Metasomatismo de fragmentos líticos por cloritas.....	95
6.1.2.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos.	95
6.1.2.3 Transformación de los componentes.....	96
6.1.2.3.1 Corrosión.....	96
6.1.2.3.2 Disolución.....	98
6.1.2.3.3 Neomorfismos.....	98

6.1.2.4 Paragénesis diagenética.....	98
6.1.3 Pozo 8(2)	101
6.1.3.1 Transformación del espacio intersticial	101
6.1.3.1.1 Porosidad.	101
6.1.3.1.2 Compactación.....	102
6.1.3.2. Neoformaciones minerales.....	102
6.1.3.2.1 Cementos	102
6.1.3.2.1.1 Cemento basal	102
6.1.3.2.1.2 Cemento pelicular.	103
6.1.3.2.1.3 Cemento de poros.....	103
6.1.3.2.1.4 Cemento de poros ferruginoso	103
6.1.3.2.1.5 Cementos de pigmento ferruginoso	104
6.1.3.2.2 Metasomatismos diagenéticos.....	104
6.1.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	104
6.1.3.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato	104
6.1.3.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonato.....	104
6.1.3.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos	105
6.1.3.3 Transformación de los componentes.....	105
6.1.3.3.1 Corrosión.....	105
6.1.3.3.2 Disolución.....	106
6.1.3.3.3 Neomorfismos.....	106
6.1.3.4 Paragénesis Diagenética.....	106
6.1.4 Pozo 11	109
6.1.4.1 Transformación del espacio intersticial	109
6.1.4.1.1 Porosidad.	109
6.1.4.1.2 Compactación.....	109
6.1.4.2 Neoformaciones minerales	110
6.1.4.2.1 Cementos.....	110
6.1.4.2.1.1 Cemento basal.	110
6.1.4.2.1.2 Cemento pelicular	111
6.1.4.2.1.3 Cemento de poros.....	111
6.1.4.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	112

6.1.4.2.2 Metasomatismos diagenéticos.....	112
6.1.4.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.	113
6.1.4.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato.	113
6.1.4.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos....	114
6.1.4.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos.	114
6.1.4.3 Transformación de los componentes.....	115
6.1.4.3.1 Corrosión.....	115
6.1.4.3.2 Disolución.....	115
6.1.4.3.3 Neomorfismos.....	116
6.1.4.4 Paragénesis Diagenética.....	116
6.1.5 Pozo 12.....	119
6.1.5.1 Transformación del espacio intersticial	119
6.1.5.1.1 Porosidad	119
6.1.5.1.2 Compactación.....	119
6.1.5.2 Neoformaciones minerales	120
6.1.5.2.1 Cementos	120
6.1.5.2.1.2 Cemento de poros.....	122
6.1.5.2.1.3 Cemento pelicular	124
6.1.5.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	126
6.1.5.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	127
6.1.5.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	127
6.1.5.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato	128
6.1.5.2.2.3 Metasomatismo de fragmentos líticos por carbonatos	129
6.1.5.2.2.4 Metasomatismos de micas por carbonato y por óxidos de hierro	129
6.1.5.2.2.5 Dolomitización de cementos Carbonatados.....	129
6.1.5.2.2.6 Otros tipos de metasomatismos	130
6.1.5.3 Transformación de los componentes.....	130
6.1.5.3.1 Corrosión.....	131
6.1.5.3.2 Disolución.....	132
6.1.5.3.3 Neomorfismo.....	132
6.1.5.4 Paragénesis Diagenética.....	132
6.1.6 Pozo 13.....	135

6.1.6.1 Transformación del espacio intersticial	135
6.1.6.1.1 Porosidad.	135
6.1.6.1.2 Compactación	135
6.1.6.2 Neoformaciones minerales	136
6.1.6.2.1 Cementos.	136
6.1.6.2.1.1 Cemento de poros.	136
6.1.6.2.1.2 Cemento basal	137
6.1.6.2.1.3 Cemento pelicular	138
6.1.6.2.2 Metasomatismo diagenéticos	138
6.1.6.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	138
6.1.6.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato	139
6.1.6.2.2.3 Metasomatismo de micas por carbonato	139
6.1.6.2.2.4 Caolinitización de feldespatos alcalinos	139
6.1.6.3 Transformación de los componentes	139
6.1.6.3.1 Corrosión.	139
6.1.6.3.2 Disolución.	139
6.1.6.4 Paragénesis Diagenética	140
6.2 FORMACIÓN TOLUVIEJO	142
6.2.1 Pozo 3	142
6.2.1.1 Transformación del espacio intersticial	142
6.2.1.1.1 Porosidad.	142
6.2.1.1.2 Compactación	142
6.2.1.2 Neoformaciones minerales	143
6.2.1.2.1 Cementos	143
6.2.1.2.1.1 Cemento de poros.	143
6.2.1.2.1.2 Cemento basal	145
6.2.1.2.1.3 Cemento pelicular.	148
6.2.1.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.	148
6.2.1.2.2 Metasomatismo diagenéticos	149
6.2.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.	149
6.2.1.2.2.2 Metasomatismo de glauconita por óxidos de hierro.	149
6.2.1.2.2.3 Metasomatismo de feldespatos por carbonato.	149

6.2.1.2.2.4 Dolomitización.	151
6.2.1.2.2.5 Otros tipos de metasomatismos.	151
6.2.1.3 Transformación de los componentes.....	152
6.2.1.3.1 Corrosión.....	152
6.2.1.3.2 Disolución.....	153
6.2.1.3.3 Neomorfismos.....	153
6.2.1.4 Paragénesis diagenética.....	154
6.2.2 Pozo 8(2)	157
6.2.2.1 Transformación del espacio intersticial	157
6.2.2.1.1 Porosidad.	157
6.2.2.1.2 Compactación.....	158
6.2.2.2 Neoformaciones minerales	158
6.2.2.2.1 Cemento de poros con textura en Blocky	159
6.2.2.2.2 Cemento de poros con textura en Mosaico.	159
6.2.2.2.3 Cemento Isópaco en Hojas.	159
6.2.2.2.4 Cemento isópaco Fibroso.....	159
6.2.2.2.5 Sobrecrecimientos.....	160
6.2.2.2.6 Micritización de bioclastos.....	160
6.2.2.2.7 Metasomatismos diagenéticos.....	161
6.2.2.3 Transformación de los componentes.....	161
6.2.2.3.1 Corrosión.....	161
6.2.2.3.2 Disolución.....	161
6.2.2.3.3 Neomorfismos.....	162
6.2.2.4 Paragénesis Diagenética.....	162
6.2.3 Pozo 12.....	164
6.2.3.1 Transformación del espacio intersticial.	164
6.2.3.1.1 Porosidad.	164
6.2.3.1.2 Compactación.....	164
6.2.3.2 Neoformaciones minerales.....	164
6.2.3.2.1 Cementos.....	164
6.2.3.2.1.1 Cemento de poros.....	165
6.2.3.2.1.2 Cemento basal	166

6.2.3.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	167
6.2.3.2.1.4 Cemento pelicular.	167
6.2.3.2.2. Metasomatismo diagenéticos.....	168
6.2.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo y feldespatos por carbonato.....	168
6.2.3.2.2.2 Otros tipos de metasomatismos.	168
6.2.3.3 Transformación de los componentes.....	168
6.2.3.3.1 Corrosión.....	168
6.2.3.3.2 Disolución.....	169
6.2.3.4 Paragénesis Diagenética.....	169
6.3 FORMACION EL FLORAL.....	172
6.3.1 Pozo 3.....	172
6.3.1.1 Transformación del espacio intersticial	172
6.3.1.1.1 Porosidad.	172
6.3.1.1.2 Compactación.....	173
6.3.1.2 Neoformaciones minerales	173
6.3.1.2.1 Cementos.....	173
6.3.1.2.1.1 Cemento de poros.....	173
6.3.1.2.1.2 Cemento basal.	174
6.3.1.2.1.3 Cemento pelicular.	174
6.3.1.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	175
6.3.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.	175
6.3.1.2.2.2 Metasomatismo de glauconita por carbonato y óxidos de hierro .	175
6.3.1.2.2.3 Otros tipos de metasomatismos.	175
6.3.1.3 Transformación de los componentes.....	176
6.3.1.3.1 Corrosión.....	176
6.3.1.3.2 Disolución.....	176
6.3.1.4 Paragénesis Diagenética.....	177
6.3.2 Pozo 5.....	179
6.3.2.1 Transformación del espacio intersticial	179
6.3.2.1.1 Porosidad	179
6.3.2.1.2 Compactación.....	180
6.3.2.2 Neoformaciones minerales	181

6.3.2.2.1 Cementos.....	181
6.3.2.2.1.1 Cemento de poros.....	181
6.3.2.2.1.2 Cemento pelicular.	181
6.3.2.2.1.3 Cementos de pigmento ferruginoso	182
6.3.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	182
6.3.2.2.2.1 Caolinitización de feldespatos alcalinos	183
6.3.2.2.2.2 Sericitización de plagioclasa.....	183
6.3.2.2.2.3 Metasomatismo de micas por óxidos de hierro.....	183
6.3.2.3 Transformación de los componentes.....	184
6.3.2.3.1 Corrosión.....	184
6.3.2.3.2 Disolución.....	185
6.3.2.4 Paragénesis Diagenética.....	185
6.3.3 Pozo 7	188
6.3.3.1 Transformación del espacio intersticial	188
6.3.3.1.1 Porosidad.....	188
6.3.3.1.2 Compactación.....	189
6.3.3.2 Neoformaciones minerales.....	191
6.3.3.2.1 Cementos.....	191
6.3.3.2.1.1 Cemento de poros.....	191
6.3.3.2.1.2 Cemento basal.	192
6.3.3.2.1.3 Cemento basal y de poros con textura en blocky	193
6.3.3.2.1.4 Cemento isópaco fibroso.....	193
6.3.3.2.1.5 Cemento pelicular.	194
6.3.3.2.1.6 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	194
6.3.3.2.2 Metasomatismos diagenéticos.....	195
6.3.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	195
6.3.3.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato	196
6.3.3.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonato.....	197
6.3.3.2.2.4 Caolinitización de feldespatos alcalinos	198
6.3.3.2.2.5 Sericitización de plagioclasas	198
6.3.3.2.2.6 Metasomatismo de micas por óxidos de hierro.....	198
6.3.3.2.2.7 Otros tipos de metasomatismos.	199

6.3.3.3 Transformación de los componentes.	200
6.3.3.3.1 Corrosión.....	200
6.3.3.3.2 Disolución.....	200
6.3.3.3.3 Neomorfismos.....	201
6.3.3.4 Paragénesis Diagenética.....	202
6.3.4 Pozo 14.....	204
6.3.4.1 Transformación del espacio intersticial	204
6.3.4.1.1 Porosidad.....	204
6.3.4.1.2 Compactación.....	205
6.3.4.2 Neoformaciones minerales	205
6.3.4.2.1 Cemento basal con textura en Blocky.....	205
6.3.4.2.2 Cemento de poros con textura en Blocky.....	206
6.3.4.2.3 Cemento Isópaco en Hojas.....	207
6.3.4.2.4 Micritización de bioclastos.....	207
6.3.4.2.5 Glauconitización de aloquímicos.....	207
6.3.4.2.6 Cemento de pigmento de óxidos de hierro.....	208
6.3.4.2.7 Metasomatismos diagenéticos.....	208
6.3.4.3 Transformación de los componentes.....	208
6.3.4.3.1 Corrosión.....	208
6.3.4.3.2 Disolución.....	208
6.3.4.3.3 Neomorfismos.....	209
6.3.4.4 Paragénesis Diagenética.....	209
6.4 FORMACION CIENAGA DE ORO.....	212
6.4.1 Pozo 15.....	212
6.4.1.1 Transformación del espacio intersticial	212
6.4.1.1.1 Porosidad.....	212
6.4.1.1.2 Compactación.....	213
6.4.1.2 Neoformaciones minerales	213
6.4.1.2.1 Cementos	213
6.4.1.2.1.1 Cemento basal.....	213
6.4.1.2.1.2 Cemento de poros.....	214
6.4.1.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	216

6.4.1.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	216
6.4.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo y feldespatos por carbonato.....	217
6.4.1.2.2.2 Otros tipos de metasomatismos.	217
6.4.1.3 Transformación de los componentes.	217
6.4.1.3.1 Corrosión.....	217
6.4.1.3.2 Disolución.....	218
6.4.1.3.3 Neomorfismos.....	218
6.4.1.4 Paragénesis Diagenética.....	218
6.5 FORMACION EL CERRITO	221
6.5.1 Pozo 4A	221
6.5.1.1 Transformación del espacio intersticial	221
6.5.1.1.1 Porosidad	221
6.5.1.1.2 Compactación.....	222
6.5.1.2 Neoformaciones minerales	223
6.5.1.2.1 Cementos.....	223
6.5.1.2.1.1 Cemento de poros.....	223
6.5.1.2.1.2 Cemento basal	225
6.5.1.2.1.3 Cemento basal con textura en blocky.	225
6.5.1.2.1.4 Cemento isópaco fibroso.....	226
6.5.1.2.1.5 Cemento isópaco hojoso	226
6.5.1.2.1.6 Sobrecrecimientos.	226
6.5.1.2.1.7 Cemento pelicular.	227
6.5.1.2.1.8 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	227
6.5.1.2.2 Metasomatismos diagenéticos.....	227
6.5.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	228
6.5.1.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato.	228
6.5.1.2.2.3 Otros tipos de metasomatismos	228
6.5.1.3 Transformación de los componentes.....	229
6.5.1.3.1 Corrosión.....	229
6.5.1.3.2 Disolución.....	230
6.5.1.3.3 Neomorfismos.....	230
6.5.1.4 Paragénesis Diagenética.....	230

6.5.2 Pozo 6.....	233
6.5.2.1 Transformación del espacio intersticial	233
6.5.2.1.1 Porosidad.....	233
6.5.2.1.2 Compactación.....	235
6.5.2.2 Neoformaciones minerales	237
6.5.2.2.1 Cementos.....	237
6.5.2.2.1.1 Cemento basal.....	237
6.5.2.2.1.2 Cemento de poros.....	239
6.5.2.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	242
6.5.2.2.1.4 Cemento pelicular.....	242
6.5.2.2.1.5 Cemento en Blocky.....	244
6.5.2.2.1.6 Cemento en mosaico.....	244
6.5.2.2.1.7 Cemento isópaco fibroso.....	244
6.5.2.2.1.8 Sobrecrecimientos	245
6.5.2.2.1.9 Cemento isópaco hojoso.....	245
6.5.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	245
6.5.2.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato	245
6.5.2.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato	246
6.5.2.2.2.3 Metasomatismos de micas por carbonatos y óxidos de hierro.....	247
6.5.2.2.2.4 Metasomatismos de fragmentos líticos por carbonato.....	248
6.5.2.2.2.5 Metasomatismo de glauconita por óxidos de hierro y carbonato	249
6.5.2.2.2.6 Otros tipos de metasomatismos.....	249
6.5.2.3 Transformación de los componentes.....	250
6.5.2.3.1 Corrosión.....	250
6.5.2.3.2 Disolución.....	251
6.5.2.3.3 Neomorfismos.....	251
6.5.2.4 Paragénesis Diagenética.....	252
6.6 FORMACION SINCELEJO	255
6.6.1 Pozo 4A	255
6.6.1.1 Transformación del espacio intersticial	255
6.6.1.1.1 Porosidad.....	255
6.6.1.1.2 Compactación.....	256

6.6.1.2 Neoformaciones minerales	256
6.6.1.2.1 Cementos.....	256
6.6.1.2.1.1 Cemento de poros.....	256
6.6.1.2.1.2 Cemento pelicular.	257
6.6.1.2.1.3 Cementos de pigmento ferruginoso	258
6.6.1.2.2 Metasomatismos diagenéticos.....	258
6.6.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.	258
6.6.1.2.2.2 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos.	258
6.6.1.2.2.3 Otros tipos de metasomatismos.	258
6.6.1.3 Transformación de los componentes.....	259
6.6.1.3.1 Corrosión.....	259
6.6.1.3.2 Disolución.....	259
6.6.1.3.3 Neomorfismos.....	260
6.6.1.4 Paragénesis Diagenética.....	261
6.6.2 Pozo 14.....	263
6.6.2.1 Transformación del espacio intersticial	263
6.6.2.1.1 Porosidad	263
6.6.2.1.2 Compactación.....	264
6.6.2.2 Neoformaciones minerales	265
6.6.2.2.1 Cementos.....	265
6.6.2.2.1.1 Cemento basal carbonatado poikilítico.	265
6.6.2.2.1.2 Cemento de poros.....	265
6.6.2.2.1.3 Cemento pelicular.	266
6.6.2.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	267
6.6.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	267
6.6.2.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.	267
6.6.2.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato.	268
6.6.2.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos....	269
6.6.2.2.2.4 Cloritización de fragmentos líticos volcánicos.....	269
6.6.2.2.2.5 Otros tipos de metasomatismos.	269
6.6.2.3 Transformación de los componentes.....	270
6.6.2.3.1 Corrosión.....	270

6.6.2.3.2 Disolución.....	270
6.6.2.3.3 Neomorfismos.....	270
6.6.2.4 Paragénesis Diagenética.....	271
6.6.3 Pozo 17.....	273
6.6.3.1 Transformación del espacio intersticial.....	273
6.6.3.1.1 Porosidad.....	273
6.6.3.1.2 Compactación.....	273
6.6.3.2 Neoformaciones minerales.....	274
6.6.3.2.1 Cementos.....	274
6.6.3.2.1.1 Cemento basal.....	275
6.6.3.2.1.2 Cemento de poros.....	275
6.6.3.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro.....	275
6.6.3.2.1.4 Cemento pelicular.....	275
6.6.3.2.2 Metasomatismo diagenéticos.....	276
6.6.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato.....	276
6.6.3.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato.....	276
6.6.3.2.2.3 Metasomatismo de fragmentos líticos por carbonato.....	277
6.6.3.2.2.4 Metasomatismo de micas por carbonato.....	278
6.6.3.2.2.5 Otros tipos de metasomatismos.....	278
6.6.3.3 Transformación de los componentes.....	279
6.6.3.3.1 Corrosión.....	279
6.6.3.3.2 Disolución.....	279
6.6.3.4 Paragénesis Diagenética.....	279
7. POTENCIAL RESERVORIO.....	282
7.1 FORMACIÓN ARROYO SECO.....	282
7.1.1 Pozo 2.....	282
7.1.2 Pozo 3.....	283
7.1.3 Pozo 8(2).....	285
7.1.4 Pozo 11.....	286
7.1.5 Pozo 12.....	287
7.1.6 Pozo13.....	288
7.2 FORMACIÓN TOLUVIEJO.....	290

7.2.1 Pozo 3.....	290
7.2.2 Pozo 8(2)	292
7.2.3 Pozo 12.....	293
7.3 FORMACIÓN EL FLORAL.....	295
7.3.1 Pozo3.....	295
7.3.2 Pozo 5.....	296
7.3.3 Pozo 7.....	297
7.3.4 Pozo 14.....	298
7.4 FORMACIÓN CIENAGA DE ORO.....	300
7.4.1 Pozo 15.....	300
7.5 FORMACIÓN EL CERRITO	302
7.5.1 Pozo 4A	302
7.5.2 Pozo 6.....	304
7.5 FORMACIÓN SINCELEJO	306
7.5.1 Pozo 4A	306
7.5.2 Pozo14.....	307
7.5.3 Pozo 17.....	308
8. CONCLUSIONES	310
BIBLIOGRAFÍA.....	312

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 2 en la Formación Arroyo Seco.....	89
Tabla 2. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 3 en la Formación Arroyo Seco.....	100
Tabla 3. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 8 (2) en la Formación Arroyo Seco.....	108
Tabla 4. Secuencia paragenética establecida en el Pozo 11 para la Formación Arroyo Seco	118
Tabla 5. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 12 en la Formación Arroyo Seco.....	134
Tabla 6. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 13 en la Formación Arroyo Seco.....	141
Tabla 7. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 3 en la Formación Toluviejo.....	156
Tabla 8. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 8 (2) en la Formación Toluviejo.....	163
Tabla 9. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 12 en la Formación Toluviejo.....	171
Tabla 10. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 3 en la Formación El Floral.....	178
Tabla 11. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 5 en la Formación El Floral.....	187
Tabla 12. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 7 en la Formación El Floral.....	203
Tabla 13. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 14 en la Formación El Floral.....	211

Tabla 14. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 15 en la Formación Ciénaga de Oro.....	220
Tabla 15. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 4A en la Formación El Cerrito.....	232
Tabla 16. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 6 en la Formación El Cerrito.....	254
Tabla 17. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 4A en la Formación Sincelejo.....	262
Tabla 18. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 14 en la Formación Sincelejo.....	272
Tabla 19. Secuencia paragenética establecida para el Pozo 17 en la Formación Sincelejo.....	281

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización y ubicación de las perforaciones. Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH (2008)	3
Figura 2. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Arroyo Seco, según la propuesta de Boggs (1992).	11
Figura 3. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Arroyo Seco, según la propuesta de Folk (1974).	12
Figura 4. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Arroyo seco, según la propuesta de Vatan (1967).	12
Figura 5. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 2 (modificada de Bermudez (2009)).	13
Figura 6. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 3 (modificada de Bermudez, 2009).	16
Figura 7. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 8(2) (modificada de Bermudez, 2009).	20
Figura 8. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 11 (modificada de Bermudez, 2009).	22
Figura 9. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 12 (modificada de Bermudez, 2009).	24
Figura 10. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 13 (modificada de Bermudez, 2009).	27
Figura 11. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QtFL) para la Formación Arroyo Seco.	29
Figura 12. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QmFLt) para la Formación Arroyo Seco.	29

Figura 13. Clasificación de las muestras analizadas para la Formacion Toluviejo, según la propuesta de Folk (1974).....	30
Figura 14. Clasificación de las muestras analizadas para la Formacion Toluviejo, según la propuesta de Vatan (1967).....	30
Figura 15. Columna estratigráfica de la Formación Tolúviejo en el Pozo 3 (modificada de Bermudez, 2009).	31
Figura 16. Columna estratigráfica de la Formación Tolúviejo en el Pozo 8(2) (modificada de Bermudez, 2009).	37
Figura 17. Columna estratigráfica de la Formación Toluviejo en el Pozo 12 (modificada de Bermudez, 2009).	39
Figura 18. Clasificacion de las muestras de acuerdo con los triangulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QtFL) para la Formacion Toluviejo.....	42
Figura 19. Clasificacion de las muestras de acuerdo con los triangulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QmFLt) para la Formación Toluviejo.....	42
Figura 20. Clasificación de las muestras analizadas para la Formacion El Floral según la propuesta de Folk (1974).	43
Figura 21. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación El Floral, según la propuesta de Vatan (1967).....	43
Figura 22. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 3 (modificada de Bermudez, 2009).	44
Figura 23. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 5 (modificada de Bermudez, 2009).	46
Figura 24. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 7 (modificada de Bermudez, 2009).	48
Figura 25. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 14 (modificada de Bermudez, 2009).	52
Figura 26. Clasificacion de las muestras de acuerdo con los triangulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QtFL) para la Formacion El Floral.....	54

Figura 27. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QmFLt) para la Formación El Floral.....	54
Figura 28. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Ciénaga de Oro, según la propuesta de Folk (1974).....	55
Figura 29. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Ciénaga de Oro, según la propuesta de Vatan (1967).....	55
Figura 30. Columna estratigráfica de la Formación Ciénaga de Oro en el pozo 15 (modificada de Bermudez, 2009).	56
Figura 31. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QtFL) para la Formación Ciénaga de Oro.....	59
Figura 32. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QmFLt) para la Formación Ciénaga de Oro.....	59
Figura 33. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación El Cerrito, según la propuesta de Folk (1974).	60
Figura 34. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Ciénaga de Oro, según la propuesta de Vatan (1967).....	60
Figura 35. Columna estratigráfica de la Formación El Cerrito en el pozo 4A (modificada de Bermudez, 2009).	61
Figura 36. Columna estratigráfica de la Formación El Cerrito en el pozo 6 (modificada de Bermudez, 2009).	65
Figura 37. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QtFL) para la Formación El Cerrito.....	71
Figura 38. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QmFLt) para la Formación El Cerrito.....	72
Figura 39. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Sincelejo, según la propuesta de Folk (1974).....	73

Figura 40. Columna estratigráfica de la Formación Sincelejo en el pozo 4 A (modificada de Bermudez, 2009).	73
Figura 41. Columna estratigráfica de la Formación Sincelejo en el pozo 14 (modificada de Bermudez, 2009).	75
Figura 42. Columna estratigráfica de la Formación Sincelejo en el pozo 17 (modificada de Bermudez, 2009).	77
Figura 43. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QtFL) para la Formación Sincelejo.	79
Figura 44. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QmFLt) para la Formación Sincelejo.	80
Figura 45. a. Litoarenita feldespática en la que se puede apreciar porosidad vugular (Pv) y matriz arcillosa (Ma); muestra P2-410.7-P006 40X-LP. b. Lutita margosa en la que se observa porosidad de fractura (Pf), cemento carbonatado de poros de fractura (Ccpf) y matriz arcillosa (Ma); muestra P1-1.12-P001 40x-NX. c. Litoarenita feldespática inmadura con porosidad móldica (Pm), matriz arcillosa (Ma), y lítico metamórfico que corresponde a una milonita (Lm); muestra P2-40.7-P003 40x-NX.	82
Figura 46. a. Litoarenita feldespática inmadura en la que se puede apreciar deformación mecánica de micas (Dmm), metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Dmo) y cuarzo policristalino (Qp) con disolución (Ds); muestra P2-40.7-P003 40x-NX. b. Litoarenita feldespática en la que se observa contacto cóncavo-convexo (Ccc) entre grano de cuarzo y feldespato potásico con caolinitización avanzada (Cfk), matriz arcillosa (Ma) y cuarzo con corrosión (Cr) y disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P2-40.7-P003 40x-NX.	83
Figura 47. Litoarenita feldespática en la que se observa clasto de feldespato potásico con caolinitización (Cfk) y cemento pelicular de clorita (Cpcl), fragmentos de cuarzo (Qm), chert (Chert) y mineral accesorio de epidota (Ep); muestra P2-40.7-P003 40x-NX.	84
Figura 48. Arcosa lítica submadura que presenta fragmentos de chert con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mchc), cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb), y cuarzo monocristalino con corrosión (Cr); muestra P2-340.67-P006 40x - NX.	84

Figura 49. a, b. Arcosa lítica submadura en la que se puede apreciar, glauconita (Glau) y cuarzos con corrosión (Cr) metasomatismo de granos de plagioclasa por carbonato (Mfkc) y de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), cemento carbonatado microcristalino de poros (Ccp) y porosidad debido a la disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P2-340.67-P006 40x -LP,NX.... 86

Figura 50. a. Conglomerado de clastos sedimentarios donde se observa porosidad intergranular (Pit), lítico sedimentario de conglomerado (Ls), fragmento de chert (ch) y matriz de limo (MI); muestra P3-123.2-P008 40x-NX. b. conglomerado de clastos sedimentarios en el que se aprecia porosidad vugular (Pv), cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr) y disolución (Ds), matriz de limo (MI) y lítico volcánico (Lv) con corrosión (Cr); muestra P3-123.2-P008 40x-NX. ... 90

Figura 51. a, b. Conglomerado de clastos sedimentarios en el que se puede apreciar contacto cóncavo convexo entre lítico metamórfico(Lm) y fragmento de chert (Ch); obsérvese además como una microfalla (Mf) causa desplazamiento del lítico metamórfico, también se encuentran presentes matriz de limo (MI) y arcillosa (Ma); muestra P3-123.2-P008 40x-NX,LP.c,d.Litoarenita feldespática inmadura con deformación mecánica de biotita (Dmb),cemento clorítico de poros (Cclp), fragmento de cuarzo monocristalino (Qm) y porosidad vugular (Pv); muestra P3- 94-P007 100x -LP,NX..... 91

Figura 52 a. Micrita fosilífera arenosa con glauconita que presenta cemento carbonatado de poros con textura en blocky (Txb), cuarzo con corrosión (Cr) y disolución del metasomatismo por carbonato, presenta además cemento de poros carbonatado (Ccp) con porosidad vugular (Pv) y cuarzo monocristalino con metasomatismo por carbonato (MQmc); muestra P3-69.5-P005 40x -NX. b. Se aprecia bioclasto (B) con cemento isópaco en hojas (Cih) intergranular y cemento de poros carbonatado esparítico (Ccp) con dolomitización (Dt); muestra P3-69.5-P005 40x- NX. c. Micrita arenosa con cemento carbonatado en fractura que exhibe textura en mosaico (Txm) y cemento isópaco hojoso (Cih); muestra P3-150.1-P011 40x-NX. d. Micrita arenosa que exhibe Bioclasto (B) con cemento isópaco fibroso (Cif), muestra P3-150.1-P011 40x-NX. 93

Figura 53. a, b. Micrita fosilífera arenosa con glauconita en la que se puede observar cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), deformación mecánica de clorita (Dmc) y glauconitas (Glau) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P3-69.5-P005 100x- LP, NX..... 95

Figura 54. Ortoconglomerado polimictico que presenta corrosión de cuarzo (Cr) y metasomatismo total de cuarzo por carbonato (MQc), la disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) se presenta generando porosidad; muestra P3-51.25-P003 100X-NX..... 96

Figura 55 a. Micrita fosilífera arenosa con glauconita en la que se puede observar cemento de poros carbonatado con dolomitización (Dt), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), también metasomatismo de cuarzo policristalino (MQpc) por cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp); muestra P3-69.5- P005 200x-NX. b. metasomatismo de turmalina por carbonato (Mtxc) y cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp) en Micrita fosilífera arenosa con glauconita; muestra P3-69.5- P005 200x-NX. c. Micrita fosilífera arenosa con glauconita en la que se observa Equinodermo (Beq) con dolomitización (Dt), glauconita (Glau) y cuarzo monocristalino con metasomatismo por carbonato (MQmc), se tiene además deformación mecánica de clorita (Dmc) y cemento de poros carbonatado (Ccp); muestra P3-69.5- P005 100x-NX. d. Micrita arenosa con neomorfismo agradante (Na); muestra P3-150.1-P011 40x-NX..... 97

Figura 56. Sublitoarenita Madura se observa porosidad vugular (Pv) por disolución del metasomatismo de cuarzo monocristalino (Qm) por carbonato (Dmxc); muestra P8(2)-80.5-P002 100x-LP.101

Figura 57. Sublitoarenita Madura, nótese mica moscovita (Mm) con deformación mecánica de esta (Dmm); muestra P8(2)-80.5-P002 200x-NX.....102

Figura 58. Sublitoarenita Madura, se observan plagioclasas (Fp) con maclas de albita y leve sericitización, también cemento basal carbonatado (Ccb), con neomorfismos agradantes localizados (Na) y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P8(2)-80.5-P002 200x-NX.103

Figura 59. Sublitoarenita Madura, nótese metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P8(2)-80.5-P002 200x-NX.105

Figura 60 a. Sublitoarenita Madura, nótese corrosión (Cr) en cuarzo monocristalino, disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) que genera porosidad secundaria, además microlitos de epidota (Ep) en cuarzo; muestra P8(2)-80.5-P002 100x-LP. b. Sublitoarenita Madura se observa cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr), además neomorfismos agradantes (Na); muestra P8(2)-80.5-P002 100x-NX.....106

Figura 61 a. Subarcosa Madura, nótese porosidad vugular (Pv) por disolución del metasomatismo de cuarzo monocristalino (Qm), además deformación mecánica de mica (Dmm); muestra P11-4.06-P001 200x-LP. b. Subarcosa Submadura, se observa porosidad por fractura (Pf), además contacto cóncavo convexo (Ccc); muestra P11-26.22-P002 50x-LP.109

Figura 62 a. Subarcosa Submadura, se observa deformación mecánica de mica (Dmm) clorita, por compactación, además contactos largos (Cl), entre granos de cuarzo monocristalino (Qm) que evidencian compactación; muestra P11-26.22-

P002 100x-LP. b. Subarcosa Madura, nótese contactos largos (Cl) y contactos tangenciales (Ct), además cemento carbonatado de poros (Ccp) esparita; muestra P11-4.06-P001 100x-NX.110

Figura 63 a. Arcosa Submadura, se aprecia cemento carbonatado basal (Ccb) de esparita, cemento de pigmento ferruginoso (Cpf), y lítico plutónico (Lp); muestra P11-50.52-P003 100x-NX. b. Subarcosa Submadura, nótese cemento carbonatado con textura en mosaico (Txm), rellenando fractura; muestra P11-26.22-P002 50x-NX. c. Subarcosa Submadura, se observan estilolitos (Es) rellenos de cemento ferruginoso de poros (Cfp); muestra P11-26.22-P002 50x-LP.112

Figura 64. Subarcosa Submadura, se observa cuarzo policristalino (Qp) metamórfico deformado con metasomatismo por carbonato (MQpc); muestra P11-26.22-P002 50x-NX.113

Figura 65 a. Arcosa Submadura, nótese metasomatismo de feldespato plagioclasa con macla de albita por carbonato (Mfpc), así como anfíbol (Anf) con metasomatismo por carbonato (Maxc); muestra P11-50.52-P003 100x-NX. b. Arcosa Submadura, se observa metasomatismo de feldespato alcalino (Fk) por carbonato (MFkc); además lítico plutónico (Lp) y epidota (Ep); muestra P11-50.52-P003 100x-NX.114

Figura 66 a. Arcosa Submadura, en la que se observa metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mo), debido a su alto metasomatismo no es posible su reconocimiento; muestra P11-50.52-P003 50x-LP. b. Arcosa Submadura, nótese cemento carbonatado de poros (Ccp), cuarzo monocristalino (Qm) y sericitización de plagioclasa (Sp); muestra P11-50.52-P003 100x-NX.115

Figura 67 a. Subarcosa Submadura, nótese cuarzo monocristalino (Qm) con avanzada corrosión (Cr); muestra P11-26.22-P002 100x-NX. b. Subarcosa Madura, se observa deformación mecánica de mica clorita (Dmm), también disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc), que genera porosidad por disolución; P11-4.06-P001 100x-LP.116

Figura 68 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede observar porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado basal (Ccb) de esparita; se encuentran además minerales opacos t (Op); muestra P12-489.96-P022 200x-LP. b. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede apreciar foraminífero (Bf) con porosidad intragranular (Pin) y cemento carbonatado basal esparítico (Ccb); muestra P12-489.96-P022 40x-LP. c. Bioesparrudita no seleccionada con foraminífero (Bf) Lepidocyclinas que presenta porosidad intragranular (Pin) también se puede observar cemento carbonatado basal (Ccb) compuesto por esparita; muestra P12-489.96-P022 40x-NX.120

Figura 69 a. Subarcosa submadura en la que se puede apreciar contacto cóncavo convexo (Ccc) entre grano de cuarzo monocristalino (Qm) y feldespato plagioclasa con sericitización (Sp), contactos completos (Cc) entre granos de cuarzo, donde alguno s presentan disolución corrosión (Cr) y disolución (Ds), la porosidad vugular (Pv) también se encuentra presente; muestra P12-78.36-P004 100x-NX. b. contacto suturado entre feldespato alcalino (Fk) y cuarzo monocristalino (Qm), matriz arcillosa (Ma) y cuarzos con corrosión (Cr) y disolución (Ds) en subarcosa submadura; muestra P12-78.36-P004 40x-NX. c. subarcosa submadura en la que se observa deformación mecánica de biotita (Dmb) con metasomatismo por carbonato (Mmc), cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P12-341.16-P017 200x-NX. d. deformación mecánica de moscovita (Dmm) con metasomatismo por carbonato (Mmc), cuarzo con corrosión (Cr) y disolución (Ds) y además disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) en subarcosa submadura; muestra P12-341.16-P017 100x-NX.
.....121

Figura 70 a. Subarcosa submadura en la que se observa cemento carbonatado basal de esparita (Ccb), fragmentos de cuarzo y chert (Ch) con corrosión (Cr) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P12-310.37-P014 100x-NX. b. cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb) con neomorfismo agradante (Na), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) y aisladamente anfíbol con cloritización (CANf) en subarcosa submadura; muestra P12-310.37-P014 100x-NX. c. Bioesparudita no seleccionada en la que se puede apreciar textura en blocky (Txb) en cemento carbonatado basal y foraminífero (Bf) con cemento carbonatado de poros (Ccp) intragranular; muestra P12-489.96-P022 40x-NX. d. Bioesparudita no seleccionada que presenta bivalvo (Bb) con neomorfismo agradante (Na) y cemento carbonatado basal esparítico (Ccb); muestra P12-489.96-P022 10x-NX. e. Arcosa calcárea con cemento carbonatado basal en blocky (Txb) con dolomitización (Dt) y cuarzo con corrosión (Cr); muestra P12-104,57-P005 100x-NX. f. Arcosa calcárea con cemento basal de calcita fibrosa (Ccf) con disolución (Ds) y lítico volcánico con corrosión (Cr); muestra P12-104,57-P005 200x-NX....123

Figura 71 a. Bioesparudita no seleccionada en la que se puede apreciar bivalvo (Bb) con textura geopetal (Txg) rellena de material terrígeno y microesparita; también cemento carbonatado basal de esparita (Ccb); muestra P12-489.96-P022 40x-NX. b. Bioesparudita no seleccionada en la que se observa bioclasto perteneciente a un alga (Ba) con perforaciones (Per) que han sido rellenas con material terrígeno y microesparita; muestra P12-489.96-P022 40x-NX.....124

Figura 72 a. Subarcosa submadura que presenta cuarzo monocristalino (Qm) con cemento isópaco marino (Cim) intergranular, además se tiene cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb); muestra P12-310.37-P014 100x-NX. b.

arcosa submadura en la que se puede apreciar cuarzo monocristalino (Qm) con cemento isópaco hojoso (Cih) intergranular, cemento carbonatado basal de esparita (Ccb), cemento de poros ferruginoso (Cpf), porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento basal y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P12-187.2-P009 20x-NX. c. cuarzo policristalino (Qp) con cemento isópaco hojoso (Cih), cemento carbonado basal esparítico (Ccb) y grano de epidota (Ep) en Arcosa submadura; muestra P12-187.2-P009 20x-NX. d. Arcosa submadura en la que se observa micritización (Mcr) de cemento basal carbonatado (Ccb); muestra P12-310,37-P014 40x-NX. e. Bioesparrudita no seleccionada que presenta bioclasto (B) con micritización (Mcr), cemento de poros en fractura que afecta bioclasto (Ccpf) y cemento carbonatado basal con textura en blocky (Txb); muestra P12-489.96-P022 40x-NX.125

Figura 73 a. Sublitoarenita submadura con presencia de cemento de poros ferruginoso de gohetita amorfa (Cfp), cemento clorítico de poros (Cclp), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado; muestra P12-220.12-P011 40x-LP. b. Cemento de poros ferruginoso de hematita (Cfp) en Sublitoarenita submadura; muestra P12-220.12-P011 100x-LP. c. subarcosa submadura con cemento clorítico de poros (Cclp), porosidad vugular (Pv) y fragmento de chert (Ch) con disolución (Ds); muestra P12-78.36-P004 100x-LP. d. Sublitoarenita submadura que presenta silíceo de poros (Csi) con metasomatismo por carbonato (Mc), cuarzo con corrosión (Cr) por cemento de poros carbonatado microcristalino (Ccp) y cuarzo policristalino por carbonato (MQpc); muestra P12-220.12-P011 100x-NX.126

Figura 74. Subarcosa submadura en la que se observa cemento carbonatado basal de microesparita (Ccb) con cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) superpuesto y fragmento de cuarzo con corrosión (Cr); muestra P12-310,37-P014 200x-NX.127

Figura 75 a. Arcosa submadura en la que se aprecia metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento de poros esparítico (Cc); muestra P12-187.2-P009 100x-NX. b. Subarcosa submadura donde se tiene metasomatismo avanzado de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) con neomorfismo agradante (Na) porosidad vugular (Pv) y disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P12-436.8-P020 200x-NX. c. Subarcosa submadura en la que se observa metasomatismo avanzado de cuarzo por carbonato (MQc) cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb), cuarzo con corrosión (Cr) y granos aislados de epidota (Ep); muestra P12-104.57-P005 100x-NX.128

Figura 76 a. Arcosa calcárea en la que se observa metasomatismo de feldespato plagioclasa con macla de albita (Al) y albita-periclina (Ap) por carbonato (Mfpc), cemento carbonatado basal esparítico (Ccb), y clorita (Cl) con metasomatismo por

carbonato (Mc); muestra P12-187.2-P009 100x-NX. b. feldespato potásico (Fk) con metasomatismo por carbonato (Mc) y cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb) en subarcosa submadura; muestra P12-310.37-P014 100x-NX.....129

Figura 77 a. sublitoarenita submadura con fragmento de chert (Ch) que presenta metasomatismo por carbonato (Mchc) y cuarzo con corrosión (Cr) por cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp); muestra P12-220.12-P011 100x-NX. b. subarcosa submadura en la que se puede observar metasomatismo de lítico volcánico por carbonato (Mlvc), cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp) y cuarzos con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P12-341.16-P017 40x-NX. c. Lítico sedimentario (Ls) que corresponde a fragmento de conglomerado con metasomatismo por carbonato (Mc), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) en sublitoarenita submadura; muestra P12-220.12-P011 100x-NX.130

Figura 78 a. Arcosa calcárea con dolomitización de cemento basal carbonatado de esparita que exhibe textura en mosaicos Hipidiotópicos (MH); muestra P12-104.57-P005 200x LP. b. Arcosa calcárea que presenta dolomitización de cemento basal esparítico en mosaicos Xenotópicos (MX); muestra P12-104.54-P005 200x LP. c. Dolomitización (Dt) de cemento basal de calcita fibrosa (Ccf) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) en arcosa calcárea; muestra P12-104,57-P005 200x-NX. d. metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y posterior dolomitización (Dt) que exhibe textura en mosaicos xenotópicos y cemento carbonatado basal esparítico (Ccb) en arcosa calcárea; muestra P12-104.57-P005 200x-NX.131

Figura 79. Subarcosa madura que presenta porosidad vugular (Pv) y cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) por cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P12-436.8-P020 200x-NX.132

Figura 80. Subarcosa inmadura con porosidad vugular (Pv), clorita (Cl) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P13 184.07-P004 100x-LP.135

Figura 81. Subarcosa inmadura en la que se puede observar grietas de disolución (Gd), matriz arcillosa (Ma), mica biotita (Mb), mica moscovita (Mm) y clorita (Cl); muestra P13 184.07-P004 100x-LP.136

Figura 82. Subarcosa madura en la que se puede apreciar cemento carbonatado de poros compuesto por esparita relleno de una fractura (Ccpf); muestra P13 115.66-P001 100x-NX.137

Figura 83. Subarcosa madura que presenta cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb), cuarzo policristalino metamórfico deformado (Qp) con corrosión (Cr) y mica biotita (Mb) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo); muestra P13 115.66-P001 100x-NX.137

Figura 84. Subarcosa madura en la que se observa cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino con corrosión (CQmc), además metasomatismo avanzado de feldespato plagioclasa por carbonato (Mfpc), clorita (Cl) y minerales opacos (Op); P13 115.66-P001 100x-NX.138

Figura 85 a. Bioesparrudita mal lavada que presenta foraminífero (Bf) con cemento isópaco hojoso (Cih) de porosidad intragranular (Pin) y cemento basal carbonatado con textura en blocky (Txb); muestra P3-273.6-P017 200x-NX. b. sublitoarenita submadura con fragmento de chert (Ch) que presenta corrosión (Cr) por carbonato, porosidad vugular (Pv) por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P3 241-P013 40x-NX. c. porosidad de fractura (Pf), bioclasto foraminífero (Bf) y cemento de poros ferruginoso (Cfp) en sublitoarenita submadura; muestra P3 241-P013 40x-NX. d. Biomicrudita arenosa que presenta bioclastos de bivalvo (Bb) con porosidad biomóldica (Pbm) y neomorfismo agradante (Na), fragmentos de cuarzo con corrosión (Cr) también esta presente; muestra P3-248-P014 40x-NX.143

Figura 86 a. Deformación mecánica de biotita (Dmb), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) y disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) en Arena calcárea con glauconita; muestra P3-332-P025 200x-NX. b. Bioesparrudita mal lavada que presenta porosidad estilolítica (Es), cemento carbonatado basal (Ccb) y bioclastos de foraminífero (Bf); muestra P3-273.6-P017 40x-LP.144

Figura 87 a, b. Arenita glauconítica calcárea en la que se aprecia glauconitas (Glau) con cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) y cemento carbonatado de poros (Ccp) compuesto por esparita; muestra P3-315.9-P023 50x-LP, NX. c d. Biomicrudita arenosa con cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp), se observa además corrosión de cuarzos (Cr) y de bioclasto de pez (Bpz) por carbonato; muestra P3-270.8-P016 40x-LP, NX.145

Figura 88 a. Sublitoarenita submadura que presenta cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccb) con neomorfismo agradante (Na), se puede notar corrosión de cuarzos (Cr) por carbonato; muestra P3-241-P013 200x-NX. b, c. Biomicrudita arenosa en la que se observa bioclasto con cemento isópaco en hojas (Cih) y cemento de poros intragranular con textura en blocky (Txb); muestra P3-320.9-P-024 100x- LP, NX.146

Figura 89 a. Biomicrudita arenosa que presenta bioclasto de briozoarios (Bbz) con cemento en blocky (Txb) de poros intragranular; muestra P3-270.8-P016 100x-NX. b. Biomicrudita arenosa en la que se puede apreciar foraminífero (Bf) genero Miogypsina con cemento de poros intragranular (Cpin) y cemento isópaco fibroso (Cif), además bivalvo (Bb) con neomorfismo agradable (Na) y bioclasto de coral (Bcrl); muestra P3-248-P014 40x-NX. c. Biomicrudita arenosa con bioclasto de foraminífero Lepidocyclinas (Bb) que presenta cemento de poros intragranular con textura en blocky (Txb) y glauconita (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo); muestra P3-248-P014 40x-NX. d. Nummulitido (Bf) con cemento carbonatado de poros intragranular (Cpin), además porosidad intergranular (Pit) en Biomicrudita arenosa; muestra P3-248-P014 100x-NX. e. Biomicrudita arenosa con bioclasto de foraminífero (Bf) que corresponde a un nummulitido presentando disolución (Ds) de cemento de poros intragranular, además obsérvese cemento isópaco fibroso (Cif) en el mismo, se tiene también bivalvo (Bb) con neomorfismo agradable (Na); muestra P3-248-P014 40x-NX. f. Biomicrudita arenosa que presenta bioclasto de foraminífero (Bf) con cemento de glauconita (Cglau) que ha destruido porosidad intragranular, obsérvese además piritización de cámaras (Prt); muestra P3-270.8-P016 100x-NX.....147

Figura 90. Arcosa glauconítica calcárea en la que se puede apreciar cemento clorítico de poros (Cclp), glauconita (Glau) y cuarzo con cemento pelicular de óxidos de hierro (Cpox); muestra P3-307.3-P022 100x-LP.....148

Figura 91 a. Litoarenita calcárea donde se puede apreciar cemento basal carbonatado en blocky (Txb), bioclastos con neomorfismo agradable (Na), metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato(MQpc) y feldespatos alcalinos con caolinitización (Cfk) y corrosión (Cr) por cemento carbonatado; muestra P3-284.2-P018 100x-NX. b. Cemento carbonatado basal con textura en mosaico (Txm) y cuarzos con corrosión (Cr) en Litoarenita calcárea; muestra P3-284.2-P018 100x-NX. c. Arenita glauconítica calcárea en la que se observa bioclasto de foraminífero (Bf) con cemento isópaco fibroso (Cif) intragranular e intergranular y glauconitas (Glau) con metasomatismo total por óxidos de hierro (Mo); muestra P3-315.9-P023 100x-LP. d. Ooide con cemento isópaco fibroso (Cif) intergranular y glauconitas (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo) en litoarenita calcárea; muestra P3-315.9-P023 100x-NX. e. Litoarenita calcárea con presencia de bioclasto con cemento isópaco hojoso (Cih), glauconitas con corrosión (Cr) por cemento carbonatado y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P3-315.9-P023 100x-NX. f. Biomicrudita arenosa en la que se observa equinodermo (Beq) con sobrecrecimiento (Sbc) y cemento carbonatado basal de esparita (Ccb); muestra P3-320.9-P-024-NX.....150

Figura 92 a. Bioesparudita mal lavada en la que se puede apreciar bioclasto de gasterópodo (Bgs) con cemento isópaco en hojas (Cih) intergranular, además cemento carbonatado basal (Ccb) compuesto por esparita; muestra P3-273.6-

P017 100x-NX. b. Arenita glauconítica calcárea en la que se observa cuarzo con cemento pelicular de clorita (Cpcl), glauconitas (Glau) con corrosión (Cr) por carbonato, y dolomitización (Dt) de cemento de poros carbonatado; muestra P3-346.8-P027 100x-LP.....151

Figura 93 a. Sublitoarenita submadura en la que se aprecia cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) , cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P3-241-P013 40x-NX. b. Biomicrudita arenosa con glauconita en la que se observa cuarzo policristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQpc), fragmento de chert (Ch) y lítico sedimentario con corrosión (Cr), porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento de poros y glauconita (Glau) con metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P3-320.9-P024 50x NX. c, d. Arenita glauconítica calcárea que presenta glauconitas (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), cemento carbonatado de poros(Ccp) y fosfatos (Fos) con corrosión por carbonato (Cr); muestra P3-315.9-P-023 100x-LP,NX.152

Figura 94. Biomicrudita arenosa en la que se pueden observar bioclastos de coral (Bcrl), bivalvos (Bb) con disolución (Ds), neomorfismo agradante (Na) y porosidad biomóldica (Pbm), también se presenta porosidad de fractura (Pf); muestra P3-248-P014 40x-NX.....153

Figura 95. Biomicrudita, se observa bioclasto de foraminífero (Bf), posiblemente nummulitidos, con porosidad primaria intragranular (Pin); muestra P8(2)-282-P006 50x-LP.....157

Figura 96. Biomicrudita, nótese foraminífero (Bf) nummulitido, con porosidad primaria intragranular (Pin), nótese también leve deformación en él (Bcd), además bioclasto (B), posiblemente un coral; muestra P8(2)-282-P006 100x-LP.....158

Figura 97 a. Biomicrudita, nótese foraminífero (Bf) Nummulitido, con cemento de poros con textura en blocky (Txb); muestra P8(2)-291-P007 50x-NX. b. Biomicrudita, con bioclasto (B) con precipitación de cemento intragranular con textura en blocky (Txb) en sus cavidades; P8(2)-282-P006 100x-NX.....159

Figura 98 a. Biomicrudita en la que se puede observar foraminífero (Bf) Nummulitido con cemento intragranular con textura en mosaico (Txm), además cemento isópaco en hoja (Cih); muestra P8(2)-291-P007 50x-NX. b. Biomicrudita, foraminífero (Bf), con cemento isópaco en hojas intragranular; muestra P8(2)-291-P007 100x-LP.....160

Figura 99. Biomicrudita, nótese equinodermo (Eq) con cemento sintaxial (Sbc); muestra P8(2)-282-P006 50x-NX.....160

Figura 100. Biomicrudita en la que se puede notar micritización (Mc) de bioclasto, además disolución (Ds) y generación de porosidad secundaria; muestra P8(2)-291-P007 50x-LP.161

Figura 101 a. sublitoarenita submadura en la que se observa porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado y del metasomatismo por carbonato, también se tiene cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P12-592-P026 200x-LP. b. porosidad de fractura en subarcosa calcárea; muestra P12-494.5-P025 40x-LP. c. subarcosa calcárea en la que se aprecia porosidad estilolítica (Es) afectando fragmentos de cuarzo policristalino y chert (Ch), metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc), cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp) y fragmento de chert (Ch) con corrosión (Cr); muestra P12-494.5-P025 200x-NX.165

Figura 102 a. Subarcosa calcárea en la que se puede apreciar foraminífero (Bf) nummulítico con cemento de poros intragranular que exhibe textura en blocky (Txb); muestra P12-494.5-P025 40x-NX. b. bivalvo (Bb) con textura de calcita fibrosa (Caf) , neomorfismo agradante (Na) y disolución (Ds), se observa además porosidad de fractura (Pf) en una Subarcosa calcárea; muestra P12-494.5-P025 40x-NX.166

Figura 103 a. Sublitoarenita submadura con cemento de poros ferruginoso (Cfp), constituido por gohetita amorfa; muestra P12-592-P026 40x-LP. b. Cemento ferruginoso de poros (Cfp) en estilolito (Es) en una sublitoarenita submadura; muestra P12-592-P026 40x-LP. c. Subarcosa calcárea que presenta cemento ferruginoso de gohetita amorfa (Cfp) que ha destruido porosidad de fractura (Pf); muestra P12-494.5-P025 40x-LP. d. foraminífero (Bf) con cemento ferruginoso de poros (Cfp) intragranular, porosidad de fractura (Pf) en subarcosa calcárea; muestra P12-494.5-P025 40x-LP.167

Figura 104 a. Sublitoarenita submadura en la que se puede observar cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb); muestra P12-592-P026 200x-NX. b. metasomatismo de feldespato alcalino con macla de microclina por carbonato (Mfkc), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) en una sublitoarenita submadura; muestra P12-592-P026 100x-NX. c. Sublitoarenita submadura en la que se aprecia metasomatismo de chert por carbonato (Mchc), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y cuarzo policristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQpc); muestra P12-592-P026 200x-NX.169

Figura 105 a. Arenita glauconítica inmadura con foraminífero (Bf) que presenta cemento isópaco fibroso (Cif) y porosidad intragranular (Pin) que esta siendo

destruida por cemento ferruginoso de poros (Cfp), también presenta glauconitas (Glau) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc), además cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp); muestra P3-378.5-P029 100x-NX. b. Sublitoarenita submadura con glauconita en la que se aprecia porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento basal carbonatado de esparita (Ccb), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) y disolución (Ds) de cuarzo policristalino metamórfico recristalizado; muestra P3-380.1-P030 40x-NX.172

Figura 106. Arenita glauconítica submadura en la que se aprecia deformación mecánica de clorita (Dmc), con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), cemento clorítico de poros (Cclp), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds) y cemento pelicular de clorita (Cpcl); muestra P3-381.4-P031 200x-LP.173

Figura 107. Arenita glauconítica submadura en la que se puede apreciar, cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp), cuarzo monocristalino con disolución (Ds), y con metasomatismo por carbonato (MQmc) y porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P3-381.4 -P031 200x-NX.....174

Figura 108. Sublitoarenita submadura con glauconita en la que se observa metasomatismo de cuarzo policristalino metamórfico deformado por carbonato (MQpc), glauconita (Glau) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc), porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc), bioturbación (Bt) y cemento carbonatado basal de esparita (Ccb); muestra P3-380.1-P030 40x-NX.176

Figura 109 a. Arcosa lítica madura en la que se observa disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) y porosidad vugular (Pv); muestra P5 446.67-P002 40x-LP. b. Subarcosa Inmadura con porosidad de fractura (Pf) y cemento de poros de óxidos de hierro (Cfp); muestra P5 395.52-P001 40x-LP. c,d. Subarcosa Inmadura que presenta Bioclasto Foraminífero (Bf), con porosidad biomóldica (Pbm), cemento de poros intragranular (Cpin) y porosidad intragranular (Pin); además se observa cemento de poros ferruginoso (Cfp), y metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo); muestra P5 395.52-P001 100x-LP-NX.....179

Figura 110. Arcosa lítica madura en la que se puede observar deformación mecánica de clorita (Dmc), metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds); muestra P5 446.67-P002 100x-LP.....180

Figura 111 a. Arcosa lítica madura en la que se observa cemento de poros ferruginoso (Cfp) y cuarzo monocristalino (Qm) con disolución (Ds); muestra P5 395.52-P001 100x-LP. b. Arcosa lítica madura en la que se aprecia cuarzo

monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds), clorita (Cl), epidota (Ep), caolinitización de feldespato potásico (Cfk) y porosidad por disolución (Pv) de cemento carbonatado; muestra P5 446.67-P002 100x-LP.....181

Figura 112. Subarcosa inmadura en la que se puede apreciar caolinitización de feldespato alcalino (Cfk), con disolución (Ds) y corrosión (Cr), anfíbol (Anf) y cuarzo monocristalino (Qm); muestra P5 395.52-P001 100x-NX.....182

Figura 113 a, b. Subarcosa Inmadura con sericitización de feldespato plagioclasa (Sp) y corrosión (Cr), epidota (Ep), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y porosidad vugular (Pv); muestra P5 395.52-P001 100x-LP-NX.183

Figura 114. Arcosa lítica madura en la que se puede apreciar deformación mecánica de mica (Dmb) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mmo); muestra P5 446.67-P002 100x-LP.....184

Figura 115. Arcosa lítica madura con cuarzo policristalino (Qp), que presenta microlitos de epidota (Ep), cuarzo monocristalino (Qm), con corrosión (Cr) y disolución (Ds); muestra P5 446.67-P002 100x-NX.....185

Figura 116 a. Sublitoarenita Madura, nótese porosidad por disolución de tipo vugular (Pv) afectando principalmente el metasomatismo de cuarzo por carbonato, se pueden apreciar cuarzos monocristalinos (Qm) y chert (Ch); muestra P7-228-P022 50x-LP. b. Arcosa Submadura, nótese porosidad vugular (PV) por disolución del metasomatismo de cuarzo monocristalino (Qm) por carbonato y del cemento de poros carbonatado (Ccp), el cual se encuentra pigmentado por óxidos de hierro; muestra P7-1.7-P001 100x-LP. c. Arcosa Lítica Calcárea, se observa porosidad primaria intrapartícula (Pin), en bioclasto de foraminífero (Bf) posiblemente un Nummulitido con una leve deformación, igualmente se puede observar porosidad secundaria vugular (Pv) y fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm) y feldespato potásico (Fk) con alteración parcial a caolín; muestra P7-216.5-P021 100x-LP. d. Subarcosa Inmadura, se observan abundantes grietas de disolución (Gd) dadas por presión-disolución, fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm) y matriz Arcillosa (Ma); muestra P7-212-P019 50x-LP.189

Figura 117 a. Arcosa Lítica Madura, se observa deformación mecánica de mica (Dmm), esta mica presenta metasomatismo parcial por carbonato, nótese de igual forma contactos largos (Cl) y contactos cóncavo-convexos (Ccc), además cemento de poros ferruginoso (Cfp) y fragmento lítico volcánico (Lv); muestra P7-133-P012 100x-LP. b. Arcosa Lítica Madura, nótese la alta deformación mecánica de micas (Dmm) que en algunos sectores muestra el mineral casi estrangulado por otros clastos, además de esto la mica presenta metasomatismo por óxidos de hierro, también es posible apreciar contactos cóncavo-convexos (Ccc); muestra P7-

138.4-P013 100x-LP. c. Micrita Fosilífera Arenosa, obsérvese la presencia de estructuras de deformación química como estilolitos (Es), en este caso rellenos con óxidos de hierro, cuarzo monocristalino (Qm) y cemento carbonatado basal microcristalino con pigmento ferruginoso; muestra P7-49.3-P003 50x-LP.190

Figura 118 a. Arcosa Submadura, se observa cemento de poros carbonatado (Ccp) finogranular, se aprecian clastos de cuarzo monocristalino (Qm) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla de albita; muestra P7-1.7-P001 100x-NX. b. Arcosa Lítica Calcárea, nótese cemento ferruginoso de poros (Cfp), porosidad vular (Pv), contactos largos (Cl) y clastos de cuarzo tanto monocristalino (Qm) como policristalino (Qp); muestra P7-216.5-P021 50x-LP. c. Arcosa Lítica Submadura, se observa cemento clorítico de poros (Cclp), tipos de contactos entre granos como largos (Cl) y tangenciales (Ct), deformación mecánica de micas (Dmm) y granos de cuarzo monocristalino (Qm); muestra P7-184.3-P018 50x-LP. d. Arcosa Lítica Calcárea, apréciese cemento de poros carbonatado microcristalino (Ccp), granos de cuarzo policristalino (Qp) metamórfico recristalizado, fragmento lítico plutónico (Lp) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla de periclina; muestra P7-142-P014 50x-NX.....192

Figura 119 a. Arcosa Lítica Calcárea, nótese cemento carbonatado microcristalino basal (Ccb), con neomorfismos agradantes (Na) localizados, asimismo ooide (Oo) con núcleo síliceo envuelto por glauconita, también granos de cuarzo monocristalino (Qm) y policristalino (Qp) y Epidota (Ep); muestra P7-171-P016 100x-NX.b. Arcosa Lítica Calcárea, véase cemento carbonatado basal (Ccb) microcristalino, granos de cuarzo monocristalino (Qm), cuarzo policristalino (Qp), Chert (Ch) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla combinada de carlsbad y periclina; muestra P7-171-P016 50x-NX.193

Figura 120 a. Arcosa Lítica Calcárea, véase cemento basal con textura en blocky (Txb), además pellet (probablemente fecal) (Pt) cementados por calcita; muestra P7-171-P016 100x-NX. b. Subarcosa Calcárea, nótese cementación intrapartícula de carbonatos con textura en blocky (Txb) en foraminífero (Bf), nummulitidos; muestra P7-322.5-P025 50x-NX.193

Figura 121 a. Micrita Fosilífera Arenosa, se observa cemento isópaco fibroso (Cif), rodeando granos de cuarzo monocristalino (Qm); muestra P7-49.3-P003 200x-LP. b. Micrita Fosilífera Arenosa, nótese granos de cuarzo y mica moscovita rodeados de cemento isópaco fibroso (Cif), también cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb) con pigmento por óxidos de hierro y estructuras de presión-disolución como estilolitos (Es); muestra P7-49.3-P003 200x-NX.....194

Figura 122. Arcosa Submadura, nótese deformación mecánica (Dmm) de moscovita (Mm), además cemento pelicular de clorita (Cpcl) y pelicular de óxidos de hierro (Cpox); muestra P7-1.7-P001 200x-LP.195

Figura 123 a. Arcosa Lítica Submadura, nótese metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc) y policristalino (MQpc) por carbonato, además la evidente bioturbación (Bt); muestra P7-75.7-P006 50x-NX. b. Arcosa Submadura, véase metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo de plagioclasa por carbonato (MFpc) y metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmox); muestra P7-72-P005 100x-NX. c. Arcosa Submadura, se observa metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc) y feldespato plagioclasa (MFpc) por carbonato, y sericitización de feldespato plagioclasa (Sp); muestra P7-72-P005 50x-NX. d. Arcosa Madura, se puede apreciar metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmox) y la deformación mecánica de esta (Dmm); muestra P7-11.9-P002 100x-LP.....199

Figura 124 a, b. Arcosa Lítica Calcárea, se observa importante bioturbación (Bt), feldespato potásico (Fk), con alteración parcial a caolín (Cfk), también feldespato plagioclasa (Fp) con avanzada sericitización (Sp); muestra P7-142-P014 50x- NX, LP. c, d. Arcosa Lítica Madura, nótese lítico volcánico (Lv) cloritizado (Clv), además contactos cóncavo-convexos (Ccc) y algunas epidotas (Ep); muestra P7-133-P012 100x- NX, LP.....200

Figura 125 a. Arcosa Lítica Calcárea, nótese corrosión (Cr) en cuarzo monocristalino (Qm), y en feldespato potásico (Fk), el cual muestra macla de microclina, se observa igualmente neomorfismo agradante (Na) del cemento carbonatado de poros, y fragmento lítico volcánico (Lv) con algo de pigmento ferruginoso; muestra P7-171-P016 100x-NX. b. Arcosa Lítica Calcárea, se observa neomorfismo agradante (Na) del cemento basal carbonatado, corrosión (Cr) de fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm), policristalino (Qp), y feldespatos entre otros, también se puede apreciar un bioclasto catalogado como bivalvo (Bb) que presenta algo de disolución en la concha; muestra P7-171-P016 100x-NX.....201

Figura 126 a. Arcosa Madura, se observa feldespato plagioclasa (Fp) con macla de albita, que evidencia corrosión por carbonatos probablemente, además de la disolución posterior de dicho carbonato generando así, porosidad vugular por disolución del metasomatismo (Dmxc), nótese granos de cuarzo monocristalino (Qm) y sericitización de feldespato plagioclasa (Sp); muestra P7-11.9-P002 100x-NX. b. Arcosa Lítica Inmadura, nótese la avanzada corrosión (Cr) en la mayoría de granos, y la porosidad generada por la disolución del metasomatismo de estos clastos por carbonato (Dmxc); muestra P7-113.8-P010 50x-LP.....201

Figura 127 a. Bioesparrudita, nótese porosidad vugular (Pv) por disolución del cemento basal carbonatado; muestra P14-183.8-P004 50x-LP. b. Bioesparrudita, se observa porosidad biomóldica (Pbm); muestra P14-183.8-P004 100x-LP.....204

Figura 128 a. Bioesparrudita, se observa porosidad por estilolitos (Es) por procesos de compactación, además abundantes fragmentos de fósiles en la

mayoría de los casos pertenecientes a foraminíferos (Bf); muestra P14-183.8-P004 50x-LP. b. Lutita arenosa, obsérvese estilolito (Es) también porosidad vugular (Pv) y cemento de poros ferruginoso (Cpf); muestra P14-1.7-P001 50x-LP.....205

Figura 129. Bioesparrudita, nótese cemento basal con textura en blocky (Txb), además pellets glauconitizados; muestra P14-183.8-P004 50x-NX.....206

Figura 130. Bioesparrudita, se observa bioclasto (B) con cemento de poros con textura en blocky (Txb) intragranular, muestra P14-183.8-P004 200x-NX.206

Figura 131. Bioesparrudita, en la que se observa micritización (Mc) de bioclasto, este es irreconocible debido a la pérdida total de su estructura; muestra P14-183.8-P004 200x-LP.....207

Figura 132. Bioesparrudita, nótese bioclasto foraminífero (Bf) con glauconitización de sus cámaras (Cglau); muestra P14-183.8-P004 100x-NX.208

Figura 133 a. Bioesparrudita, nótese porosidad biomóldica (Pbm) por disolución de la concha del foraminífero; muestra P14-183.8-P004 100x-NX. b. Bioesparrudita, se observa concha de bioclasto con neomorfismo agradante (Na) en esta; muestra P14-183.8-P004 100x-NX.209

Figura 134 a. Subarcosa calcárea en la que se aprecia porosidad vugular (Pv), cemento carbonatado de poros compuesto por microesparita (Ccp), bioclasto foraminífero (Bf) piritizado (Prt) y cemento carbonatado basal de microesparita (Ccb); muestra P15 214.7-P014 40x-LP. b. Subarcosa calcárea con porosidad biomóldica (Pbm) en bioclasto bivalvo (Pb), perforaciones (Per) y ooides de glauconita (Oglau), además se observa corrosión (Cr) y metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino (MQmc) y bioclasto (B), cuarzo policristalino deformado (Qp) con corrosión (Cr) y minerales opacos (Op); muestra P15 214.7-P014 40x-NX.....212

Figura 135. Subarcosa calcárea en la que se aprecia deformación mecánica de moscovita (Dmm) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo) y metasomatismo por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), cemento carbonatado basal esparítico (Ccb), clorita (Cl) y contactos flotantes entre granos (Cf); muestra P15 214.7-P014 40x-NX.213

Figura 136. Bioesparrudita mal lavada con cemento carbonatado basal compuesto por micrita (Ccb), bioclasto bivalvo (Bb) con disolución (Ds), cuarzo monocristalino con disolución (Ds) y corrosión (Cr); además bioclasto (B) afectado por una microfalla (Mf) ; muestra P15 67,67-P007 40x-NX.....214

Figura 137 a. Subarcosa calcárea en la que se observa foraminífero (Bf) con porosidad intragranular (Pin) y cemento isópaco fibroso (Pif), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y cemento carbonatado basal compuesto por micrita; muestra P15 214.7-P014 100x-NX. b. Subarcosa calcárea que presenta foraminífero con porosidad intragranular (Pin), cemento isópaco fibroso (Cif) y cemento de glauconita (Cglau); además cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y glauconita (Glau); muestra P15 170.26-P012 40x-NX. c. Subarcosa calcárea con bioclasto bivalvo (Bb) que exhibe textura en blocky (Txb), bioclasto (B) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr); muestra P15 10.38-P002 40x-NX. d. Bioesparrudita mal lavada en la que se distingue textura botroidal (Tb) en braquiopodo (Bb) y porosidad intragranular (Pin), cuarzo monocristalino (Qm) con disolución (Ds); muestra P15 67.67-P007 40x-NX. e. Subarcosa calcárea en la que se puede apreciar bioclasto (B) con porosidad biomóldica (Pbm) y perforaciones compuestas por material terrígeno (Per), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo de cuarzo policristalino recristalizado por carbonato (MQpc) y bioturbación (Bt); muestra P15 10.38-P002 100x-NX.215

Figura 138 a. Bioesparrudita mal lavada que presenta gasterópodo (Bgs) que exhibe textura geopetal (Txg), glauconita (Glau) y cuarzo monocristalino (Qm); muestra P15 67.67-P007 100x-LP. b. Bioesparrudita mal lavada con equinodermo (Beq) presentando una microfalla (Mf); muestra P15 67.67-P007 40x-NX. c. Bioesparrudita mal lavada en la cual se observa calcita fibrosa en bioclasto (Bcaf), glauconita (Glau), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y foraminífero (Bf); muestra P15 67.67-P007 40x-NX.216

Figura 139 a. Subarcosa calcárea en la que se distingue feldespatos plagioclasa con macla de periclina -albita (Pa), corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc), metasomatismo parcial de cuarzo policristalino recristalizado (MQpc) y cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb); muestra P15 170.26 P012 40x-NX. b. Bioesparrudita mal lavada con metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino (MQmc) corrosión (Cr) y disolución (Ds); muestra P15 67.67-P007 40x-NX.217

Figura 140 a. Bioesparrudita mal lavada en la que se puede apreciar bivalvo (Bb) con neomorfismo agradante (Na), glauconita (Glau) y cuarzo monocristalino con metasomatismo parcial por carbonato (MQmc) y corrosión (Cr), además cemento carbonatado basal compuesto por micrita (Ccb); muestra P15 67.67-P007 40x-NX. b. Subarcosa calcárea con neomorfismo agradante (Na), porosidad intragranular (Pin) en gasterópodo (Bgs), también presenta porosidad biomóldica (Pbm); muestra P15 170,26-P012 100x-NX.218

Figura 141 a. Litoarenita Feldespática calcárea donde se observa porosidad biomóldica (Pbm) por disolución de un bioclasto posiblemente un Bivalvo, Cuarzo monocristalino con corrosión (CQm), porosidad vugular (Pv), por disolución del cemento basal; muestra P4A-31.96-P002 50x-NX. b. Biomicrita Arenosa, nótese inicio de porosidad biomóldica (Pbm) en Bivalvos, corrosión de cuarzo monocristalino (CQm) y disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Dmxc); muestra P4A-54.49-P004 50x-NX. c. Sublitoarenita Inmadura, se observa bioclasto (B), que presenta porosidad primaria intragranular (Pin) y que a su vez está siendo llenada por cemento de poros ferruginoso (Cfp), también porosidad secundaria por disolución del tipo vugular (Pv); muestra P4A-164.73-P011 200x-LP.....222

Figura 142 a. Sublitoarenita Inmadura Nótese deformación mecánica en moscovita (Dmm); muestra P4A-28.20-P001 100x-NX. b. Biomicrita Arenosa, se observa una concha de bivalvo deformada por compactación (Bcd), metasomatismo de feldespato plagioclasa con macla de albita por carbonato (MFpc); muestra P4A-46.4-P003 40x-NX. c. Lutita, nótese estilolito (Es), porosidad Vugular (Pv); muestra P4A-312.43-P008 50x-LP d. Arenita Glauconítica Calcárea, se observa estilolito (Es) relleno de óxido de hierro, Glauconita (Glau), cemento basal finogranular con pigmento de óxidos de hierro; muestra P4A-238.84-P007 100x-LP.....223

Figura 143 a. Biomicrudita Arenosa, se observa cuarzo mono (Qm) y policristalino (Qp), cemento de poros carbonatado (Ccp), metasomatismo de cuarzo por carbonato (MQmc), neomorfismo agradante(Na), Contacto entre granos cóncavo convexo (Ccc); muestra P4A-152.25-P005 100x-NX. b. Biomicrita Arenosa nótese cemento de poros clorítico (Cclp) relleno de porosidad por disolución vugular, porosidad biomóldica (Pbm), cemento isópaco en hojas (Cih) en el borde del bioclasto que se está disolviendo; muestra P4A-54.49-P004 100x-LP c. Arenita Glauconítica Calcárea en la que se observa abundantes clastos de Glauconita (Glau) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P4A-238.84-P007 100x-LP.....224

Figura 144. Biomicrita arenosa en la que se observa cuarzo monocristalino (Qm) con disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) que origina porosidad secundaria, cemento basal finogranular (Ccb) y pigmento ferruginoso (Cpf) sobre este, nótese también la concha de un Bivalvo (Bb); muestra P4A-46.4-P003 50x.....225

Figura 145 a. Biomicrita Arenosa en la que se aprecia granos de glauconita (Glau) y cuarzo policristalino (Qp) con cemento isópaco en hojas intergranular, nótese también cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb); muestra P4A185.78-P006 200x-NX. b. Biomicrita Arenosa, que presenta cuarzo policristalino (Qp) con cemento isópaco en hojas intergranular (Cih) y cemento carbonatado basal

microcristalino; muestra P4A185.78-P006 100x-NX. c. Biomicrita Arenosa, se observa bioclasto con cemento isópaco en hojas (Cih) intragranular, también porosidad Vugular (Pv); muestra P4A-54.49-P004 100x-LP.....226

Figura 146. Biomicrita Arenosa en la que se aprecia abundante cemento de pigmento ferruginoso, además se puede observar un foraminífero (Bf) el cual presenta piritización hacia las paredes de las cámaras; muestra P4A-54.49-P004 200x-LP.....227

Figura 147 a. Litoarenita Feldespática Calcárea en la que se observa clasto de anfíbol (Anf) con metasomatismo por carbonato (Maxc), también se observa cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo por carbonato (MQmc); muestra P4A-31.96-P002 50x-NX. b. Litoarenita Feldespática Calcárea, nótese feldespato potásico con macla de microclina y metasomatismo por carbonato microcristalino (MFpc); muestra P4A-31.96-P002 100x-NX.228

Figura 148 a. Biomicrita Arenosa, se observa disolución del metasomatismo de cuarzo policristalino (Qp) por carbonato (Dmxc); muestra P4A-54.49-P004 100x-LP. b. Biomicrudita Arenosa, nótese corrosión (Cr) de cuarzo monocristalino (Qm) por carbonatos, disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Dmxc) y bioclasto de Bivalvo (Bb); muestra P4A-125.25-P005 100x-NX. c. Biomicrita Arenosa, obsérvese neomorfismo agradante (Na) del cemento basal carbonatado, además corrosión (Cr) de cuarzo monocristalino; muestra P4A185.78-P006 100x-NX.229

Figura 149 a. Sublitoarenita calcárea en la que se puede observar Bioclasto foraminífero (Bf), con porosidad intragranular (Pin), glauconita (Glau) con metasomatismo por carbonato (Mc) y por óxidos de hierro (Mo); muestra P(6)3 52.37-P007 100x-LP. b. Subarcosa submadura con porosidad de fractura (Pf), mica moscovita (Mm), cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp) y metasomatismo total de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 356.66-P036 40x-NX. c. Bioesparrudita no seleccionada a la cual se le puede apreciar bioclastos (B) con deformación (Bcd), porosidad biomóldica (Pbm) y cemento de poros carbonatado esparítico (Ccp); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP.....234

Figura 150. Bioesparrudita no seleccionada la cual presenta porosidad biomóldica (Pbm), cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP.235

Figura 151 a. Subarcosa Submadura en la cual se puede notar contacto cóncavo-convexo entre feldespato alcalino (Fk) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr), además cemento carbonatado de poros de esparita (Ccp) y cemento basal carbonatado de esparita (Ccb); muestra P(6)3 240.06-P022 200x-

NX. b. Subarcosa submadura con deformación mecánica de clorita (Dmc) y metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQcm) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P(6)3 107.88-P010 100x-NX. c. Subarcosa calcárea en la cual se observa porosidad estilolítica (Es) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 76.82-P008 100x-LP. d. Subarcosa submadura en la que se puede apreciar porosidad estilolítica (Es) destruida por cemento de poros ferruginoso (Cfp), grietas de disolución (Gd) y cuarzo policristalino (Qp) con disolución (Ds); muestra P(6)3 240.06-P022 40x-LP.....236

Figura 152 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede observar bioclasto bivalvo (Bb) con deformación (Bcd) y porosidad biomóldica (Pbm), además cemento ferruginoso de poros (Cfp); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP. b. Bioesparrudita no seleccionada con deformación de bioclasto (Bcd), porosidad biomóldica (Pbm), bioturbación (Bt), pellet micrítico con óxidos de hierro superpuesto (Pet) y porosidad de fractura (Pf); muestra P(6)3 8.83-P002 40x-NX.237

Figura 153 a. Subarcosa submadura con cemento basal carbonatado compuesto por esparita(Ccb), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQcm) y cuarzo policristalino con metasomatismo por carbonato (MQpc); muestra P(6)3 287.19-P027 40x-NX. b. Subarcosa submadura en la que se puede apreciar cemento carbonatado basal compuesto por micrita (Ccb), metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc), cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 215.25-P018 100x-NX.238

Figura 154 a. Subarcosa calcárea en la que se puede observar neomorfismo agradante de cemento basal (Na), metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQcm), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P(6)3 76.82-P008 200x-NX. b. Subarcosa calcárea en la que se presenta neomorfismo degradante de cemento basal (Nd), porosidad vugular por disolución de cemento basal (Pv), cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb), cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo parcial por carbonato (MQmc) y disolución (Ds), cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr); muestra P(6)3 270.09-P025 100x-NX.....238

Figura 155 a. Subarcosa calcárea con porosidad estilolítica la cual fue destruida por óxidos de hierro(Es), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 76.82-P008 40x-LP. b. Subarcosa madura en la que se puede apreciar cemento de poros ferruginoso (Cfp), cuarzo policristalino (Qp), con corrosión (Cr) y disolución (Ds), además se puede observar porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) y metasomatismo parcial de feldespato plagioclasa por carbonato (Mfpc); muestra P(6)3 353.87-P035 100x-

NX. c. Subarcosa submadura con cemento de poros ferruginoso (Cfp) en fractura (Pf), cemento basal carbonatado de esparita con neomorfismo degradante (Nd) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 240.06-P022 40x-NX.....239

Figura 156. Micrita fosilífera arenosa en la que se puede observar cemento de poros ferruginoso en estilolito (Es) definiendo una leve orientación; muestra P(6)3 219.1-P019 40x-LP.....240

Figura 157 a. Arcosa lítica madura con cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp), cuarzo monocristalino con metasomatismo por carbonato (MQmc) y corrosión (Cr) y metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc); muestra P(6)3 161.03-P013 100x-NX. **b.** Subarcosa calcárea la cual presenta fragmento de granito (Lp) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cemento de pigmento ferruginoso (Cpf), neomorfismo agradante de cemento de poros (Na) y metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc); muestra P(6)3 76.82-P008 200x-NX.....241

Figura 158 a. Bioesparita arenosa en la cual se aprecia cemento de poros con calcita rica en magnesio (Cmg) y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P(6)3 7.5-P001 200x-LP. **b.** Bioesparudita no seleccionada con cemento de poros ferruginoso (Cfp) intragranular, porosidad biomóldica (Pbm), glauconita (Glau), porosidad de fractura (Pf) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 8.83-P002 b 40x-NX.241

Figura 159 a, b. Subarcosa madura con cemento de poros de clorita (Cclp), cemento de poros silíceo (Csi), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo avanzado de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 324.23-P031 200x-LP,NX.....242

Figura 160 a. Bioesparudita no seleccionada en la que se puede observar cemento de poros carbonatado con textura en blocky (Txb), bioclasto foraminífero (Bf) con cemento carbonatado de poros intragranular (Cpin) y cemento isópaco fibroso (Cif), además bioclasto bivalvo (Bb), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP. **b.** Bioesparita arenosa con cemento de poros carbonatado exhibiendo textura en mosaico (Txm), con dolomitización (Dt), metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc), porosidad vugular por disolución de cemento de poros carbonatado (Pv) y minerales opacos (Op); muestra P(6)3 7.5-P001 100x-NX. **c.** Bioesparita arenosa en la que se presenta bioclasto foraminífero (Bf) con cemento de poros ferruginoso intragranular (Cpin) y cemento isópaco fibroso (Cif); porosidad de fractura (Pf) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 7.5-P001 100x-LP. **d.** Bioesparita arenosa que presenta bioclasto foraminífero (Bf) con cemento isópaco fibroso (Cif) y

dolomitización (Dt) de cemento de poros intragranular; además se aprecia cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 7.5-P001 200x-LP.....243

Figura 161 a, b. Bioesparrudita no seleccionada en la que se aprecia bioclasto de equinodermo (Beq) con sobrecrecimiento (Sbc), metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP, NX. c. Bioesparrudita no seleccionada con cemento isópaco hojoso (Cih) en bioclasto de equinodermo (Beq) y porosidad biomóldica (Pbm); muestra P(6)3 8.83-P002 40x-NX.....244

Figura 162. Sublitoarenita submadura en la que se observa cuarzo policristalino recristalizado (Qp) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc) microcristalino y corrosión (Cr); además porosidad de fractura (Pf); muestra P(6)3 119- P012 200x-NX.246

Figura 163 a. Arcosa lítica madura en la que se puede observar feldespato plagioclasa con macla de Carlsbad-Albita (Crs-Al), disolución (Ds), metasomatismo avanzado por carbonato (Mfpc) y corrosión (Cr); además metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 161.03-P013 200x-NX. b. Sublitoarenita submadura en la que se aprecia feldespato alcalino con macla de microclina (Mcr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mfkc); muestra P(6)3 119-P012 100x-NX. c. Bioesparita arenosa con feldespato plagioclasa con macla de albita-periclina (Ap) y metasomatismo por carbonato (Mfpc), metasomatismo parcial de cuarzo policristalino recristalizado por carbonato (MQpc) y metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo); muestra P(6)3 7.5-P001 100x-NX.247

Figura 164. Subarcosa calcárea la cual presenta mica moscovita (Mm) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr); muestra P(6)3 76.82-P008 100x-NX.248

Figura 165 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se distingue cloritización de lítico volcánico (Clv) y cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-NX. b. Subarcosa madura con fragmento de chert (Ch) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc) y deformación mecánica de moscovita (Dmm); muestra P(6)3 89.1-P009 200x-NX.248

Figura 166. Bioesparita arenosa en la que se puede apreciar glauconita (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), pellet compuesto por micrita (Pet), porosidad de fractura (Pf) y bioturbación (Bt); muestra muestra P(6)3 7.5-P001 40x-LP.....249

Figura 167 a. Subarcosa madura con sericitización avanzada de feldespato plagioclasa (Sp) y metasomatismo avanzado por carbonato (Mfpc), cuarzo policristalino deformado (Qp) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc); además metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 89.1-P009 200x-NX. b. Bioesparita arenosa en la que se puede observar lítico sedimentario (Ls) que corresponde a fragmento de arenita, con matriz de clorita (Mcl) y corrosión (Cr), también se aprecia glauconita (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 7.5-P001 40x-NX.250

Figura 168. Subarcosa submadura con porosidad vugular (Pv), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds) además caolinitización de feldespato alcalino (Cfk) con corrosión (Cr); muestra P(6)3 263.91-P024 40x-LP.251

Figura 169. Arcosa lítica madura en la que se observa neomorfismo degradante de cemento de poros (Nd), chert (Ch) con corrosión (Cr), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y cuarzo policristalino metamórfico deformado (Qp) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc); muestra P(6)3 161.03-P013 40x-NX.252

Figura 170. Litoarenita Inmadura en la que se aprecia porosidad por disolución del tipo vugular (Pv), cemento pelicular de clorita (Cpcl), contactos entre granos cóncavo-convexo y deformación mecánica leve en mica (Dmm), nótese la presencia de fragmentos líticos volcánicos (Lv) y chert (Ch); muestra P4A-319.72-P010 100x-LP.255

Figura 171. Cuarzo Arenita Inmadura, se observan estilolitos (Es), así como la presencia de matriz arcillosa (Ma) y de clastos de cuarzo monocristalino (Qm) y chert (Ch); muestra P4A-314.04-P009 100x- LP.256

Figura 172. Litoarenita Inmadura, nótese la presencia de cemento pelicular de clorita (Cpcl), el cual impide la corrosión por cementos carbonatados, además cemento de pigmento ferruginoso (Cpf), contacto cóncavo-convexo entre granos (Ccc) y la presencia de fragmento lítico sedimentario (Ls), feldespato potásico (Fk) Y feldespato Plagioclasa (Fp) el cual evidencia disolución del metasomatismo sufrido por carbonato(Dmxc); muestra P4A-319.72-P010 200x-LP.257

Figura 173. Litoarenita Inmadura en la que se observa fractura con cemento de poros carbonatado (Ccp), además metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc) y fragmento lítico volcánico (Mlvc) por carbonato, nótese también la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Dmxc), se puede apreciar igualmente neomorfismo agradante (Na) en cemento de poros y feldespato

plagioclasa con macla combinada carlsbad-albita; muestra P4A-319.72-P010 100x-NX.259

Figura 174. Litoarenita Inmadura en la que se observan fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm), lítico sedimentario (Ls) y plagioclasa (Fp) zonada nótese también la corrosión (Cr) en cuarzo y feldespato y la porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento basal esparítico; muestra P4A-319.72-P010 100x-NX.260

Figura 175. Litoarenita Feldespática Madura, se observa porosidad vugular (Pv) por disolución del cemento basal carbonatado, además contacto largos (Cl) entre granos, anfíbol (Anf) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P14-340.5-P008 100x-LP.263

Figura 176 a. Litoarenita Feldespática Madura, nótese deformación mecánica de micas (Dmm) por compactación, además porosidad vugular (Pv) por disolución y estilolitos (Es) rellenos por óxidos de hierro; muestra P14-340.5-P008 100x-LP. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, se observa deformación mecánica de micas (Dmm) por compactación, también contactos cóncavo-convexos (Ccc) y contactos tangenciales (Ct); muestra P14-240.3-P005 100x-LP. **c.** Litoarenita Feldespática Madura, obsérvese estilolitos (Es) rellenos de óxidos de hierro, también porosidad vugular (Pv) y fragmentos de chert (Ch); muestra P14-240.3-P005 50x-LP.264

Figura 177 a. Litoarenita Feldespática Madura, se observa cemento basal poikilítico (Ccbp); muestra P14-253.5-P006 200x-NX. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, nótese cemento basal poikilítico (Ccbp); muestra P14-253.5-P006 50x-NX.265

Figura 178 a. Litoarenita Feldespática Madura, Nótese cemento carbonatado de poros (Ccp), además metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla de albita; muestra P14-283-P007 100x-NX. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, se observa cemento ferruginoso de poros (Cfp); muestra P14-253.5-P006 50x-LP.266

Figura 179 a. Litoarenita Feldespática Madura; nótese cuarzo monocristalino (Qm) con cemento pelicular de clorita (Cpcl); muestra P14-340.5-P008 200x-LP. **b.** Litoarenita Feldespática Madura; se observa cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) sobre cemento basal carbonatado, también micritización de clasto (); muestra P14-253.5-P006 200x-LP.267

Figura 180 a. Litoarenita Feldespática Madura, nótese metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), además lítico volcánico (Lv); muestra P14-253.5-P006 100x-NX. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, se observa metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), también metasomatismo de plagioclasa con macla de microclina por carbonato (MFpc);

muestra P14-240.3-P005 100x-NX. c. Litoarenita Feldespática Madura, se aprecia avanzado metasomatismo de feldespato alcalino con macla de carlsbad por carbonato (MFkc), también sericitización de plagioclasa y pellet (Pt); muestra P14-283-P007 200x-NX.268

Figura 181 a. Litoarenita Feldespática Madura, en la que se observa cloritización de lítico volcánico (Clv), además porosidad vugular (Pv) por disolución; muestra P14-253.5-P006 200x-LP. b. Litoarenita Feldespática Madura, véase metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mo) en este caso clorita (Mcl), además clastos de chert (Ch); muestra P14-340.5-P008 200x-LP.269

Figura 182. Litoarenita Feldespática Madura, nótese el proceso parcial o avanzado de corrosión afectando la totalidad de los clastos dentro de la muestra, este proceso es característico en toda la unidad; P14-253.5-P006 100x-NX.270

Figura 183 a. Litoarenita feldespática submadura que presenta porosidad vugular (Pv), clorita (Cl), fragmento de chert (Ch) con cemento de pigmento ferruginoso(Cpf), anfíbol como mineral accesorio (Anf) y minerales opacos (Op); muestra P17 29-P002 100x-LP. b. Litoarenita submadura con porosidad de fractura (Pf), y fragmentos de chert (Ch); muestra P17 115.4-P006 100x-LP.....273

Figura 184 a, b. Litoarenita feldespática con deformación mecánica de clorita (Dmc), deformación mecánica de moscovita (Dmm), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), cuarzo policristalino recristalizado (Qp) con corrosión (Cr), mica biotita (Mb) y contactos puntuales (Cp); muestra P17 115.4-P006 100x-LP,NX.....274

Figura 185 a,b. Litoarenita submadura en la que se aprecia cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb), cuarzo monocristalino (Qm) con disolución (Ds), metasomatismo avanzado por carbonato (MQmc) y corrosión (Cr), fragmento de chert (Ch), porosidad vugular por disolución de cemento basal (PV) y contactos flotantes (Cf); muestra P17 115.4-P006 100x-LP,NX.274

Figura 186 a, b. Litoarenita submadura que presenta cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp), metasomatismo de moscovita por óxidos de hierro (Mmo) y metasomatismo por carbonato (Mmc), además metasomatismo parcial de feldespato plagioclasa por carbonato (Mfpc), fragmento de chert con metasomatismo parcial por carbonato (MChc), cuarzo monocristalino (Qm) y porosidad vugular por disolución de cemento de poros (Pv); muestra P17 115.4-P006 100x-LP, NX.275

Figura 187 a. Litoarenita feldespática submadura en la que se aprecia feldespato plagioclasa con macla de albita con corrosión (Cr), disolución (Ds) y metasomatismo avanzado por carbonato (Mfpc) además cemento carbonatado

basal de esparita (Ccb), fragmento de chert (Ch), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado basal (Pv); muestra P17 29-P002 100x-NX. b. Litoarenita submadura en la que se observa feldespato plagioclasa albita-periclina (Ap) con metasomatismo parcial por carbonato (Mfpc), corrosión de cuarzo monocristalino por carbonato (Cr), cuarzo policristalino metamórfico recristalizado (Qp) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (MQpc), fragmento de chert (Ch) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp); muestra P17 115.4-P006 100x-NX.277

Figura 188 a, b. Litoarenita feldespática submadura en la que se distingue fragmento de chert con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (MChc) además disolución (Ds); también metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo avanzado de feldespato alcalino por carbonato (Mfkc) mica moscovita (Mm) y metasomatismo total de mica por carbonato (Mmc); muestra P17 29-P002 100x-LP,NX.....277

Figura 189 a, b. Litoarenita feldespática submadura con metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo), corrosión (Cr) de cuarzo monocristalino (Qm), feldespato alcalino con macla de carlsbad (Crs) y metasomatismo parcial por carbonato (Mfkc), además cuarzo policristalino con metasomatismo parcial por carbonato (MQpc); muestra P17 29-P002 100x-LP,NX.....278

Figura 190 a. Litoarenita feldespática madura que presenta fragmento de lítico volcánico cloritizado (Civ) y metasomatismo parcial por carbonato (Mlvc), también se observa fragmento de chert (Ch); muestra P17 41.1-P004 100x-LP. b. Litoarenita feldespática submadura en la que es apreciable metasomatismo de moscovita por óxidos de hierro (Mmo), cemento carbonatado basal de esparita (Ccb), metasomatismo de feldespato alcalino por carbonato (Mfkc) y corrosión (Cr), clorita (Cl) y porosidad vugular (Pv); muestra P17 29-P002 100x-NX.....278

Figura 191. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 2 (modificado de Bermudez, 2008).282

Figura 192. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 3 (modificado de Bermudez, 2008).283

Figura 193. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio la muestra de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 8(2) (modificado de Bermudez, 2008).285

Figura 194. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 11 (modificado de Bermudez, 2008).	286
Figura 195. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 12 (modificado de Bermudez, 2008).	287
Figura 196. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 13 (modificado de Bermudez, 2008).	288
Figura 197. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Arroyo Seco.	289
Figura 198. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Tolúviejo en el Pozo 3 (modificado de Bermudez, 2008).	290
Figura 199. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Tolúviejo en el Pozo 8(2) (modificado de Bermudez, 2008).	292
Figura 200. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Tolúviejo en el Pozo 12 (modificado de Bermudez, 2008).	293
Figura 201. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Tolúviejo.	294
Figura 202. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 3 (modificado de Bermudez, 2008).	295
Figura 203. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 5 (modificado de Bermudez, 2008).	296
Figura 204. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 7 (modificado de Bermudez, 2008).	297
Figura 205. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 14 (modificado de Bermudez, 2008).	298

Figura 206. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion El Floral.....	299
Figura 207. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Ciénaga de Oro en el Pozo 15 (modificado de Bermudez, 2008).	300
Figura 208. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Ciénaga de Oro.	301
Figura 209. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Cerrito en el Pozo 4A (modificado de Bermudez, 2008).	302
Figura 210. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Cerrito en el Pozo 6 (modificado de Bermudez, 2008).	304
Figura 211. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion El Cerrito.	306
Figura 212. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Sincelejo en el Pozo 4A (modificado de Bermudez, 2008).	306
Figura 213. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Sincelejo en el Pozo 14 (modificado de Bermudez, 2008).	307
Figura 214. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Sincelejo en el Pozo 17 (modificado de Bermudez, 2008).	308
Figura 215. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Sincelejo.....	309

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Tabla de datos petrográficos Pozo 2

Anexo B. Tabla de datos petrográficos Pozo 3

Anexo C. Tabla de datos petrográficos Pozo 8(2)

Anexo D. Tabla de datos petrográficos Pozo 11

Anexo E. Tabla de datos petrográficos Pozo 12

Anexo F. Tabla de datos petrográficos Pozo 13

Anexo G. Tabla de datos petrográficos Pozo 5

Anexo H. Tabla de datos petrográficos Pozo 7

Anexo I. Tabla de datos petrográficos Pozo 14

Anexo J. Tabla de datos petrográficos Pozo 15

Anexo K. Tabla de datos petrográficos Pozo 4A

Anexo L. Tabla de datos petrográficos Pozo 6(3)

Anexo M. Tabla de datos petrográficos Pozo 17

INTRODUCCIÓN

El programa de Geología de La Universidad de Caldas, a partir del convenio realizado con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), y en su interés de fortalecer el programa mediante proyectos de investigación ha involucrado tanto personal docente como estudiantes para la realización de dichos proyectos; en este caso el proyecto esta enfocado en el análisis petrográfico y diagenético a partir de núcleos de perforación, con el fin de determinar el potencial como reservorio de las rocas de la cuenca Sinú-San Jacinto y el área especial Sinú de la ANH, además de su tectogénesis.

El área de estudio se encuentra en la región de los “Montes de María”, en áreas aledañas a los municipios de Chalán, Coloso, Toluviejo y Ovejas (todos departamento de Sucre) al N de Sincelejo y al E del Golfo de Morrosquillo.

Se pretende en este estudio aportar los elementos básicos para la caracterización de las rocas sedimentarias presentes con el fin de hacer una primera aproximación respecto a la calidad de las mismas como eventuales reservorios.

El análisis involucra tres aspectos principales: descripción general, clasificación y estudio diagenético preliminar.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es realizar un estudio petrológico detallado y diagenético preliminar de las rocas de la cuenca Sinú-San Jacinto y el área especial Sinú de la ANH, localizada en la región de los “Montes de María”, en áreas aledañas a los municipios de Chalán, Colosó, Toluviejo y Ovejas (todos en el departamento de Sucre) al N de Sincelejo y al E del Golfo de Morrosquillo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una clasificación microscópica de las rocas de la cuenca Sinú-San Jacinto y el área especial Sinú de la ANH.
- Establecer los procesos diagenéticos que afectaron estas unidades.
- Integrar e interpretar los análisis previos para determinar el potencial como reservorio de hidrocarburos de estas rocas.
- Determinar la tectogénesis (procedencia) de las rocas de esta cuenca.

2. LOCALIZACIÓN

El área de estudio, se localiza en la región de los “Montes de María”, en áreas aledañas a los municipios de Chalán, Colosó, Toluviejo y Ovejas (todos departamento de Sucre) al N de Sincelejo y al E del Golfo de Morrosquillo (Fig. 1). Geológicamente la zona se encuentra en el denominado Cinturón Plegado de San Jacinto (provincia geológica limitada al Este por la Falla o Paleosutura de Romeral – que la separa de la Cuenca del Valle Inferior del Magdalena – y al Oeste por la Falla o Lineamiento del Sinú – que la separa a su vez de la Cuenca o Cinturón del Sinú). La geología del área se puede apreciar en la (Figura 1).

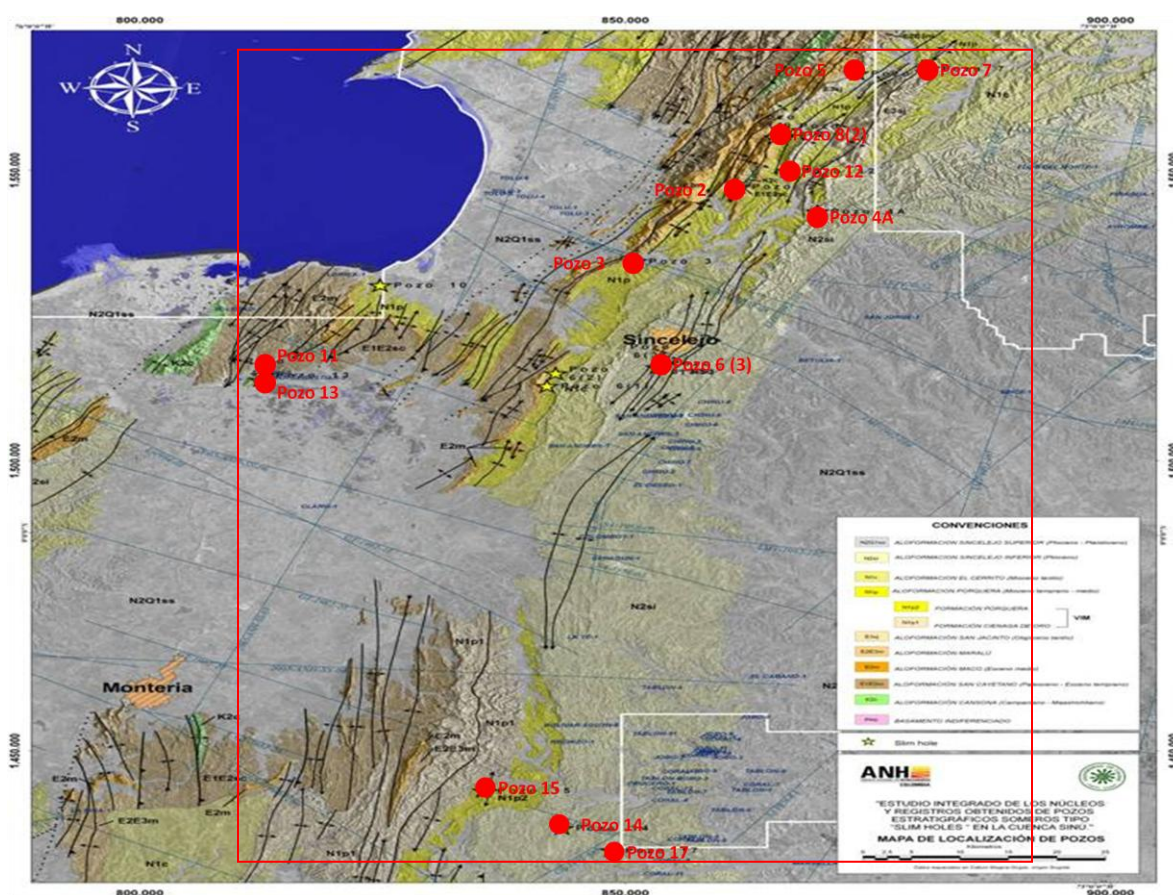


Figura 1. Mapa de localización y ubicación de las perforaciones. Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH (2008)

3. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto se tendrá en cuenta la metodología sugerida por la ANH así.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Para cada sección delgada se realizó un conteo de 400 puntos. La información a consignar depende del tipo de roca.

En el caso de rocas terrígenas se tuvo en cuenta, con respecto a la textura: tamaño de grano promedio, tamaño de grano máximo, porcentaje y tipo de matriz, selección y redondez. La composición de los clastos se hizo teniendo presente: porcentaje de Cuarzo monocristalino (Qm), cuarzo policristalino (Qp), Plagioclasas (Fp), Feldespatos alcalinos (Fk), Fragmentos líticos sedimentarios (Ls), plutónicos (Lp), volcánicos (Lv) y metamórficos (Lm). A esto se suma las micas y los minerales densos. Adicionalmente se tuvo en cuenta el tipo de contactos y los cementos presentes. La porosidad se registrará en cuanto a su distribución en porcentaje siguiendo la clasificación de Selley (1982).

Las calizas se describieron según sus porcentajes de ortoquímicos (micrita y esparita) y aloquímicos (intraclastos, pellets, ooides y bioclastos); estos se clasificaron en forma general con base en los atlas de Adams y Mackenzie (1984, 1998) En el caso de estos últimos se especifica su tamaño promedio y selección; de igual manera se considera el porcentaje de material terrígeno, con el fin de establecer la existencia de rocas mixtas. Para los demás aspectos se sigue esencialmente lo planteado para las rocas terrígenas..

3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se emplearon diferentes propuestas según la litología a estudiar.

Para las arenitas la clasificación se realizó combinando la clasificación composicional de Folk (1974) con la madurez textural establecida por el mismo autor. Las ruditas se clasificaron de acuerdo a lo planteado por Boggs (1992). Las rocas carbonatadas se clasificaron según dos propuestas. La primera es la de Folk composicional (1974). Esta se complementa con la clasificación de Embry y Klován (1972 en Boggs, 1992). Para las rocas mixtas se siguió el esquema de Vatan (1967, en Corrales et al. 1977).

3.3 ANÁLISIS DIAGENÉTICO PRELIMINAR

Se busca establecer de manera general los principales productos diagenéticos que se han presentado.

Para efectuar lo anterior se analizaron varios aspectos. En primer término se estudiaron las transformaciones del espacio intersticial en lo que respecta a la porosidad y compactación. Seguidamente se establecieron las neoformaciones minerales, lo cual incluye el estudio de los cementos, clasificándolos textural, composicional y estructuralmente realizada a través de la propuesta de Tucker and Wright (1994); también en este aspecto se identificaron los metasomatismos diagenéticos. Finalmente se hizo el estudio de las transformaciones de los componentes (corrosión, disolución y neomorfismo). A partir de estos aspectos se elaboró preliminarmente la paragénesis diagenética.

3.4 PROVENIENCIA TECTÓNICA

Se realizó de acuerdo a la propuesta de Dickinson (1985) empleando los diagramas QtFL y QmFLt para definir la tectofacies de los sedimentos.

4. UNIDADES LITOLÓGICAS

Marco geológico área del proyecto “slim holes” en la cuenca Sinú con datos actualizados de campo por: Bermúdez, H (2008).

4.1 FORMACIÓN CANSONA

Esta unidad aflora en el núcleo del Anticlinal de Chalán y según Ingeominas corresponde a cherts, con intercalaciones de calizas, shales grises e incluso arenitas de grano fino. También se describen algunos conglomerados con fragmentos de rocas volcánicas básicas e intermedias e intrusiones de silos de basaltos porfíricos de matriz muy fina, cloritizados. Lo que se ha visto en campo, en secciones al oeste de Chalán, es que el carácter silíceo (porcelanitas y cherts) de la unidad varía localmente y parece que se restringe a las zonas más deformadas, pues la roca original corresponde en realidad a limolitas calcáreas, bien cementadas, de color gris oscuro a negro, en arreglos de capas tabulares delgadas a muy delgadas, con laminación plano paralela, a levemente ondulosa, como estructura interna. Son comunes algunas intercalaciones de calizas tipo mudstone. Los intervalos más alterados o cubiertos, muestran que la roca altera a shale, al perder su cementación. No se observaron ningún tipo de intrusiones y se pudo determinar que los conglomerados que menciona Ingeominas, corresponden en realidad a la base de la unidad suprayacente, la Formación Arroyo Seco.

La base de la unidad no aflora, por lo que su espesor solo puede ser estimado en unos 300 m. El contacto inferior se supone que es discordante sobre basamento de afinidad oceánica. El contacto superior parece ser igualmente discordante a la base del nivel más inferior de conglomerados de la Formación Arroyo Seco.

4.2 FORMACIÓN ARROYO SECO

Esta unidad aflora en los núcleos de los anticlinales de Chalán y Toluviejo y según Ingeominas corresponde a secuencias granodecrecientes de litoarenitas arcósicas desde conglomeráticas hasta grano fino, con intercalaciones menores de lodolitas interestratificadas con arenitas grises de grano fino a medio, cemento calcáreo, bioturbadas, en capas gruesas a muy gruesas, con abundante yeso y azufre secundario.

Los datos de campo muestran grandes variaciones faciales entre las distintas secciones estratigráficas levantadas; sin embargo, en términos generales la unidad se compone de proporciones variables de conglomerados (que llegan incluso a tamaño canto y blocky, aunque predomina el tamaño guijarro) polimícticos (clastos de rocas sedimentarias – particularmente fragmentos de calizas y cherts de la infrayacente Fm. Cansona - tobas, rocas graníticas, y neises) en ocasiones de apariencia caótica, areniscas líticas de grano fino a grueso, comúnmente con cemento calcáreo y lodolitas calcáreas y calizas (mudstones a wackestones). Contra lo que indican los estudios geológicos anteriores, los ambientes sedimentarios no parecen corresponder a turbiditas de ambientes batiales, sino que parecen ser mucho más someros (quizás complejos de fan delta) en los que se apreciaron numerosos niveles fosilíferos (bivalvos y gasterópodos, clásicos de ambientes litorales) intervalos bioturbados y turbas.

La Formación Arroyo Seco presentó espesores variables que están en el orden de 500 m (al sur, sobre el flanco este del Anticlinal de Toluviejo) a 350 m (en el área del Anticlinal de Chalán). La base de la unidad en las secciones visitadas parece corresponder siempre a un nivel de conglomerados gruesos en contacto discordante angular? sobre las facies finas de la Fm. Cansona. El contacto superior, igualmente parece corresponder a una discordancia angular, pues hay un cambio neto entre arenitas o lodolitas, contra las calizas de la Fm. Toluviejo. La

ausencia del nivel de lodolitas del tope de la unidad en la sección tipo (al suroeste del área de estudio) y el menor espesor hacia el N-NE puede indicar que la erosión en el área de Chalán puede haber eliminado la parte superior de la unidad (los estudios de paleontología aun no terminan y no es posible determinarlo hasta el momento)

4.3 FORMACIÓN TOLUVIEJO

Esta unidad según Ingeominas está constituida por una serie de calizas, a calizas terrígenas con macrofósiles (algas, fragmentos de equínidos, moluscos y macroforaminíferos), areniscas calcáreas a calizas clásticas de grano grueso con abundante glauconita y margas color gris oliva claro, interestratificación de lodolitas grises y areniscas de grano fino a medio. En el área se pudieron identificar dos tipos de secuencias: En la región de Chalán (ambos flancos del Anticlinal) la Fm. Toluviejo consta esencialmente de calizas blancas tipo grainstone, dispuestas en capas subtabulares gruesas a muy gruesas masivas. Estas calizas se componen de abundantes macro foraminíferos (nummulites y *Lepidocyclinas*), fragmentos de moluscos, oncolitos, equinodermos y corales, son comunes ocasionales guijos de cuarzo lechoso, aunque no se encontraron *in situ*, numerosos rodados de estas calizas con niveles de conglomerado, parecen evidenciar que la base de la unidad presenta un conglomerado basal. En el área del Arroyo Seco (flanco este del anticlinal de Toluviejo - al SW) se apreció muy bien la base de la unidad, la cual presenta notables variaciones de facies, respecto al área de Chalán. Aquí la unidad esta en clara discordancia angular con la infrayacente Fm. Arroyo Seco, e inicia con un conglomerado de cuarzo y chert con cemento calcáreo, seguido de una serie de secuencias grano-decrecientes de conglomerado a arenita calcárea bioturbada, con algunos bivalvos y niveles de calizas tipo wackestone. El tope de la unidad no se describió, pero hay rodados de grainstones con macro foraminíferos como los del área norte.

La Formación Toluviejo, a pesar de sus variaciones faciales, en superficie mostro espesores en el rango de los 50-100 m. La base de la unidad, como ya se mencionó, parece corresponder siempre a un nivel de conglomerados finos en contacto discordante angular sobre las lodolitas y arenitas de la Fm. Arroyo Seco. El contacto superior, parece corresponder (aun sin datos paleontológicos definitivos) a una paraconformidad que coloca lodolitas rojas de la Fm. El Floral, sobre las calizas (cabe anotar que el contacto siempre se encontró cubierto (más de 26 metros separan los dos afloramientos, en el mejor de los casos).

4.4 FORMACIÓN EL FLORAL

Descrita como Formación El Carmen por el Ingeominas, consta de arcillolitas color gris oscuro a medio, bioturbadas; en algunos niveles presentan una gran abundancia de foraminíferos planctónicos, abundantes venas de yeso y azufre. Hacia la base se encuentran dos niveles de arenitas líticas calcáreas glauconíticas denominadas como Miembro Arenisca del Oso y Miembro Nepomuceno, las cuales presentan fragmento de bivalvos y Lepidocyclinas.

La Formación El Floral, tal como la describen los autores originales (Cáceres y De Porta, 1972) consta principalmente de arcillas rojizas y grisáceas con algunas pequeñas intercalaciones de areniscas hacia la base. En los levantamientos estratigráficos se encontró que la unidad siempre está parcialmente cubierta, pero los afloramientos corresponden a limolitas calcáreas de colores marrón – rojizo, con abundantes pellets glauconitizados, intercalaciones de litoarenitas calcáreas glauconíticas y presencia de fauna de gasterópodos, bivalvos, dientes de tiburón y cangrejos.

4.5 FORMACIÓN CIÉNAGA DE ORO

Fm. Ciénaga de Oro, 300 - 1000 m de litoarenitas con intercalaciones menores de lodolitas. Incluye las bioesparitas arenosas y arenitas fosilíferas del área de Cicuco. Su edad corresponde a Mioceno Medio

4.6 FORMACIÓN EL CERRITO

La Formación El Cerrito, tal como la describe Ingeominas, está constituida en general por una sucesión de areniscas bioclásticas calcáreas, color gris verde oliva a oliva grisácea y conglomerados hacia la base, granodecrecientes en la vertical a arenitas de grano fino, limolitas y arcillolitas gris verdosas interestratificadas con concreciones de limolita calcárea. No hay datos de campo para esta unidad. Ingeominas estima que el espesor de la unidad podría estar en el orden de los 700 m. Su contacto inferior se describe como paraconforme sobre la Fm. El Carmen, mientras que al tope estaría en discordancia angular con la Fm. Sincelejo.

4.7 FORMACIÓN SINCELEJO

Según Ingeominas, la Formación Sincelejo corresponde en general a una potente unidad, constituida por areniscas de grano fino a conglomeráticas, dispuestas en capas cuneiformes con estratificación cruzada y con variaciones locales a facies lodosas. Hacia el tope predominan los conglomerados sobre las areniscas, compuestos principalmente por rocas volcánicas, cuarzo lechoso y chert, matriz-soportados. Se calcula un espesor de hasta 1500 m.

5. PETROGRAFÍA

Para la clasificación de las muestras pertenecientes a cada pozo se recurrió a las clasificaciones propuestas por los siguientes autores. Para las rocas terrígenas (arenitas) se utilizó la clasificación de Folk composicional y textural (1974), para los conglomerados la clasificación propuesta por Boggs (1992); para las rocas mixtas, Vatan (1967) y Folk (1974) y las calizas fueron clasificadas según Folk (1974), complementando con la propuesta de Embry y Klovan (1971).

5.1 FORMACIÓN ARROYO SECO

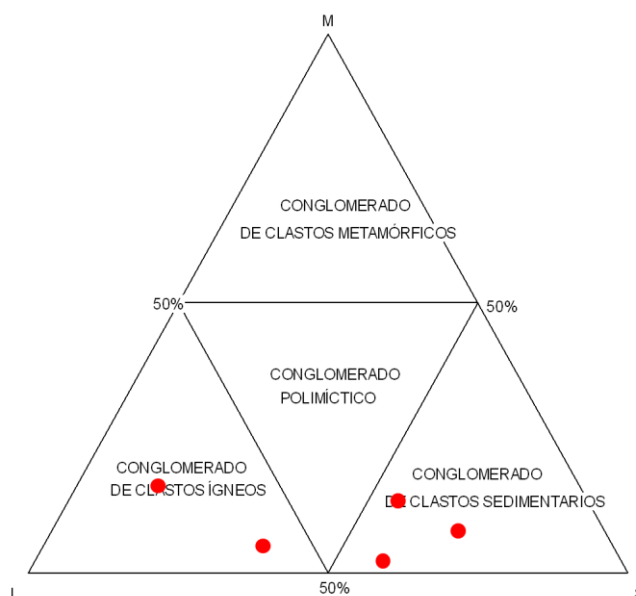


Figura 2. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Arroyo Seco, según la propuesta de Boggs (1992).

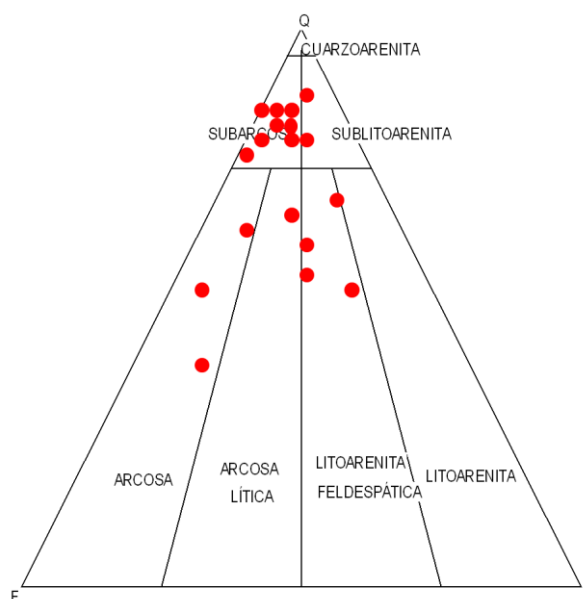


Figura 3. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Arroyo Seco, según la propuesta de Folk (1974).

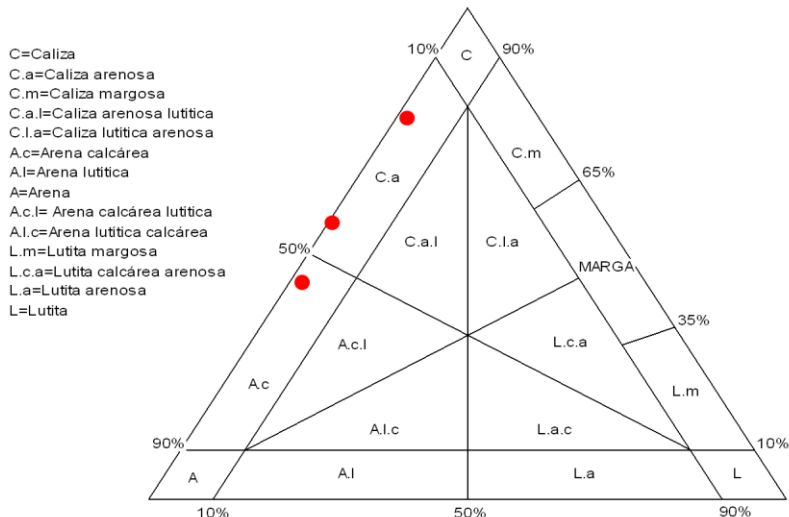


Figura 4. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Arroyo seco, según la propuesta de Vatan (1967).

5.1.1 Pozo 2

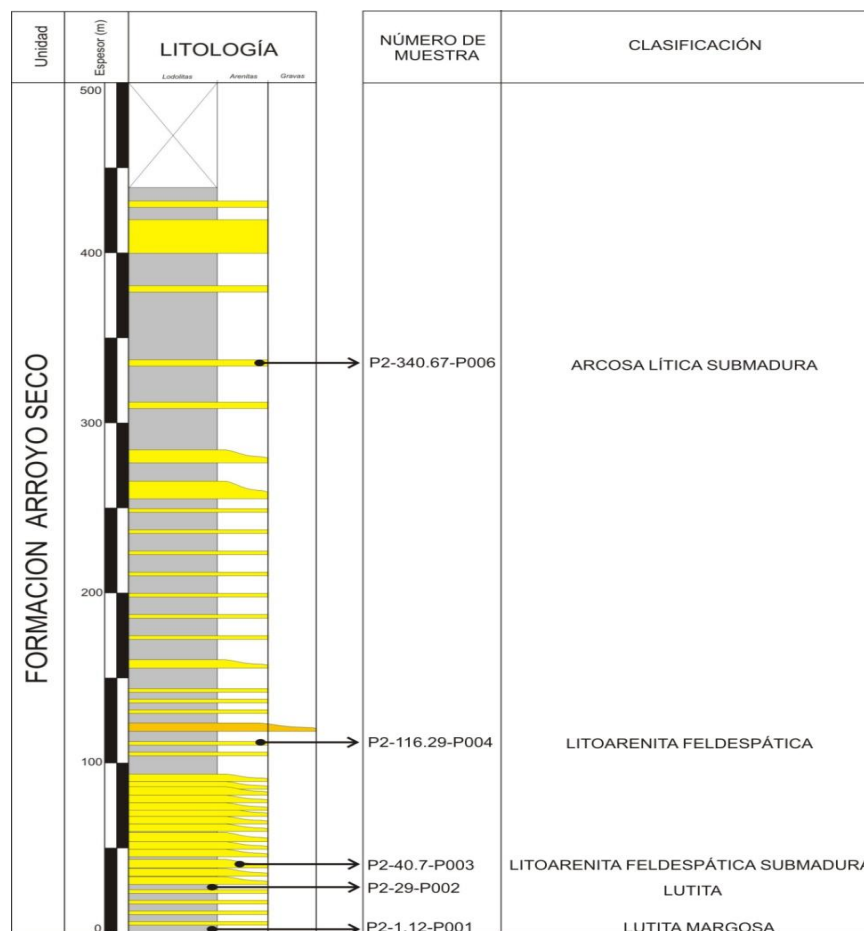


Figura 5. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 2 (modificada de Bermudez (2009)).

Para este pozo se analizaron 5 secciones delgadas, las muestras corresponden a litoarenitas y en menor proporción a arcosas; aisladamente se encontraron lutitas (Figura 5, Anexo A).

A continuación se hace una descripción del pozo.

Las primeras muestras del pozo corresponden a lutitas, que en general presentan una composición arcillosa (Figura 45 c citadas en el capítulo siguiente), aunque se

reconocen dentro de estas algunos cuarzos monocristalino, seguido de cuarzos policristalino y en muy baja proporción presencia de chert, feldespatos, clorita y epidotas.

Para la parte media de pozo las muestras corresponden a litoarenitas feldespáticas. El tamaño de grano es principalmente arena media, el contenido de matriz arcillosa está entre el 3 y el 15%, la selección para las muestras es mala, esto nos indica texturalmente que son submadura e inmadura respectivamente; los granos predominantes son subangulares y subredondeados, en menor proporción se presentan granos angulares y redondeados.

Para estas muestras el porcentaje de Qp está entre el 13 y el 19% siendo este el que predomina correspondiendo principalmente a cuarzo metamórfico deformado (Figura 46 a) y en menor medida cuarzo metamórfico recristalizado. El Qm tiene porcentajes entre el 7 y el 12%. Ambos tipos de cuarzo presentan microlitos de apatitos, circones, epidotas y cloritas principalmente.

Los feldespatos más importantes son las plagioclasas con porcentajes que varían entre el 1 y el 3%, presentan macla de albita principalmente, en menor proporción se tienen feldespatos alcalinos con un porcentaje que no supera el 2%.

Los fragmentos líticos son principalmente ígneos con porcentajes que alcanzan el 5%, seguido se tienen fragmentos de rocas sedimentarias entre el 2 y el 4% y finalmente los fragmentos de rocas metamórficas con valores entre el 1 y el 4%.

Los fragmentos líticos ígneos pertenecen principalmente a rocas volcánicas alteradas comúnmente a clorita, algunos presentan epidotas; los líticos sedimentarios corresponden a chert principalmente (Figura 47), entre los fragmentos líticos metamórficos se pueden observar algunas milonitas (Figura 45 c).

Las micas se presentan en porcentajes entre el 1 y el 3%, siendo la más importante la clorita seguida de la moscovita (Figura 46 b).

Los minerales accesorios corresponden principalmente a epidotas (Figura 47) y en menor proporción fosfatos y minerales opacos.

La parte final del pozo corresponde a una arcosa lítica submadura, con tamaño de arena media y moderadamente seleccionada, su matriz es arenosa, los granos predominantes son subangulares y en menor proporción subredondeados y angulares.

El porcentaje de Qm alcanza el 20% (Figura 49 b), el Qp se presenta con un porcentaje del 6%, correspondiendo principalmente a cuarzo metamórfico recristalizado y metamórfico deformado. Ambos tipos de cuarzo presentan microlitos de apatitos y circón.

Los feldespatos más comunes son las plagioclasas con un porcentaje del 6%, comúnmente con macla de albita, los feldespatos alcalinos no superan el 2%, algunos tienen macla de microclína.

Los fragmentos líticos sedimentarios alcanzan valores de hasta el 4% siendo principalmente de chert (Figura 48), los fragmentos líticos ígneos son principalmente volcánicos y alcanzan máximo 4%.

Las micas se presentan en porcentajes que no superan el 2%, la clorita es la más común, seguida de la biotita.

Como minerales accesorios, se observa turmalina y epidota en menor proporción.

5.1.2 Pozo 3

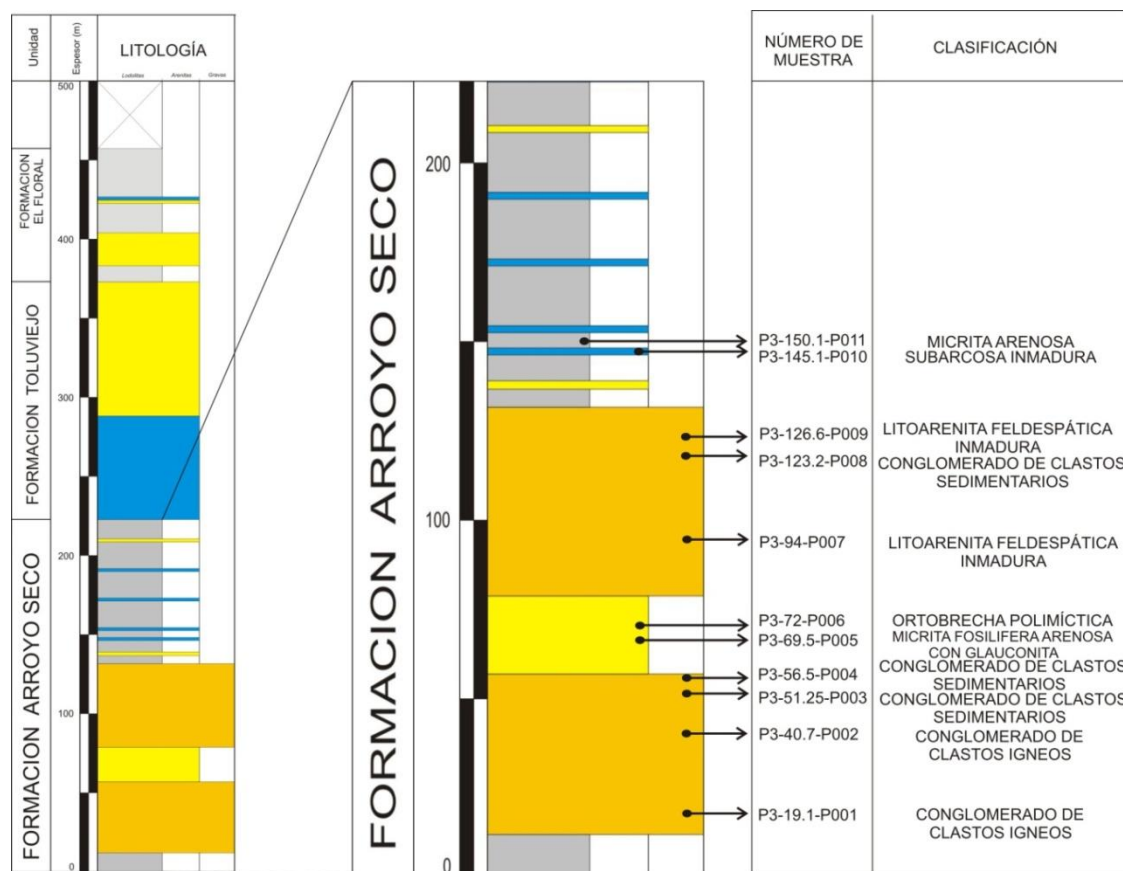


Figura 6. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 3 (modificada de Bermudez, 2009).

En este pozo se analizaron 11 secciones delgadas pertenecientes a conglomerados, litoarenitas feldespáticas, subarcosa y algunas micritas (Figura 6, Anexo B).

En términos generales presenta un marcado dominio de conglomerados polimícticos hacia la base, posteriormente presenta un cambio litológico a litoarenitas y subarcosa; finalmente hay presencia de rocas carbonatadas (micritas) en la parte media y superior del pozo.

Como ya se había mencionado la base está dominada por conglomerados, la matriz arcillosa se presenta en porcentajes del 1 y el 5%, son mal seleccionados, predominan los granos subangulares y subredondeados, en menor proporción están los angulares y redondeados.

Los cuarzos policristalinos (Qp) se encuentran en mayor proporción con valores que están entre el 6 y el 29%, principalmente son cuarzos metamórficos recristalizados (Figura 54) y metamórficos deformados.

Los cuarzos monocristalinos (Qm) se presentan en menor proporción con valores aproximados del 1 y el 7%, en muchos casos presentan extinción ondulante. En ambos tipos hay presencia de microlitos de apatitos circón, epidotas y micas como biotita, moscovita y clorita.

Las plagioclasas son importante con valores entre el 1 y el 6%, comúnmente presentan macla de albita y aisladamente maclas de periclina. Los feldespatos alcalinos en algunos casos alcanzan valores del 2%.

Los fragmentos líticos ígneos y sedimentarios son los más relevantes con valores de 32 y 29% respectivamente, siendo importantes en todas las muestras (Figura 50 b), los fragmentos líticos metamórficos se presentan también en todas las secciones con valores que oscilan entre el 1 y el 7% (Figura 51 a).

En los fragmentos líticos ígneos se observa un marcado predominio volcánico, exceptuando alguna de ellas con mayor presencia de material plutónico.

Los fragmentos líticos sedimentarios en orden de importancia son principalmente chert, arenitas y conglomerados (Figura 50 a).

Las micas presentan valores entre el 1 y el 5%, correspondiendo principalmente a cloritas y en menor proporción moscovitas y biotitas (Figura 51 d).

Los minerales accesorios presentes son epidotas, anfíboles, piroxenos, leucoxeno y minerales opacos que no superan el 3%.

Las muestras clasificadas como litoarenitas y subarcosa presentan en general tamaño de arena gruesa, el contenido de matriz arcillosa está entre el 10 y el 21%, la selección en general es mala, siendo inmaduras texturalmente. La matriz arenosa es común en las muestras con porcentajes entre el 2 y el 8%, los granos son subangulares y subredondeados principalmente, la presencia de clastos angulares y redondeados es menor.

El Qp se presenta en porcentajes entre el 9 y el 22%, perteneciente principalmente a cuarzo metamórfico recristalizado y cuarzo metamórfico deformado, el Qm llega máximo a un 9% en las muestras; tanto Qp como Qm presentan microlitos de apatito, circón y epidota principalmente; en menor medida microlitos de clorita y minerales opacos.

Los feldespatos alcalinos y feldespatos plagioclasa, no muestran un dominio del uno sobre el otro, mientras en algunas muestras el porcentaje de feldespatos alcalinos es superior al de plagioclasas, para otras es menor; en general los feldespatos no superan el 6% en las muestras.

Los fragmentos líticos son principalmente ígneos, seguido de fragmentos sedimentarios y en menor proporción fragmentos líticos metamórficos.

Los fragmentos líticos ígneos se presentan en un porcentaje entre el 1 y el 10%, predominando los fragmentos de rocas volcánicas sobre los plutónicos.

Los fragmentos líticos sedimentarios están entre el 1 y el 6% aproximadamente, en estos son dominantes los fragmentos de chert sobre los fragmentos de arenitas. Los líticos metamórficos alcanzan un máximo del 1% en algunos casos.

Las micas en general pueden llegar hasta un 5%, se presentan en todas las muestras, principalmente son cloritas, seguidas de biotitas y moscovitas.

Los minerales accesorios son típicamente epidota, circón, leucóxeno y minerales opacos.

En las micritas, los bioclóstos presentes no supera el 2%, entre estos se encuentran algas, foraminíferos y algunos equinodermos; además ooides en proporciones muy bajas.

La presencia de cuarzo es notable en la micrita fosilífera arenosa con glauconita, donde alcanza 30%, de los cuales 18% pertenece a Qm (Figura 52 a) y el porcentaje restante corresponde a Qp; en la micrita arenosa, este no supera el 8%. En ambas muestras el contenido de feldespatos no supera el 1% al igual que los fragmentos líticos.

Las micas se presentan en porcentajes que no superan el 3%, principalmente clorita, moscovita y en menor proporción biotita (Figura 53 b).

Los minerales accesorios encontrados son turmalinas (Figura 55 b) y opacos con un porcentaje que no supera el 6%, siendo estos últimos los más importantes.

La glauconita es importante en una de ellas donde llega hasta un máximo del 6% (Figura 53 a).

5.1.3 Pozo 8 (2)

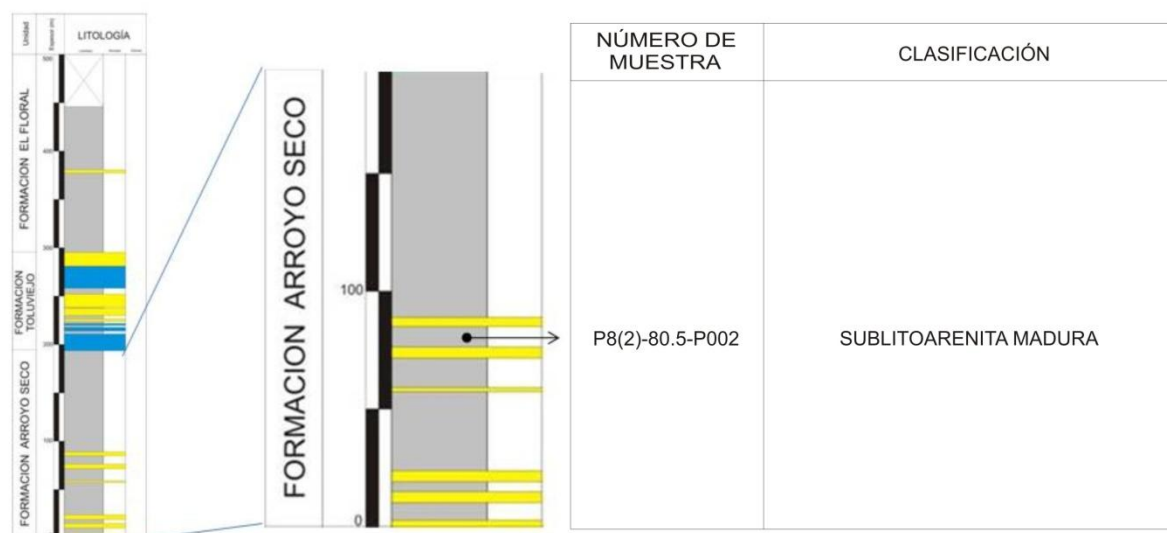


Figura 7. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 8(2) (modificada de Bermudez, 2009).

En este pozo solo fue posible estudiar una sección debido a la alta concentración de rocas de tamaño muy fino como limolitas y arcillolitas (Figura 7, Anexo C).

La muestra fue clasificada como una sublitoarenita madura con tamaño de grano que se encuentra entre arena media y arena gruesa, la presencia de matriz no supera el 4%, siendo esta principalmente de clorita; texturalmente la muestra es madura debido a su bajo porcentaje de matriz y a la buena selección que presenta.

Los granos en la muestra son subangulares a subredondeados; los angulares son relativamente comunes debido esto tal vez a la alta corrosión y disolución presente que probablemente modificaron la redondez original de los clastos.

La presencia de cuarzo es del 40% correspondiendo en un 27% a Qm el cual presenta en algunos casos extinción ondulante (Figura 59) y microlitos de circón, moscovita y clorita. El restante 13% es Qp, principalmente se presenta como cuarzo metamórfico deformado (Figura 60 b) y metamórfico recristalizado, al igual que el cuarzo monocristalino presenta microlitos de circón, moscovita y clorita.

Los feldspatos tienen valores de casi el 3% para las plagioclasas presentando comúnmente macla de albita (Figura 58) y en algunos casos alteración a sericita, los feldspato alcalinos alcanzan escasamente 1% se encuentra en la mitad de los casos alterados parcialmente a caolín.

Los fragmentos líticos son principalmente sedimentarios e ígneos, estos alcanzan un porcentaje del 5%, más del 3% de este porcentaje corresponde a fragmentos líticos sedimentarios (Chert), los fragmentos de rocas ígneas son de fragmentos líticos volcánicos y su porcentaje no supera el 2%.

Las micas presentan valores del 4%, corresponden principalmente a moscovitas (Figura 57), cloritas y biotitas.

Los minerales accesorios presentes son epidotas, anfíbol y minerales opacos, estos están en el rango del 5%.

5.1.4 Pozo 11

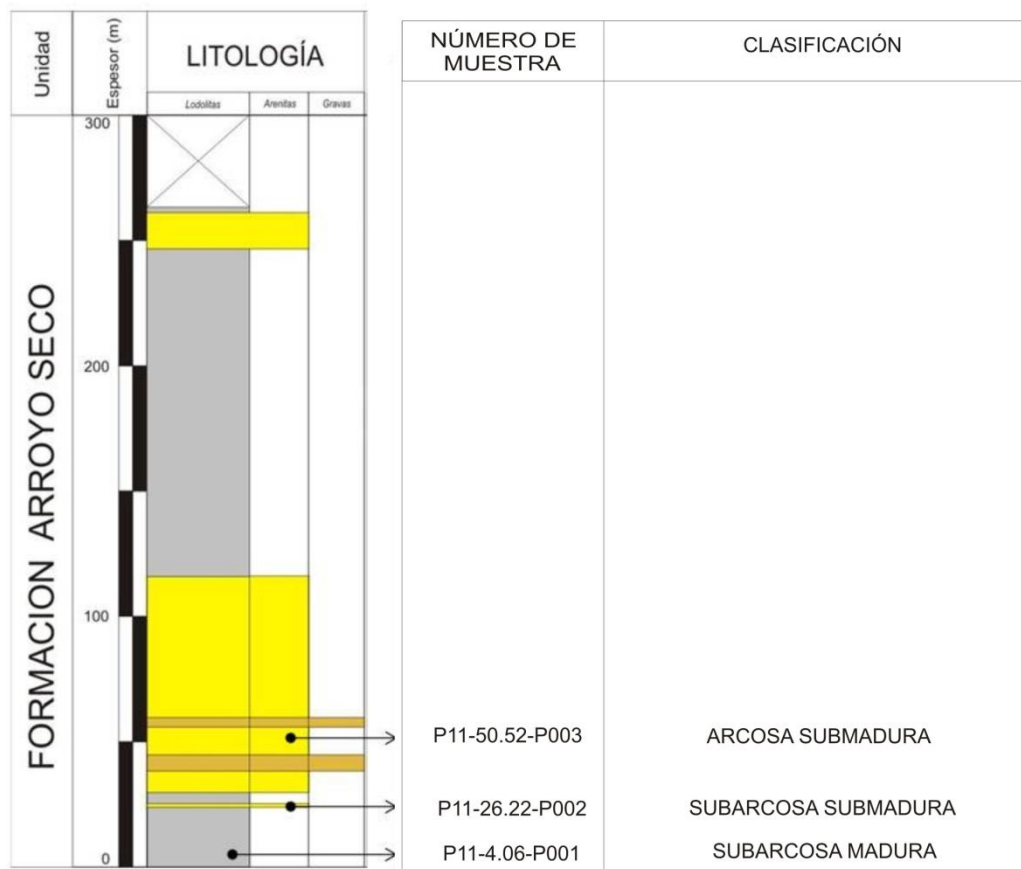


Figura 8. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 11 (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo fueron analizadas 3 secciones delgadas clasificada una de ellas como arcosa submadura y las demás como subarcosas madura y submadura (Figura 8, Anexo D).

El tamaño de grano se encuentra entre arena fina y arena gruesa, la presencia de matriz arcillosa es mínima, esta escasamente supera el 1% en una de las muestras en las demás es inexistente, la selección en general está entre moderada y buena; texturalmente las arenitas son desde submaduras a maduras;

los granos son subangulares a subredondeados; los angulares llegan a ser importantes en algunas muestras.

La presencia de cuarzo se presenta con porcentajes que fluctúan entre 19 y 41%; este corresponde principalmente a Qm con valores que están entre 13 y 36%; en algunos casos presentan extinción ondulante y microlitos de apatito, circón, clorita, moscovita y biotita. Los Qp principalmente son cuarzo metamórfico recristalizado, metamórfico deformado (Figura 64) y en menor proporción metamórfico esquistoso, estos tienen porcentajes que varían entre 3 y 7%, presenta también microlitos de circones y apatitos principalmente.

Los feldspatos presentan valores entre el 4 y el 12%, representados principalmente por plagioclasa que tiene valores que alcanzan en algunos casos el 11%, con macla de albita (Figura 65 a) y periclina, en algunos casos sericitizadas (Figura 66 a); los feldspatos alcalinos se presentan en rangos del 1 al 3%, con macla de carlsbad y microclina con alteraciones parciales a caolín (Figura 65 b).

Los fragmentos líticos presentes en las muestras son principalmente ígneos y sedimentarios; los fragmentos líticos ígneos aparecen en una de las muestras con alguna importancia superando el 9% correspondiendo este valor principalmente a fragmentos líticos de rocas plutónicas (Figura 63 a), en las demás muestras no se observan fragmentos líticos ígneos.

Los fragmentos líticos sedimentarios principalmente corresponden a chert y en menor medida a fragmentos de arenitas, se presentan en porcentajes entre menos del 1 y un máximo del 3%.

Las micas están entre valores del 3 y el 7%, corresponden a moscovitas, cloritas y biotitas principalmente. Como minerales accesorios están presentes epidotas,

minerales opacos y anfíboles con valores no superiores al 6% (Figura 65 a, Figura 65 b).

5.1.5 Pozo 12

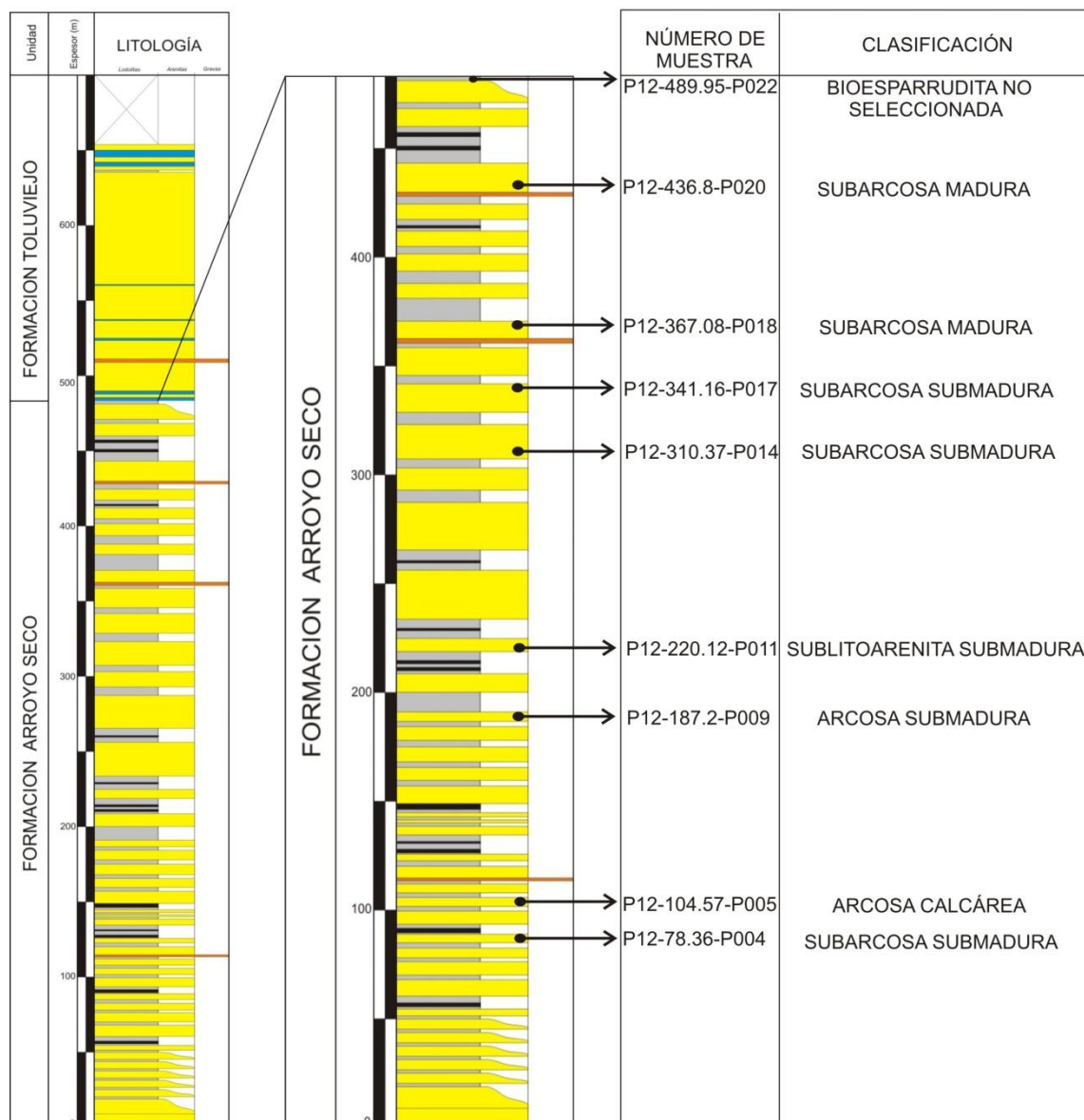


Figura 9. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 12 (modificada de Bermudez, 2009).

El pozo en general presenta una variación entre arcosas, subarcosas y sublitoarenita y una bioesparrudita no seleccionada que se encuentra hacia el techo de la unidad (Figura 9, Anexo E).

En las muestras terrígenas el tamaño de grano es variable, se encuentra entre arena fina y arena gruesa. La matriz arcillosa solo se presenta en una de ellas alcanzando un valor máximo del 4% (Figura 69 b). La selección en general es moderada lo que implica que texturalmente son submadura, en menor proporción hay arenitas maduras. Los clastos predominantes son subangulares a subredondeados de menor importancia se presentan los angulares y redondeados.

El contenido de cuarzo es importante, el Qm oscila entre 17 y 28% algunos con extinción ondulante, el Qp está entre 11 y 40% siendo en su mayoría cuarzo metamórfico deformado seguido de metamórfico recristalizado; hay presencia de microlitos de epidotas y minerales opacos y algunas micas como clorita y moscovitas.

Los feldespatos más abundantes son las plagioclasas con porcentajes entre el 2 y el 19% algunas presenta sericitización parcial, macla de albita y albita periclina principalmente (Figura 76 a), los feldespatos alcalinos están con porcentajes que no superan el 2% algunos con macla de microclina.

Los fragmentos líticos se presentan con valores entre el 1 y el 4% que corresponde principalmente a fragmentos líticos sedimentarios en su mayoría chert (Figura 77 a), seguido de fragmentos líticos de arenitas y conglomerados (Figura 77 c), el porcentaje restante pertenece a fragmentos líticos ígneos principalmente volcánicos (Figura 77 b). Los fragmentos líticos plutónicos se presentan con porcentajes que no superan el 1%.

Las micas están con porcentajes máximos del 5%, corresponden principalmente a cloritas y en menor medida biotitas (Figura 69 c).

Los minerales accesorios encontrados corresponde a epidota, opacos circones y anfíboles en muy baja proporción; estos no superan en promedio el 4% (Figura 75 c).

Las demás muestras, corresponden a una arcosa calcárea y bioesparrudita no seleccionada, su composición es principalmente esparita cristalina gruesa alcanzando valores del 34%. La presencia de bioclastos es importante para la bioesparrudita no seleccionada con valores de hasta el 38%, los bioclastos encontrados pertenecen principalmente a foraminíferos entre los que se distinguen Lepidocyclinas (Figura 68 c) y nummulítidos (Figura 70 c), algunos con piritización de cámaras, seguido se tienen bivalvos, equinodermos y en menor porcentaje gasterópodos y algas donde algunos de estos presentan perforaciones (Figura 71 b).

La parte arenosa corresponde principalmente a cuarzo con valores entre 8 y 30%, de los cuales el Qm está entre el 7 y el 16% y el Qp entre el 1 y el 13%; algunos presentan microlitos de apatitos, circones y cloritas.

Los feldespatos se presentan con abundancia en una de las muestras con valores entre el 2 y el 10% aproximadamente, correspondiendo principalmente a feldespatos plagioclasas con maclas de albita y periclina; los fragmentos líticos se presentan con abundancia en la misma muestra con valor máximo del 3% observándose fragmentos líticos volcánicos y en menor proporción graníticos.

Los minerales accesorios presentan porcentajes menores al 1% que corresponden a minerales opacos y anfíboles.

5.1.6 Pozo 13

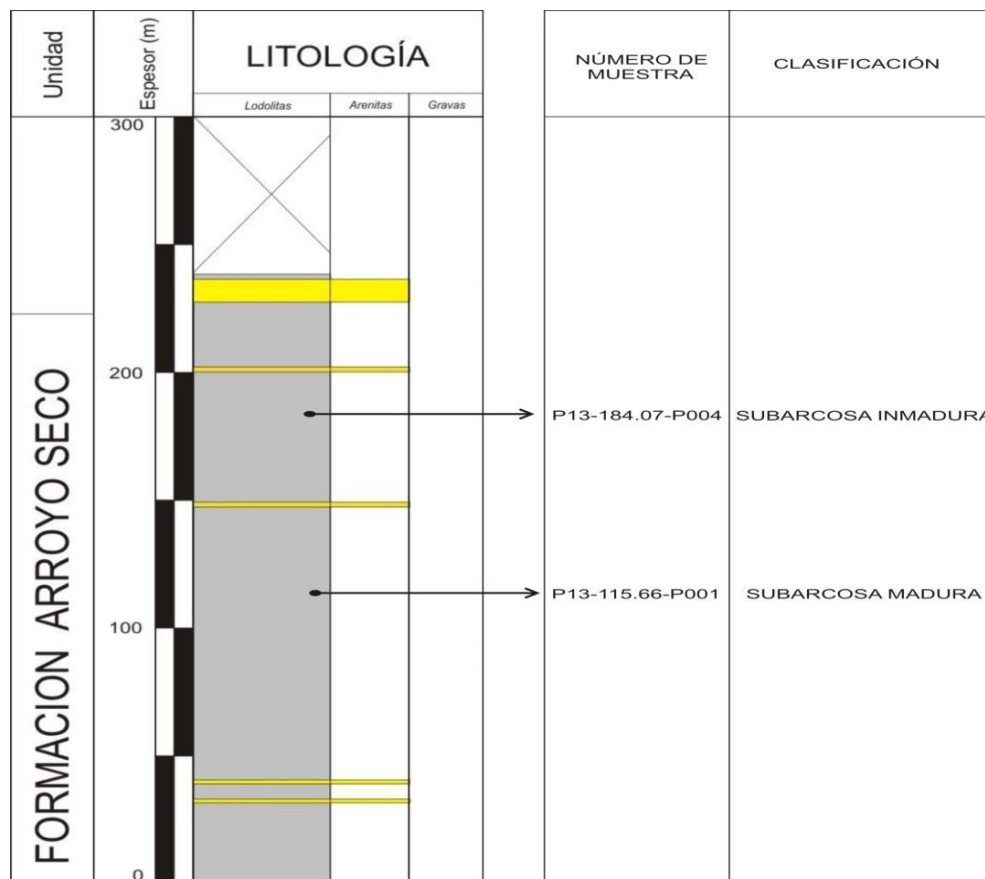


Figura 10. Columna estratigráfica de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 13 (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo se analizaron 2 muestras que corresponden a subarcosa madura y subarcosa inmadura (Figura 10, Anexo F).

El tamaño de grano dominante es arena fina a arena muy fina. La matriz arcillosa se presenta en un porcentaje del 18%, solo se puede observar para una de ellas (Figura 81), ambas se encuentran bien seleccionadas pero debido al alto contenido de matriz arcillosa la muestra 004 es texturalmente inmadura; los granos que predominan son subangulares y subredondeados.

El cuarzo es el mineral más importante con valores que alcanzan el 35%, perteneciendo principalmente a Qm con extinción ondulante en algunos casos y microlitos de epidota, circón y apatito; el Qp se presenta en porcentajes entre el 5 y el 8%, con microlitos de apatito y circón, correspondiendo principalmente a cuarzo metamórfico recristalizado seguido de deformado (Figura 84) y aisladamente cuarzo metamórfico esquistoso

Los feldespatos alcalinos son dominantes en las muestras con valores aproximados entre el 3 y el 6%, principalmente con macla de Carlsbad; los feldespatos plagioclasas alcanzan un valor máximo del 1%, presentando algunas maclas de albita.

Las micas se encuentran con valores hasta de un 9%, principalmente corresponde a cloritas (Figura 84), moscovitas y en menor proporción biotitas.

Como minerales accesorios se tienen principalmente opacos, alcanzando valores del 3%.

5.1.7 Procedencia Tectónica

En esta Formación los diagramas de Dickinson (1983), muestran que las arenitas provienen principalmente de cratón interior según el diagrama QtFL (figura 11). En el diagrama QmFLt se puede establecer que probablemente la mayoría de las muestras provienen de orógeno reciclado transicional, seguido de orógeno reciclado cuarzoso y aisladamente de orógeno reciclado lítico (Figura 12).

La interpretación de la procedencia tectónica se hará conjuntamente para todas las unidades en el aparte correspondiente a la Formación Sincelejo.

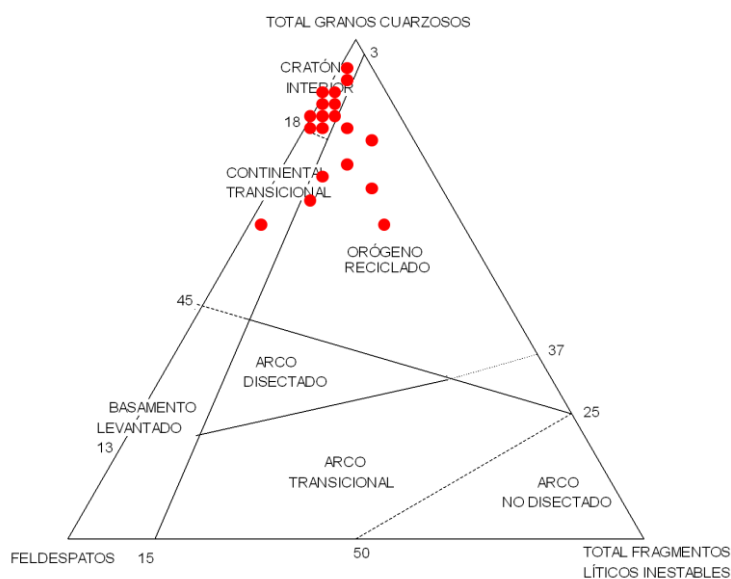


Figura 11. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QtFL) para la Formación Arroyo Seco.

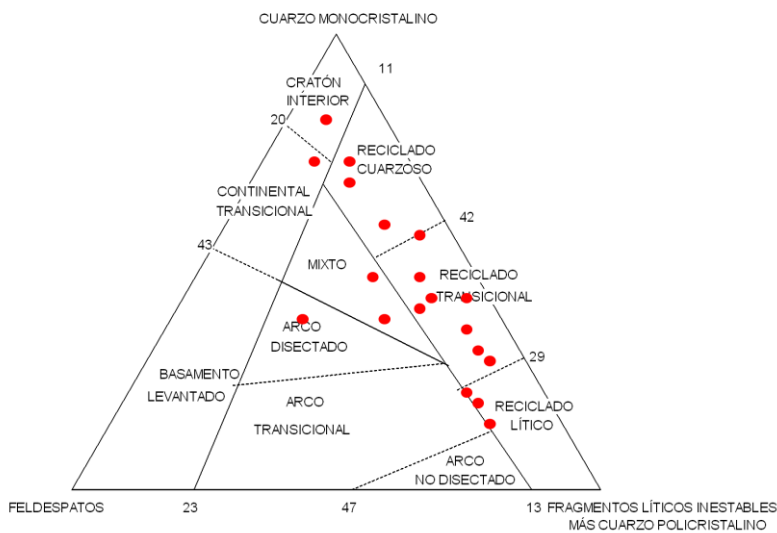


Figura 12. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QmFLt) para la Formación Arroyo Seco.

5.2 FORMACIÓN TOLUVIEJO

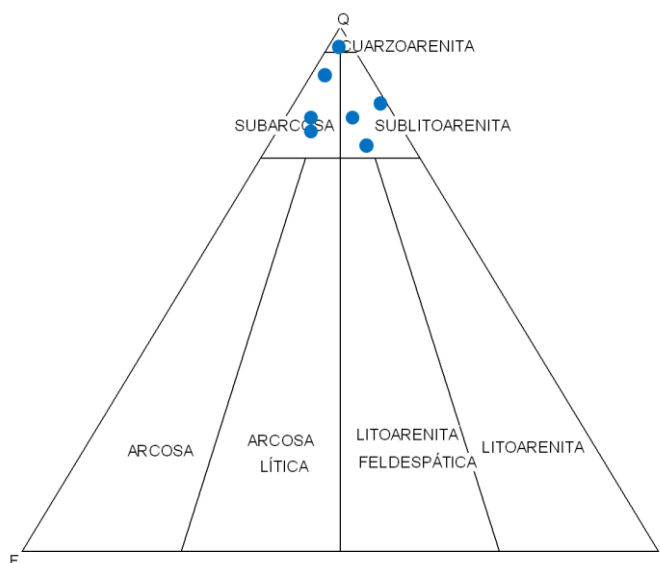


Figura 13. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Toluviejo, según la propuesta de Folk (1974).

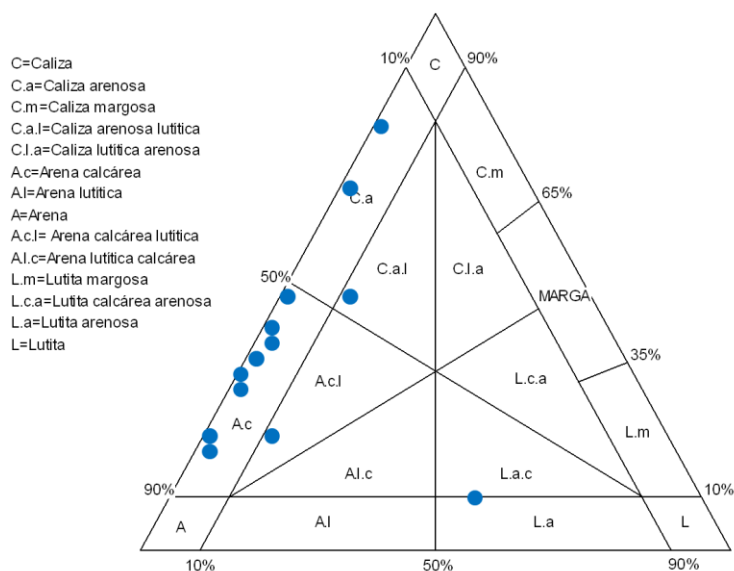


Figura 14. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Toluviejo, según la propuesta de Vatan (1967)

5.2.1 Pozo 3

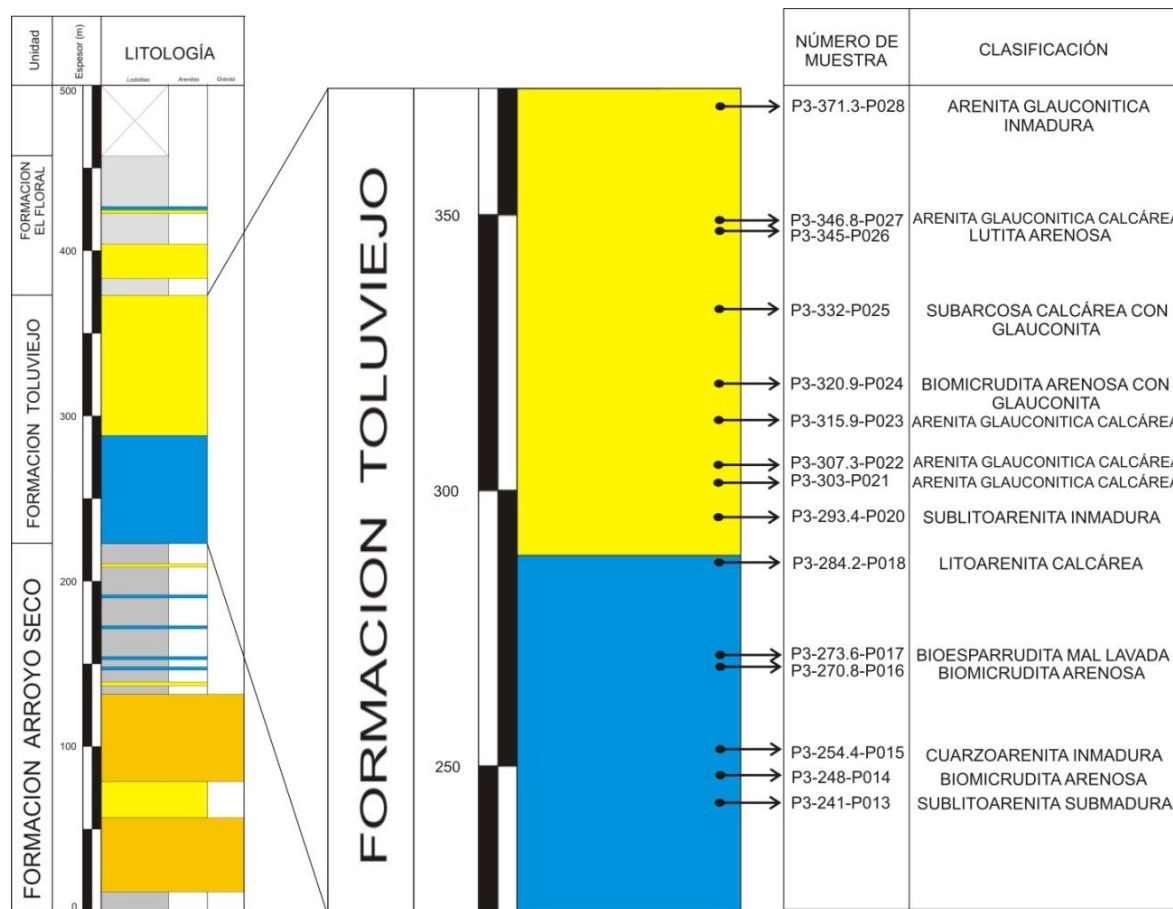


Figura 15. Columna estratigráfica de la Formación Tolúviejo en el Pozo 3 (modificada de Bermudez, 2009).

Este pozo se caracteriza principalmente por su contenido de glauconita en casi todas las muestras, exceptuando alguna de ellas que corresponden a sublitoarenita, cuarzoarenita, litoarenita y lutita arenosa respectivamente; las demás muestras se clasifican principalmente como arenitas glauconíticas y en menor medida biomicrudita, bioesparrudita y subarcosa (Figura 15, Anexo B).

El tamaño de grano en las muestras con contenido de glauconita, está entre arena media y arena gruesa. La presencia de matriz arcillosa fluctúa entre 8 y 27%, el

porcentaje de matriz arenosa principalmente compuesta por cuarzo y feldespatos está entre 4 y 11%, la selección es moderada.

El contenido de cuarzo es importante en todas las muestras con valores entre 5 y 30%, predominando principalmente el Qm con porcentajes entre el 4 y el 18% (Figura 86 a), sobre el Qp que tiene porcentajes variables entre 1 y máximo 12%, estos son principalmente cuarzo metamórfico recristalizado y en baja proporción metamórfico esquistoso. Los clastos de cuarzo en general presentan microlitos de circón, apatitos, cloritas y epidotas principalmente.

Los feldespatos en las muestras no indican un dominio claro entre ellos, pero se nota una leve superioridad de feldespatos plagioclasa comúnmente con macla de albita, alcanzando valores de 3%, mientras que los feldespatos alcalinos se presentan en porcentajes que no superan el 2% en promedio.

Casi en su totalidad las muestras presentan fragmentos líticos con valores entre 3 y 5%; los más abundantes son los líticos sedimentarios, principalmente chert, con valores del 5%, le siguen en importancia los ígneos principalmente volcánicos con valores de 3% aproximadamente, los líticos metamórficos no son importantes en la unidad.

El porcentaje de micas está entre 1 y 6%, correspondiendo principalmente a cloritas y moscovitas, esporádicamente se presentan biotitas (Figura 86 a).

La glauconita es importante en todas las muestras, sus valores se presentan entre el 5 y el 38% (Figura 92 b).

Los minerales accesorios se presentan en porcentajes entre el 1 y el 5%, son principalmente turmalina, minerales opacos y algunos fosfatos (Figura 93 c, Figura 93 d).

El contenido de bioclastos es importante en las muestras con porcentajes entre el 1 y 13% (Figura 91 e), entre estos se aprecian foraminíferos (Figura 91 c), equinodermos, corales, gasterópodos, briozoarios, algas y bivalvos.

La presencia de ooides se da en todas las muestras con un porcentaje que varía entre 1 y 3% compuestos principalmente de glauconita y carbonatos (Figura 91 d).

El cuarzo corresponde principalmente a Qm con un valor máximo del 18% (Figura 91 b) y de Qp con hasta 17% aproximadamente, perteneciendo a cuarzo metamórfico recristalizado y esquistoso en menor proporción. En ambos casos Cuarzo Qp y Cuarzo Qm presentan microlitos de circón, epidota, apatito y cloritas.

Los feldespatos se presentan en la muestra entre el 1 y el 2% (Figura 91 a) perteneciendo principalmente a plagioclasas.

Los fragmentos líticos están entre el 3 y el 7%, corresponden a fragmentos líticos sedimentarios, esencialmente chert, con valores que llegan al 7%; le siguen los fragmentos líticos ígneos con un porcentaje del 3%, predominando los fragmentos volcánicos.

Las micas, principalmente cloritas presentan porcentajes del 3% seguida de moscovita.

Los minerales accesorios pertenecen a opacos con un porcentaje máximo del 1%.

Los bioclastos presentes son principalmente foraminíferos seguido de corales, equinodermos, algas y bivalvos (Figura 91 a) con un porcentaje del 11%. Los ooides también están presentes sin superar el 1% compuestos de carbonatos.

Para las muestras terrígenas el tamaño de grano es variable, se encuentra entre arena muy fina y arena gruesa. La matriz arcillosa es importante en dos de ellas con valores del 23 y el 30% siendo texturalmente inmaduras, a diferencia de la muestra 013 que no tiene matriz arcillosa, pero su selección es pobre por lo tanto texturalmente es Submadura.

El contenido de cuarzo es importante llegando casi al 39%, el Qm con porcentaje superior al 22% es el más importante; el Qp está entre el 1 y el 17% siendo es su mayoría cuarzo metamórfico recristalizado y cuarzo metamórfico deformado; hay presencia de microlitos de apatito, circón, minerales opacos y algunas micas como clorita y moscovitas.

Los fragmentos líticos se presentan con valores entre el 1 y el 3% que corresponde principalmente a fragmentos líticos sedimentarios en su mayoría chert (Figura 85 b), el porcentaje restante pertenece a fragmentos líticos ígneos principalmente volcánicos.

Las micas están en porcentajes del 1 al 4% principalmente, corresponden a cloritas y en menor medida biotitas.

Los minerales accesorios no superan en promedio el 4%, corresponde principalmente a epidota, circón, minerales opacos y anfíboles en muy baja proporción.

Para la muestra clasificada como lutita arenosa, presenta algunos bioclastos sin superar el 5%, principalmente foraminíferos, algunos piritizados y en menor proporción corales; los Ooides también se presentan con un porcentaje máximo del 1%.

Las muestras correspondientes a biomicruditas arenosas, su composición es principalmente micrita (Figura 87 d) y en menor proporción esparita alcanzando 32%. La presencia de bioclastos es importante, llega hasta 17%; pertenecen principalmente a foraminíferos como *Lepidocyclinas* (Figura 89 c), nummulitidos algunos con cámaras rellenas de glauconita (Figura 89 f) y otros piritizados; uno en particular encontrado corresponde a el género *Miogypsina* de la familia *Myogipsinidae* de acuerdo al reporte enviado por la ANH, por Rosa Esther Navarrete (comunicación verbal) (Figura 89 b). También se tiene equinodermos, bivalvos (Figura 85 d), algas, corales (Figura 94) y briozoarios (Figura 89 a) y en menor proporción algunos restos de pez compuestos de colofana (Figura 87 c, Figura 87 d).

La presencia de ooides en las muestras alcanza 3%, estos están compuestos principalmente de micrita y glauconita.

La parte arenosa corresponde principalmente a cuarzo con valores entre el 14 y el 22%, de los cuales el Qm está entre 9 y 14%, el Qp se presenta varía en 4 y 8%; algunos con microlitos de clorita, apatitos y circones.

Los feldespatos solo se presentan en una de las muestras con valores del 2% aproximadamente, correspondiendo principalmente a feldespatos alcalinos, los fragmentos líticos también se encuentran con este valor donde los líticos sedimentarios tienen el mayor porcentaje, seguido de los fragmentos ígneos y finalmente los metamórficos.

La glauconita se presenta en ambas muestras con porcentajes entre el 3 y 4%.

Los minerales accesorios alcanzan porcentajes entre el 1 y el 4%, corresponde principalmente a minerales opacos.

Las muestras pertenecientes a una bioesparrudita mal lavada y una biomicrudita arenosa con glauconita presentan bioclastos entre 16 y 41%, correspondiendo principalmente en orden de abundancia a foraminíferos (Figura 85 a), unos con cámaras rellenas de pirita, glauconita y material terrígeno, equinodermos (Figura 91 f) corales, bivalvos, algas y gasterópodos (Figura 92 a). Algunos foraminíferos corresponden a *Lepidocyclinas* y *Nummulitidos*.

La parte arenosa corresponde principalmente a cuarzo con porcentajes entre 12 y 21%, siendo el Qm el más abundante con valores entre 8 y 12%. El Qp está entre 4 y 9% (Figura 93 b). Hay presencia de microlitos de circón y apatitos en ambos casos.

Los fragmentos líticos tienen porcentajes que no superan el 2%, corresponde principalmente a fragmentos líticos sedimentarios (Figura 93 b), los fragmentos de rocas ígneas se presentan en menor proporción. Ambas muestras tienen presencia de glauconita con valores que no superan 6% (Figura 93 b).

Los minerales accesorios principalmente fosfatos llegan a valores máximos de 2% en una de las muestras.

5.2.2 Pozo 8 (2)

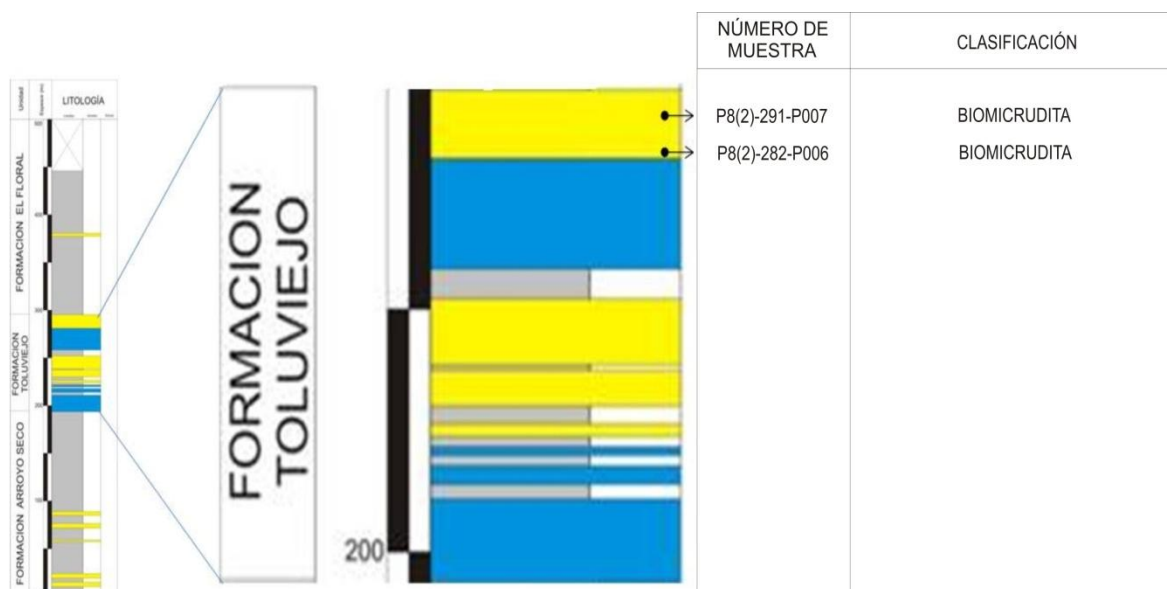


Figura 16. Columna estratigráfica de la Formación Tolúviejo en el Pozo 8(2) (modificada de Bermudez, 2009).

2 secciones delgadas se analizaron para este pozo, las muestras corresponden en ambos casos a calizas clasificadas como biomicruditas (Figura 16, Anexo C).

La presencia de cuarzo es mínima superando escasamente el 1% en las muestras este valor corresponde a cuarzo monocristalino; los feldespatos presentes son plagioclasas que no superan el 1% y que se encuentran con altos metasomatismos por carbonatos.

Como minerales accesorios se encuentran fosfatos con porcentajes menores al 1%.

En las secciones la parte carbonatada representa más del 90% por ende se consideran calizas puras.

La presencia de aloquímicos en las muestras se encuentra entre 72 y 84% corresponde principalmente a bioclastos y en menor medida a pellets y ooides; los bioclastos corresponden principalmente a macroforaminíferos (Figura 97 a), muchos de ellos Nummulitidos que pueden llegar hasta el 28% (Figura 95, Figura 96), también se presentan equinodermos con porcentajes que pueden alcanzar el 6% (Figura 99), algunos braquiópodos y bivalvos con un 6% máximo, corales con porcentajes entre el 1 y el 5%, también se encuentran abundantes algas, algunas con perforaciones, en las muestras se notan abundantes fragmentos de conchas posiblemente de bivalvos pero debido a su alto fracturamiento es difícil determinarlo, en muchos de los casos los bioclastos no se pudieron identificar debido también a la pérdida de su estructura por la micritización de estos (Figura 100).

Los pellets se presentan en las muestras con porcentajes entre el 10 y el 15% en algunos casos estos se encuentran glauconitizados.

El carbonato microcristalino se presenta en ambas muestras y sus porcentajes están entre el 13 y el 25%.

5.2.3 Pozo 12

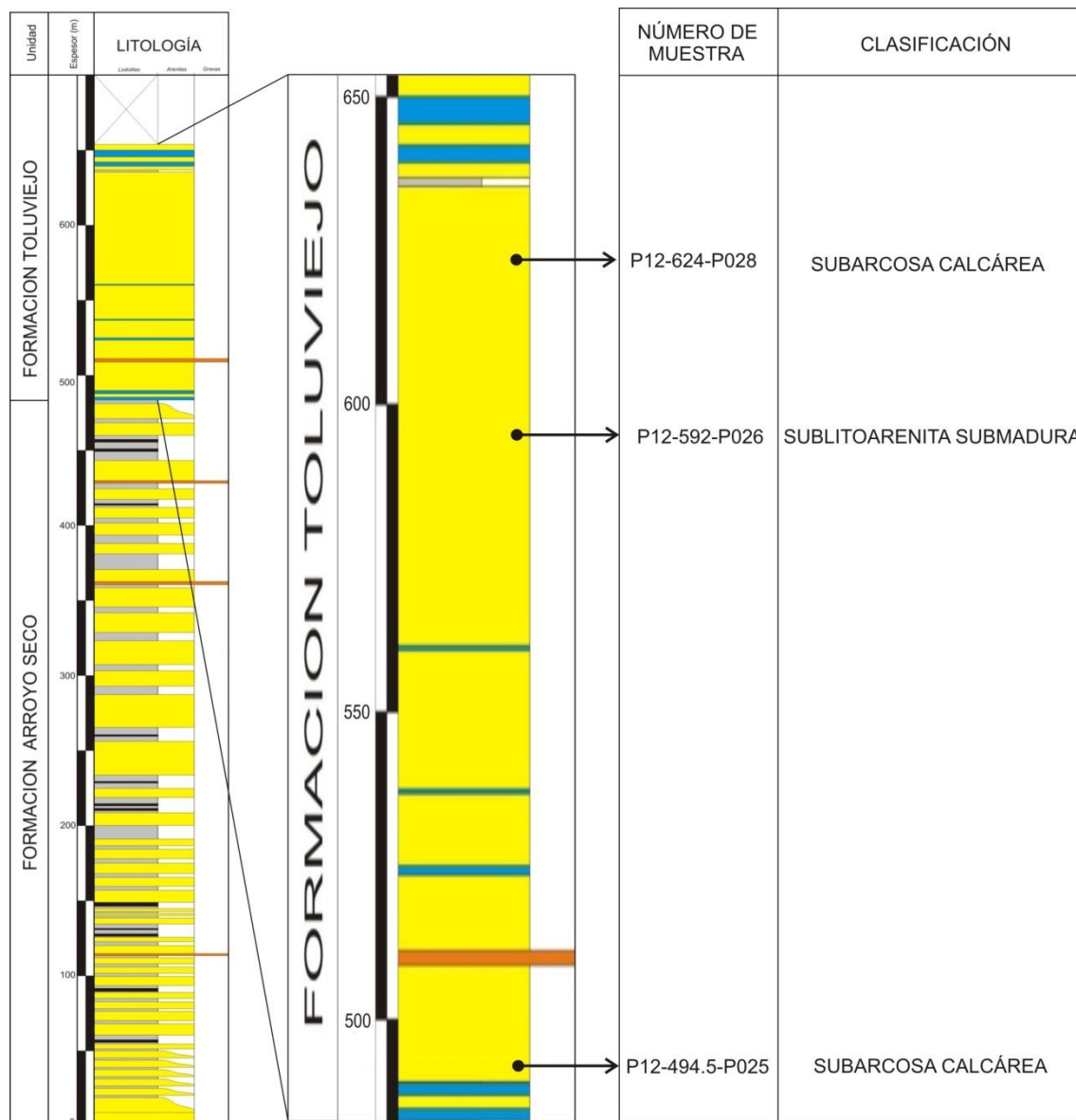


Figura 17. Columna estratigráfica de la Formación Tolúviejo en el Pozo 12 (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo se analizaron 3 secciones, que corresponden a una sublitoarenita submadura y a subarcosas calcáreas (Figura 17, Anexo E).

Para la muestra terrígena el tamaño de grano se encuentra entre arena fina y arena gruesa, su selección es pobre, texturalmente es submadura y los granos que predominan son subangulares y subredondeados.

El contenido de cuarzo es importante llegando a 48%, donde el Qm con porcentaje superior al 26% es el más importante; el Qp con 21% es en su mayoría cuarzo metamórfico deformado y cuarzo metamórfico recristalizado; hay presencia de microlitos de opacos.

Los feldespatos presentes son plagioclasas parcialmente sericitizadas y feldespatos alcalinos con macla de microclina (Figura 104 b), ambos con porcentajes que no superan el 2%.

Los fragmentos líticos se presentan con valores máximos del 6% que corresponde a fragmentos líticos sedimentarios de chert con un 5% (Figura 104 c), el porcentaje restante pertenece a fragmentos líticos ígneos volcánicos.

Las micas están en porcentajes menores del 1%, corresponden a cloritas y en menor medida moscovitas.

Los minerales accesorios no superan el 3%, corresponde principalmente a opacos y a epidota.

Las muestras clasificadas como subarcosas calcáreas presentan composición principalmente esparítica con valores entre el 20 y el 25%, seguida de micrita con un valor máximo del 6%. La presencia de bioclastos es importante para la muestra 025 con valores de hasta el 9%, los bioclastos encontrados pertenecen principalmente a foraminíferos (nummulítidos) (Figura 102 a), bivalvos (Figura 102 b) y equinodermos; la bioturbación también está presente con un porcentaje que no supera el 1%.

La parte arenosa corresponde principalmente a cuarzo con valores entre el 30 y el 42%, de los cuales el Qm está entre el 23 y el 32% (Figura 104 b) y el Qp entre el 6 y el 10%, siendo en su mayoría cuarzo metamórfico deformado y cuarzo metamórfico recristalizado; algunos con microlitos de opacos, epidotas y cloritas.

Los feldespatos encontrados pertenecen a plagioclasas con macla de albita y parcialmente sericitizadas con porcentajes máximos del 5%.

Los fragmentos líticos hallados pertenecen a fragmentos de chert (Figura 101 c) y fragmentos líticos volcánicos con porcentajes que no superan el 2%.

Las micas solo se presentan en una de las muestra con valores del 9% que corresponden a cloritas y moscovita.

Los minerales accesorios alcanzan porcentajes máximo del 6% correspondiendo principalmente a epidotas y minerales opacos.

5.2.4 Procedencia Tectónica

Para esta unidad, al igual que en la anterior se nota una tendencia similar observándose en el diagrama QtFL que las muestras pertenecen a cratón interior (Figura 18) y para el diagrama QmFLt las muestras corresponden a orógeno reciclado transicional y aisladamente a orógeno reciclado cuarzoso (Figura 19).

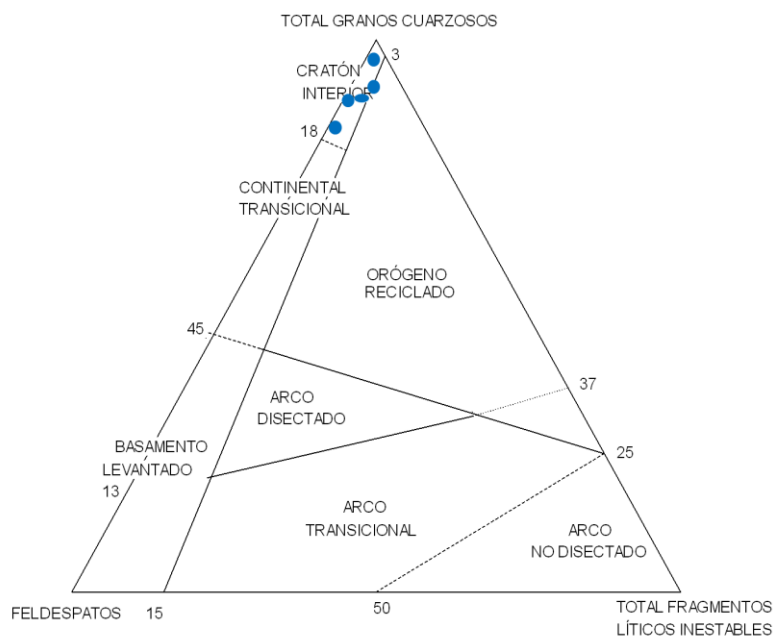


Figura 18. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QtFL) para la Formación Tolúviejo.

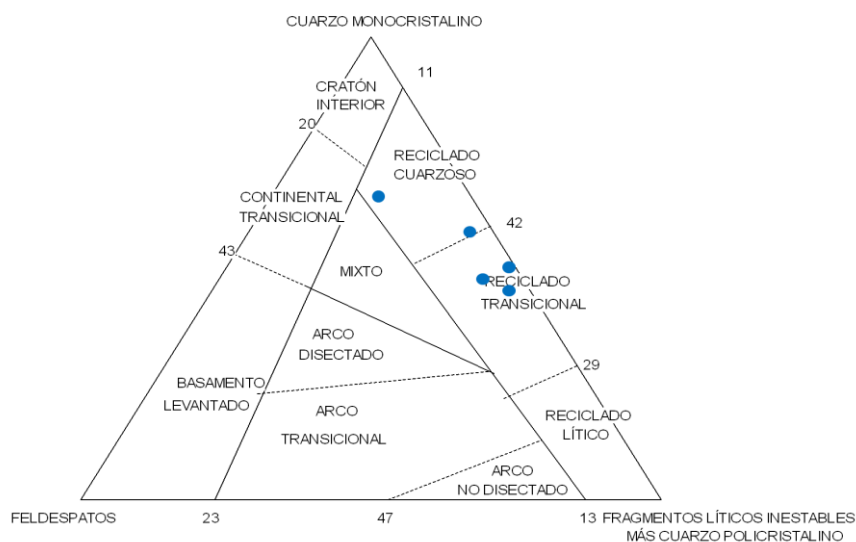


Figura 19. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QmFLt) para la Formación Tolúviejo.

5.3 FORMACIÓN EL FLORAL

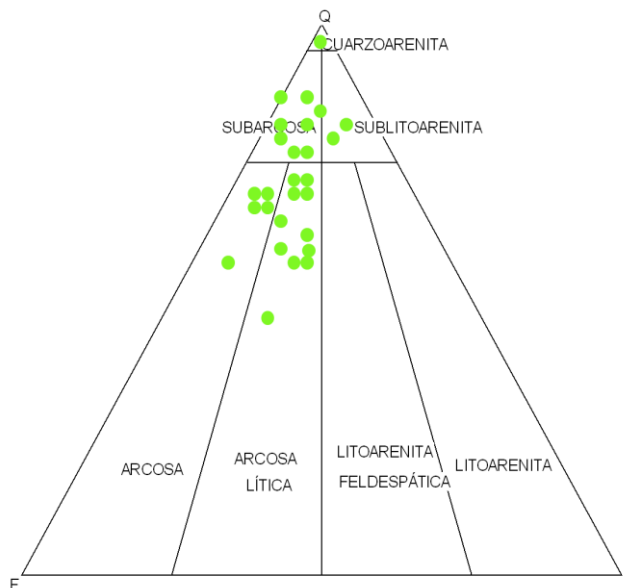


Figura 20. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación El Floral según la propuesta de Folk (1974).

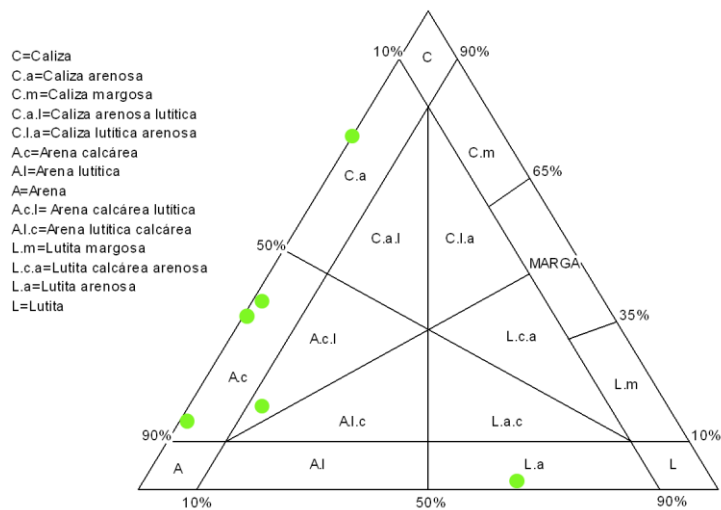


Figura 21. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación El Floral, según la propuesta de Vatan (1967).

5.3.1 Pozo 3

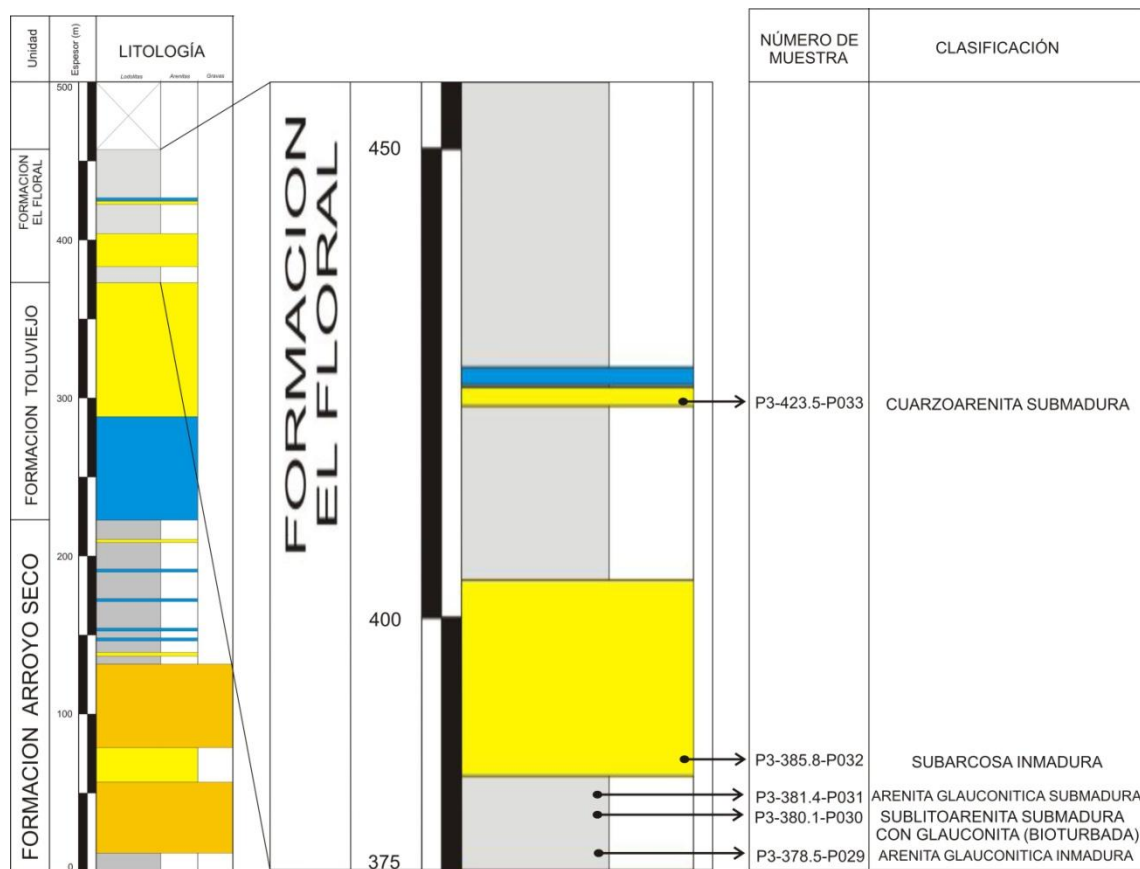


Figura 22. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 3 (modificada de Bermudez, 2009).

El pozo en general presenta una variación entre arenitas glauconíticas, subarcosa, cuarzoarenita y sublitoarenita con glauconita (Figura 22, Anexo B).

En las muestras el tamaño de grano es variable, se encuentra entre arena fina y arena gruesa. La matriz arcillosa sólo se presenta en dos de las cinco muestras alcanzando un valor máximo del 22 y el 23%, clasificándose texturalmente como inmaduras. La matriz arenosa es del orden del 4%, corresponde principalmente a cuarzo y feldespato. La selección para las demás es moderada lo que implica que

texturalmente son submaduras; los clastos predominantes son subangulares a subredondeados de menor importancia se presentan los angulares y redondeados.

El Qm presenta porcentaje entre el 26 y el 38% (Figura 105 b) algunos con extinción ondulante y Qp entre el 9 y el 11%, siendo en su mayoría cuarzo metamórfico recristalizado seguido de metamórfico deformado (Figura 108); hay presencia de microlitos de clorita, apatito y zircón. La muestra 029 presenta porcentajes muy bajos de cuarzo, donde el Qm se presenta con un 4% y el policristalino con un porcentaje menor del 1%.

Los feldespatos plagioclasa y feldespatos alcalinos se presentan con porcentajes que no superan el 2%.

Los fragmentos líticos corresponden a fragmentos sedimentarios de chert con valores máximos del 5%.

Las micas están con porcentajes entre el 1 y el 8%, correspondiendo principalmente a cloritas (Figura 106), moscovita y en menor medida a biotitas.

Los minerales accesorios encontrados corresponde a opacos, epidota, circones, y fosfatos en muy baja proporción; estos se encuentran con valores que no superan el 5%.

Las glauconitas se presentan en la mayoría de las muestras con porcentajes entre el 1 y el 27% (Figura 105 a).

La presencia de bioclastos sólo se da en tres de las cinco muestras con porcentajes aproximadamente del 1%, encontrándose principalmente foraminíferos (Figura 105 a).

5.3.2 Pozo 5

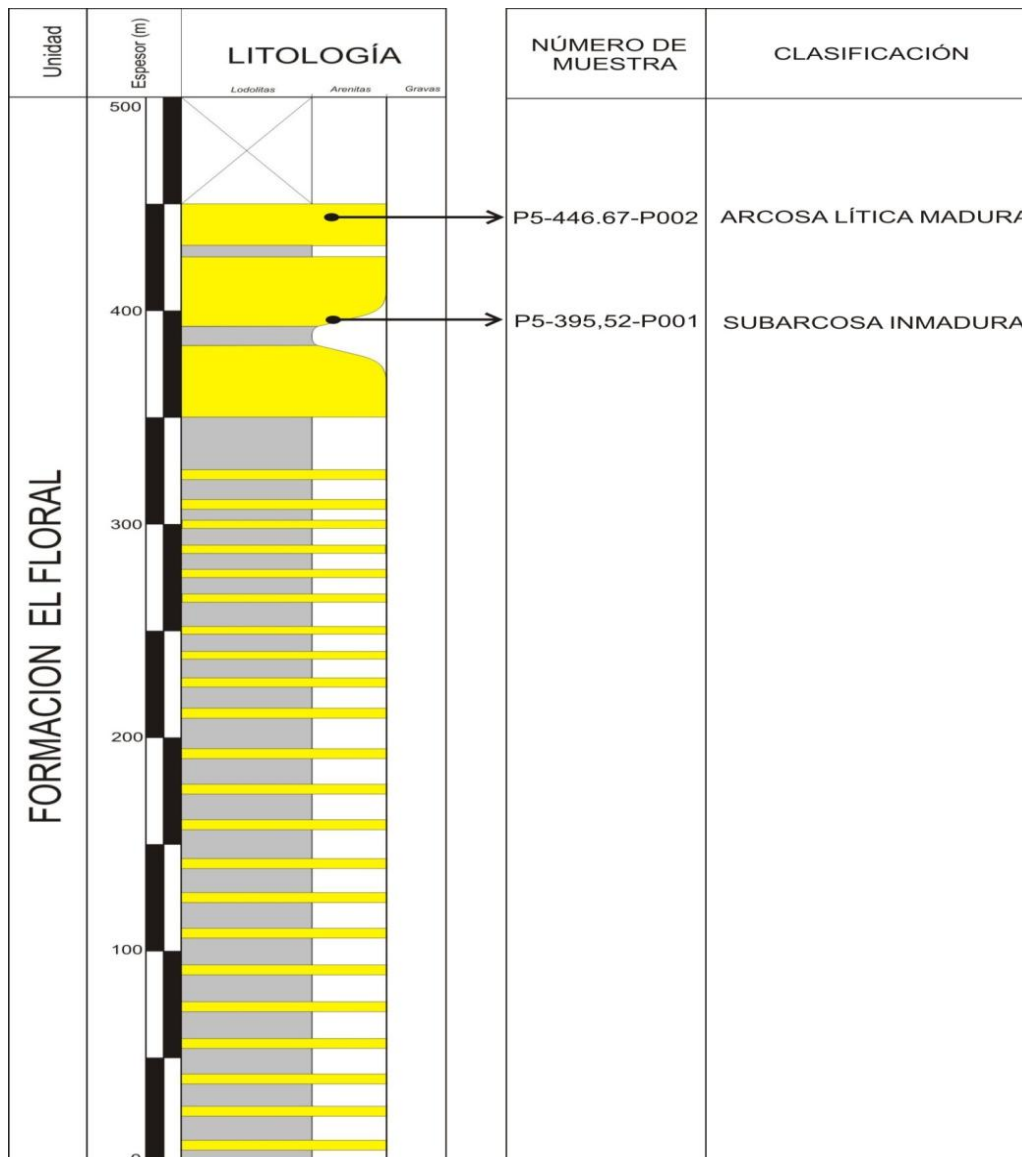


Figura 23. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 5 (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo se analizaron 2 muestras corresponden a subarcosa inmadura y arcosa lítica madura (Figura 23, Anexo G).

El tamaño de grano dominante es arena fina a arena media. La matriz arcillosa se presenta en porcentajes que oscilan entre el 4 y el 11%, la selección es de moderada a buena, pero debido al alto contenido de matriz arcillosa la muestra 001 es texturalmente inmadura a diferencia de la muestra 002 que texturalmente corresponde a una roca madura; los granos que predominan son subangulares y subredondeados, la matriz de limo no supera el 4% en las muestras.

El cuarzo es el mineral más importante con valores que alcanzan 30%, perteneciendo principalmente a Qm (Figura 111 a, Figura 111 b) con extinción ondulante en algunos casos, el Qp se presenta en porcentajes entre el 5 y el 8%, en ambos casos presentan microlitos de apatito y circón y epidota (Figura 115).

Las plagioclasa son dominantes en las muestras con valores aproximados entre el 3 y el 6%, principalmente con macla de albita, los feldespatos potásicos están entre 1 y 5% (Figura 112).

Fragmentos líticos solo se presentan en una de las muestras con un porcentaje del 4%, estos son principalmente ígneos volcánicos seguidos de los sedimentarios que en su totalidad son chert.

Las micas se encuentran con valores de hasta el 8%, principalmente corresponde a cloritas, biotitas (Figura 110, Figura 114) y en menor proporción moscovitas.

Como minerales accesorios se tienen principalmente epidotas alcanzando valores de casi el 7% (Figura 113 a, Figura 113 b).

La presencia de bioclastos se limita a una de la muestras correspondiendo estos a foraminíferos piritizados y sin superar el 1% (Figura 109 c, Figura 109 d).

5.3.3 Pozo 7

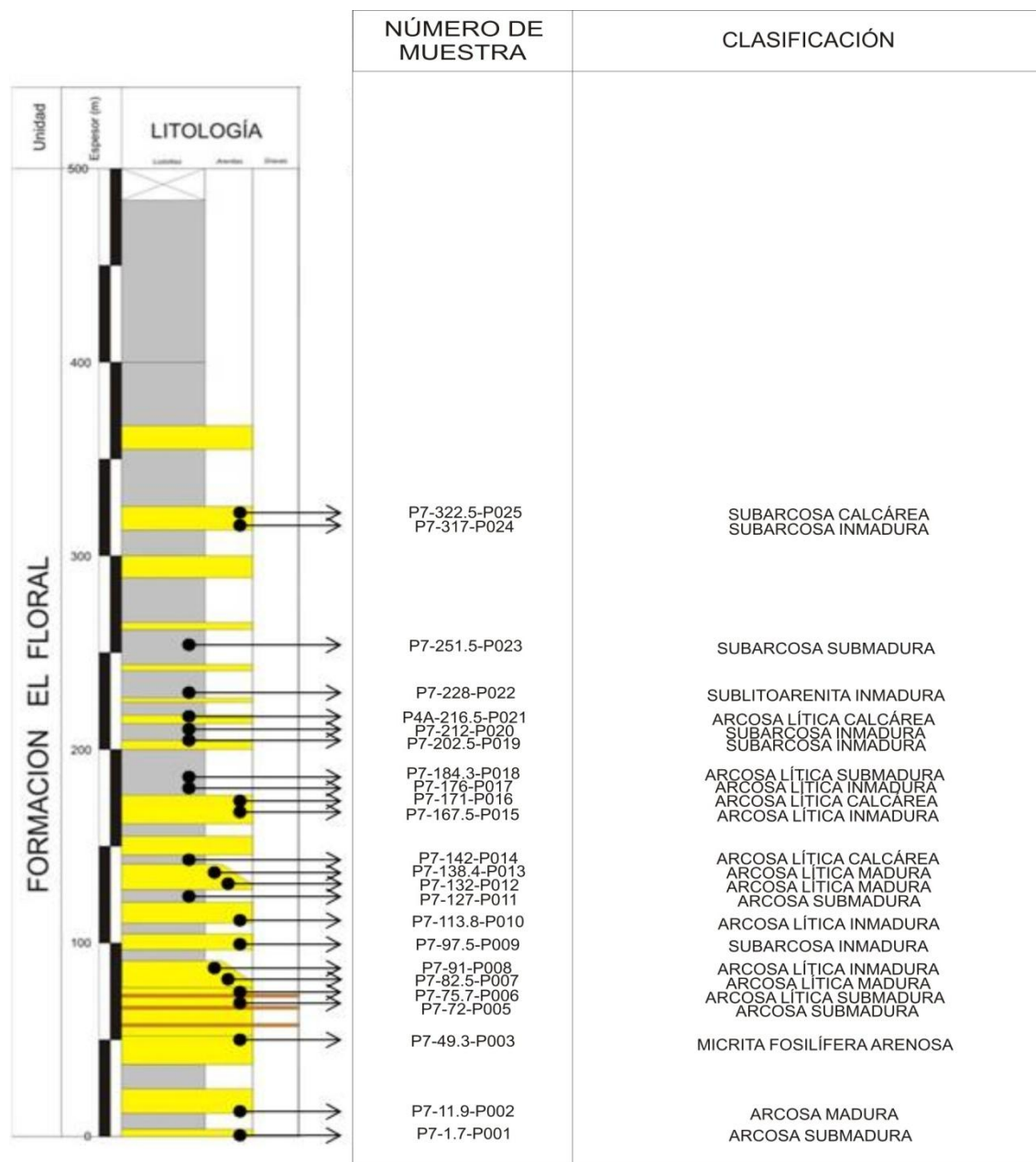


Figura 24. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 7 (modificada de Bermudez, 2009).

24 secciones delgadas se analizaron para este pozo. En términos generales la unidad presenta un marcado dominio de rocas terrígenas tales como arcosas

líticas, arcosas, subarcosas y en menor medida sublitoarenitas. Las rocas mixtas muestran un dominio de componentes terrígenos en su mayoría correspondientes a arcosas líticas calcáreas y subarcosas calcáreas. Una de las muestras corresponde a una micrita fosilífera (Figura 24, Anexo H).

El tamaño habitual de grano en el pozo se encuentra entre arena media y arena gruesa, la presencia de matriz arcillosa esta casi limitada a las rocas terrígenas; ésta varía entre el 2 y el 29%, en las rocas mixtas sólo se presenta en una de las secciones donde alcanza un valor importante del 10%; la selección en general está entre moderada y buena; sumado esto a la variabilidad de la matriz arcillosa en lo que corresponde a su presencia o no en las muestras, texturalmente las arenitas son desde inmaduras hasta maduras.

Predominantemente los granos son subangulares a subredondeados. Los granos angulares pueden llegar a ser importantes en algunas secciones, debido tal vez a la alta corrosión y disolución presente en algunas muestras, que modifican la redondez original de los clastos; la presencia de matriz de arena y limo se limita solo a algunas muestras, con porcentajes entre el 1 y el 6% y del 1 al 2% respectivamente, ambas están compuestas principalmente de cuarzo y feldespatos.

La presencia de cuarzo es importante dentro de las muestras, se presenta en general con porcentajes que fluctúan entre el 11 y el 55%. El valor mínimo corresponde a la muestra 003 con un porcentaje del 10%; para las demás muestras el porcentaje supera el 24%; corresponde principalmente a cuarzo monocristalino con valores en un rango del 17 al 36% para la mayoría de las muestras. En muchos casos presentan extinción ondulante y microlitos de apatito, circón, clorita, moscovita, epidota y minerales opacos, aisladamente se encuentran fracturados.

Los cuarzos policristalinos, principalmente cuarzo metamórfico recristalizado y metamórfico deformado presentan porcentajes que varían entre el 3 y 21%, igual que el cuarzo monocristalino presenta variedad de microlitos.

Los feldespatos se encuentran importantes con valores entre 3 y 17%, las plagioclasas principalmente tienen macla de albita y periclina (Figura 118, Figura 118 d) y en algunos casos combinación carlsbad-albita, presentan valores que oscilan entre el 2 y el 8%. Los feldespatos alcalinos están en rangos entre el 1 y el 9%, presentan macla de carlsbad y microclina en algunos casos con alteraciones a caolín.

Los fragmentos líticos presentes en las muestras son principalmente ígneos y sedimentarios (Figura 119 b), los fragmentos de roca metamórficos se presentan en muy bajo porcentaje y en una sola de las muestras.

Los fragmentos líticos ígneos aparecen en todas las muestras con valores que se distribuyen entre el 1 y 14%, corresponde principalmente a fragmentos líticos volcánicos (Figura 124 a), aunque en algunas muestras estos son superados por los fragmentos de rocas plutónicas, principalmente granitos.

Los fragmentos líticos sedimentarios especialmente correspondientes a chert y en menor medida fragmentos de arenitas, se presentan en porcentajes entre 1 y 8%. Los fragmentos líticos metamórficos se presentan solo en unas de las secciones analizadas y su porcentaje no supera el 1%.

Las micas presentan valores entre el 1 y el 7%, corresponden principalmente a cloritas biotitas y moscovitas (Figura 122); algunas no se reconocen, pues han sido reemplazadas por óxidos de hierro (Figura 117 a, Figura 117 b).

Los minerales accesorios presentes son epidotas, circón, turmalina y minerales opacos, estos no superan el 5% en las muestras.

La presencia de glauconita es limitada dentro de la unidad, se presenta en muy pocas muestras y su porcentaje escasamente supera el 1%.

La existencia de bioclastos en las muestras no se limita a las muestras mixtas, en algunas muestras terrígenas hay presencia de estos pero el porcentaje de aloquímicos es demasiado bajo por lo que no se consideran mixtas. En términos generales la presencia de bioclastos se limita a unas cuantas muestras y su porcentaje no supera el 6% en el mejor de los casos; corresponde principalmente a foraminíferos (Figura 116 c, Figura 120 b) que en algunos casos alcanzan los 3mm, equinodermos y gasterópodos; donde algunos presentan piritización de las cámaras.

Los ooides se limitan a unas pocas muestras mixtas y su porcentaje no supera el 1%, principalmente se componen de glauconita y carbonato (Figura 119 a).

La presencia de pellets también es restringida, aunque no se limita solo a las muestras mixtas, se presentan en algunos casos en muestras terrígenas pero sus porcentajes no superan el 1% en promedio (Figura 120 a).

Un aspecto importante es la presencia de bioturbación en un 30% de las muestras analizadas, presentándose en algunos casos fuerte bioturbación, mientras que en otras es un poco más moderada (Figura 124 a, Figura 124 b).

5.3.4 Pozo 14

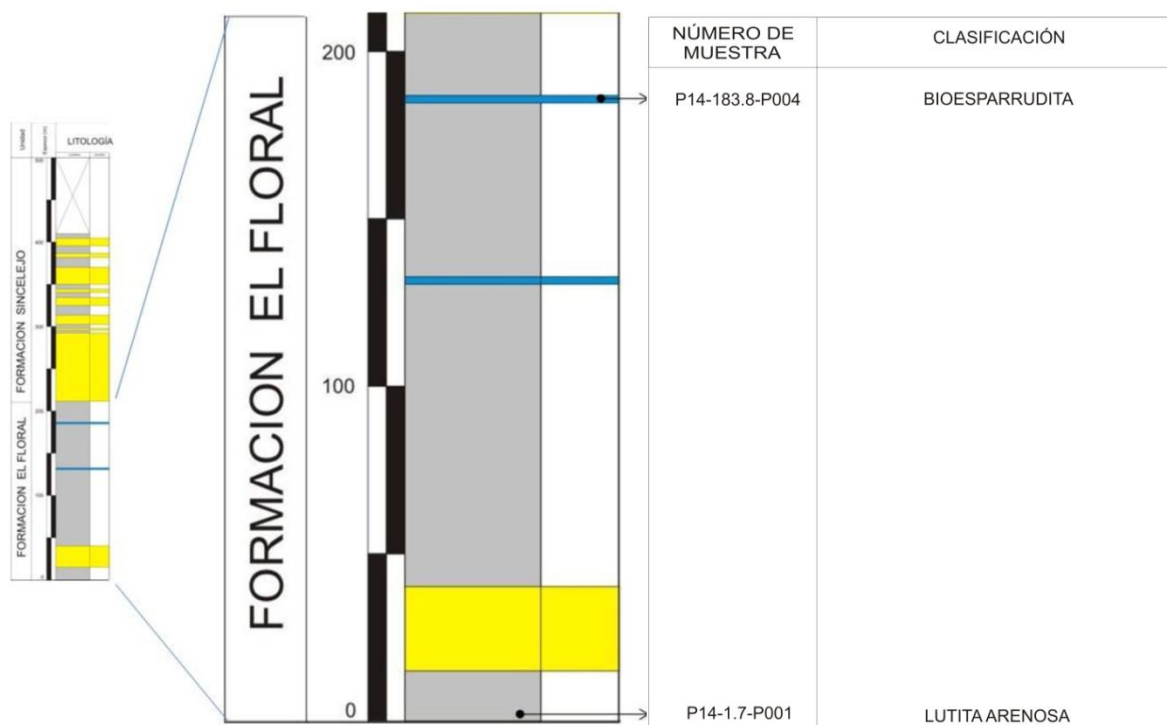


Figura 25. Columna estratigráfica de la Formación El Floral en el Pozo 14 (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo se analizaron 2 secciones delgadas, correspondiendo a una lutita arenosa y una bioesparrudita (Figura 25, Anexo I).

Para la lutita el porcentaje de matriz arcillosa y clorítica llega casi al 60%, la parte arenosa corresponde a cuarzo principalmente, el más abundante es el Qm con un 18%, el Qp presenta un porcentaje de aproximadamente del 3%; los feldespatos se encuentran en menor proporción alcanzando solamente un máximo de 2% perteneciente a plagioclasas sericitizadas parcialmente, los feldespatos alcalinos no superan el 1% presentando macla de carlsbad.

Las micas se encuentran con porcentajes del 7%, principalmente son cloritas y en menor proporción se encuentran moscovitas y biotitas.

Como accesorios se presentan minerales opacos llegando a porcentajes del 2%. La muestra que corresponde a una bioesparrudita, presenta matriz clorítica que alcanza el 2%, la parte terrígena que no supera el 10% se muestra como cuarzo monocristalino con un 2%, feldespatos alcalinos y plagioclasas alcanzando el 3%, las micas presentes son principalmente moscovitas con un 3% y cloritas sin superar el 2%.

La parte carbonatada alcanza 88%, corresponde principalmente a aloquímicos que llega al 70% del total, el restante 30% corresponde a esparita.

Los aloquímicos son principalmente bioclastos dentro de los que se encuentran en orden de importancia bivalvos, gasterópodos, foraminíferos (Figura 128 a, Figura 133 a) y equinodermos, en muchos casos presentan las cámaras glauconitizadas (Figura 132), otro porcentaje menor de bioclastos no son reconocibles por micritización de estos o por no encontrarse completos (Figura 131).

Los pellets se presentan en baja proporción sin superar el 2% al igual que los ooides.

5.3.5 Procedencia Tectónica

Para esta unidad, al igual que en la anterior se nota una tendencia similar observándose en el diagrama QtFL que las muestras pertenecen a cratón interior-continental y a orógeno reciclado (Figura 26); al analizar el diagrama QmFLt se puede proponer que los orógenos reciclados son principalmente cuarzosos y en menor proporción transicionales; aisladamente se tienen arcos mixtos (Figura 27).

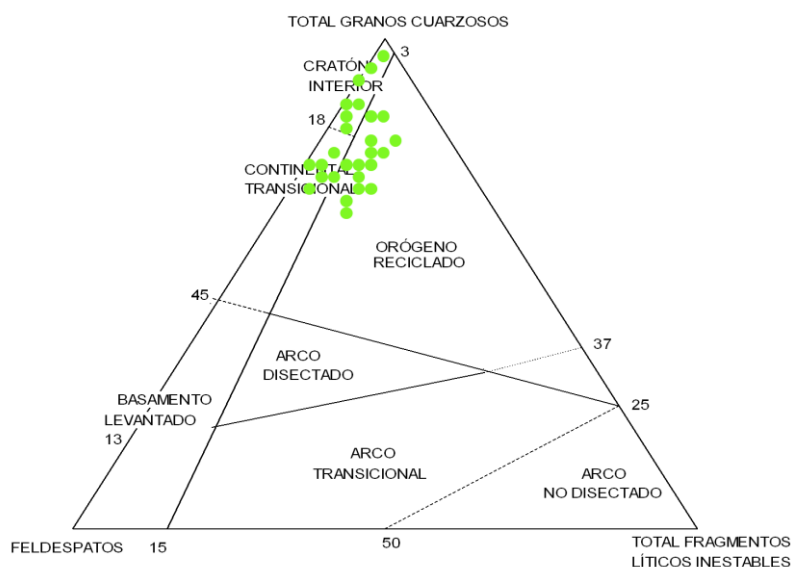


Figura 26. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QtFL) para la Formación El Floral.

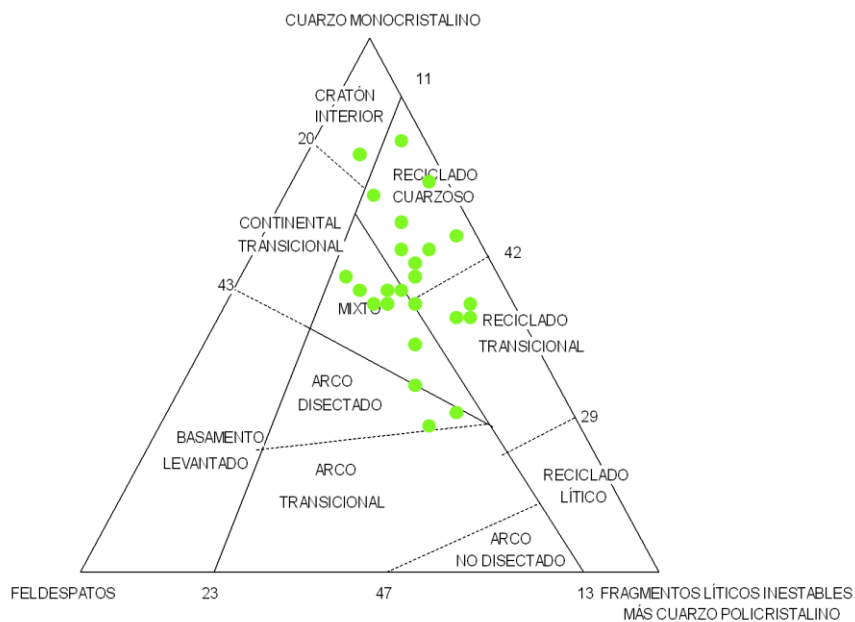


Figura 27. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QmFLt) para la Formación El Floral.

5.4 FORMACION CIENAGA DE ORO

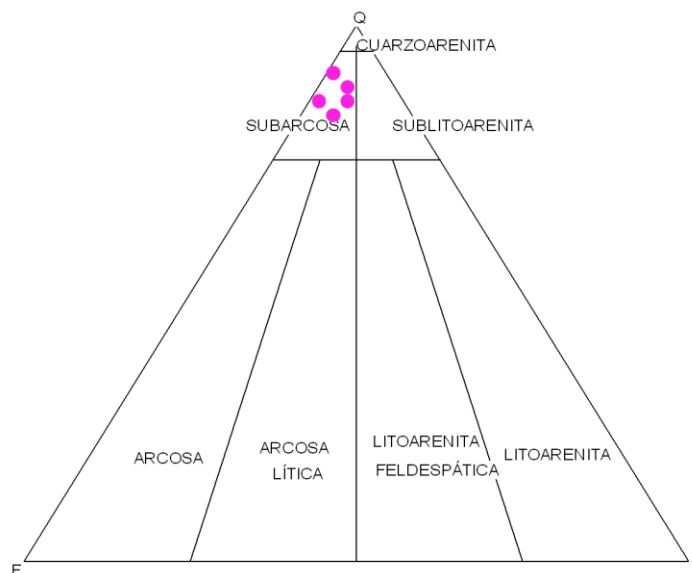


Figura 28. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Ciénaga de Oro, según la propuesta de Folk (1974).

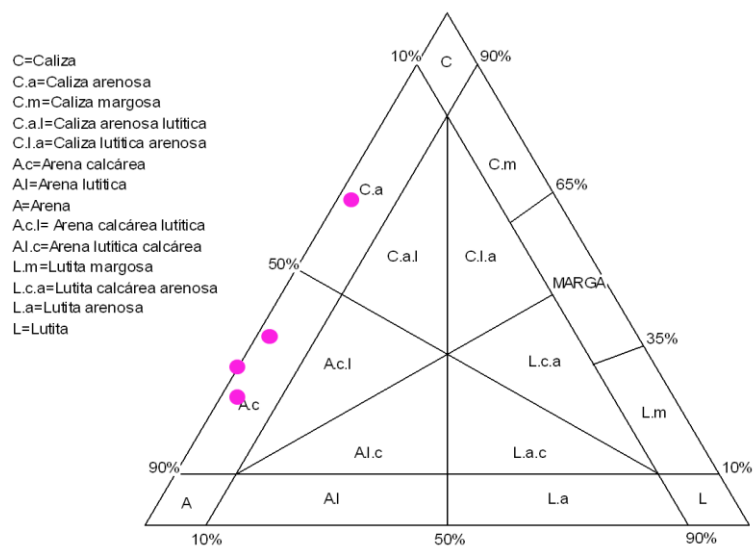


Figura 29. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Ciénaga de Oro, según la propuesta de Vatan (1967).

5.4.1 Pozo 15

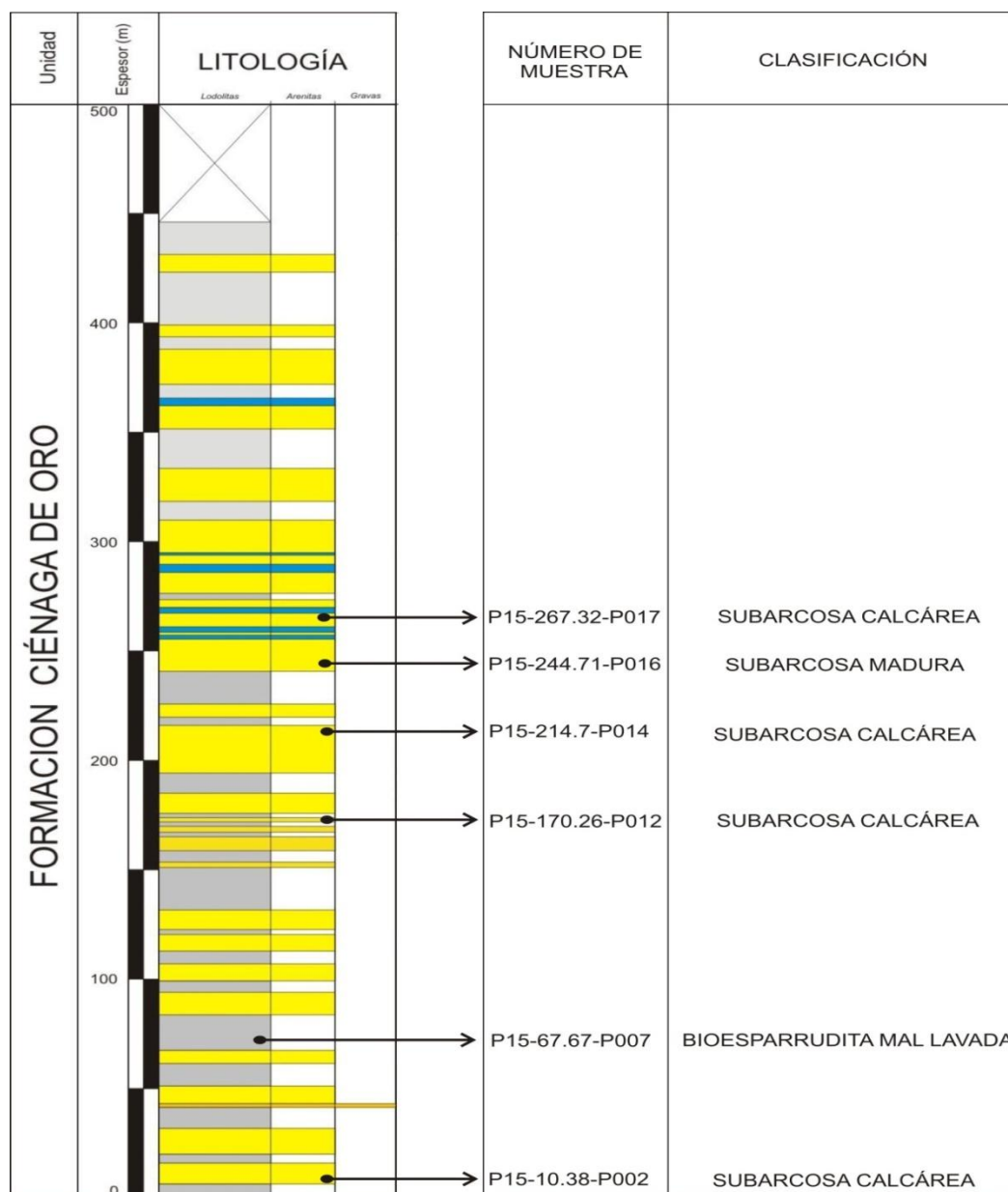


Figura 30. Columna estratigráfica de la Formación Ciénaga de Oro en el pozo 15 (modificada de Bermudez, 2009).

En este pozo se analizaron 6 secciones que corresponden a una subarcosa madura, a subarcosas calcáreas y a una bioesparrudita mal lavada (Figura 30, Anexo J).

Para la muestra terrígena, el tamaño de grano se encuentra entre arena fina y arena media, encontrándose bien seleccionada, texturalmente es madura y los granos que predominan son subangulares y subredondeados.

El contenido de cuarzo es importante llegando al 55%, donde el Qm presenta un porcentaje superior al 40%; seguido de Qp con el 10%, correspondiendo en su mayoría cuarzo metamórfico deformado y cuarzo metamórfico recristalizado; hay presencia de microlitos de epidota.

Los feldspatos presentes son plagioclasas con macla de albita con un porcentaje máximo del 1% y feldspatos alcalinos con macla de microclina, con un porcentaje del 6%.

Las micas corresponden a moscovita, cloritas y biotita con porcentajes que no superan el 7%.

Los minerales accesorios no superan el 3%, corresponden principalmente a epidota y opacos.

Las demás muestras, están compuestas principalmente de esparita (Figura 139 a) y microesparita con valores entre 6% y el 13%, seguida de micrita con un 8% (Figura 136). La presencia de bioclastos es importante para todas las muestra con valores de hasta el 36%, pertenecen principalmente a bivalvos (Figura 137 c, Figura 140 a), foraminíferos (Figura 137 a) como nummulitidos, equinodermos (Figura 138 b), gasterópodos (Figura 138 a) y corales y algunos braquiópodos (Figura 137 d); cabe anotar que dentro de este porcentaje existen algunos a los que no se les reconoce su estructura interna. Los ooides son comúnmente encontrados con porcentajes que varían entre 2 y el 8%, principalmente rellenos de glauconita (Figura 134 b) y carbonato. La bioturbación también está presente en algunas muestras con un porcentaje que no supera el 5% (Figura 137 e).

La parte arenosa corresponde principalmente a cuarzo con valores entre el 22 y el 53%, de los cuales el Qm está entre el 18 y el 37% (Figura 139, Figura 139 b), y el Qp entre el 4 y el 17%, siendo en su mayoría cuarzo metamórfico recristalizado, algunos con microlitos de biotitas, apatitos y cloritas.

Los feldespatos encontrados pertenecen a plagioclasas algunas con macla de periclina (Figura 139 a) y feldespatos alcalinos con macla de microclina, ambos con porcentaje máximo del 4%.

Los fragmentos líticos hallados pertenecen a fragmentos de chert y aisladamente líticos volcánicos y plutónicos con porcentajes que no superan el 3%.

Las micas se encuentran en todas las muestras con valores entre el 1 y el 5% correspondiendo a cloritas y moscovita (Figura 135).

Los minerales accesorios alcanzan porcentajes máximo del 2% correspondiendo principalmente a minerales opacos.

Las glauconitas también están presentes en todas las muestras con porcentajes que no superan el 5%.

5.4.2 Procedencia Tectónica

En la unidad, a pesar de que presenta una sola muestra se puede notar que sigue con la misma tendencia que las unidades anteriores observando los diagramas QtFL (Figura 31) y QmFLt (Figura 32), es decir que provienen de cratón interior y de orogeno reciclado.

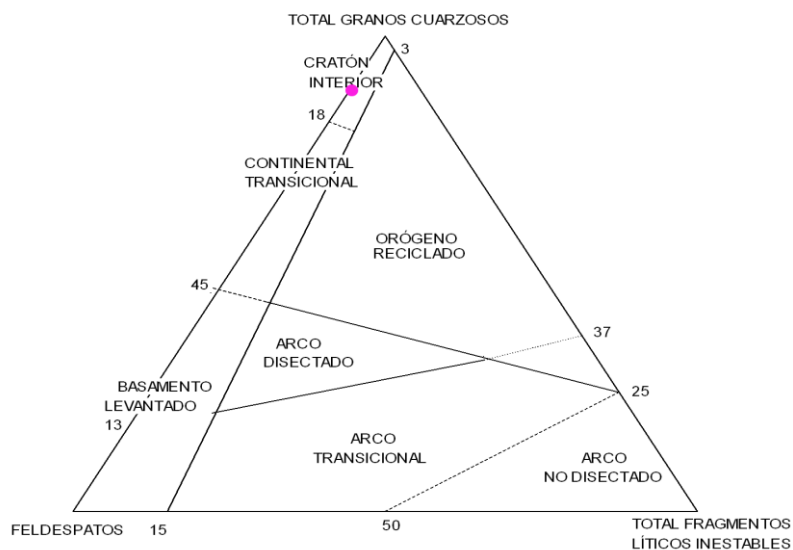


Figura 31. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QtFL) para la Formación Cienaga de Oro.

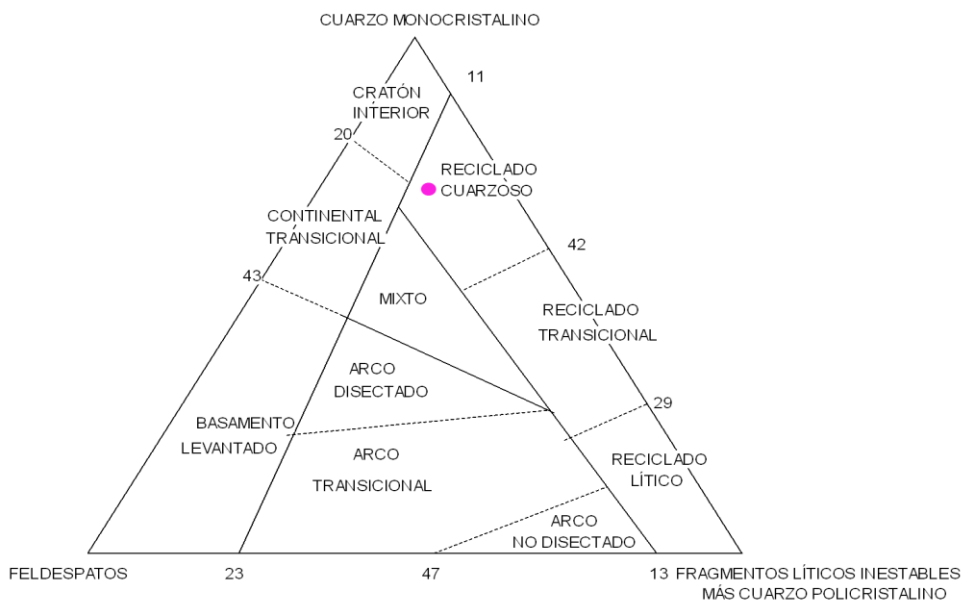


Figura 32. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985).Diagrama (QmFLt) para la Formación Cienaga de Oro.

5.5 FORMACION EL CERRITO

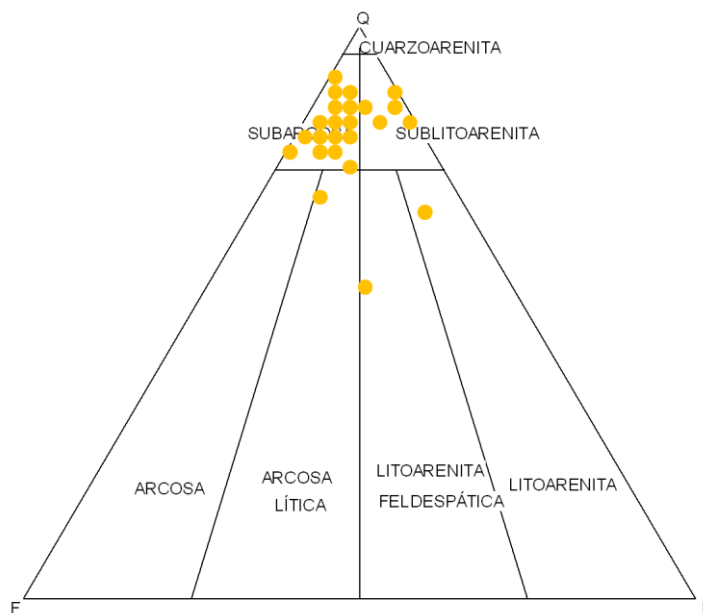


Figura 33. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación El Cerrito, según la propuesta de Folk (1974).

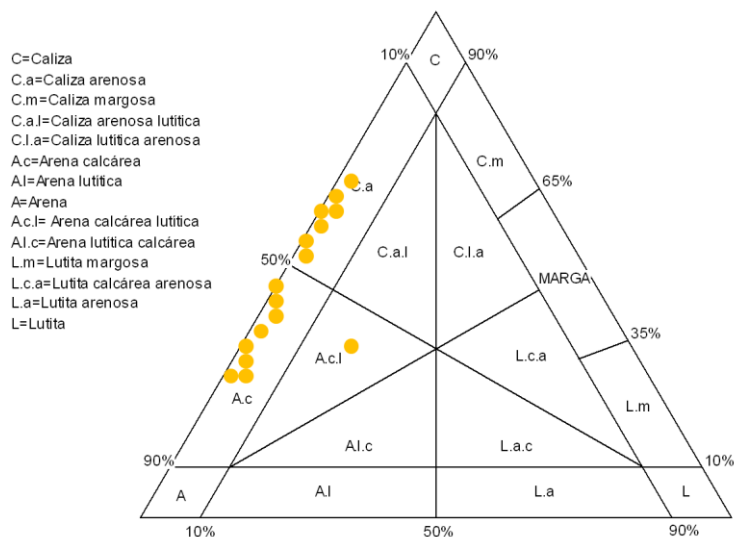


Figura 34. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Ciénaga de Oro, según la propuesta de Vatan (1967).

5.5.1 Pozo 4A

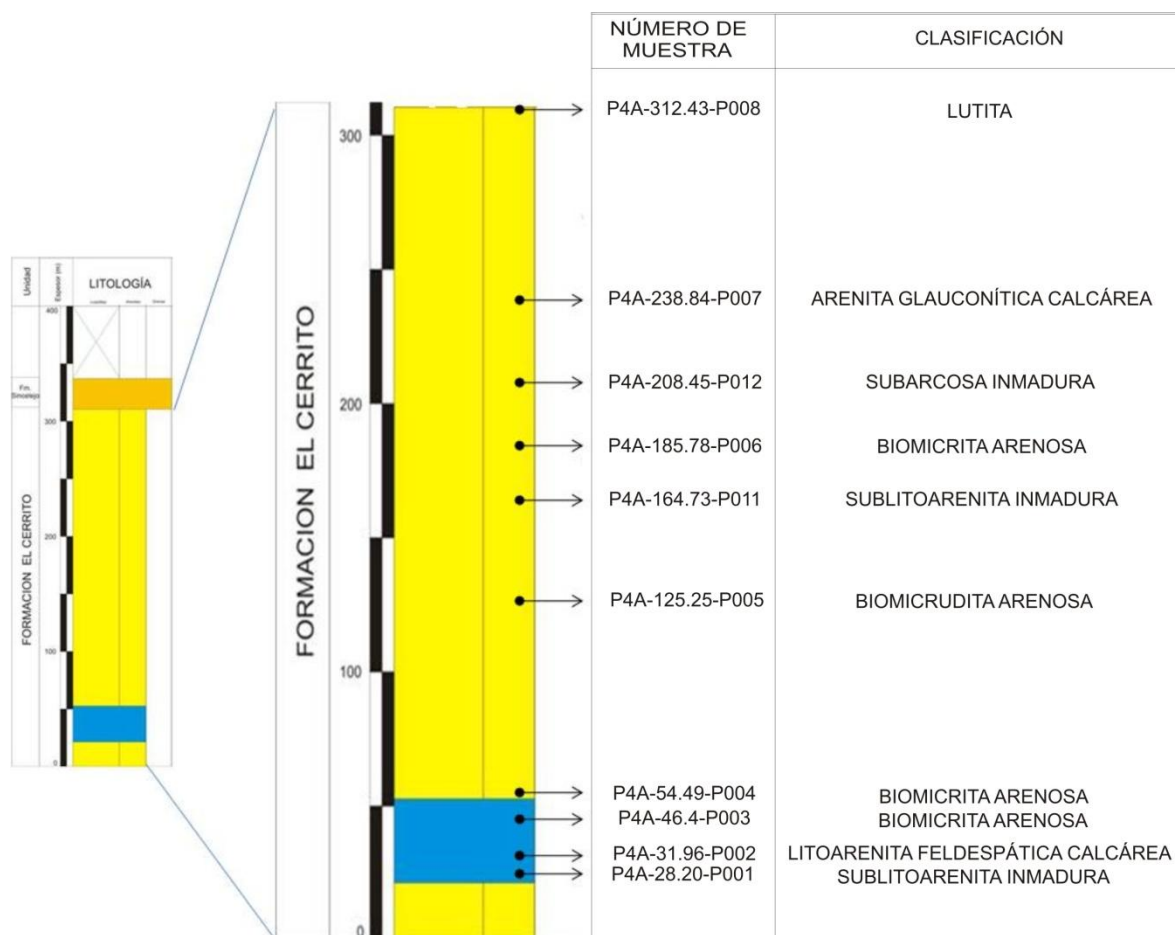


Figura 35. Columna estratigráfica de la Formación El Cerrito en el pozo 4A (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo se analizaron 10 secciones delgadas. Este presenta un dominio de sublitoarenitas hacia la base, suprayaciendo a estas se encuentra un paquete de biomicruditas y biomicritas que transicionalmente pasa a un dominio terrígeno donde se encuentran arenas glauconitas, sublitoarenitas y aisladamente una subarcosa y una lutita (Figura 35, Anexo K).

En la parte terrígena el tamaño de grano predominante es de arena media. La matriz arcillosa se presenta en 4 de las 6 muestras analizadas con valores que

fluctúan entre el 2 y el 12%, su selección es moderada, lo que implica que texturalmente la mayoría de estas muestras son inmaduras. Los clastos predominantes son subangulares a subredondeados de menor importancia se presentan los angulares y redondeados.

La matriz arenosa compuesta principalmente de cuarzo y feldespatos es importante en las muestras con valores que varían entre el 3 y el 17%.

La presencia de cuarzo es relevante con valores que están distribuidos entre el 7 y el 32%, correspondiendo principalmente a cuarzo monocristalino con valores del 2 al 25%, para el cuarzo policristalino los valores se presentan entre el 4 y el 12%, este corresponde principalmente a cuarzo metamórfico recristalizado y metamórfico esquistoso, hay presencia de fracturas internas en los cuarzos y microlitos de circones, apatitos, epidotas y minerales opacos.

Los feldespatos se presentan en porcentajes aproximados de 1 al 5%, el feldespato plagioclasa principalmente con macla de albita es el más abundante, con valores que en algunos casos alcanzan el 5%; los feldespatos alcalinos tienen valores que no superan el 2% presentan maclas de microclina y carlsbad.

Los fragmentos líticos se presentan en valores entre el 1 y el 7%, este porcentaje corresponde principalmente a fragmentos líticos sedimentarios con promedios del 1 al 3%, perteneciente principalmente a chert en algunos casos variedad calcedonia; le siguen en importancia los fragmentos de rocas ígneas en algunas muestras con valores entre el 1 y el 4% principalmente pertenecientes a fragmentos líticos volcánicos.

La presencia de micas varía en porcentajes del 1 y 4%, correspondiente principalmente a cloritas, moscovitas (Figura 142 a) y biotitas, así en orden de importancia.

Los minerales accesorios principalmente opacos, circones y turmalinas, están entre el 1 y el 4%.

La presencia de glauconitas es solo importante en una de las muestras donde alcanza el 22%, en las demás muestras no se presentan o escasamente alcanza el 2%.

La presencia de bioclastos es importante en las muestras con porcentajes entre el 1 y 5%, entre estos se aprecian foraminíferos piritizados en algunos casos, lamelibranquios y algunos bivalvos, algunas espículas, espinas de equinodermos y restos de esponjas se presentaron en una de las muestras.

La presencia de ooides se da en algunas de las muestras sin superar el 2%, están compuestos principalmente de glauconita y carbonatos.

Las muestras que corresponden a biomicruditas y biomicritas arenosas presentan bioclastos con porcentajes que alcanzan valores entre el 2 y el 9%, este porcentaje corresponde en orden de importancia a lamelibranquios, foraminíferos (Figura 146), briozoarios, equinodermos, gasterópodos y aisladamente bivalvos (Figura 142 b, Figura 124); algunos presentan composición aragonítica, y otros están piritizados; también se observan en ocasiones cámaras llenas de glauconita.

Todas las muestras presentan ooides con porcentajes que alcanzan el 2%, compuesto principalmente por glauconita y en menor proporción por carbonatos.

La parte arenosa es dominada por cuarzo alcanzando valores entre el 18 y el 33%. El cuarzo monocristalino es el más abundante variando entre el 19 y 25% (Figura 143 a); al cuarzo policristalino le corresponden valores entre el 5 y el 18%, se trata principalmente de cuarzo metamórfico recristalizado, deformado y en

menor medida metamórfico esquistoso. Ambos Qp y Qm presentan microlitos de clorita, biotita y epidotas.

Los feldespatos presentan valores comprendidos entre 1 y 2%, los feldespatos plagioclasa principalmente con macla de albita y los feldespatos potásicos con macla de Carlsbad y microclina (Figura 147 b) se reparten la importancia en las muestras.

La presencia de fragmentos líticos con valores que alcanzan el 7%, se asocia a fragmentos líticos sedimentarios con valores en un rango del 1 y 3%, siendo el chert el fragmento más común seguido de fragmentos de arenitas; los fragmentos líticos ígneos tienen valores que alcanzan el 4%, son volcánicos en la mayoría de las muestras; los fragmentos líticos metamórficos sólo se presentan en una de las muestras sin superar el 1%.

Las micas se observan en todas las muestras con valores que oscilan entre el 1 y el 4% aproximadamente, en orden de importancia corresponde a moscovitas, cloritas y biotitas.

Los minerales accesorios con porcentajes oscilantes entre el 1 y 4% corresponden a minerales opacos, epidota y turmalina.

La glauconita se presenta en casi todas las muestras pero su valor no supera el 3% (Figura 142 d, Figura 148 c).

5.5.2 Pozo 6

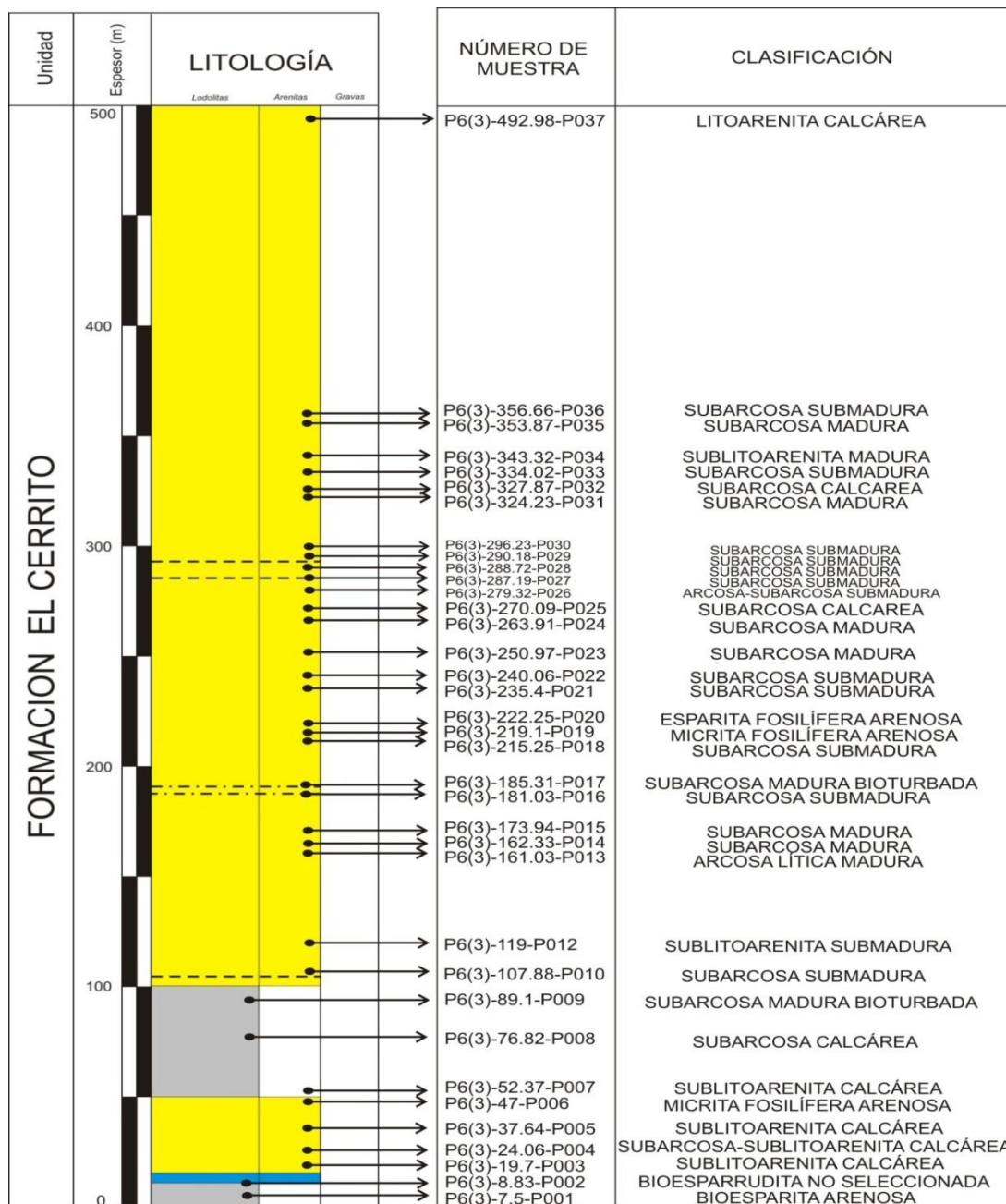


Figura 36. Columna estratigráfica de la Formación El Cerrito en el pozo 6 (modificada de Bermudez, 2009).

En este pozo se describieron 37 secciones. La mayoría corresponden a subarcosas, arcosas líticas y litoarenitas. En menor proporción a sublitoarenitas, subarcosas y litoarenitas calcáreas seguido de micritas y esparitas fosilíferas arenosas, y aisladamente bioesparita. La muestra 002 ubicada en la base de la unidad que corresponde a una bioesparrita no seleccionada, constituye una particularidad (Figura 36, Anexo L).

La base corresponde a una bioesparita arenosa, seguido de bioesparrita no seleccionada y sublitoarenitas calcáreas. Estas muestras presentan tamaños que varían de arena fina hasta arena gruesa, con un predominio de arena media, la selección en general es buena; los clastos van desde subangulares a subredondeados y en menor proporción angulares a redondeados.

Composicionalmente hay un predominio de Qm en porcentajes que oscilan entre 22 y 25% para las sublitoarenitas y entre 6 y 21% para las calizas arenosas. Algunos presentan extinción ondulante y aisladamente microlitos de clorita, apatito, epidota y el más frecuente de pirita. La muestra 002 presenta un porcentaje que no supera el 4%, observándose en algunos microlitos de epidota.

El Qp se presenta en porcentajes bajos entre el 2 y el 11%, correspondiendo principalmente a cuarzos metamórficos deformados y metamórficos recristalizados.

Se observan tanto feldespatos alcalinos como plagioclasas en porcentajes bajos que no superan el 2%, los feldespatos plagioclasas generalmente están ausentes y presentan maclas de albita y albita periclina (Figura 163 c) en algunos casos y en otras ocasiones se encuentran sericitizadas parcialmente. El feldespato alcalino presenta caolinitización parcial en algunas muestras.

Los fragmentos líticos predominantes corresponden a Chert que llegan hasta un 5%, seguido de fragmentos de líticos volcánicos con un porcentaje máximo de 2% (Figura 165 a).

Otros fragmentos sedimentarios como arenita se encuentran presentes en algunas de las secciones con un porcentaje que no supera el 2%, que en algunos casos presentan alto contenido de clorita (Figura 167 b).

Las micas son componentes relativamente abundantes alcanzando un porcentaje hasta del 12%, la más abundante es moscovita que llega a ser hasta del 7%, seguido de clorita y en menor proporción biotita.

Los minerales accesorios encontrados son epidota, opacos, apatitos, y en algunos casos turmalina los cuales no superan el 4%. La glauconita se puede observar en las muestras con un porcentaje hasta de un 6% (Figura 166).

El porcentaje de aloquímicos para estas rocas está entre 1 y 46%, encontrándose en orden de importancia bioclastos con un porcentaje que varía entre el 1 y el 39% como foraminíferos (Figura 149 a, Figura 160 a) donde algunos presentan piritización (Figura 160 c) y glauconitización de cámaras, equinodermos (Figura 161 a, Figura 161 b, Figura 161 c), bivalvos (Figura 152 a, Figura 160 a) y en algunos casos gasterópodos y algas. Cabe anotar que entre el porcentaje de bioclastos establecido para algunos de estos no se les reconoce su estructura original.

Los ooides son comúnmente encontrados en todas las muestras con porcentajes menores que no superan el 1%, son principalmente rellenos de glauconita, carbonato y cuarzo. Los intraclastos de micrita son observables en unas de las muestras con un porcentaje que no supera el 6%.

Los pellets se encuentran con un valor máximo del 4%, algunos de micrita con óxidos de hierro superpuestos (Figura 166).

La bioturbación es una estructura que se presenta abundantemente en algunas secciones (Figura 152 b, Figura 166).

Siguiendo en abundancia se tienen principalmente subarcosas, sublitoarenitas y ocasionalmente litoarenitas y arcosas líticas. Existe una diversidad en el tamaño de grano sin embargo predomina la arena media y en menor proporción arena fina, la matriz arcillosa sólo se encuentra en una de las muestra con contenido del 4%, la selección es de mala a moderada. Las muestras son en general submaduras texturalmente aunque hay también maduras.

Esporádicamente se tienen arenas con alto contenido calcáreo, en las cuales predominan los granos subangulares, seguido de los granos subredondeados y en menores proporciones angulares y redondeados. El componente principal sigue siendo Qm con porcentajes que varían entre el 11 y el 42%, en estos cuarzos se pueden observar ocasionalmente vacuolas y en otros extinción ondulante, también microlitos de apatito, circón, clorita, moscovita y pirita. El contenido de Qp es variable oscilando entre el 2 y el 21%, en su mayor parte corresponde a cuarzo metamórfico recristalizados (Figura 162) y en menor medida a metamórfico deformado; la presencia de microlitos no es tan abundante como en los cuarzos monocristalino, sin embargo están presentes microlitos de clorita, epidota y moscovita.

Los feldespatos más importantes son las plagioclasas con porcentajes que varían desde el 1 al 5%; algunas presentan sericitización parcial (Figura 167 a) y total, esporádicamente maclas de albita Carlsbad (Figura 163 a) y Periclina Carlsbad.

Los feldespatos alcalinos presentan porcentajes que no superan el 4%, presentan caolinitización parcial y total, esporádicamente maclas de microclina (Figura 163 b).

Los fragmentos líticos son principalmente sedimentarios y volcánicos, presentes en casi todas las muestras del pozo; en menor medida se tienen fragmentos de granito en (Figura 157 b); fragmentos líticos metamórficos sólo se evidencian en una de las muestras con porcentajes que no superan el 2%.

Entre los sedimentarios los más importantes son Chert que alcanzan hasta el 6% en la parte superior del pozo (Figura 165 b) y del 3% de arenitas en la misma ubicación estratigráfica. Los fragmentos volcánicos corresponden a rocas básicas con un porcentaje del 3% y líticos plutónicos donde el porcentaje mayor es del 2%.

Las micas son relativamente importantes con porcentajes que oscilan entre menos del 1% hasta el 13%, la mica más abundante es la moscovita hasta el 6% (Figura 164), le sigue la clorita hasta un 4% (Figura 151 b) y la biotita con un porcentaje del 2 al 3% aproximadamente. Se puede observar materia orgánica en algunas muestras con porcentajes menos del 1 hasta el 5%, la cual presenta orientación en algunas de estas.

Los minerales accesorios encontrados son epidota, presente en todas las muestras analizadas, opacos, circón y en menor medida turmalinas, con un porcentaje de menos del 1% hasta 3%; asimismo se observaron fosfatos con porcentajes menores al 1% y glauconitas con valores del 3% solo para una de las muestras.

Las muestras subarcosas calcáreas y litoarenita calcárea como ya se había mencionado anteriormente que son rocas con cemento carbonatado superior a las demás, presentan aloquímicos con porcentajes mucho menores que las muestras

encontradas hacia la base de la unidad. Sus porcentajes oscilan entre menos del 1 hasta el 5% aproximadamente. La muestra clasificada como litoarenita calcárea presenta intraclastos con porcentaje del 4% compuestos por micrita y pellets en poca proporción.

Hacia la parte media del pozo se encuentran las muestras micrita y esparita fosilífera arenosa, con un porcentaje de micrita del 44% y esparita 35%.

La presencia de Qm sigue siendo considerable, pero se evidencia un decrecimiento en el porcentaje de estos a comparación de las demás muestras del pozo alcanzando hasta un máximo del 17%. En algunos se observa extinción ondulante y aisladamente microlitos de moscovita, apatito y clorita. El Qp se presenta en porcentajes bajos oscilando entre el 2 y el 5% para las dos muestras. Corresponde principalmente a cuarzo metamórfico recristalizado y metamórfico deformado.

Respecto a los feldespatos prácticamente el único presente son las plagioclasas alcanzando un valor máximo del 2 %; aisladamente hay feldespatos alcalinos con un porcentaje menor del 1%. Algunas plagioclasas presentan macla de albita y otras sericitización parcial.

Los fragmentos líticos se presentan también en baja proporción correspondiendo principalmente a chert con valores que no superan más del 1%, seguido fragmentos líticos volcánicos con menos del 1% parcialmente cloritizados.

Las micas disminuyen en importancia con respecto a las demás muestras, alcanzan máximo el 3%. La más abundante es la clorita, le sigue la moscovita y aisladamente biotita. La materia orgánica es incipiente, solo se aprecia en una de las muestras con un porcentaje menor al 1%.

Como minerales accesorios se tienen epidota, circón y pirtita con un porcentaje máximo del 2%.

Los aloquímicos presentes son en orden de importancia: bioclastos con un porcentaje máximo del 3% entre los que se reconocen foraminíferos con piritización de cámaras y equinodermos, seguido pellets compuestos de micrita con óxidos de hierro superpuestos y en menor proporción ooides de carbonato.

5.5.3 Procedencia Tectónica

Para esta Formación en el diagrama QtFL sigue siendo notorio la procedencia de cratón interior (Figura 37). En el diagrama QmFLt proviene principalmente de orógeno reciclado cuarzoso, debido al contenido relativamente alto de Qm; aisladamente se observa una proveniencia de orógeno reciclado transicional (Figura 38).

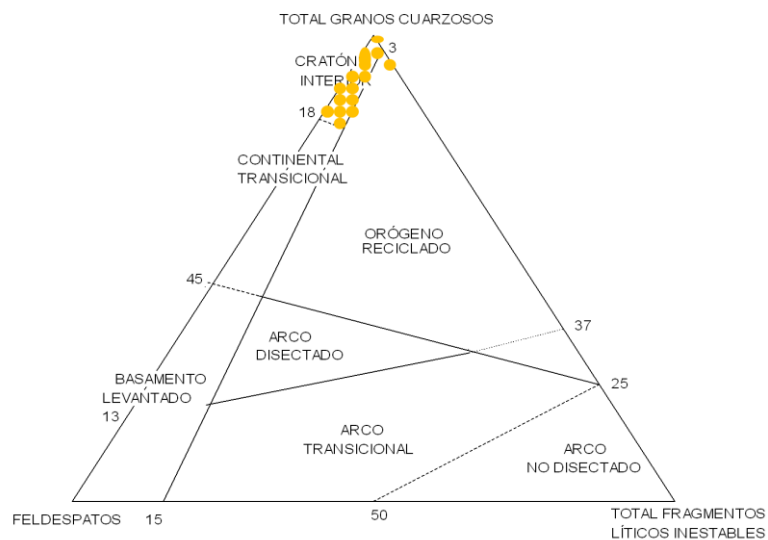


Figura 37. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QtFL) para la Formación El Cerrito.

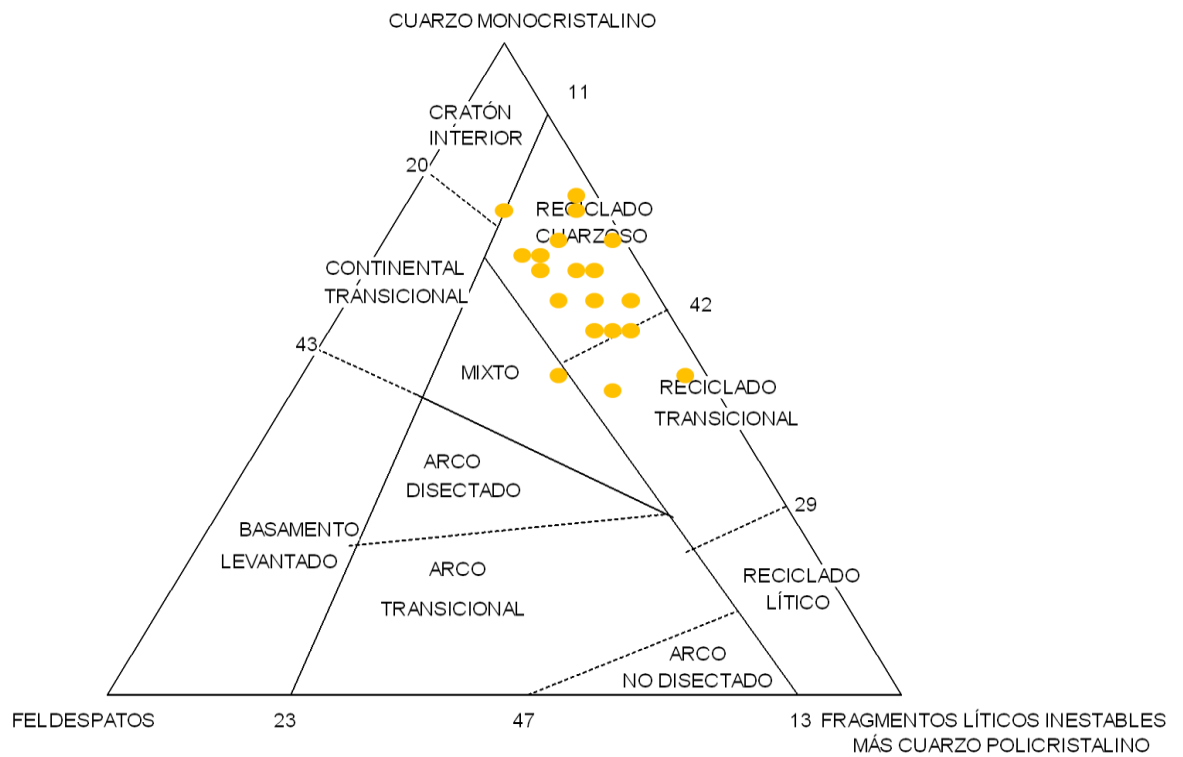


Figura 38. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QmFLt) para la Formación El Cerrito.

5.6 FORMACION SINCELEJO

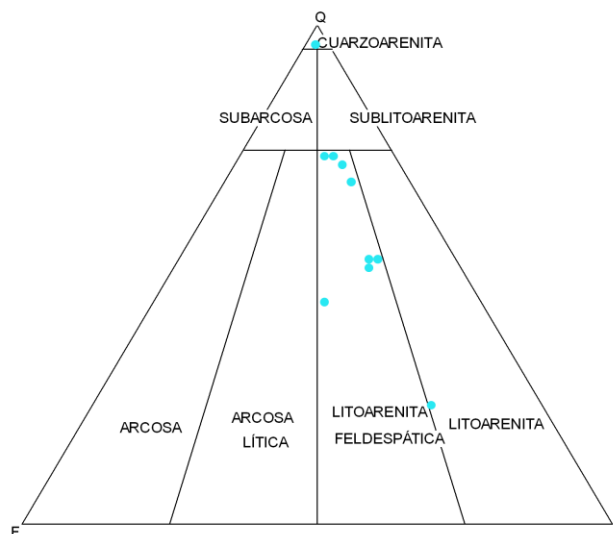


Figura 39. Clasificación de las muestras analizadas para la Formación Sincelejo, según la propuesta de Folk (1974).

5.6.1 Pozo 4A

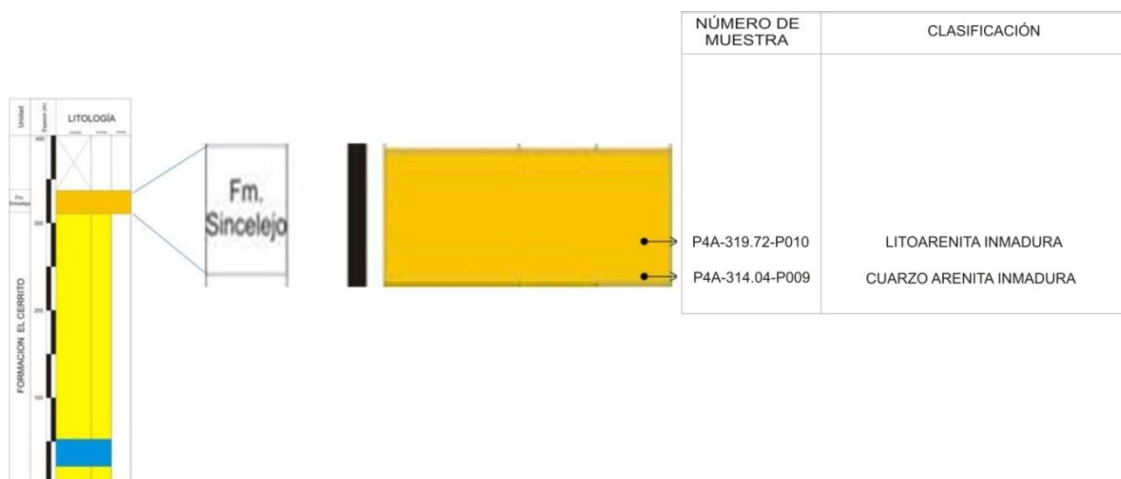


Figura 40. Columna estratigráfica de la Formación Sincelejo en el pozo 4 A (modificada de Bermudez, 2009).

A este pozo le corresponden dos muestras, cuarzoarenita inmadura y litoarenita inmadura (Figura 40, Anexo K).

El tamaño de grano dominante es de arena fina a arena media; la matriz arcillosa esta con valores entre 7 y 25%, su selección es moderada y texturalmente son inmaduras; la redondez predominante corresponde a granos angulares y subangulares, en menor proporción clastos subredondeados; la matriz arenosa no supera el 1% en las muestras.

Con porcentajes entre el 17 y el 29% el cuarzo es el mineral más importante, corresponde principalmente a cuarzo monocristalino con valores entre el 11 y el 27% (Figura 174), el cuarzo policristalino se presenta con valores que están entre el 1 y el 6%, predominantemente es cuarzo metamórfico recristalizado y esquistoso; tanto el cuarzo policristalino como el cuarzo monocristalino muestran microlitos de circón, epidotas y cloritas, la presencia de fracturas internas en los cuarzoes son comunes.

Los feldespatos se presentan en valores entre el 1 y el 10%, en una de las muestras hay una alta presencia de feldespatos potásicos alcanzando casi el 9%.

Los fragmentos líticos en la muestra clasificada como litoarenita inmadura alcanza valores del 32%, principalmente corresponde a fragmentos ígneos con un porcentaje del 26% en su totalidad volcánicos; los líticos sedimentarios se presentan en ambas muestras con valores entre 1 y 6% principalmente chert (Figura 170, Figura 171) y arenitas de grano fino (Figura 174).

Las micas están en bajos porcentajes con valores que no superan el 1%, corresponde a cloritas y biotitas (Figura 170).

Los minerales accesorios corresponden a minerales opacos y epidota principalmente con valores variables entre 1 y 2%.

5.6.2 Pozo 14

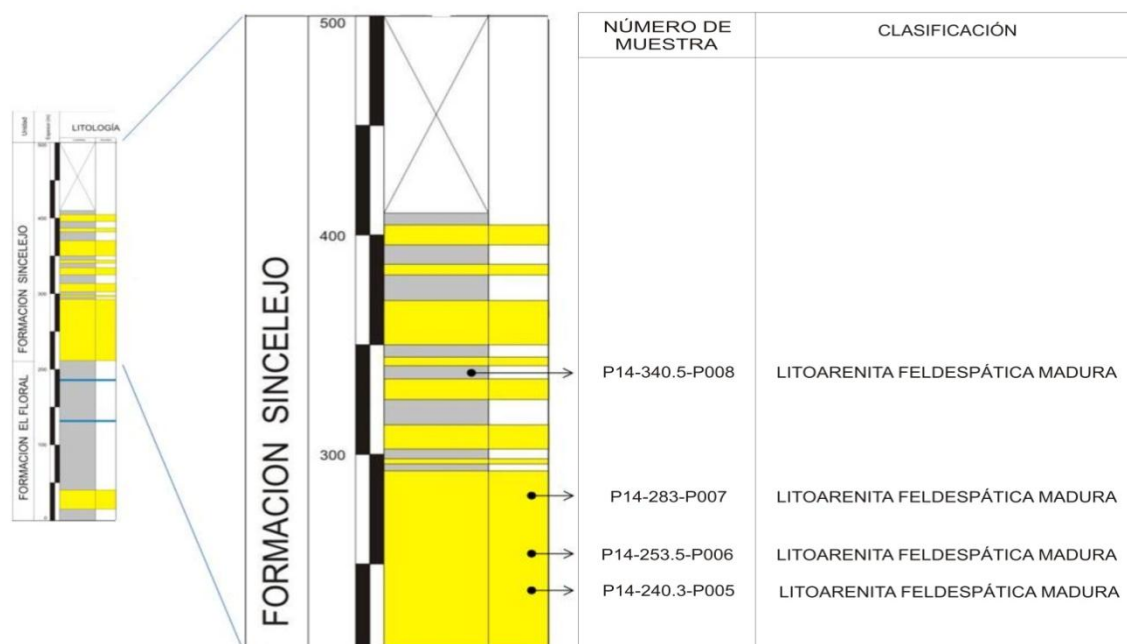


Figura 41. Columna estratigráfica de la Formación Sincelejo en el pozo 14 (modificada de Bermudez, 2009).

4 secciones fueron analizadas en este pozo; corresponden a litoarenitas feldespáticas maduras (Figura 41, Anexo I).

El tamaño de grano se encuentra entre arena fina y arena media, la selección es buena en todas las muestras analizadas por ende corresponden texturalmente a rocas maduras, los granos son subangulares a angulares debido a la alta corrosión, los clastos subredondeados se presentan con cierta frecuencia.

El cuarzo se presenta con porcentajes muy similares entre el 24 y el 26%; el Qm es el más común con un promedio del 18%, la extinción ondulante se presenta en varias ocasiones con microlitos de apatito, clorita y epidota principalmente. El Qp predominantemente cuarzo metamórfico recristalizado y cuarzo metamórfico deformado tiene porcentajes que varían entre 6 y 8%, presenta microlitos de clorita y apatitos principalmente, en algunos casos de epidota.

Los feldespatos presentan valores entre el 2 y el 4%, corresponde comúnmente a plagioclasa con valores entre el 1 y el 3% muestra macla de albita (Figura 178 a), periclina y combinación de macla albita-Carlsbad, en algunas casos se encuentran alteradas a sericita (Figura 180 c); los feldespatos alcalinos se presentan en rangos de 1 y 3%, presentan macla de carlsbad y alteraciones parciales a caolín (Figura 180 c).

Los fragmentos líticos sedimentarios son los más comunes, están entre el 4 y el 9% corresponden principalmente a chert. Los fragmentos líticos ígneos se encuentran en algunas muestras con porcentajes que superan el 1% difícilmente, pertenecen a fragmentos de rocas volcánicas (Figura 181 a).

Las micas se encuentran con valores que varían entre el 6 y el 10%, corresponden primordialmente a cloritas (Figura 176 a), moscovitas y biotitas.

Los minerales accesorios que están presentes son principalmente anfíboles (Figura 175), epidotas y minerales opacos estos llegan a porcentajes máximos del 7%.

La glauconita se presenta dentro de la unidad en bajos porcentajes sin superar el 3%.

La muestra 006 presenta bioturbación por acción de organismos, aunque no es importante dentro de la unidad.

5.6.3 Pozo 17

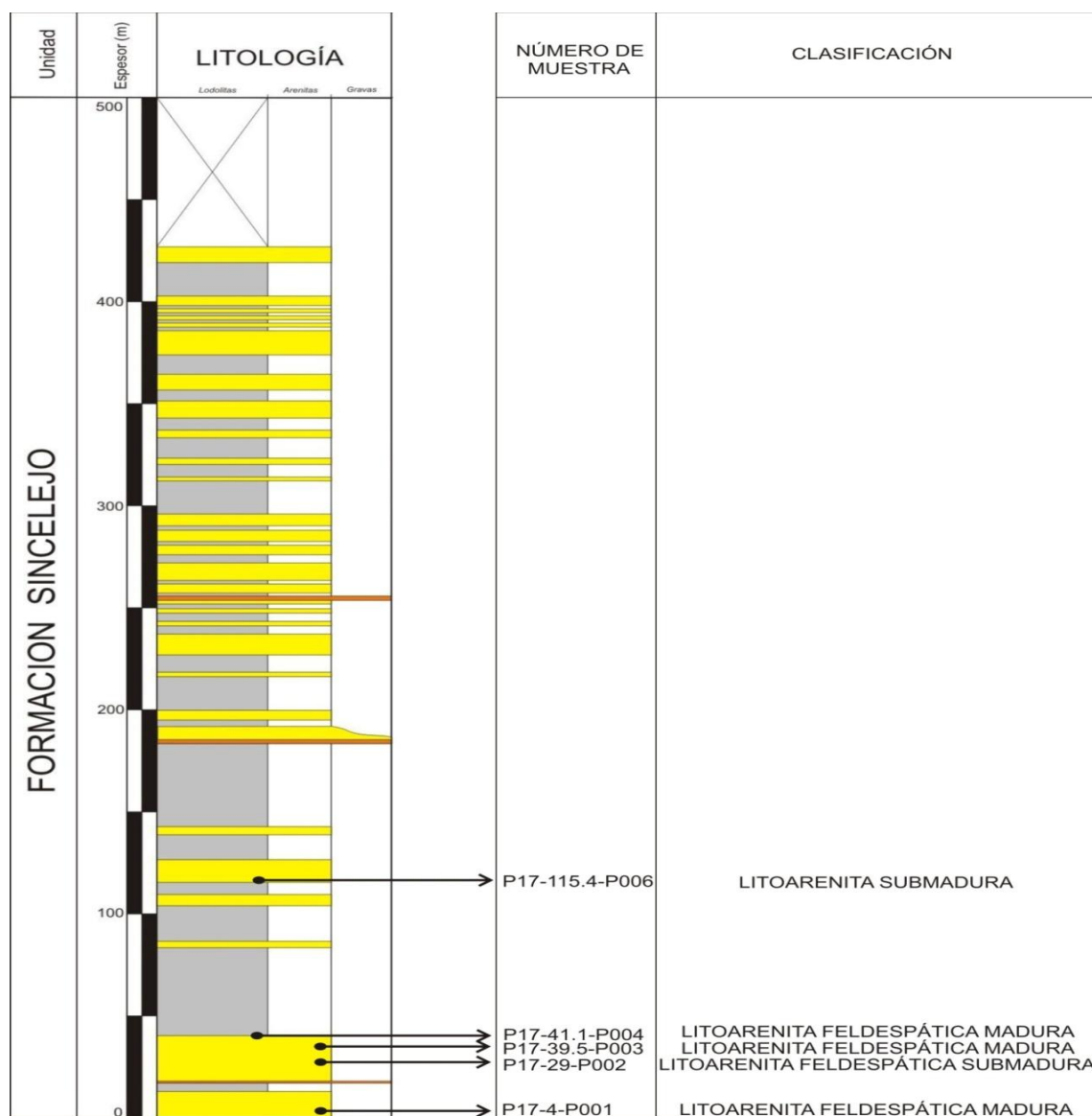


Figura 42. Columna estratigráfica de la Formación Sincelejo en el pozo 17 (modificada de Bermudez, 2009).

Para este pozo se analizaron 5 secciones delgadas que corresponden principalmente a litoarenitas feldespáticas (Figura 42, Anexo M).

El tamaño de grano es en general de arena gruesa a arena media, las muestras se encuentran bien seleccionadas y son principalmente maduras texturalmente, algunas con selección moderada son submaduras; los granos predominantes son subredondeados a subangulares.

Para estas muestras el Qm es 25% aproximadamente, presentando microlitos de epidota y circón, algunos presentan extinción ondulante (Figura 186 a, Figura 186 b). El Qp oscila entre el 5% y el 13%, correspondiendo principalmente a cuarzo metamórfico recristalizado y en menor medida a cuarzo metamórfico deformado que presenta microlitos de clorita (Figura 184 b) y epidotas.

Los feldespatos más comunes encontrados son los feldespatos alcalinos con un porcentaje del 8%, presentando macla de Carlsbad (Figura 189 b) y microclina; seguido se tienen los feldespatos plagioclasas con porcentajes que varían entre el 1 y el 3%, con macla de albita principalmente (Figura 187 a, Figura 187 b).

Los fragmentos líticos más importantes son los de chert con un porcentaje que alcanza el 11%, luego se tienen los líticos volcánicos con valores que oscilan entre el 3 y el 7%, algunas con alteración a clorita, aisladamente se pueden observar líticos de arenita.

Las micas presentan porcentajes entre el 1 y el 6%, siendo la más importante la clorita seguida de la moscovita y finalmente la biotita (Figura 184 b, Figura 186 b).

Los minerales accesorios presentes en las muestras corresponden principalmente a anfíboles con un valor del 4% y en menor proporción están las epidotas, minerales opacos, circones y turmalina.

La glauconita se presenta para algunas muestras con un porcentaje que no supera el 4%.

5.6.4 Procedencia Tectónica

Al igual que en las Formaciones anteriores la tendencia sigue siendo la misma; esto se puede notar en el diagrama QtFL en el que se establece que las muestras proceden de cratón interior y orógeno reciclado (Figura 43); al analizar el diagrama QmFLt se puede proponer que los orógenos reciclados son principalmente de tipo transicional (Figura 44).

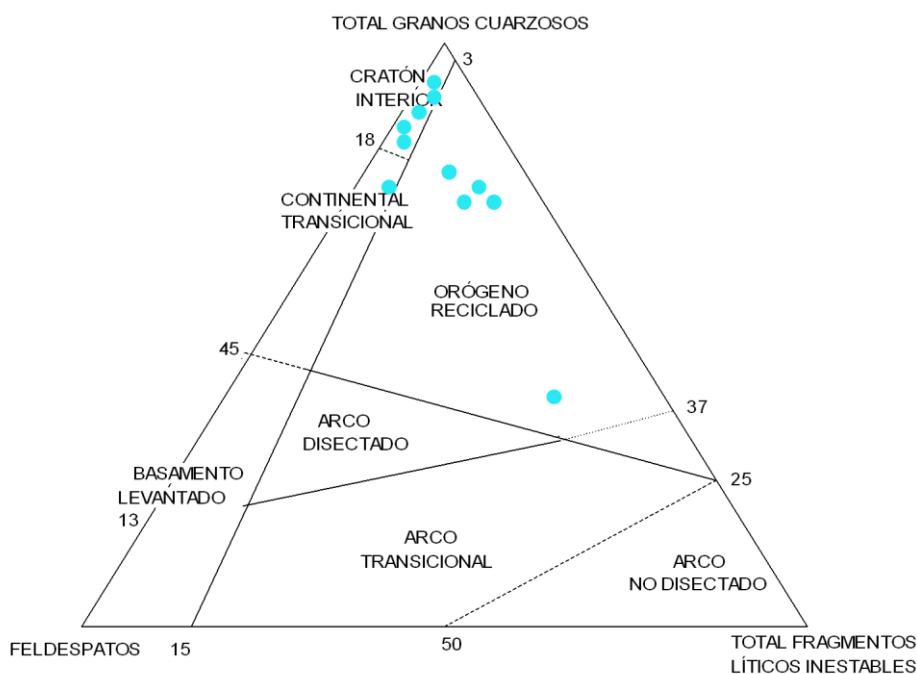


Figura 43. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QtFL) para la Formación Sincelejo.

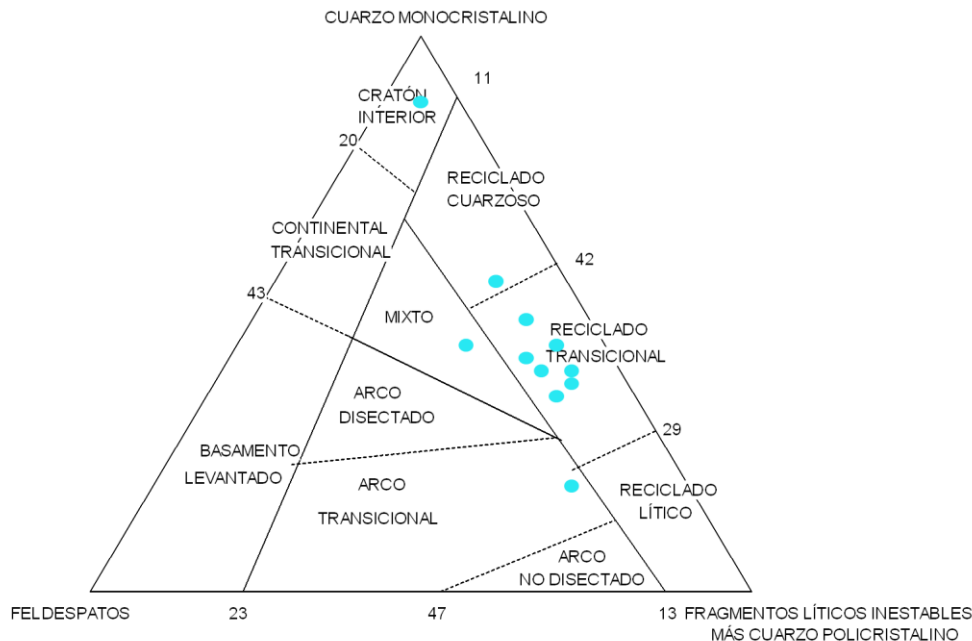


Figura 44. Clasificación de las muestras de acuerdo con los triángulos de tectofacies según la propuesta Dickinson (1985). Diagrama (QmFLt) para la Formación Sincelejo.

Partiendo de la propuesta de Dickinson (1985), se puede plantear para la cuenca una procedencia tectónica asociada con tectofacies de cratón interior y orógenos reciclado; en el caso de cratón interior son sedimentos provenientes de basamentos néisicos y graníticos lo que estaría en concordancia con lo planteado por Bermúdez (2008) respecto a la probabilidad de que el basamento sea continental, también puede provenir del reciclado de estratos más antiguos lo cual es de suponer que el cuarzo proviene de varios ciclos sedimentarios y en consecuencia se enriquecen en este componente. En el caso de los orógenos reciclados probablemente esta en relación a la acreción de rocas de afinidad oceánica que han sido rasgadas de una placa entrante y que posteriormente cabalgaron dentro de una melange acrecionaria (Cerón et al, 2007 en Bermudez 2008).

6. PROCESOS Y PRODUCTOS DIAGENÉTICOS

La descripción e interpretación de los procesos y productos diagenéticos se hizo considerando lo planteado por diversos autores, entre los más importantes se tienen: Tucker (1994), Wright (1994), Selley (1982), Morad et al. (2000), Morad (1998), Benito et al (2002), Fred (1985), Kendal (2005), Rott et al (2005).

6.1 FORMACIÓN ARROYO SECO

6.1.1 Pozo 2

Para este pozo se analizaron 5 secciones delgadas en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras.

6.1.1.1 Transformación del espacio intersticial

6.1.1.1.1 Porosidad. La porosidad en general es buena alcanzando valores máximos de 25% y mínimos de 6%, se encontraron evidencia de porosidad primaria pero en un porcentaje muy bajo. La porosidad es secundaria asociada principalmente a la disolución, tipo vugular (Figura 45 a), seguido en orden de importancia por la porosidad de fractura (Figura 45 b) y en muy baja proporción porosidad móldica (Figura 45 c).

6.1.1.1.2 Compactación. Los efectos de compactación se evidencian principalmente por la pérdida casi total de la porosidad primaria. Los contactos tangenciales y largos predominan en las muestras, siguen en importancia los contactos flotantes y algunos casos aislados de contactos completos y cóncavo-convexos, también se tienen casos de deformación mecánica de micas (Figura 46 a, Figura 46 b).

6.1.1.2 Neoformaciones minerales

6.1.1.2.1 Cementos. Existe variedad en los tipos de cemento, se tiene principalmente en las muestras cemento pelicular, seguido de cemento basal y en menor proporción cemento de poros y de pigmento ferruginoso.

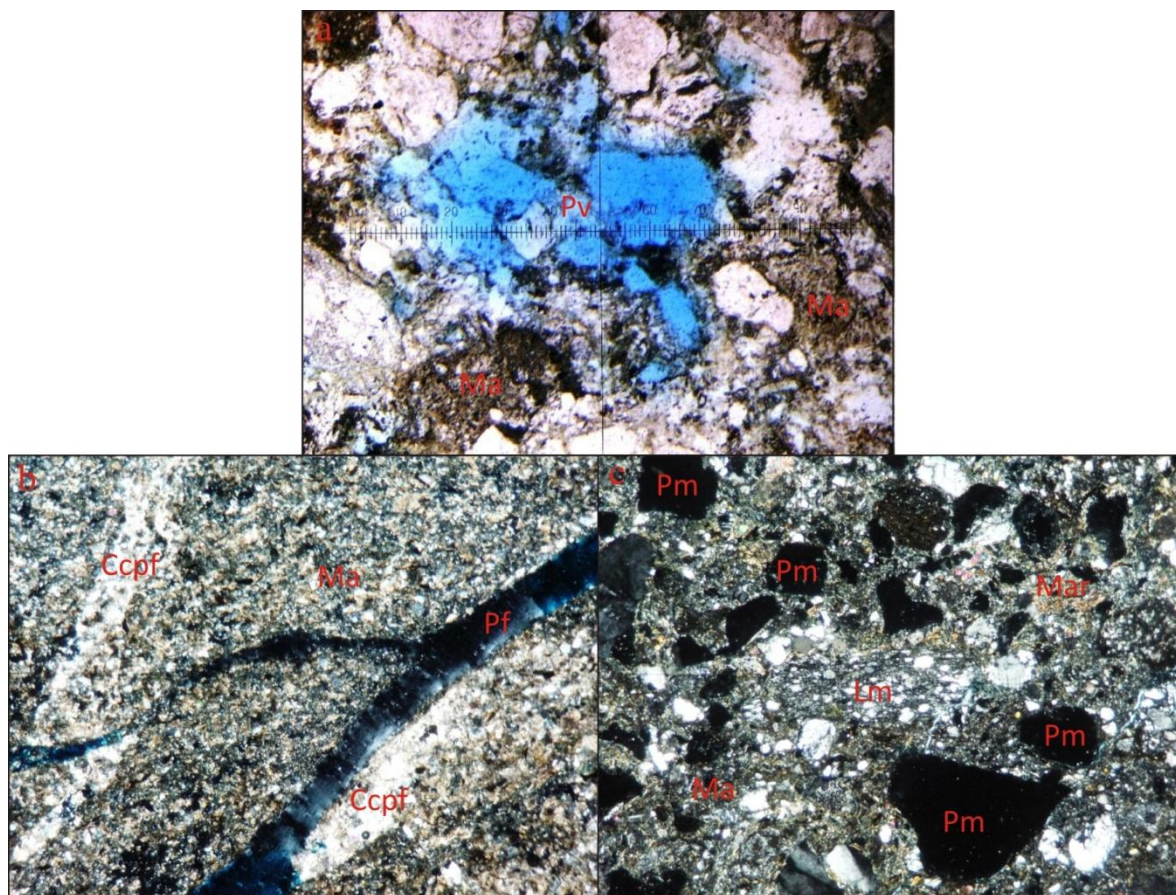


Figura 45. a. Litoarenita feldespática en la que se puede apreciar porosidad vugular (Pv) y matriz arcillosa (Ma); muestra P2-410.7-P006 40X-LP. **b.** Lutita margosa en la que se observa porosidad de fractura (Pf), cemento carbonatado de poros de fractura (Ccpf) y matriz arcillosa (Ma); muestra P1-1.12-P001 40x-NX. **c.** Litoarenita feldespática inmadura con porosidad móldica (Pm), matriz arcillosa (Ma), y lítico metamórfico que corresponde a una milonita (Lm); muestra P2-40.7-P003 40x-NX.

6.1.1.2.1.1 Cemento pelicular. Es el cemento más importante en el pozo constituido por clorita y en muy bajo porcentaje por óxidos de hierro.

El cemento pelicular de clorita es el cemento característico encontrándose en casi todo el pozo alcanzando porcentajes entre el 7 y el 37% corresponde a un cemento fibroso que impide la corrosión por cementos carbonatados en algunos casos, mientras que en otros casos la corrosión se presenta aunque exista el cemento pelicular. (Figura 47.)

El cemento pelicular de óxidos de hierro no supera el 1% en el pozo y se presenta sólo en algunas muestras.

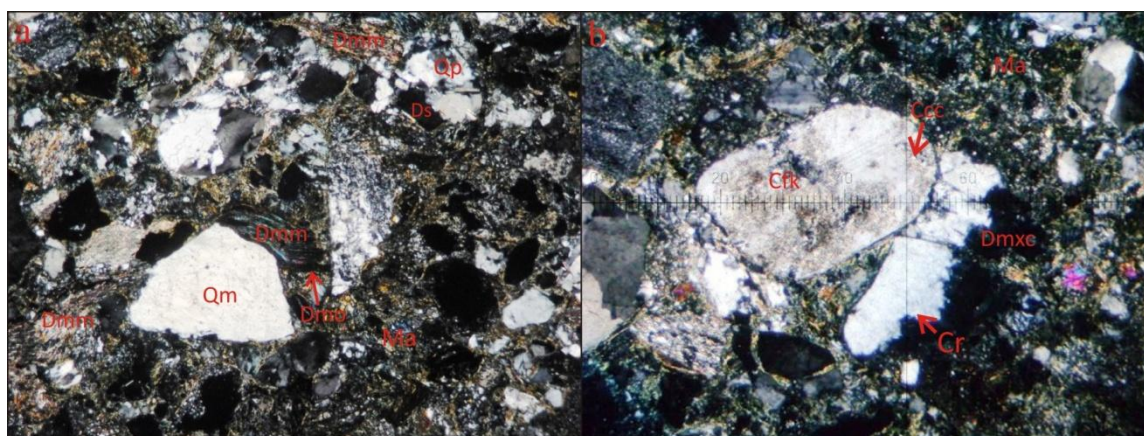


Figura 46. a. Litoarenita feldespática inmadura en la que se puede apreciar deformación mecánica de micas (Dmm), metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Dmo) y cuarzo policristalino (Qp) con disolución (Ds); muestra P2-40.7-P003 40x-NX. **b.** Litoarenita feldespática en la que se observa contacto cóncavo-convexo (Ccc) entre grano de cuarzo y feldespato potásico con caolinitización avanzada (Cfk), matriz arcillosa (Ma) y cuarzo con corrosión (Cr) y disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P2-40.7-P003 40x-NX.

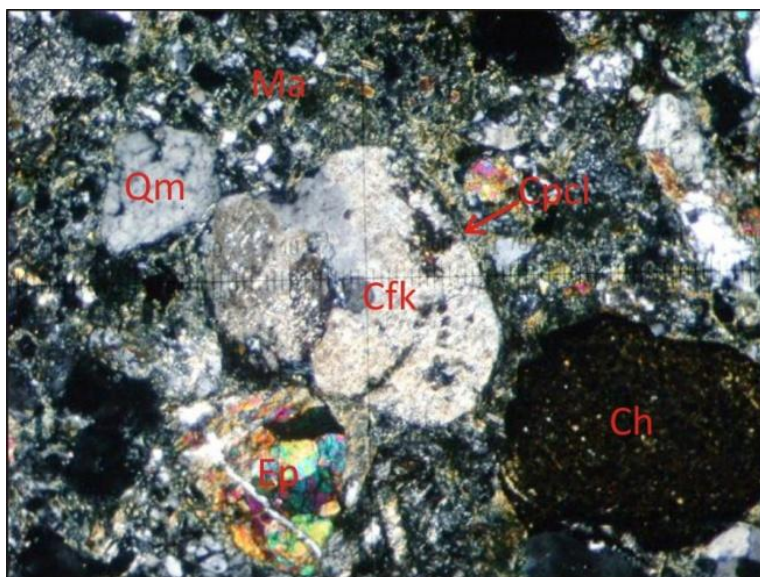


Figura 47. Litoarenita feldespática en la que se observa clasto de feldespato potásico con caolinitización (Cfk) y cemento pelicular de clorita (Cpl), fragmentos de cuarzo (Qm), chert (Chert) y mineral accesorio de epidota (Ep); muestra P2-40.7-P003 40x-NX.

6.1.1.2.1.2 Cemento basal. Es un cemento que sigue en importancia al cemento pelicular de clorita se encuentra solo presente en algunas muestras del pozo, su porcentaje varia entre el 7 y el 23% su textura es fino granular (Figura 48).

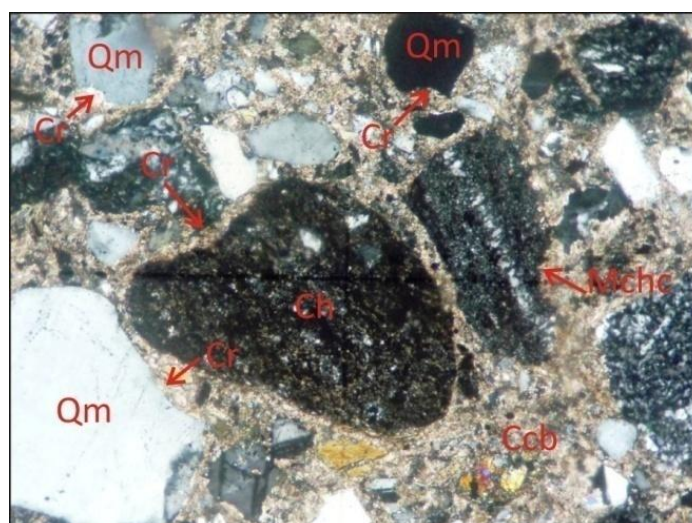


Figura 48. Arcosa lítica submadura que presenta fragmentos de chert con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mchc), cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb), y cuarzo monocristalino con corrosión (Cr); muestra P2-340.67-P006 40x - NX.

6.1.1.2.1.3 Cemento de poros. Corresponde principalmente a cemento carbonatado, y en menor proporción a ferruginoso.

Los cementos carbonatados se muestran en el pozo sin una tendencia preferencial pues aparece solo en unas de las muestras las demás presentan poco o nada de este. Su porcentaje oscila entre el 4 y el 11% y se encuentra asociado a porosidad primaria, constituido por carbonato microcristalino (Figura 49 a, Figura 49 b) y aisladamente se presenta en fracturas. Hay evidencia aislada de neomorfismos agradantes en las muestras.

Los cementos de poros ferruginosos se presentan en el pozo en una baja proporción sin alcanzar el 1%. Se presentan asociados a porosidad secundaria. El mineral constituyente es hematita en algunos casos.

6.1.1.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se encuentra en todas las muestras pero sin ser muy abundante alcanzando un máximo de 2% en promedio, se observa como un pigmento superpuesto sobre los otros cementos y en algunos casos sobre la matriz transmitiéndole un color rojizo a los componentes.

6.1.1.2.2 Metasomatismo diagenético. Es un proceso importante, los metasomatismos principales son de cuarzo y feldespatos por carbonatos, también se presentan metasomatismos menos importantes como los de micas y fragmentos líticos por carbonatos y caolinitización de feldespatos.

6.1.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente pero solo se encuentra en unas secciones alcanzando el 80% del total de clastos de cuarzo, el reemplazamiento es parcial y no se observan reemplazamientos totales (Figura 49 b). En general el metasomatismo se hace por carbonato microcristalino

6.1.1.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Es un proceso que afecta principalmente a las plagioclasas afectando parcialmente a la totalidad de estas en las muestras, reemplazándolas por carbonato microcristalino (Figura 49 b), los feldespatos alcalinos se encuentran afectados por procesos de caolinitización. (Figura 46 b, Figura 47).

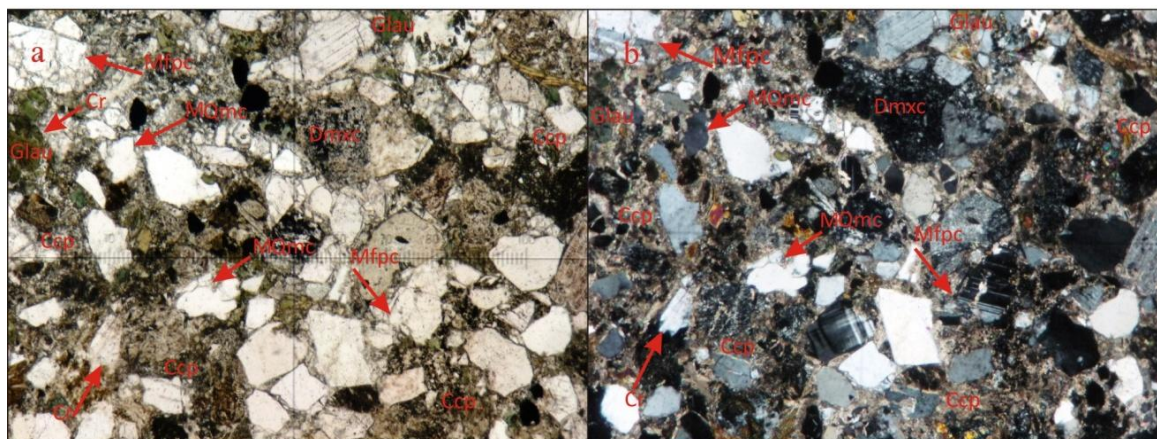


Figura 49. a, b. Arcosa lítica submadura en la que se puede apreciar, glauconita (Glau) y cuarzos con corrosión (Cr) metasomatismo de granos de plagioclasa por carbonato (Mfpc) y de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), cemento carbonatado microcristalino de poros (Ccp) y porosidad debido a la disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P2-340.67-P006 40x -LP,NX.

6.1.1.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos. El metasomatismo de micas y fragmentos líticos es parcial y afecta casi el 50% de estos constituyentes. El mineral reemplazante es carbonato microcristalino principalmente. (Figura 48).

6.1.1.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran el metasomatismo de turmalina por carbonato, de micas por óxidos de hierro (Figura 46 a) y casi en su totalidad los feldespatos alcalinos presentes muestran caolinitización parcial (Figura 46 b) y en algunos casos total.

6.1.1.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.1.1.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso importante en todas las muestras del pozo aunque este se encuentra poco desarrollado, en algunas están asociados a metasomatismos de cuarzo por carbonato (Figura 48) y en otras se evidencia por la disolución de este metasomatismo (Figura 46 b). Este proceso afecta una proporción importante de los clastos de cuarzo y feldespatos llegando hasta un 80%, aunque se encuentran muestras donde la corrosión es mínima y donde este proceso fue interrumpido por la aparición de cemento pelicular de clorita. Los fragmentos líticos como volcánicos, plutónicos y fragmentos de chert presentan este proceso (Figura 48).

6.1.1.3.2 Disolución. Esta relacionado con la generación de porosidad secundaria la cual alcanza hasta el 25% en algunas muestras, afectando principalmente los metasomatismos diagenéticos por carbonatos (Figura 46 b) y en menor proporción a los cementos basales y de poros.

6.1.1.3.3 Neomorfismos. Es un proceso aislado en todo el pozo, que se presenta como neomorfismo agradante de carbonado afectando cemento basal en algunas secciones.

6.1.1.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo (Tabla 1). La evolución de los procesos se presenta a continuación:

Para la diagénesis en la etapa temprana el primer proceso que se presento fue la deformación mecánica de micas, la cual sucedió hasta la cementación por carbonatos dada también para esta etapa, impidiendo la compactación significativa del sedimento.

La generación de los cementos se da posiblemente en varias etapas. La primera corresponde a la formación del cemento pelicular ferruginoso el cual impide en algunos casos la corrosión por cementos carbonatados, indicando que se forma antes y después que estos; luego se forman los cementos carbonatados de poros y basales, causando corrosión de los granos de cuarzo, feldespatos, micas y fragmentos líticos, dando el inicio a los procesos de metasomatismo que afectan a dichos granos; el cemento pelicular de clorita se forma después impidiendo el avance de la corrosión y del metasomatismo parcial por carbonato; la caolinitización de feldespatos posiblemente se da con la generación de este cemento.

Posterior a los metasomatismos por carbonato se dan los procesos de neomorfismo agradante que afecta principalmente a los cementos carbonatados basales de manera aislada.

El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina posterior a los neomorfismos, se presenta tiñendo a los cementos carbonatados como a los metasomatismos diagenéticos en algunos sectores.

La disolución se da en la etapa tardía debido a que afecta a los cementos carbonatados como a los metasomatismos diagenéticos llevando a la generación de porosidad secundaria que aisladamente fue destruida por cemento de poros ferruginoso.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGENESIS TEMPRANA	DIAGENESIS TARDIA
Deformación Mecánica de Micas	---	
Cemento Pelicular Ferruginoso	?????	???????
Cemento de Poros Carbonatado	---	
Cemento Basal Carbonatado	---	
Cemento Pelicular de Clorita	---	---
Caolinitización de Feldespatos Alcalinos	???????????	
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	---	
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	---	
Corrosión de Micas y Fragmentos Líticos por carbonato	---	
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	---	---
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	---	---
Metasomatismo de Micas y Líticos por Carbonato	---	---
Neomorfismos Agradantes	---	---
Cemento de Pigmento Ferruginoso	---	---
Disolución	---	---
Cemento de Poros Ferruginoso	---	---

■ Importancia Alta. — Importancia Media. - - - - Importancia Baja. ??? No Determinado.

Tabla 1. Secuencia paragenética establecida para la Formación Arroyo Seco en el pozo 2

6.1.2 Pozo 3

Para este pozo se analizaron 11 secciones delgadas en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras. Las secciones 005 (micrita fosilífera arenosa con glauconita) y la 011 (micrita arenosa (mudstone)) se describen individualmente debido a que su composición es diferente a las demás.

6.1.2.1 Transformación del espacio intersticial.

6.1.2.1.1 Porosidad. La porosidad en general es buena alcanzando valores entre 10 y el 34% en 10 de las 11 secciones analizadas a excepción de una de ellas que tiene una porosidad mínima de 0.81%; se encontraron evidencias de porosidad primaria en 6 de las 11 muestras, alcanzando valores entre 2 y 14% de la porosidad total de estas (Figura 50 a). El mayor porcentaje de porosidad es secundaria asociada principalmente a la disolución, tipo vugular (Figura 50 b), seguido en orden de importancia por la porosidad de fractura y en muy baja proporción porosidad móldica.

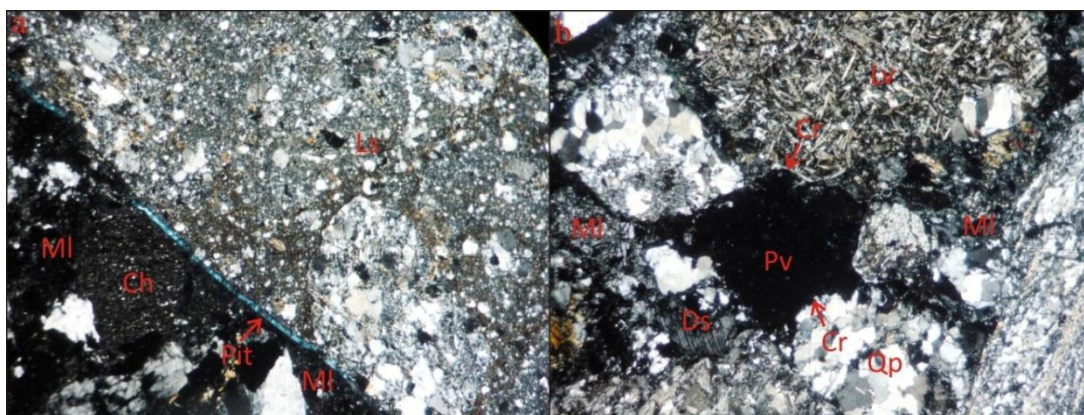


Figura 50. a. Conglomerado de clastos sedimentarios donde se observa porosidad intergranular (Pit), lítico sedimentario de conglomerado (Ls), fragmento de chert (Ch) y matriz de limo (MI); muestra P3-123.2-P008 40x-NX. **b.** conglomerado de clastos sedimentarios en el que se aprecia porosidad vugular (Pv), cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr) y disolución (Ds), matriz de limo (MI) y lítico volcánico (Lv) con corrosión (Cr); muestra P3-123.2-P008 40x-NX.

6.1.2.1.2 Compactación. En promedio ha sido moderada pues se observa un porcentaje considerable de porosidad primaria en algunas muestras; además, en general los contactos predominantes en la unidad son flotantes y tangenciales, le anteceden en importancia los contactos largos y en menor proporción los contactos completos y cóncavo-convexos (Figura 51 a, Figura 51 b). Un indicio importante de compactación es la presencia de micas con deformación mecánica principalmente en biotitas (Figura 51 c, Figura 51 d).

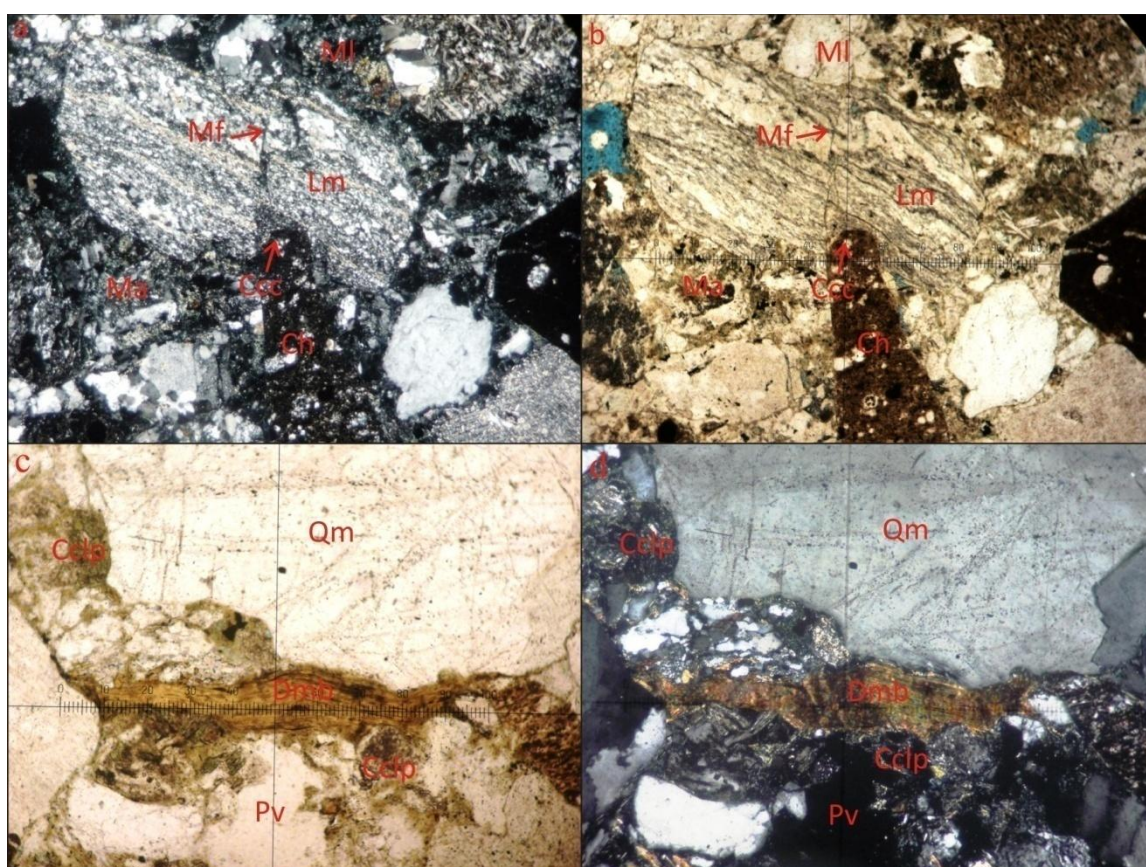


Figura 51. a, b. Conglomerado de clastos sedimentarios en el que se puede apreciar contacto cóncavo convexo entre lítico metamórfico(Lm) y fragmento de chert (Ch); obsérvese además como una microfalla (Mf) causa desplazamiento del lítico metamórfico, también se encuentran presentes matriz de limo (MI) y arcillosa (Ma); muestra P3-123.2-P008 40x-NX,LP.c,d.Litoarenita feldespática inmadura con deformación mecánica de biotita (Dmb), cemento clorítico de poros (Cclp), fragmento de cuarzo monocristalino (Qm) y porosidad vugular (Pv); muestra P3- 94-P007 100x –LP,NX.

6.1.2.2 Neoformaciones minerales

6.1.2.2.1 Cementos. Existe variedad en los tipos de cemento, se tiene principalmente en las muestras cemento pelicular, seguido de cemento de poros y basal, de menor importancia el de pigmento ferruginoso en las terrígenas. Para las 2 muestras de composición mixta entre las que se encuentra una micrita fosilífera arenosa se tiene cemento de poros como el principal, seguido de cemento basal y pelicular, y la micrita arenosa, presenta cemento de porosidad secundaria asociada a fracturas. A continuación se hace una descripción según tipo de cemento.

6.1.2.2.1.1 Cemento pelicular. Es el cemento más importante en las muestras terrígenas esta conformado principalmente por clorita y en baja proporción por óxidos de hierro.

El cemento pelicular de clorita es el cemento característico encontrándose en casi toda la unidad alcanzando porcentajes entre el 1 y el 23% corresponde a un cemento fibroso que impide la corrosión por cementos carbonatados.

El cemento pelicular de óxidos de hierro se encuentra entre el 1 y el 5% en algunas muestras, mientras que en algunas de ellas está ausente.

6.1.2.2.1.2 Cemento de poros. En las muestras terrígenas no se evidencia una tendencia dominante clara en la composición de los cementos de poros, se presentan cementos de clorita, silíceo, carbonato y óxidos de hierro todos ellos en baja proporción.

Los cementos carbonatados se muestran en baja proporción en la unidad sin superar el 2% en general para las rocas terrígenas, se encuentra asociado a

porosidad primaria y su composición es de carbonato microcristalino; aisladamente hay presencia de cemento de poros en fractura.

La muestra clasificada como micrita fosilífera Arenosa con glauconita a diferencia de las demás, presenta un porcentaje de hasta el 30% de este cemento, principalmente esparita que en algunos sectores exhibe texturas en blocky (Figura 52 a) e isópaco hojoso en bioclastos (Figura 52 b).

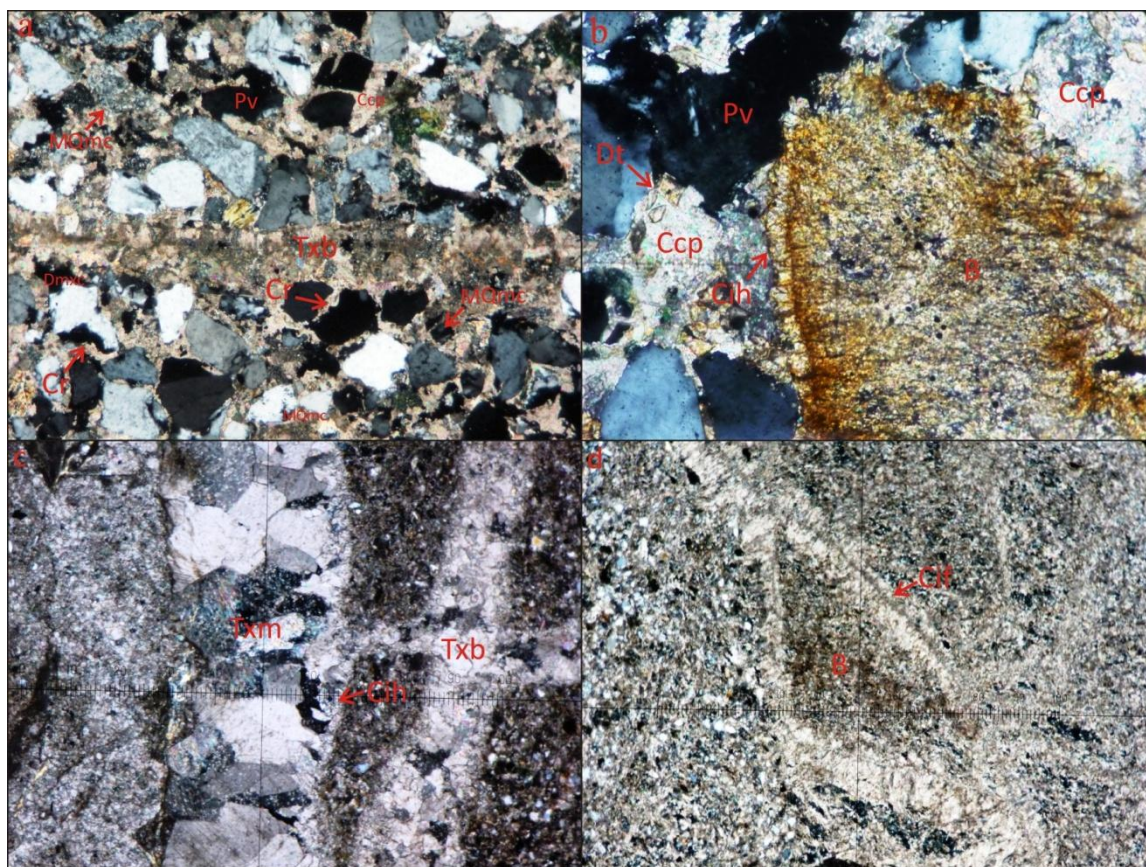


Figura 52 a. Micrita fosilífera arenosa con glauconita que presenta cemento carbonatado de poros con textura en blocky (Txb), cuarzo con corrosión (Cr) y disolución del metasomatismo por carbonato, presenta además cemento de poros carbonatado (Ccp) con porosidad vugular (Pv) y cuarzo monocristalino con metasomatismo por carbonato (MQmc); muestra P3-69.5-P005 40x -NX. **b.** Se aprecia bioclasto (B) con cemento isópaco en hojas (Cih) intergranular y cemento de poros carbonatado esparítico (Ccp) con dolomitización (Dt); muestra P3-69.5-P005 40x- NX. **c.** Micrita arenosa con cemento carbonatado en fractura que exhibe textura en mosaico (Txm) y cemento isópaco hojoso (Cih); muestra P3-150.1-P011 40x-NX. **d.** Micrita arenosa que exhibe Bioclasto (B) con cemento isópaco fibroso (Cif), muestra P3-150.1-P011 40x-NX.

El cemento de poros en la micrita arenosa se presenta en fracturas, y muestra texturas en orden de importancia así: en blocky seguida de mosaico grueso e isópaco hojoso (Figura 52 c) y fibroso en bioclasto (Figura 52 d).

Los cementos de poros de clorita, silíceo y ferruginoso se presentan en las muestras pero sin alcanzar el 1%.

6.1.2.2.1.3 Cemento basal. Este es sólo importante en algunas de las muestras y está entre el 13 y el 24%, el carbonato presente es microcristalino (Figura 53 a, Figura 53 b).

6.1.2.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se encuentra en casi todas las muestras alcanzando valores desde el 1 al 6%, se observa como un pigmento superpuesto sobre los otros cementos, en algunos casos sobre la matriz y líticos, transmitiéndole un color rojizo a estos.

6.1.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos principales son de cuarzo por carbonatos menos importantes son los metasomatismos de fragmentos líticos por carbonato, clorita y óxidos de hierro de menor importancia está la caolinitización de feldespatos.

6.1.2.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente se encuentra en casi todas las secciones con promedios desde el 4 hasta el 35% del total de clastos de cuarzo, el reemplazamiento es parcial (Figura 53 b) y se observan algunos reemplazamientos totales (Figura 54). En general el metasomatismo se hace por carbonato microcristalino.

6.1.2.2.2.2 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos. El metasomatismo de micas y fragmentos líticos es parcial y afecta entre el 2 y el

15% de estos constituyentes. El mineral reemplazante es carbonato microcristalino principalmente

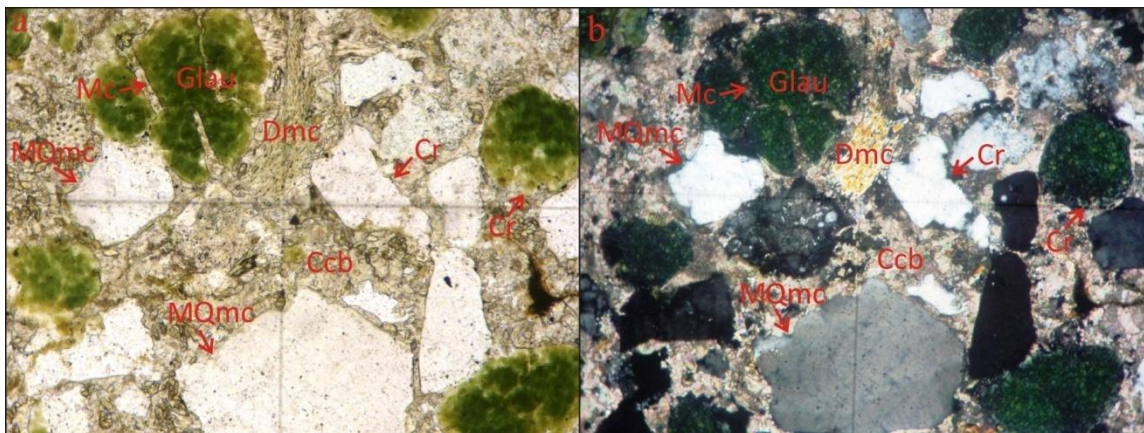


Figura 53. a, b. Micrita fosilífera arenosa con glauconita en la que se puede observar cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), deformación mecánica de clorita (Dmc) y glauconitas (Glau) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P3-69.5-P005 100x- LP, NX.

6.1.2.2.3 Metasomatismo de fragmentos líticos por cloritas. Metasomatismo parcial con menor relevancia dentro de la unidad con porcentajes entre 2 y 6% para algunas muestras.

6.1.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos como la sericitización de plagioclasas, metasomatismo de cemento silíceo por carbonato, cloritización de anfíboles y fragmentos de rocas básicas, caolinitización parcial de feldespatos alcalinos y metasomatismo de fragmentos líticos volcánicos por leucoxeno en baja proporción.

Para la muestra Micrita Fosilífera Arenosa el porcentaje de cuarzos afectados por metasomatismo por carbonato alcanza el 33 % siendo el más importante en esta (Figura 52 a, Figura 53 b), en menor importancia se encuentra el metasomatismo de cemento carbonatado por dolomita alcanzando el 24%, (Figura 55 a) otros tipos

de metasomatismos evidentes en la muestra son el de glauconita y turmalina por carbonato (Figura 53 b, Figura 11 b) y el de bioclastos por dolomita. (Figura 55 c).

En la Micrita Arenosa, la parte terrígena es muy baja el porcentaje no supera el 10% del cual más del 60% de estos componentes están afectados por metasomatismo de carbonato.

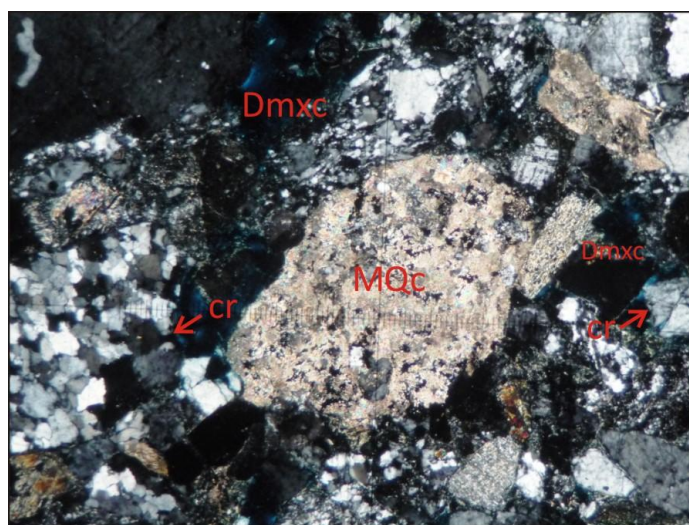


Figura 54. Ortoconglomerado polimictico que presenta corrosión de cuarzo (Cr) y metasomatismo total de cuarzo por carbonato (MQc), la disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) se presenta generando porosidad; muestra P3-51.25-P003 100X-NX.

6.1.2.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.1.2.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso medianamente importante en las muestras de la unidad, afecta moderadamente los componentes, en algunas están asociados a metasomatismos de cuarzo por carbonatos y en otras se evidencia por la disolución de este metasomatismo (Figura 52 a, Figura 53 b). Este proceso afecta granos de cuarzo, feldespatos y fragmentos líticos llegando hasta un 50%

aproximadamente en algunas muestras, mientras que en otras la corrosión ha sido poca.

En las muestras de composición mixta la corrosión de cuarzo es alta, alcanzando el 90% de estos, la glauconita también resulta afectada, alcanzando un porcentaje del 80% de corrosión en este mineral. (Figura 53 b).

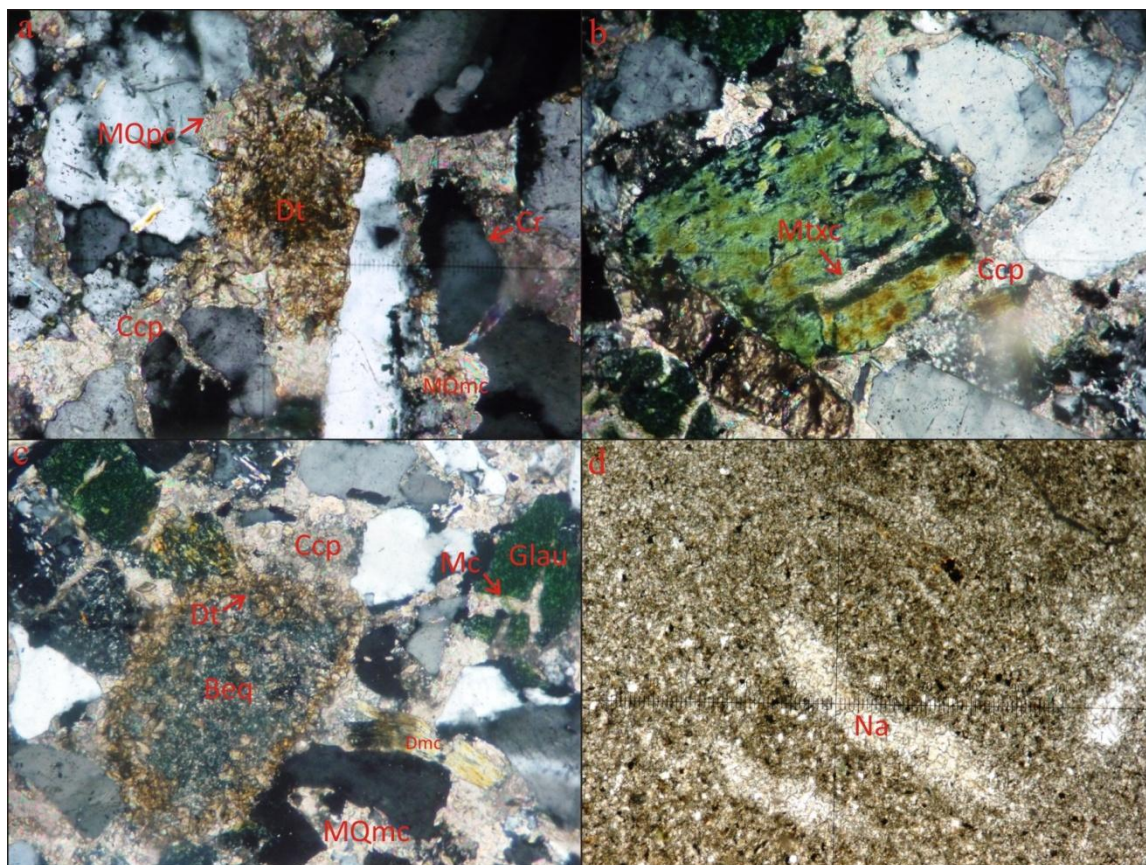


Figura 55 a. Micrita fosilífera arenosa con glauconita en la que se puede observar cemento de poros carbonatado con dolomitización (Dt), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), también metasomatismo de cuarzo policristalino (MQpc) por cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp); muestra P3-69.5- P005 200x-NX. b. metasomatismo de turmalina por carbonato (Mtxc) y cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp) en Micrita fosilífera arenosa con glauconita; muestra P3-69.5- P005 200x-NX. c. Micrita fosilífera arenosa con glauconita en la que se observa Equinodermo (Beq) con dolomitización (Dt), glauconita (Glau) y cuarzo monocristalino con metasomatismo por carbonato (MQmc), se tiene además deformación mecánica de clorita (Dmc) y cemento de poros carbonatado (Ccp); muestra P3-69.5- P005 100x-NX. d. Micrita arenosa con neomorfismo agradable (Na); muestra P3-150.1-P011 40x-NX.

6.1.2.3.2 Disolución. Esta asociado con la producción de porosidad secundaria la cual alcanza hasta un 30% en algunas muestras, esta afecta en mayor medida los metasomatismos diagenéticos por carbonato (Figura 54).

6.1.2.3.3 Neomorfismos. Las rocas terrígenas presentan neomorfismos agradantes en algunas de las muestras sin ser un proceso relevante. Las demas presentan neomorfismo agradable llegando a ser importante en determinados sectores. (Figura 55 d).

6.1.2.4 Paragénesis diagenética

Los procesos que se describen a continuación se ubicaron en un tiempo relativo de aparición (Tabla 2).

En la fase marina se presenta deformación mecánica de micas un indicio importante de compactación que se dio hasta la precipitación de cementos basales y de poros carbonatados y consecuente con la formación de estos se formaron los cementos isópaco fibroso y hojoso característicos de este ambiente.

Para la etapa meteórica se presentan cemento de poros intergranular con textura en Blocky y en fracturas, la aparición de cementos pelicular clorítico y ferruginoso se da posiblemente después de la aparición de los cementos carbonatados pues en la mayoría de los casos impide el avance de la corrosión y de los metasomatismos parciales por carbonato los cuales probablemente se dan al principio de la etapa de enterramiento, la caolinitización de feldespatos alcalinos, sericitización de plagioclasas y la cloritización de fragmentos líticos volcánicos son difíciles de ubicar en el tiempo con la información obtenida pues pueden aparecer en muchas de las etapas pero para este caso se ubican en la fase meteórica.

Hacia el final de esta fase se presenta la corrosión de fragmentos de cuarzos, micas y fragmentos líticos asociado con el inicio del metasomatismo por carbonato

que afecta de manera parcial y en algunos casos de forma total a los componentes de la unidad mostrándose este proceso en la primera fase de la etapa de enterramiento; en la cual se presentan otros productos característicos de este ambiente como la cementación de poros con textura en mosaico, neomorfismos agradantes, dolomitización de bioclastos y de cementos carbonatados.

Como ultimo proceso en la fase meteórica tardía se genera una fuerte disolución que afecta principalmente a los metasomatismos diagenéticos generando porosidad secundaria que posteriormente es destruida por cemento de poros ferruginoso, clorítico.

El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina posterior a los cementos ya que tiñe tanto los cementos carbonatados como los metasomatismos diagenético en algunos sectores.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA					
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDÍA		METEÓRICA
	MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO	METEÓRICA	
CARBONATOS	Cemento de Poros Carbonatado	---	---	---	---
	Cemento Basal Carbonatado	---	---	---	---
	Cemento Isópaco Fibroso	---	---	---	---
	Cemento Isópaco Hojoso	---	---	---	---
	Cemento de Poros intergranular con textura en "Blocky"	---	---	---	---
	Cemento de poros con textura en "Blocky" en fractura	---	---	---	---
	Cemento de poros con textura en Mosaico en fractura	---	---	---	---
	Neomorfismo Agradante	---	---	---	---
	Dolomitización de Cemento Carbonatado	---	---	---	---
	Dolomitización de Bioclastos	---	---	---	---
	Disolución	---	---	---	---
	Cemento Pelicular Ferruginoso	---	---	---	---
	Cemento de Poros Ferruginoso	---	---	---	---
	Cemento de Pigmento Ferruginoso	---	---	---	---
	Deformación Mecánica de Micas	---	---	---	---
	Cemento de Poros Silíceo	---	---	---	---
	SILICATOS	Cemento Pelicular de Clorita	---	---	---
Caolinitización de Feldespatos Alcalinos		---	---	---	---
Sericitización de Plagioclasas		---	---	---	---
Clorización de Fragmentos Líticos Volcánicos		---	---	---	---
Corrosión de Cuarzo por carbonato		---	---	---	---
Corrosión de Micas y Líticos por carbonato		---	---	---	---
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato		---	---	---	---
Metasomatismo de Micas y Líticos por Carbonato		---	---	---	---
Cemento de poros Clorítico		---	---	---	---
Cemento de Poros Silíceo		---	---	---	---

■ **Importancia Alta.** — **Importancia Media.** - - - **Importancia Baja.** ??? **No Determinado**

Tabla 2. Secuencia paragenética establecida para la Formación Arroyo Seco en el Pozo 3

6.1.3 Pozo 8(2)

Para este pozo solo se analizó una sección delgada debido a la alta concentración de rocas de tamaño muy fino dentro de esta, la muestra corresponde a una roca terrígena y con la información obtenida se realiza un análisis muy preliminar de los procesos que afectaron la unidad.

6.1.3.1 Transformación del espacio intersticial

6.1.3.1.1 Porosidad. La porosidad para esta muestra es del 18%, en su totalidad corresponde a porosidad secundaria vugular por disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Figura 56) y del cemento basal carbonatado.



Figura 56. Sublitoarenita Madura se observa porosidad vugular (Pv) por disolución del metasomatismo de cuarzo monocristalino (Qm) por carbonato (Dmxc); muestra P8(2)-80.5-P002 100x-LP.

6.1.3.1.2 Compactación. Esta se manifiesta por los tipos de contactos, principalmente se tienen contactos flotantes, seguido de contactos puntuales y en algunos casos contactos largos. La deformación mecánica de micas es leve en todos los casos y no afecta la totalidad de estas, de acuerdo a esto y a los tipos de contactos podemos decir que la compactación es leve en la unidad (Figura 57).

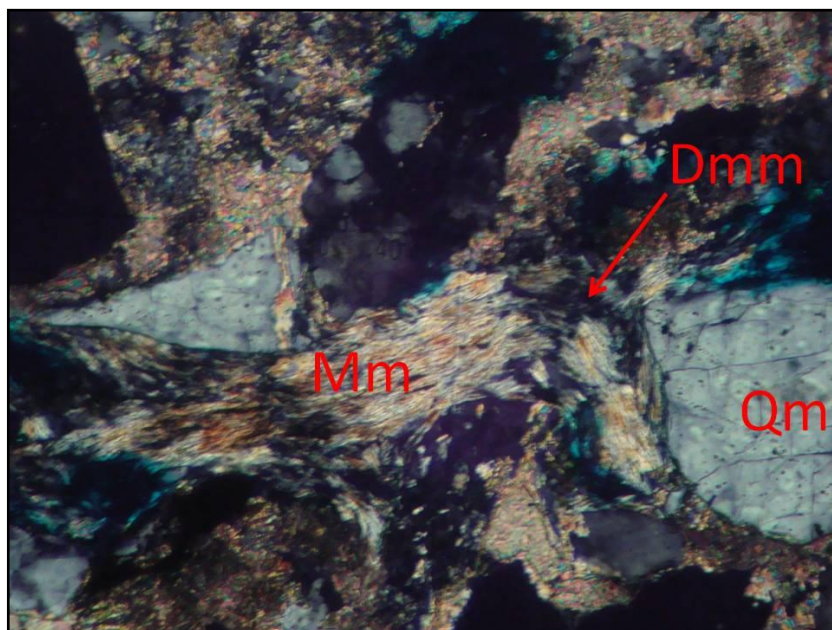


Figura 57. Sublitoarenita Madura, nótese mica moscovita (Mm) con deformación mecánica de esta (Dmm); muestra P8(2)-80.5-P002 200x-NX.

6.1.3.2. Neoformaciones minerales

6.1.3.2.1 Cementos. Predomina el cemento basal carbonatado, seguido del cemento pelicular, el de poros de óxidos de hierro y clorita y finalmente el de pigmento ferruginoso.

6.1.3.2.1.1 Cemento basal. Corresponde principalmente a carbonato microcristalino llegando al 12%, la esparita llega al 6% producto de neomorfismos agradantes en este (Figura 58).

6.1.3.2.1.2 Cemento pelicular. Se presenta principalmente como cemento pelicular de clorita, seguido de cemento pelicular de óxidos de hierro.

El cemento pelicular de clorita se presenta con un porcentaje del 11% se exhibe en forma fibrosa impidiendo la corrosión por cementos carbonatados.

El cemento pelicular de óxidos de hierro se presenta en la muestra sin superar el 2%.

6.1.3.2.1.3 Cemento de poros. Se tienen cementos de poros de óxidos de hierro y de clorita en menor proporción

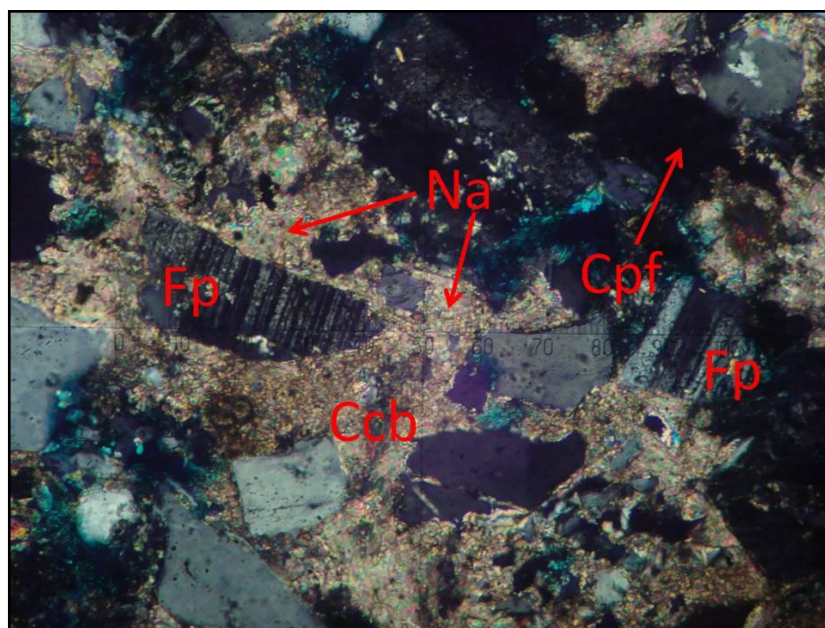


Figura 58. Sublitoarenita Madura, se observan plagioclasas (Fp) con maclas de albita y leve sericitización, también cemento basal carbonatado (Ccb), con neomorfismos agradantes localizados (Na) y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P8(2)-80.5-P002 200x-NX.

6.1.3.2.1.4 Cemento de poros ferruginoso. Este se encuentra en la muestra con porcentajes que superan difícilmente el 1%. El cemento de clorita es aun más escaso dentro de la muestra, su porcentaje llega al 1 %.

6.1.3.2.1.5 Cementos de pigmento ferruginoso. Este se presenta principalmente recubriendo cementos y en algunos casos clastos de minerales, está constituido por hematita amorfa (Figura 58).

6.1.3.2.2 Metasomatismos diagenéticos. Es un proceso con importancia en la unidad donde se tiene principalmente el de cuarzo por carbonato, feldespatos por carbonato, el de micas por carbonato, fragmentos líticos por carbonato y en menor medida cloritización de fragmentos líticos volcánicos, sericitización de plagioclasas y caolinitización de feldespatos alcalinos.

6.1.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es frecuente, se presenta alcanzando el 80% de afectación en el total de clastos de cuarzo, el cuarzo monocristalino se encuentra afectado en forma parcial en un 62%, en una forma mas avanzada en un 16% (Figura 59) y con un metasomatismo casi total en un 2%; el cuarzo policristalino presenta tendencias similares siendo afectado parcialmente en un 68% y en forma avanzada en un 12%; el reemplazamiento es típicamente por carbonato microcristalino.

6.1.3.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Al igual que el cuarzo los feldespatos tanto alcalinos como plagioclasas presenta altos valores de metasomatismo por carbonato, el feldespato alcalino se encuentra afectado parcialmente en un 50%, mientras que las plagioclasas muestran valores del 80%, con un 60% de metasomatismo moderado y un 20% de avanzado.

6.1.3.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonato. Este proceso se encuentra con valores del 33% para la moscovita y del 50% para las cloritas, en algunos casos se puede apreciar un metasomatismo total que impide reconocer el tipo de mica afectada. El metasomatismo de fragmentos líticos por carbonato afecta a fragmentos volcánicos en un 66% y de chert en un 50% el grado de avance de este es relativamente bajo.

6.1.3.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos. Además de los anteriores procesos se encuentran otros como son la cloritización de fragmentos líticos volcánicos que alcanza el 66%, caolinitización de feldespatos alcalinos en forma parcial llegando a un 50% y la sericitización de plagioclasas que llega al 20%.

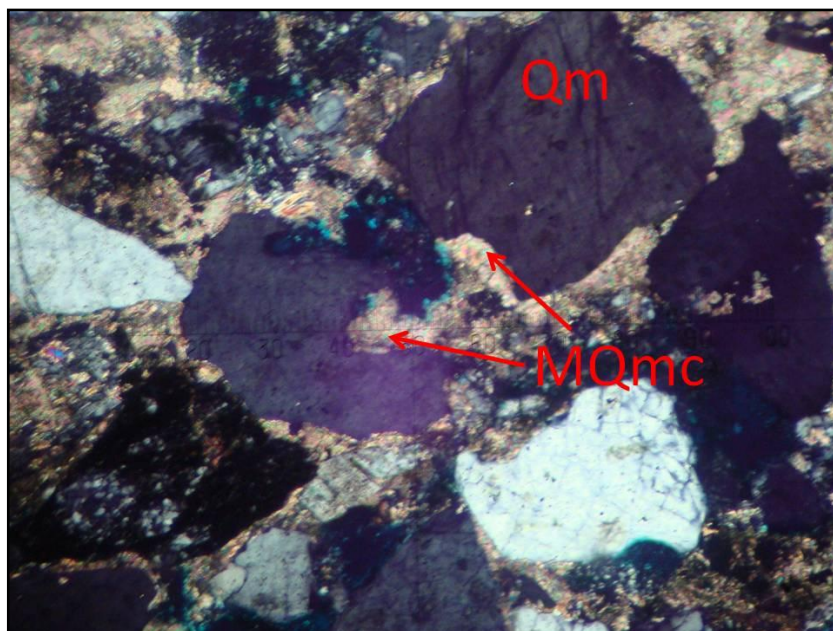


Figura 59. Sublitoarenita Madura, nótese metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P8(2)-80.5-P002 200x-NX.

6.1.3.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.1.3.3.1 Corrosión. Asociada principalmente con el inicio del metasomatismo de granos de cuarzo por carbonato, en esta unidad es un proceso importante llegando a afectar todos los componentes en cierta medida, el cuarzo monocristalino presenta porcentajes de corrosión del 85% (Figura 60 a), así mismo el cuarzo policristalino presenta un porcentaje del 87% (Figura 60 b), los feldespatos también se encuentra con altos porcentajes de corrosión que llegan a valores del 80% para las plagioclasas y del 50% para feldespatos alcalinos, los

fragmentos líticos también presentan este proceso con proporciones del 66% para los fragmentos líticos volcánicos y del 50% para el chert.

6.1.3.3.2 Disolución. Relacionado con la generación de porosidad secundaria, como se mencionó anteriormente tiene un porcentaje del 18%, esta se asocia principalmente a la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato y cementos carbonatados (Figura 60 a).

6.1.3.3.3 Neomorfismos. Los neomorfismos agradantes se presentan en la muestra con cierta frecuencia alcanzando el 34% del total de cemento basal carbonatado (Figura 58, Figura 60 b).

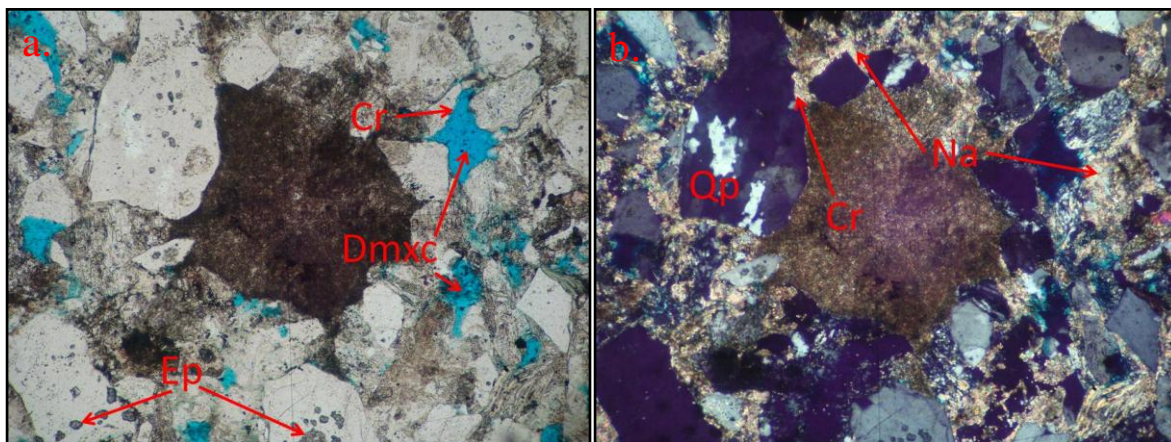


Figura 60 a. Sublitoarenita Madura, nótese corrosión (Cr) en cuarzo monocristalino, disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) que genera porosidad secundaria, además microlitos de epidota (Ep) en cuarzo; muestra P8(2)-80.5-P002 100x-LP. **b.** Sublitoarenita Madura se observa cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr), además neomorfismos agradantes (Na); P8(2)-80.5-P002 100x-NX.

6.1.3.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo. La evolución de los procesos se presenta a continuación (Tabla 3).

En la etapa temprana de diagénesis, el primer proceso que se presentó es la deformación mecánica de micas, seguido a esto se da la precipitación de cemento basal carbonatado con alto grado de importancia, le sigue la aparición de procesos como cementos peliculares de clorita, ferruginosos, sericitización de plagioclasas y cloritización de fragmentos líticos volcánicos, estos se ubican en una etapa media de diagénesis pero sin certeza real de ello, debido a que son procesos que se pueden presentar en cualquier etapa.

Hacia el final de la etapa diagenética temprana se tiene corrosión de cuarzo, feldespatos y fragmentos líticos principalmente, seguido a esto en una etapa tardía tenemos los metasomatismos por carbonatos.

Finalmente se tiene un fuerte neomorfismo agradante que afecta en alto grado el cemento basal carbonatado, posterior a esto tenemos disolución de carbonatos que genera porosidad secundaria que posteriormente fue rellenada por cementos de poros clorítico y ferruginoso en casos aislados; el cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se presenta en una etapa tardía debido a que en algunos casos se encuentra recubriendo Neomorfismos.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	---	---
Cemento Basal Carbonatado	██████████	██████████
Cemento Pelicular de Clorita	???????	██████████
Cemento Pelicular Ferruginoso	???????	██████████
Sericitización de Plagioclasas	???????	██████████
Cloritización de fragmentos líticos Volcánicos	???????	██████████
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	██████████	██████████
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	██████████	██████████
Corrosión de Micas y fragmentos Líticos por carbonato	██████████	██████████
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	██████████	██████████
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	██████████	██████████
Metasomatismo de Micas y Fragmentos Líticos por Carbonato	██████████	██████████
Neomorfismos Agradantes	██████████	██████████
Disolución	██████████	██████████
Cemento de Poros Clorítico	---	---
Cemento de Poros Ferruginoso	---	---
Cemento de Pigmento Ferruginoso	---	???????

██████ Importancia Alta. ——— Importancia Media. - - - - Importancia Baja. ?????? No Determinado.

Tabla 3. Secuencia paragenética establecida para la Formación Arroyo Seco en el Pozo 8(2)

6.1.4 Pozo 11

Para este pozo se analizaron 3 secciones delgadas en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras.

6.1.4.1 Transformación del espacio intersticial

6.1.4.1.1 Porosidad. La porosidad en general es relativamente baja se encuentra entre el 2 y el 11%. La porosidad es secundaria asociada principalmente a la disolución tipo vugular (Figura 61 a), seguido en orden de importancia por la porosidad de fractura (Figura 61 b) y finalmente porosidad por estilolitos.

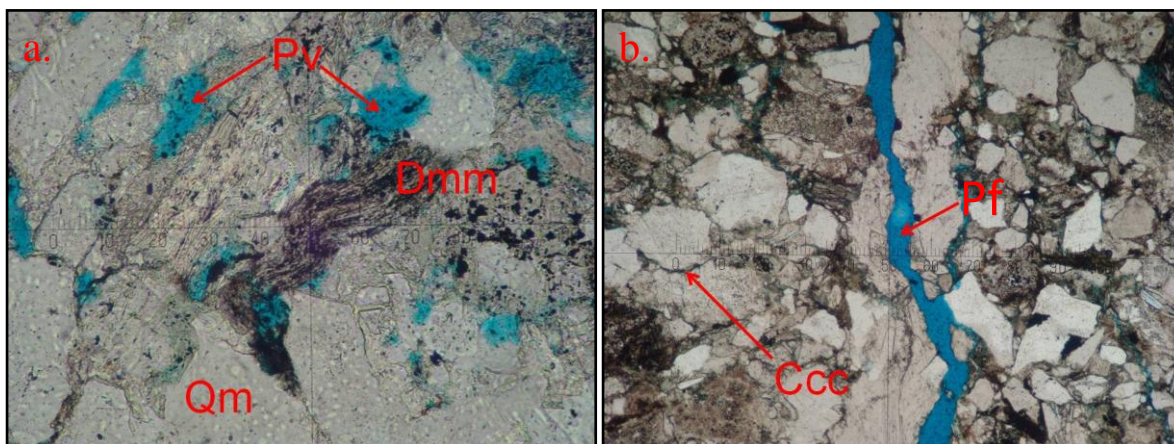


Figura 61 a. Subarcosa Madura, nótese porosidad vugular (Pv) por disolución del metasomatismo de cuarzo monocristalino (Qm), además deformación mecánica de mica (Dmm); muestra P11-4.06-P001 200x-LP. **b.** Subarcosa Submadura, se observa porosidad por fractura (Pf), además contacto cóncavo convexo (Ccc); muestra P11-26.22-P002 50x-LP.

6.1.4.1.2 Compactación. Los efectos de compactación se evidencian principalmente por la no presencia de porosidad primaria. Los contactos tangenciales y largos predominan en las muestras (Figura 62 b), siguen en importancia los contactos flotantes y algunos casos aislados de contactos completos y cóncavo-convexos (Figura 61 b), la deformación mecánica de micas

también es evidente en todas las muestras analizadas, la moscovita en general se encuentra con deformación leve en porcentajes del 50%, con alta deformación el porcentaje llega al 30% del total de este mineral, la biotita y la clorita presentan deformaciones leves en casi todas ellas (Figura 62 a).

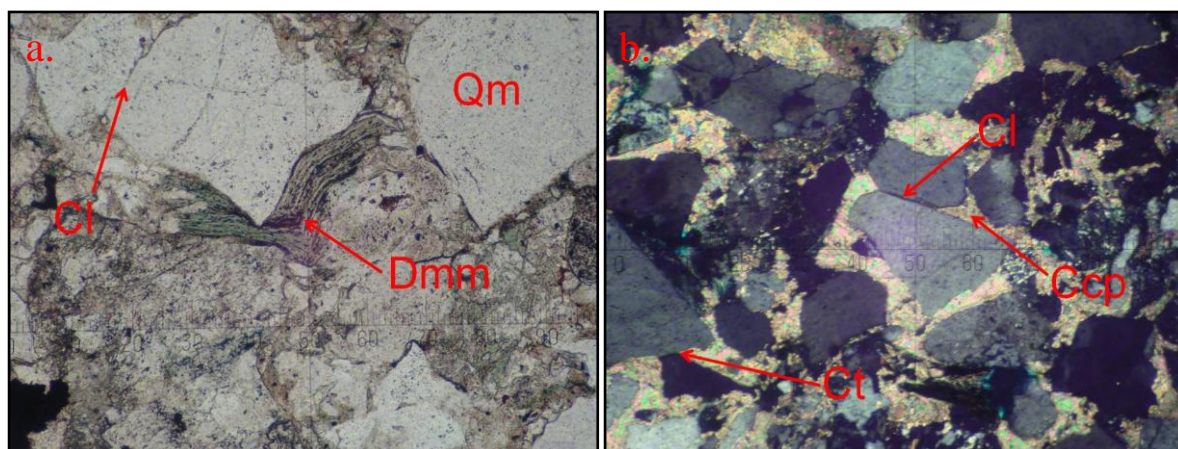


Figura 62 a. Subarcosa Submadura, se observa deformación mecánica de mica (Dmm) clorita, por compactación, además contactos largos (Cl), entre granos de cuarzo monocristalino (Qm) que evidencian compactación; muestra P11-26.22-P002 100x-LP. **b.** Subarcosa Madura, nótese contactos largos (Cl) y contactos tangenciales (Ct), además cemento carbonatado de poros (Ccp) esparita; muestra P11-4.06-P001 100x-NX.

6.1.4.2 Neoformaciones minerales

6.1.4.2.1 Cementos. Se tiene principalmente en las muestras cemento basal carbonatado seguido del cemento pelicular y finalmente cemento de poros de carbonato, óxidos de hierro, clorita y silíceo, en menor proporción cemento de pigmento ferruginoso.

6.1.4.2.1.1 Cemento basal. Se encuentra en todas las muestras principalmente corresponde a esparita posiblemente producto de un neomorfismo agradante general, su porcentaje se encuentra entre el 15 y el 29% (Figura 63 a), en las muestras es posible identificar aisladamente zonas con presencia de carbonato microcristalino que en algunos casos puede llegar aproximadamente al 3%.

6.1.4.2.1.2 Cemento pelicular. El cemento pelicular de clorita es el más importante dentro de las muestras, a este le sigue el cemento pelicular de óxidos de hierro.

El Cemento pelicular de clorita se encuentra en todas las muestras su porcentaje varía entre el 4 y el 30% corresponde a un cemento fibroso que impide generalmente la corrosión por cementos carbonatados.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro se encuentra en algunos casos y su presencia está entre el 2 y el 4%.

6.1.4.2.1.3 Cemento de poros. Corresponde principalmente a cemento carbonatado, y en menor proporción a ferruginoso, clorítico y silíceo.

El Cemento de poros carbonatado se presentan dentro de la muestra como esparita con porcentajes entre el 5 y el 10% (Figura 62 b, Figura 66 a), como micrita en casos aislados sin superar el 1% y en otras se presenta rellenando una fractura y con textura en mosaico (Figura 63 b).

El Cementos de poros ferruginosos se presentan en el pozo con porcentajes que están en el orden del 2%, se presentan asociados a porosidad secundaria. El mineral constituyente posiblemente es hematita en algunos casos. Es de anotar que también se presenta óxidos de hierro rellenando estilolitos en algunas muestras con porcentajes cercanos al 3% (Figura 63 c).

El Cemento de poros clorítico se presenta en una de las muestras y su porcentaje no supera el 2%.

El Cemento poros silíceo corresponde a cuarzo microcristalino se presenta escasamente y no llega al 1%.

6.1.4.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se presenta en algunas de las muestras pero su porcentaje no supera el 2%, principalmente se halla sobre los cementos carbonatados (Figura 63 a).

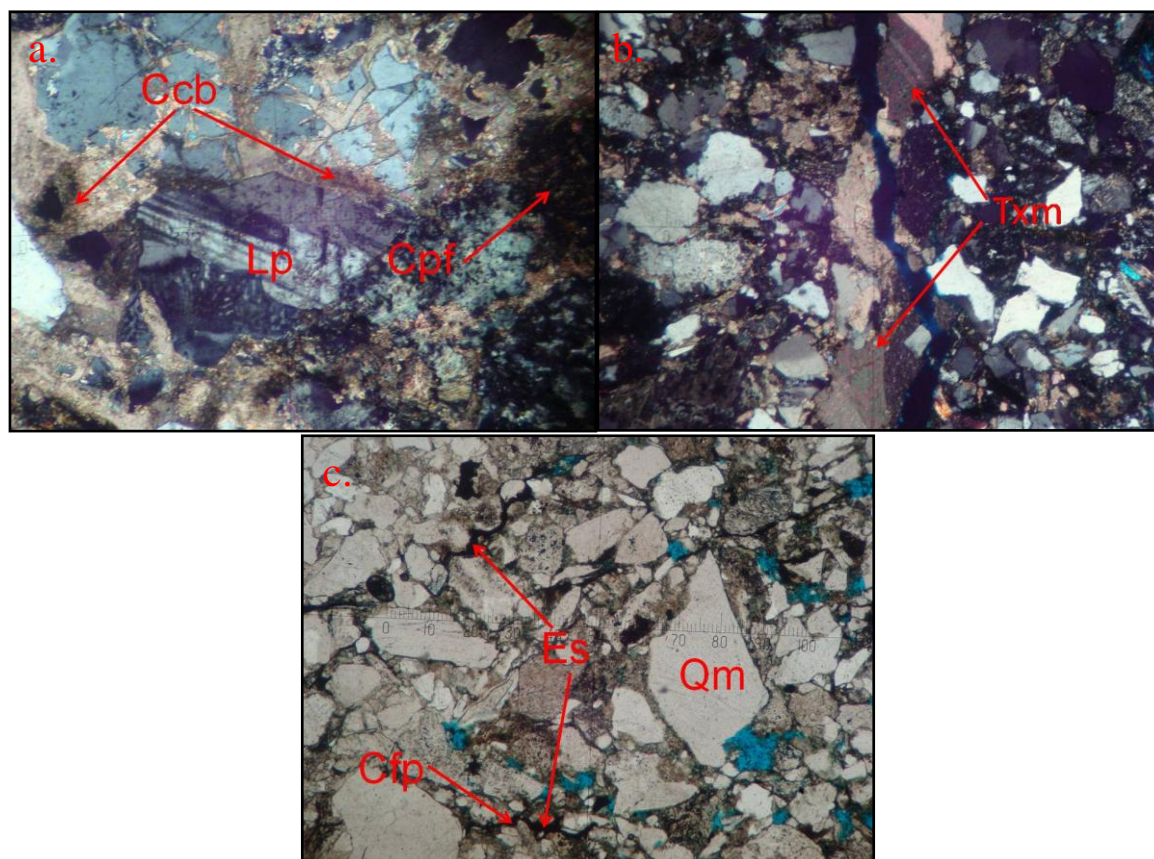


Figura 63 a. Arcosa Submadura, se aprecia cemento carbonatado basal (Ccb) de esparita, cemento de pigmento ferruginoso (Cpf), y lítico plutónico (Lp); muestra P11-50.52-P003 100x-NX. b. Subarcosa Submadura, nótese cemento carbonatado con textura en mosaico (Txm), rellenando fractura; muestra P11-26.22-P002 50x-NX. c. Subarcosa Submadura, se observan estilolitos (Es) rellenos de cemento ferruginoso de poros (Cfp); muestra P11-26.22-P002 50x-LP.

6.1.4.2.2 Metasomatismos diagenéticos. Es un proceso importante dentro del pozo, los metasomatismos principales corresponden al de cuarzo y feldespatos por carbonatos, también se presentan metasomatismos como los de micas y fragmentos líticos por carbonatos, caolinitización de feldespatos, sericitización de plagioclasas y otros menos importantes como cloritización de fragmentos líticos volcánicos y de anfíbol por carbonatos.

6.1.4.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente en el pozo alcanza más del 90% del total de clastos de cuarzo, el cuarzo monocristalino se encuentra afectado parcialmente en un porcentaje promedio del 65%, en una forma mas avanzada de metasomatismo presenta porcentajes del 30% y en porcentajes más bajos del orden del 5% el reemplazamiento es casi en su totalidad. El cuarzo policristalino se encuentra afectado en un promedio del 70% en su mayoría en forma parcial y con porcentajes cercanos al 20% en promedio para un carácter más avanzado de metasomatismo (Figura 64).

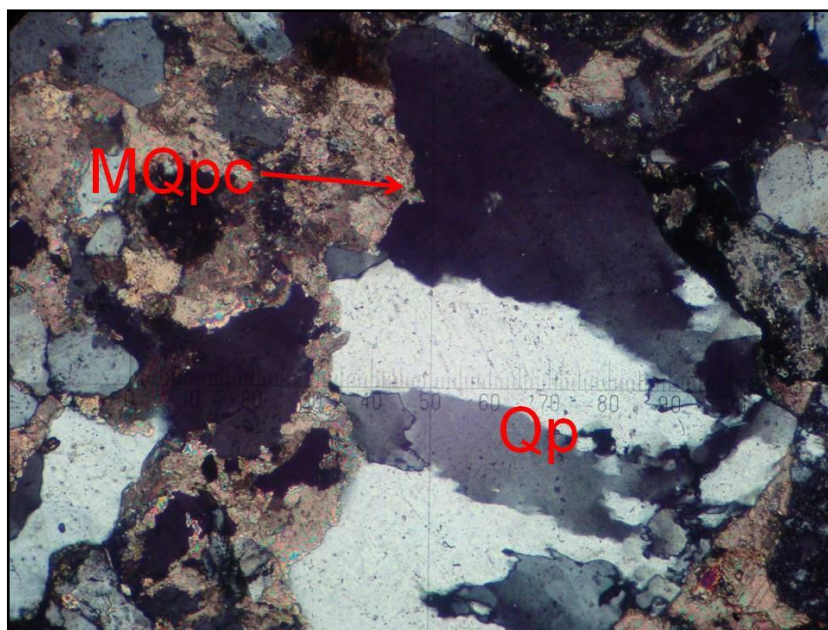


Figura 64. Subarcosa Submadura, se observa cuarzo policristalino (Qp) metamórfico deformado con metasomatismo por carbonato (MQpc); muestra P11-26.22-P002 50x-NX.

6.1.4.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Se presenta en todas las secciones con porcentajes importantes entre el 74 y el casi 100% para las plagioclasas, comúnmente sin ser muy fuerte (Figura 65 a); los feldespatos alcalinos se encuentran afectados en porcentajes desde el 60 hasta aproximadamente el 100% en algunos casos, el reemplazamiento es siempre moderado (Figura 65 b).

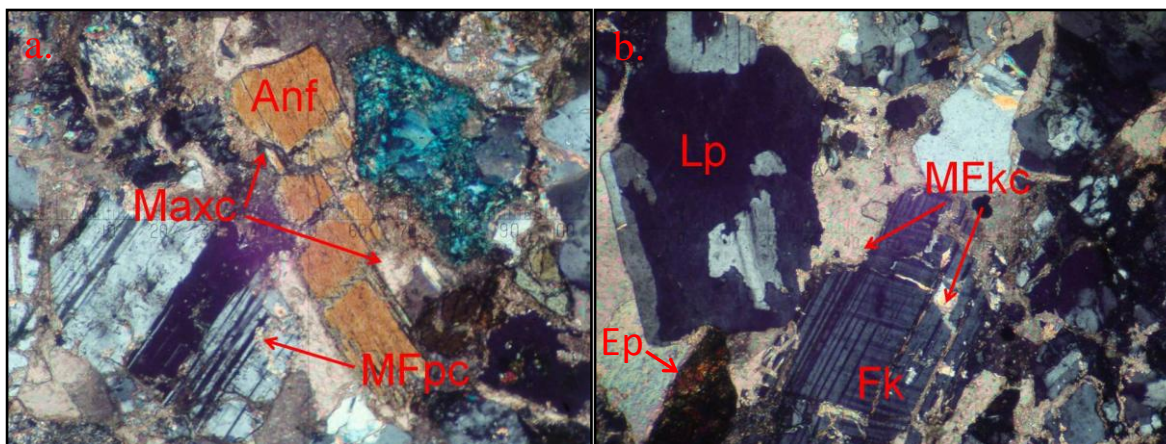


Figura 65 a. Arcosa Submadura, nótese metasomatismo de feldespato plagioclasa con macla de albita por carbonato (Mfpc), así como anfíbol (Anf) con metasomatismo por carbonato (Maxc); muestra P11-50.52-P003 100x-NX. **b.** Arcosa Submadura, se observa metasomatismo de feldespato alcalino (Fk) por carbonato (MFkc); además lítico plutónico (Lp) y epidota (Ep); muestra P11-50.52-P003 100x-NX.

6.1.4.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos. El metasomatismo de micas y fragmentos líticos es parcial se encuentra afectando entre el 30 y el 90% de las micas, y porcentajes altos de fragmentos líticos tanto plutónicos sedimentarios y volcánicos que en la mayoría de los casos se encuentran entre el 70 y 90% de afectación parcial por este metasomatismo.

6.1.4.2.2.4 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran el metasomatismo de anfíbol por carbonato (Figura 65 a) y la sericitización y caolinitización de plagioclasas (Figura 66 b) y feldespatos alcalinos respectivamente que llegan a estar en rangos del 20 y 40% para la sericitización y del 80 a 100% para la caolinitización; aisladamente se tiene metasomatismo de micas por óxidos de hierro (Figura 66 a).

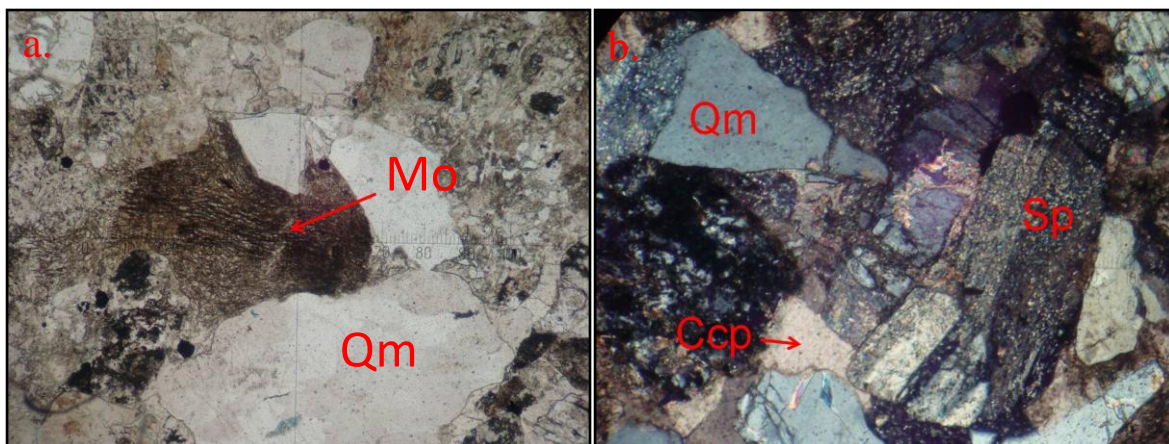


Figura 66 a. Arcosa Submadura, en la que se observa metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mo), debido a su alto metasomatismo no es posible su reconocimiento; muestra P11-50.52-P003 50x-LP. **b.** Arcosa Submadura, nótese cemento carbonatado de poros (Ccp), cuarzo monocristalino (Qm) y sericitización de plagioclasa (Sp); muestra P11-50.52-P003 100x-NX.

6.1.4.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.1.4.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso importante en todas las muestras del pozo, en algunas están asociados a metasomatismos de cuarzo por carbonatos y en otras ocasiones es evidente por la disolución de este metasomatismo. Este proceso afecta una proporción importante de los clastos de cuarzo llegando a valores de casi el 100% para cuarzo monocristalino (Figura 67 a) y del 90% para cuarzo policristalino, los feldespatos llegan a valores entre el 60 y 90%, los fragmentos líticos como volcánicos, plutónicos y fragmentos de chert presentan este proceso con altos valores entre el 40 y 90% aproximadamente.

6.1.4.3.2 Disolución. Se relaciona directamente con la generación de porosidad secundaria la cual alcanza hasta un 11% para algunas muestras, afectando principalmente los metasomatismos diagenéticos por carbonatos (Figura 67 b) y a los cementos basales y de poros.

6.1.4.3.3 Neomorfismos. El neomorfismo agradante parece ser el proceso más importante dentro de las muestras, posiblemente todo el cemento carbonatado basal esparítico sea producto por un fuerte proceso de neomorfismo agradante.

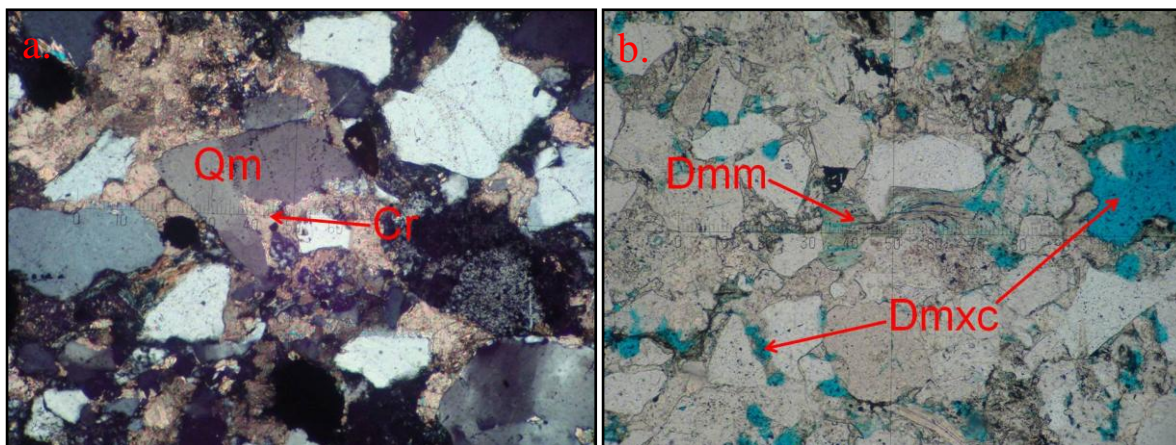


Figura 67 a. Subarcosa Submadura, nótese cuarzo monocristalino (Qm) con avanzada corrosión (Cr); muestra P11-26.22-P002 100x-NX. **b.** Subarcosa Madura, se observa deformación mecánica de mica clorita (Dmm), también disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc), que genera porosidad por disolución; P11-4.06-P001 100x-LP.

6.1.4.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo. La evolución de los procesos se presenta a continuación (Tabla 4).

En la etapa temprana como primer proceso diagenético producto de compactación tenemos la deformación mecánica de micas, que para este pozo se presenta con algo de importancia lo que indica que antes de la precipitación de carbonatos la compactación fue moderadamente importante; posterior a esto se presenta en un porcentaje muy bajo cemento silíceo; la precipitación de cementos carbonatados tanto basales como de poros se muestran como el proceso diagenético temprano mas importante; los cementos peliculares de clorita y ferruginosos posiblemente estén sin mayor importancia antes de la aparición de cementos carbonatados pues en algunos casos aislados se encuentran recubriendo y protegiendo los clastos,

en los demás se presentan como un evento tal vez ocurrido después de los metasomatismos por carbonatos.

Uno de los procesos más importantes es la corrosión de clastos de cuarzo, feldespatos, micas y fragmentos líticos por carbonato, que se da hacia el final de la etapa temprana e inicio de la tardía, antecediendo el proceso de metasomatismo por carbonato que se da para la etapa tardía de la diagénesis.

Los neomorfismos agradantes se presentan de igual manera como uno de los procesos importantes dentro del pozo en la etapa tardía, la presencia de estilolitos producto de procesos de compactación química de presión-disolución tienen una importancia media hacia la parte final de esta etapa; además se tiene disolución de cementos carbonatados y de los metasomatismos por carbonato generando porosidad secundaria en un grado de importancia media.

Posteriormente se da la aparición de cementos de poros clorítico y ferruginoso con un grado de importancia bajo, el cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se da en la etapa final pues este se encuentra tiñendo neomorfismos en algunos casos.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	—	
Cemento de Poros Silíceo	— — —	
Cemento de Poros Carbonatado	—	
Cemento Basal Carbonatado	—	
Cemento Pelicular de Clorita	??????	????????
Cemento Pelicular Ferruginoso	??????	??????
Caolinitización de Feldespatos Alcalinos	??????????	??????
Sericitización de Plagioclasas	??????????	??????
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	—	
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	—	
Corrosión de Micas y fragmentos Líticos por carbonato	—	
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	—	
Metasomatismo de Feldespato por Carbonato	—	
Metasomatismo de Micas y Fragmentos Líticos por Carbonato	—	
Neomorfismos Agradantes	—	
Estilolitos	—	
Disolución	—	
Cemento de Poros Clorítico	— — —	
Cemento de Poros Ferruginoso	— — —	
Cemento de Pigmento Ferruginoso	— — —	???

— Importancia Alta. — Importancia Media. — — — Importancia Baja. ??? No Determinado.

Tabla 4. Secuencia paragenética establecida para la Formación Arroyo Seco en el Pozo 11

6.1.5 Pozo 12

Para este pozo se analizaron 9 secciones delgadas, en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras. Las muestras Arcosa calcárea y Bioesparrudita no seleccionada se describe individualmente por su composición y texturas diferentes a las demás muestras del pozo.

6.1.5.1 Transformación del espacio intersticial

6.1.5.1.1 Porosidad. La porosidad en general es de baja a intermedia alcanzando porcentajes que varían entre el 2 y el 27%. Solo se encontraron evidencias de porosidad primaria en algunas de las muestras, alcanzando valores entre 1 y 8% de la porosidad total de estas. El mayor porcentaje de porosidad es secundaria asociada principalmente a la disolución, tipo vugular de cemento carbonatado (Figura 68 a), seguido en orden de importancia por la porosidad de fractura que presenta un valor máximo del 1%. La porosidad intragranular se evidencia en una de las muestras principalmente en bioclastos. (Figura 68 b, Figura 68 c).

6.1.5.1.2 Compactación. Los efectos de compactación en la son moderados, ya que en general los contactos predominantes son tangenciales y flotantes le siguen en importancia los contactos completos y aisladamente cóncavo-convexos (Figura 69 a) y suturados (Figura 69 b). Un indicio importante de compactación es la presencia de micas con deformación mecánica principalmente de cloritas y biotitas y aisladamente moscovita. (Figura 69 c, Figura 69 d).

6.1.5.2 Neoformaciones minerales

6.1.5.2.1 Cementos. Existe variedad en los tipos de cemento, se tiene principalmente en las muestras cemento basal y de poros y de menor importancia pelicular y de pigmento ferruginoso en las terrígenas. Para la bioesparrudita no seleccionada se tiene cemento basal como el principal, seguido de poros en fractura y pigmento ferruginoso.

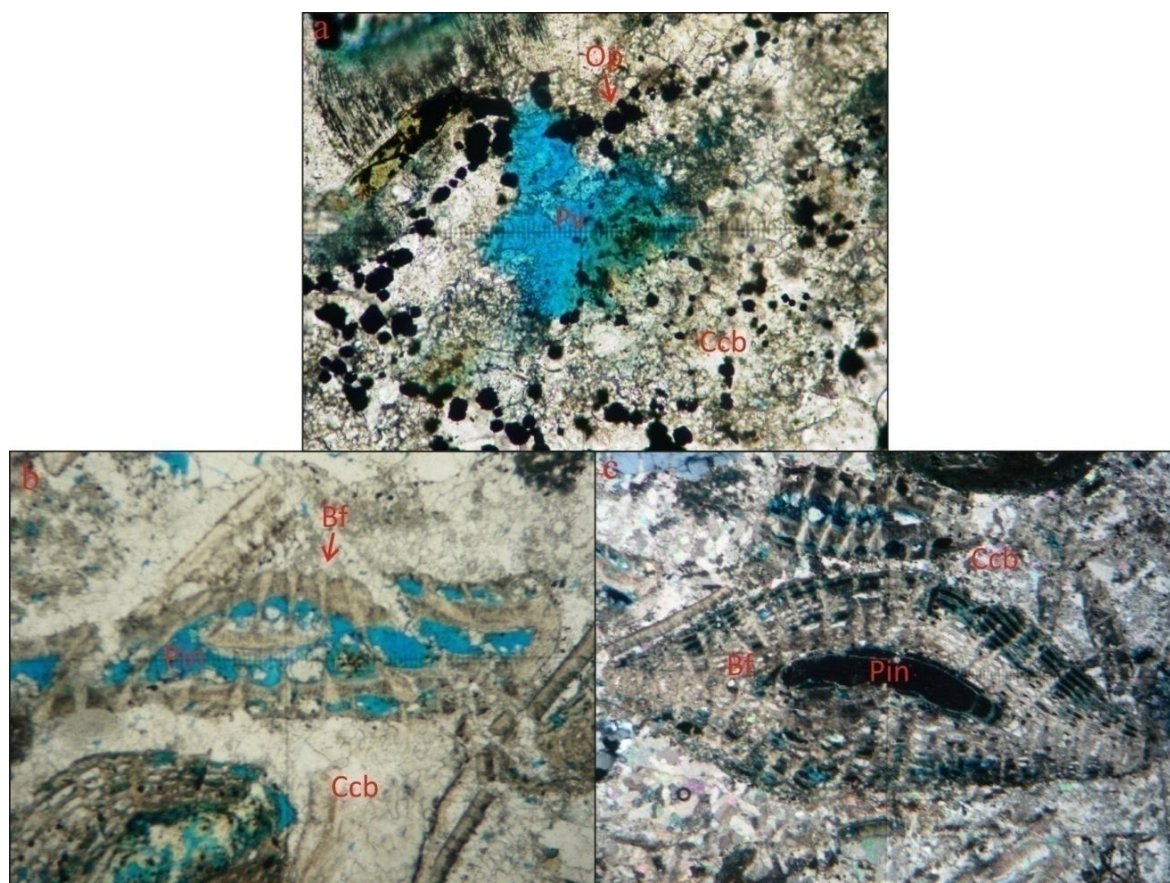


Figura 68 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede observar porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado basal (Ccb) de esparita; se encuentran además minerales opacos (Op); muestra P12-489.96-P022 200x-LP. **b.** Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede apreciar foraminífero (Bf) con porosidad intragranular (Pin) y cemento carbonatado basal esparítico (Ccb); muestra P12-489.96-P022 40x-LP. **c.** Bioesparrudita no seleccionada con foraminífero (Bf) *Lepidocyclinas* que presenta porosidad intragranular (Pin) también se puede observar cemento carbonatado basal (Ccb) compuesto por esparita; muestra P12-489.96-P022 40x-NX.

6.1.5.2.1.1 Cemento basal. Es el cemento más importante en todas las muestras, conformado principalmente por esparita cristalina gruesa y micro esparita con un porcentaje que varía entre el 2 y el 30%, (Figura 70 a) seguido de micrita con porcentajes entre el 2 y el 7 % a excepción de una de las muestras que presenta un porcentaje del 32%, con neomorfismo agradante en algunos sectores (Figura 70 b).

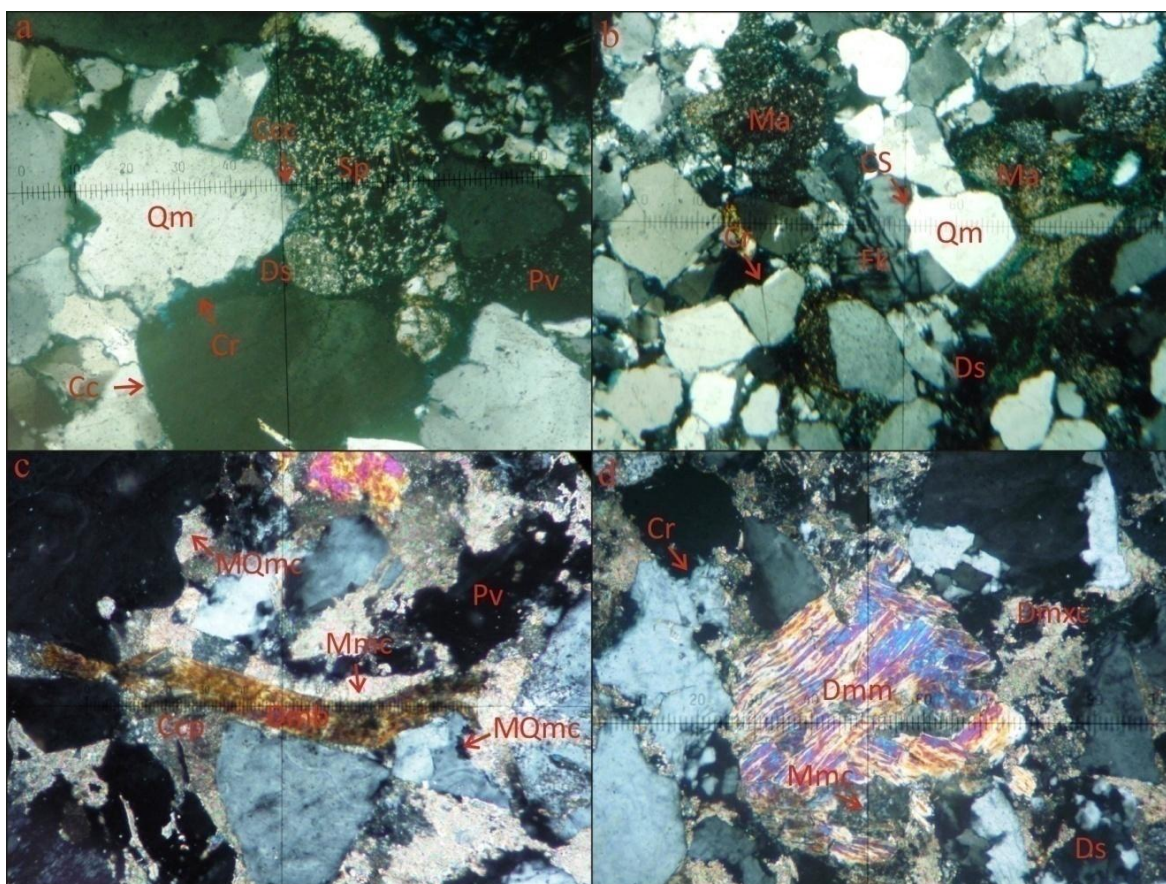


Figura 69 a. Subarcosa submadura en la que se puede apreciar contacto cóncavo convexo (Ccc) entre grano de cuarzo monocristalino (Qm) y feldespato plagioclasa con sericitización (Sp), contactos completos (Cc) entre granos de cuarzo, donde algunos presentan disolución corrosión (Cr) y disolución (Ds), la porosidad vugular (Pv) también se encuentra presente; muestra P12-78.36-P004 100x-NX. b. contacto suturado entre feldespato alcalino (Fk) y cuarzo monocristalino (Qm), matriz arcillosa (Ma) y cuarzos con corrosión (Cr) y disolución (Ds) en subarcosa submadura; muestra P12-78.36-P004 40x-NX. c. subarcosa submadura en la que se observa deformación mecánica de biotita (Dmb) con metasomatismo por carbonato (Mmc), cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P12-341.16-P017 200x-NX. d. deformación mecánica de moscovita (Dmm) con metasomatismo por carbonato (Mmc), cuarzo con corrosión (Cr) y disolución (Ds) y además disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) en subarcosa submadura; muestra P12-341.16-P017 100x-NX.

La muestra Bioesparrudita no seleccionada presenta cemento esparítico cristalino grueso con un porcentaje del 30% exhibiendo texturas en blocky en toda la sección (Figura 70 c) y algunos bioclastos con neomorfismo agradante. (Figura 70 d).

La muestra mixta (Arcosa calcárea) presenta cemento basal esparita cristalina gruesa con textura en blocky (Figura 70 e), además cemento de calcita fibrosa con un porcentaje del 7%. (Figura 70 f).

6.1.5.2.1.2 Cemento de poros. Se tiene principalmente de carbonato seguido de óxidos de hierro y de menor importancia y silíceo clorítico.

El Cemento de poros carbonatado alcanza un promedio entre el 2 y el 11% compuesto principalmente por esparita y en baja proporción de micrita.

La bioesparrudita presenta cemento de poros carbonatado en foraminíferos que exhiben texturas en blocky (Figura 70 c); bivalvos con textura geopetal (Figura 71 a) y algas con perforaciones (Figura 71 b). Los cementos de poros en fractura se encuentran en la muestra con porcentajes que no superan el 2%.

En algunas muestras terrígenas se puede observar cemento isópaco hojoso rodeando fragmentos de cuarzos monocristalino (Figura 72 a) (Figura 72 b) y policristalino (Figura 72 c) con porcentajes entre el 3 y el 19% respectivamente, la micritización de cemento basal también es abundante para estas (Figura 72 d); asimismo se puede observar este proceso en bioclastos (Figura 72 e) para las calcáreas.

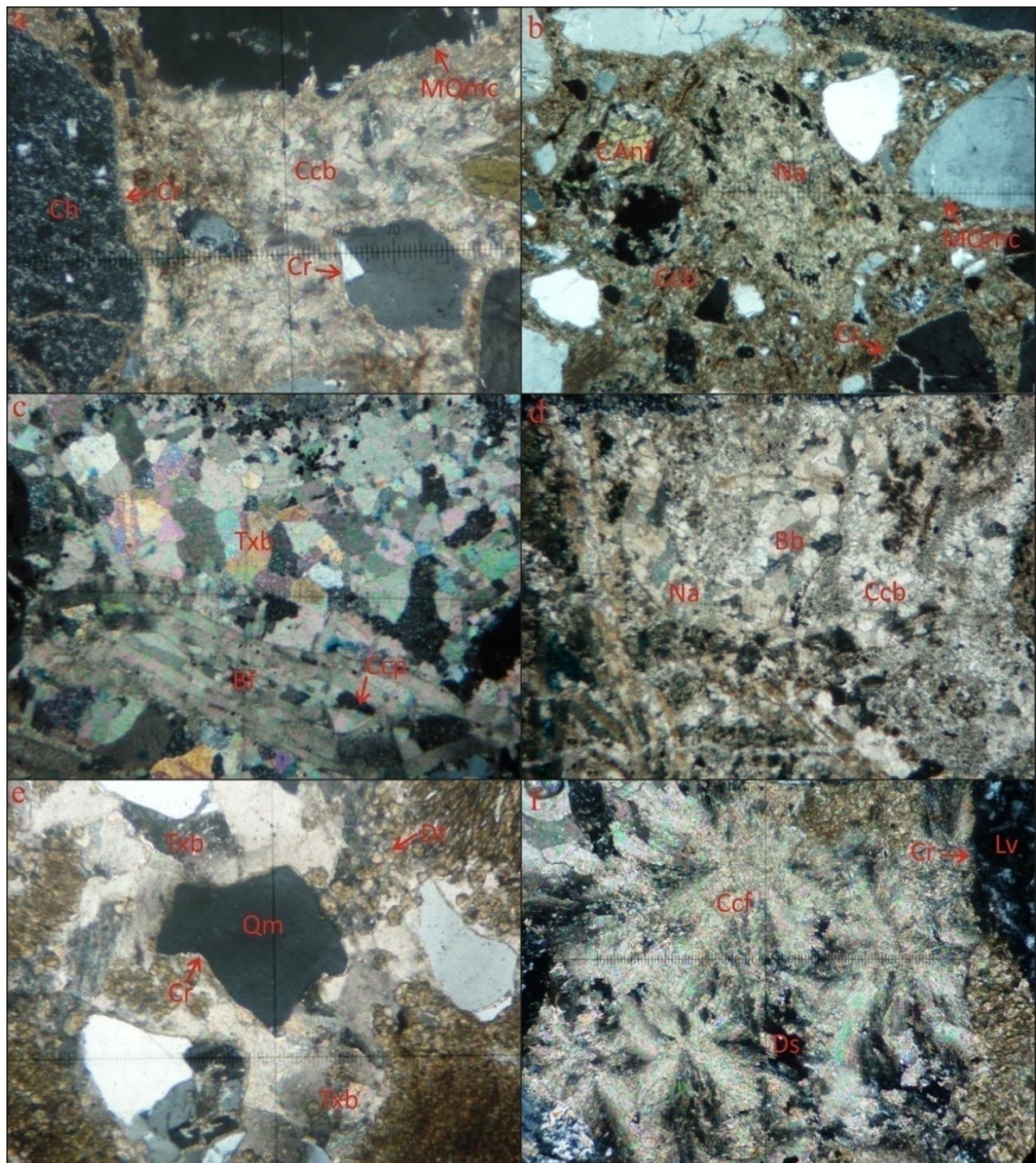


Figura 70 a. Subarcosa submadura en la que se observa cemento carbonatado basal de esparrita (Ccb), fragmentos de cuarzo y chert (Ch) con corrosión (Cr) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P12-310.37-P014 100x-NX. b. cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb) con neomorfismo agradante (Na), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) y aisladamente anfíbol con cloritización (CAnf) en subarcosa submadura; muestra P12-310.37-P014 100x-NX. c. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede apreciar textura en blocky (Txb) en cemento carbonatado basal y foraminífero (Bf) con cemento carbonatado de poros (Ccp) intragranular; muestra P12-489.96-P022 40x-NX. d. Bioesparrudita no seleccionada que presenta bivalvo (Bb) con neomorfismo agradante (Na) y cemento carbonatado basal esparítico (Ccb); muestra P12-489.96-P022 10x-NX. e. Arcosa calcárea con cemento carbonatado basal en blocky (Txb) con dolomitización (Dt) y cuarzo con corrosión (Cr); muestra P12-104,57-P005 100x-NX. f. Arcosa calcárea con cemento basal de calcita fibrosa (Ccf) con disolución (Ds) y lítico volcánico con corrosión (Cr); muestra P12-104,57-P005 200x-NX.

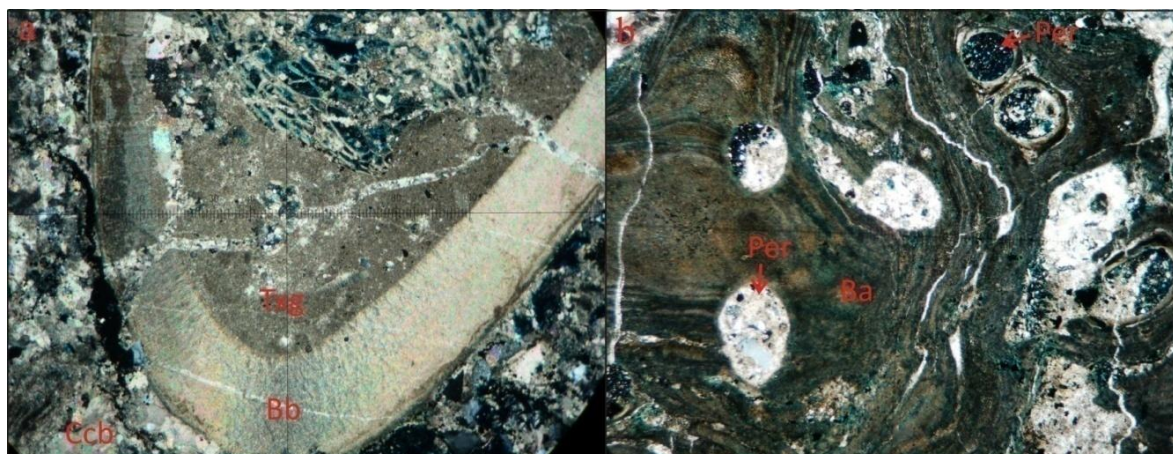


Figura 71 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede apreciar bivalvo (Bb) con textura geopetal (Txg) rellena de material terrígeno y microesparita; también cemento carbonatado basal de esparita (Ccb); muestra P12-489.96-P022 40x-NX. **b.** Bioesparrudita no seleccionada en la que se observa bioclasto perteneciente a un alga (Ba) con perforaciones (Per) que han sido rellenas con material terrígeno y microesparita; muestra P12-489.96-P022 40x-NX.

Los cementos de óxidos están compuestos por goethita (Figura 73 a) y hematita amorfa (Figura 73 b) que se encuentra relleno por disolución entre el 1 y el 5% y porosidades de fractura entre el 1 y el 3%. Los cementos clorítico y silicio se presenta con porcentajes que no superan el 3%. (Figura 73 c, Figura 73 d).

6.1.5.2.1.3 Cemento pelicular. Se evidencia en las muestras terrígenas esta conformado principalmente por óxidos de hierro y en muy baja proporción por clorita.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro se encuentra entre el 1 y el 4% en algunas muestras, mientras que en algunas de ellas está ausente.

El Cemento pelicular de clorita se encuentra en una mínima proporción con valores que no superan el 1% en las muestras terrígenas por lo tanto la corrosión por cemento carbonatado es alta para estas.

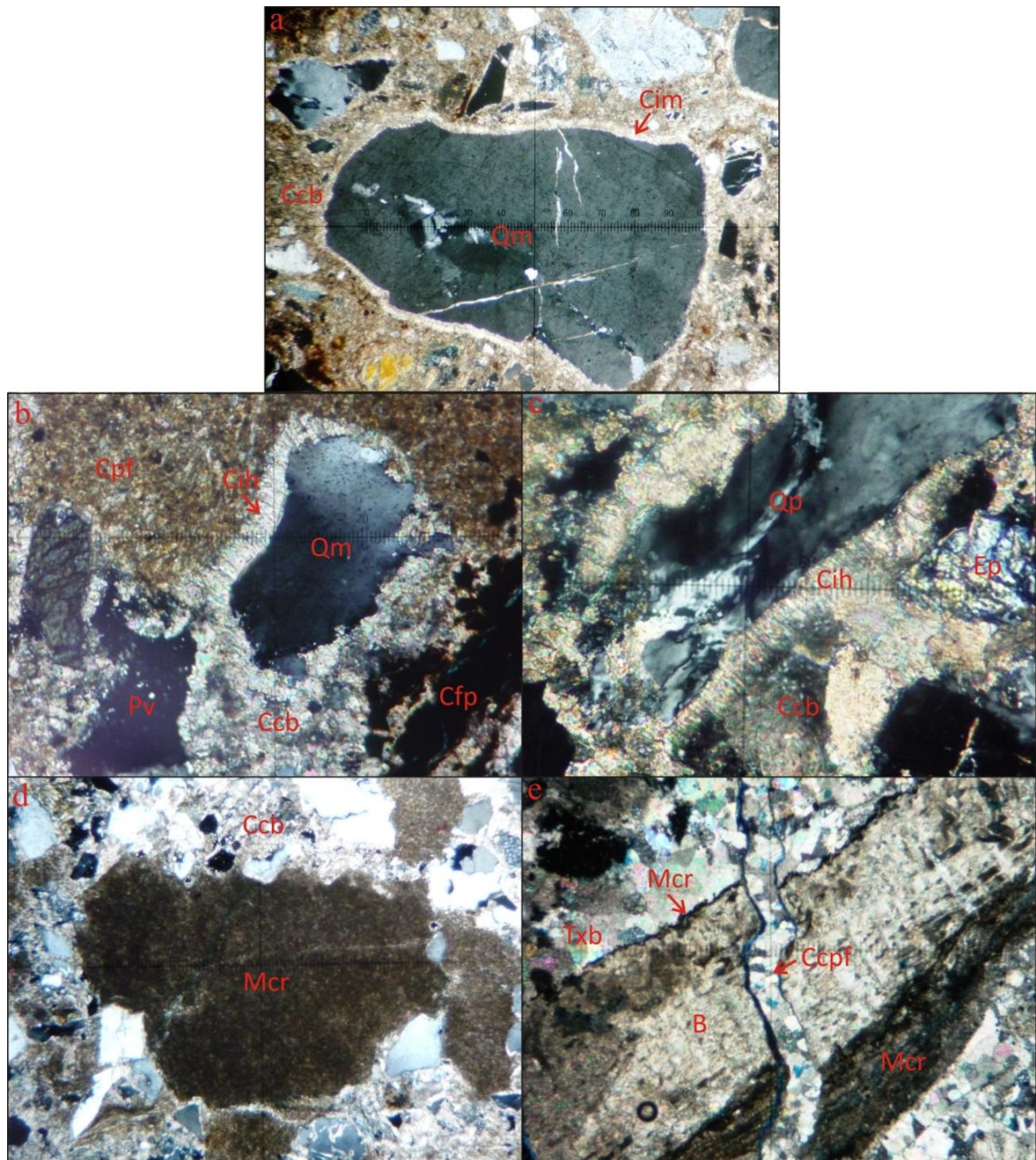


Figura 72 a. Subarcosa submadura que presenta cuarzo monocristalino (Qm) con cemento isópaco marino (Cim) intergranular, además se tiene cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb); muestra P12-310.37-P014 100x-NX. b. arcosa submadura en la que se puede apreciar cuarzo monocristalino (Qm) con cemento isópaco hojoso (Cih) intergranular, cemento carbonatado basal de esparita (Ccb), cemento de poros ferruginoso (Cpf), porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento basal y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P12-187.2-P009 20x-NX. c. cuarzo policristalino (Qp) con cemento isópaco hojoso (Cih), cemento carbonado basal esparítico (Ccb) y grano de epidota (Ep) en Arcosa submadura; muestra P12-187.2-P009 20x-NX. d. Arcosa submadura en la que se observa micritización (Mcr) de cemento basal carbonatado (Ccb); muestra P12-310,37-P014 40x-NX. e. Bioesparadita no seleccionada que presenta bioclasto (B) con micritización (Mcr), cemento de poros en fractura que afecta bioclasto (Ccpf) y cemento carbonatado basal con textura en blocky (Txb); muestra P12-489.96-P022 40x-NX.

6.1.5.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se encuentra en la mayoría de las muestras alcanzando valores desde el 1 al 7%, Se observa como un pigmento superpuesto sobre los diferentes tipos de cementos, constituido por hematita amorfa. (Figura 74).

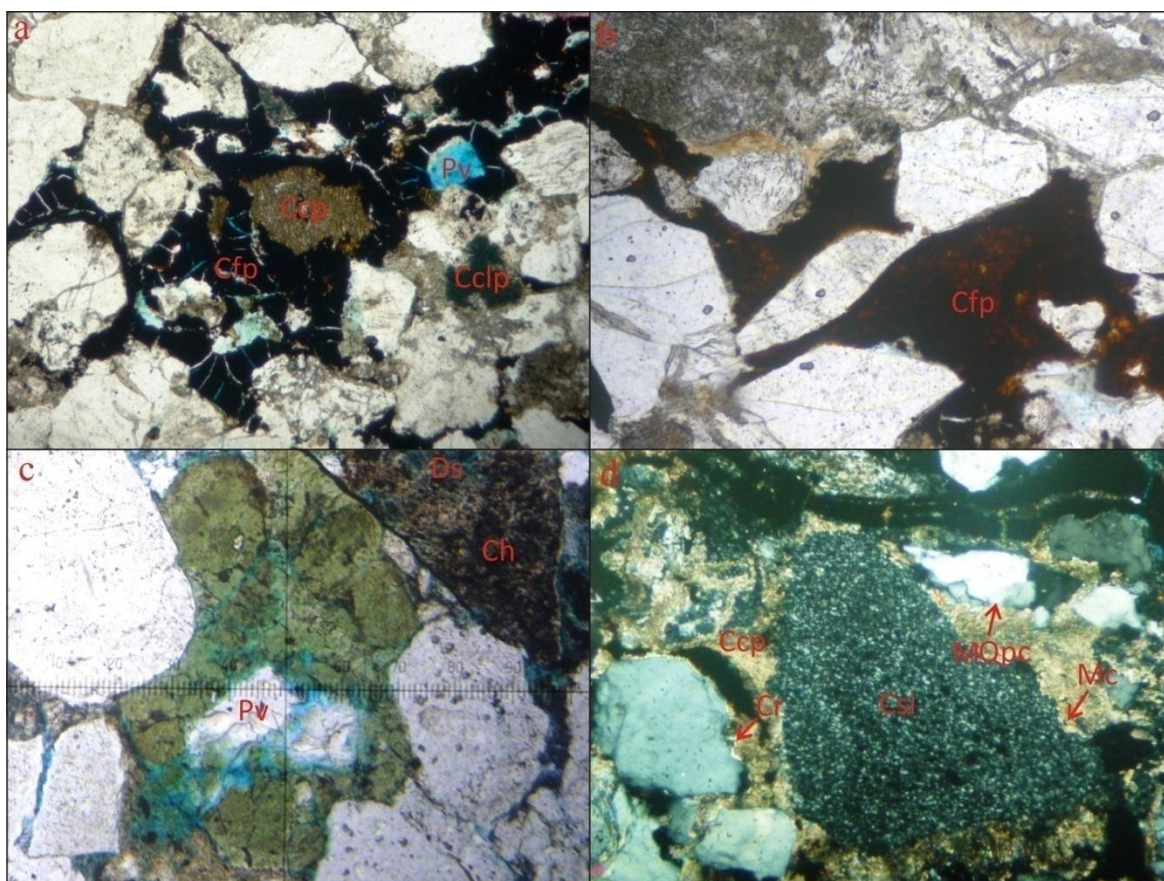


Figura 73 a. Sublitoarenita submadura con presencia de cemento de poros ferruginoso de gohetita amorfa (Cfp), cemento clorítico de poros (Cclp), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado; muestra P12-220.12-P011 40x-LP. **b.** Cemento de poros ferruginoso de hematita (Cfp) en Sublitoarenita submadura; muestra P12-220.12-P011 100x-LP. **c.** subarcosa submadura con cemento clorítico de poros (Cclp), porosidad vugular (Pv) y fragmento de chert (Ch) con disolución (Ds); muestra P12-78.36-P004 100x-LP. **d.** Sublitoarenita submadura que presenta silíceo de poros (Csi) con metasomatismo por carbonato (Mc), cuarzo con corrosión (Cr) por cemento de poros carbonatado microcristalino (Ccp) y cuarzo policristalino por carbonato (MQpc); muestra P12-220.12-P011 100x-NX.

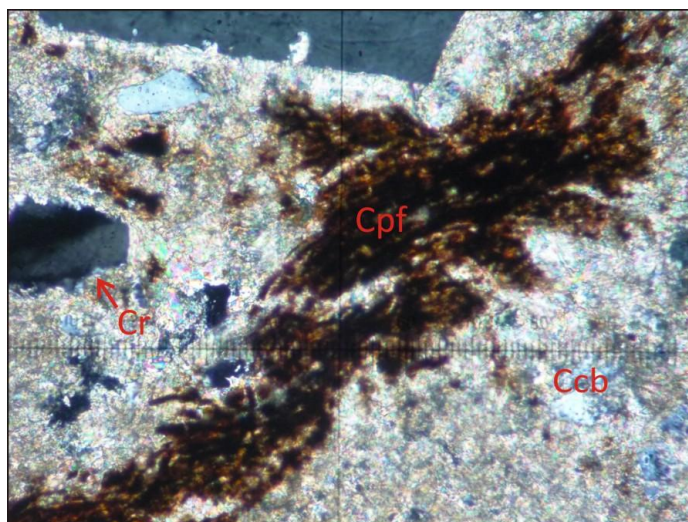


Figura 74. Subarcosa submadura en la que se observa cemento carbonatado basal de microesparita (Ccb) con cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) superpuesto y fragmento de cuarzo con corrosión (Cr); muestra P12-310,37-P014 200x-NX.

6.1.5.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Es un proceso muy importante en todas las muestras de la unidad. Los metasomatismos principales son de cuarzo y feldespatos por carbonatos, seguidos de fragmentos líticos por carbonato, y de importancia menor metasomatismos de micas por carbonatos y por óxidos de hierro. En algunas muestras se observa dolomitización de cemento basal de poros y bioclastos.

6.1.5.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente se encuentra en todas las secciones del pozo; el grado de metasomatismo es variable pero los más frecuentemente encontrados son los metasomatismos parciales con valores entre el 19 y el 92% del total de cuarzos (Figura 75 a), seguido de avanzados con valores máximos del 40% (Figura 75 b) y en menor proporción de reemplazamientos totales con valores hasta del 4%. (Figura 75 c). En general el metasomatismo se hace por carbonato cristalino grueso (esparita) y en menor porcentaje por carbonato microcristalino (micrita).

6.1.5.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Este es un proceso que se presenta en la unidad afectando en algunas muestras hasta el 100% de estos constituyentes. Los reemplazamientos en su mayoría son parciales (Figura 76 a, Figura 76 b) y en muy poca cantidad se encuentran reemplazamientos totales.

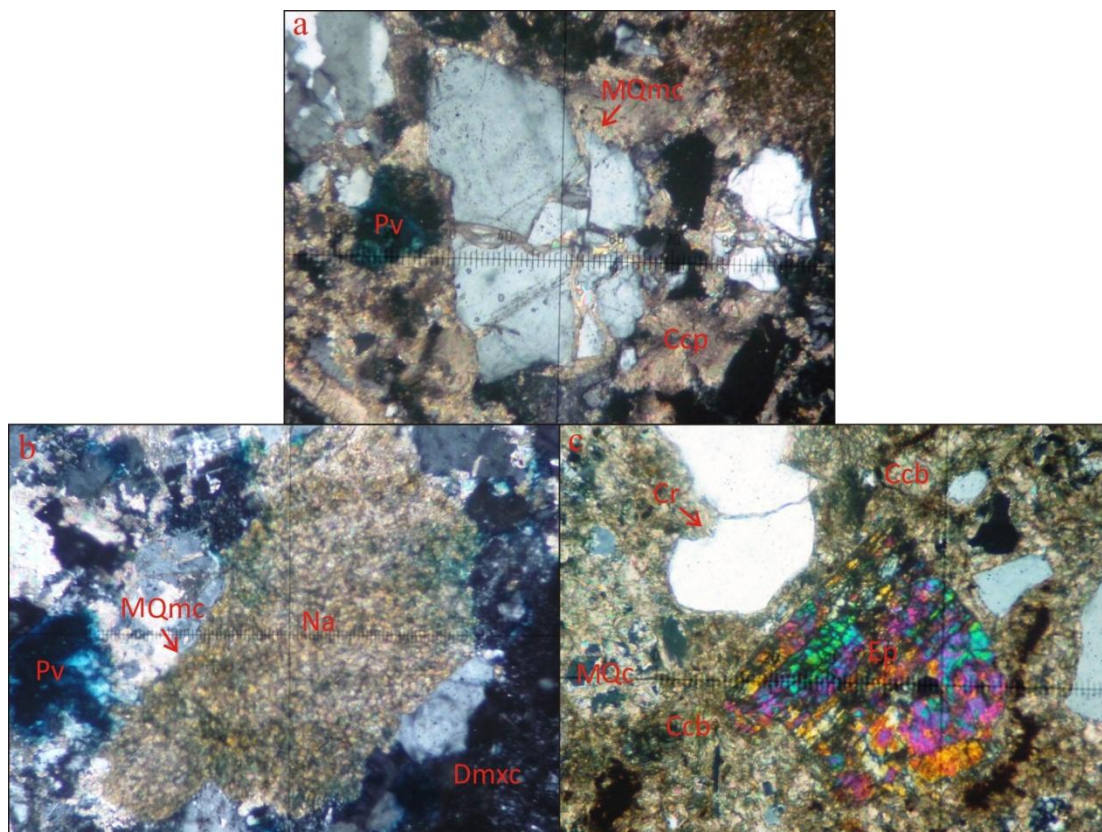


Figura 75 a. Arcosa submadura en la que se aprecia metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento de poros esparítico (Cc); muestra P12-187.2-P009 100x-NX. **b.** Subarcosa submadura donde se tiene metasomatismo avanzado de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) con neomorfismo agradante (Na) porosidad vugular (Pv) y disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P12-436.8-P020 200x-NX. **c.** Subarcosa submadura en la que se observa metasomatismo avanzado de cuarzo por carbonato (MQc) cemento carbonatado basal microcristalino(Ccb), cuarzo con corrosión (Cr) y granos aislados de epidota (Ep); muestra P12-104.57-P005 100x-NX.

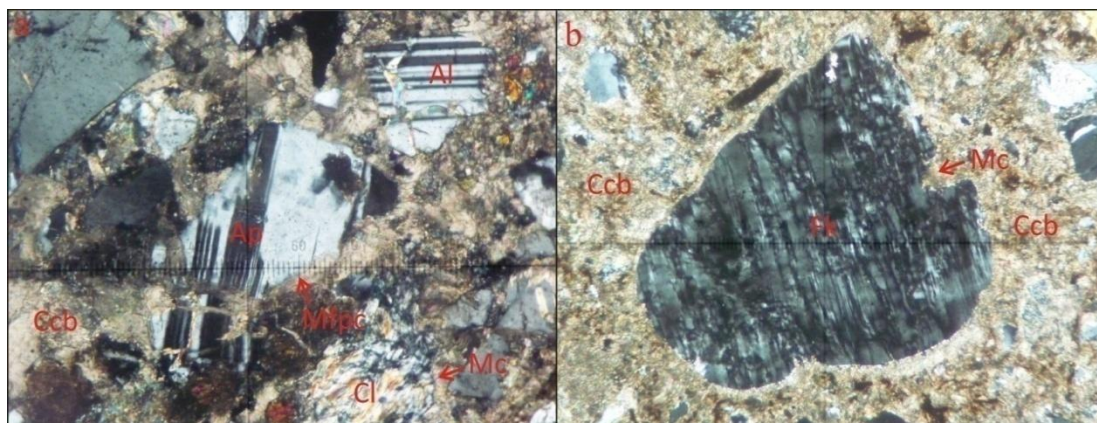


Figura 76 a. Arcosa calcárea en la que se observa metasomatismo de feldespato plagioclasa con macla de albita (Al) y albita-periclina (Ap) por carbonato (Mfpc), cemento carbonatado basal esparítico (Ccb), y clorita (Cl) con metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P12-187.2-P009 100x-NX. **b.** feldespato potásico (Fk) con metasomatismo por carbonato (Mc) y cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb) en subarcosa submadura; muestra P12-310.37-P014 100x-NX.

6.1.5.2.2.3 Metasomatismo de fragmentos líticos por carbonatos. El metasomatismo de fragmentos líticos es parcial y afecta hasta un 40% del total de estos constituyentes. (Figura 77 a, Figura 77 b, Figura 77 c).

6.1.5.2.2.4 Metasomatismos de micas por carbonato y por óxidos de hierro. Este proceso afecta principalmente a cloritas y biotitas se presenta con mayores porcentajes los reemplazamientos por carbonato hasta un 30% del total de estos constituyentes (Figura 69 d) y en menor porcentaje los reemplazamientos por óxidos de hierro.

6.1.5.2.2.5 Dolomitización de cementos Carbonatados. Este es evidente en algunas de las muestras, principalmente calcáreas con un porcentaje del 10% para cemento de poros y de hasta el 48% para cemento basal, con texturas en mosaicos Hipidiotopicos (Figura 78 a) y Xenotopicos (Figura 78 b) y de bioclastos en un 100% del total de estos sin destrucción de fabrica; el cemento de calcita fibrosa y los metasomatismos por carbonato también son afectados (Figura 78 c, Figura 78 d).

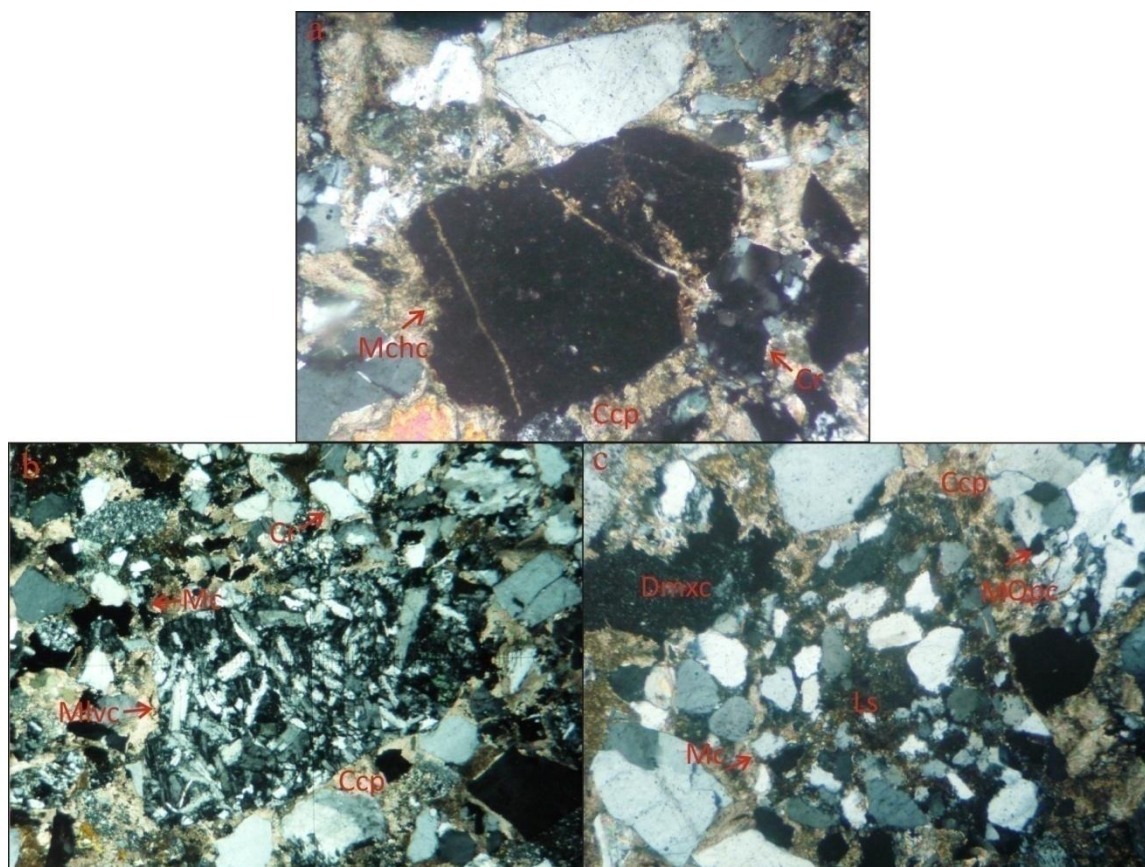


Figura 77 a. sublitoarenita submadura con fragmento de chert (Ch) que presenta metasomatismo por carbonato (Mchc) y cuarzo con corrosión (Cr) por cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp); muestra P12-220.12-P011 100x-NX. b. subarcosa submadura en la que se puede observar metasomatismo de lítico volcánico por carbonato (Mlvc), cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp) y cuarzos con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P12-341.16-P017 40x-NX. c. Lítico sedimentario (Ls) que corresponde a fragmento de conglomerado con metasomatismo por carbonato (Mc), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) en sublitoarenita submadura; muestra P12-220.12-P011 100x-NX.

6.1.5.2.6 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos como la sericitización de plagioclasas (Figura 69 a), metasomatismo de cemento silíceo por carbonato (Figura 73 d), caolinitización parcial de feldespatos alcalinos y metasomatismo de anfíboles por carbonato.

6.1.5.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.1.5.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso relevante en las muestras de la unidad, afecta de manera parcial y en ocasiones de forma avanzada los componentes; se encuentra asociado al inicio del metasomatismo de cuarzo por carbonatos y en otras se evidencia por la disolución de este metasomatismo (Figura 79). Este proceso afecta granos de cuarzo, feldespatos fragmentos líticos y micas llegando hasta un 90% aproximadamente del total de granos en algunas muestras.

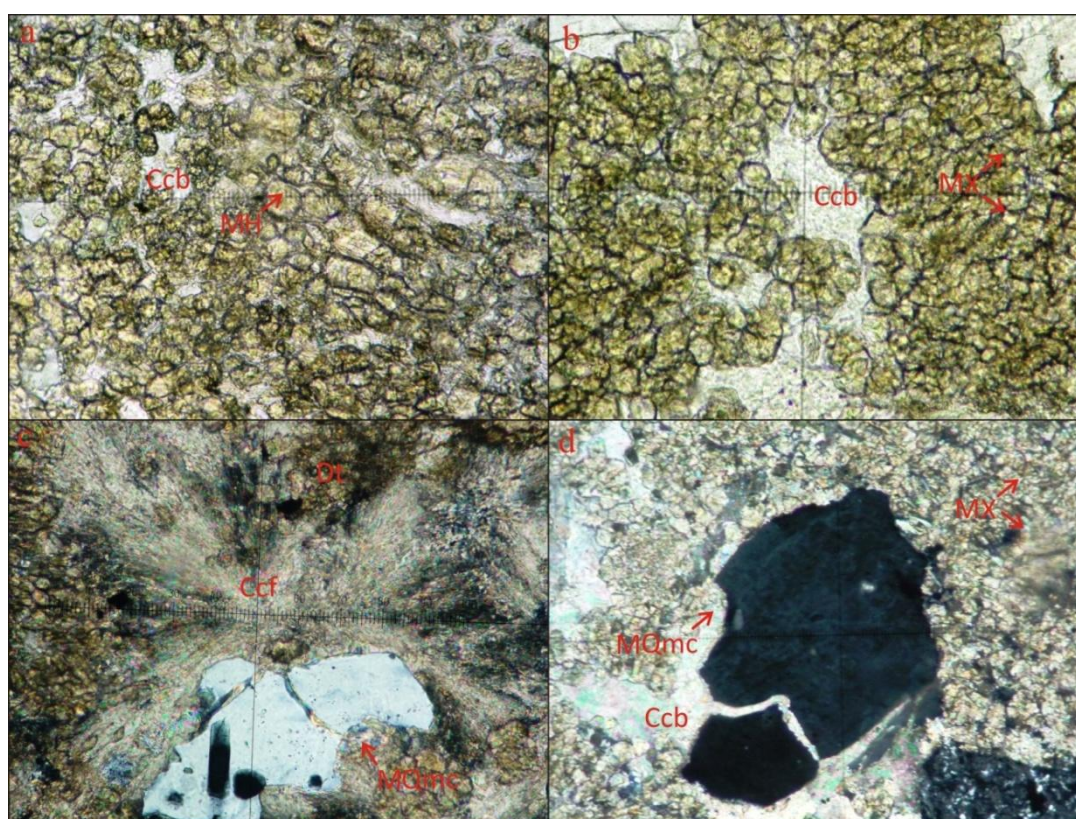


Figura 78 a. Arcosa calcárea con dolomitización de cemento basal carbonatado de esparita que exhibe textura en mosaicos Hipidiotópicos (MH); muestra P12-104.57-P005 200x LP. **b.** Arcosa calcárea que presenta dolomitización de cemento basal esparítico en mosaicos Xenotópicos (MX); muestra P12-104.54-P005 200x LP. **c.** Dolomitización (Dt) de cemento basal de calcita fibrosa (Ccf) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) en arcosa calcárea; muestra P12-104,57-P005 200x-NX. **d.** metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y posterior dolomitización (Dt) que exhibe textura en mosaicos xenotópicos y cemento carbonatado basal esparítico (Ccb) en arcosa calcárea; muestra P12-104.57-P005 200x-NX.

6.1.5.3.2 Disolución. Esta asociado con la producción de porosidad secundaria la cual alcanza hasta un 47% en algunas muestras, esta afecta en mayor medida los metasomatismos diagenéticos por carbonatos. (Figura 79, Figura 75 b).

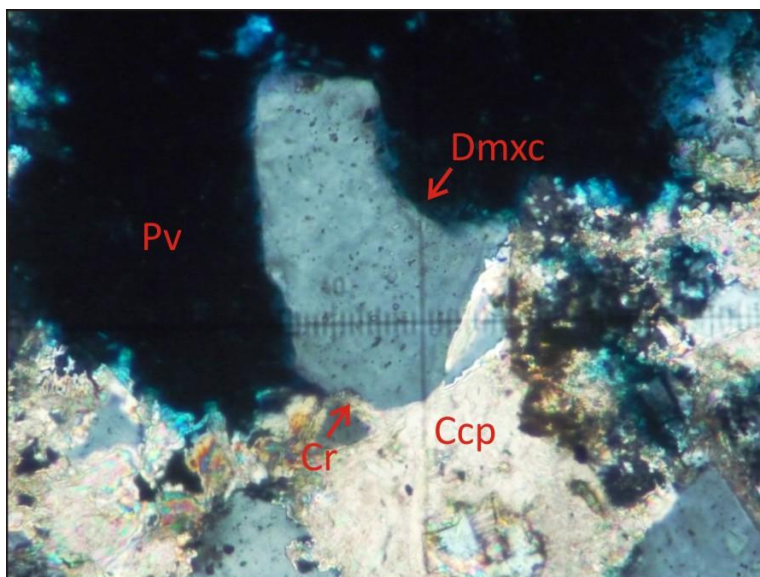


Figura 79. Subarcosa madura que presenta porosidad vugular (Pv) y cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) por cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P12-436.8-P020 200x-NX.

6.1.5.3.3 Neomorfismo. Algunas de las muestras terrígenas presentan neomorfismo agradantes sin ser un proceso relevante. (Figura 75 b).

6.1.5.4 Paragénesis Diagenética

La paragénesis diagenética se ubica en tiempos relativos de aparición en tres ambientes diagenéticos: marino, meteórico y de enterramiento (Tabla 5).

El primer proceso establecido durante la primera etapa de diagénesis marina es la micritización de bioclastos, procesos que se da habitualmente por la acción de microorganismos endolíticos; seguido se tienen procesos relacionados con la compactación como son la deformación de bioclastos y la deformación mecánica

de micas lo cual sucedió antes de la aparición de cemento carbonatado de poros y basal así como la de cementos isópacos hojosos, bioclastos con textura geopetal y cemento basal de calcita fibrosa; la micritización de cemento basal probablemente es posterior a la generación de dicho cemento pero no es bien determinado.

Posterior a esta etapa en el ambiente meteórico aparecen los cementos de porosidad intragranular y basales con textura en Blocky, además se da la corrosión de fragmentos de cuarzo, feldespatos, micas y fragmentos líticos siendo esta muy importante en la unidad generándose hacia la parte final de esta etapa; la aparición del cemento pelicular ferruginoso se da posiblemente después de la aparición de los cementos carbonatados siendo poco importante, pues en la mayoría de los fragmentos presenta procesos de corrosión y metasomatismo por carbonatos muy marcados evidenciándose este último proceso en la fase primaria del ambiente de enterramiento.

Dentro del ambiente diagenético de enterramiento se dan procesos neomórficos agradantes y dolomitización de cemento basal en mosaicos hipidiotópicos y xenotópicos.

Finalmente se tiene una nueva fase meteórica tardía que genera una fuerte disolución que afecta principalmente a los metasomatismos diagenéticos generando porosidad secundaria que posteriormente es destruida por cemento de poros ferruginoso y silíceo. El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina posterior a los cementos ya que se encuentra tiñendo a los metasomatismos diagenéticos en algunos sectores.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA				
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDÍA	
	MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO METEÓRICA	
CARBONATOS	Micritización de Bioclastos	_____	_____	_____
	Cemento de Poros Carbonatado	██████████	_____	_____
	Cemento Basal Carbonatado	██████████	_____	_____
	Micritización de cemento Basal	????	_____	_____
	Cemento Isópaco Hojoso	--- -- --	_____	_____
	Bioclasto con textura Geopetal	--- -- --	_____	_____
	Cemento Basal de Calcita fibrosa	--- -- --	_____	_____
	Cemento en "Blocky" de porosidad intragranular	_____	_____	_____
	Cemento Basal con textura en "Blocky"	_____	_____	_____
	Neomorfismos Agradantes	---	---	---
	Dolomitización de Cemento Basal en mosaicos Hipidiotopicos	---	---	---
	Dolomitización de Cemento Basal en mosaicos Xenotopicos	---	---	---
	Dolomitización de Calcita Fibrosa	---	????????	---
	Disolución	---	????????	---
	SILCATOS	Cemento Pelicular Ferruginoso	---	????????
Cemento de Poros Ferruginoso		---	????????	---
Cemento de Pigmento Ferruginoso		---	????????	---
Deformación Mecánica de Micas		---	---	????????
Cemento de Poros Silíceo		---	---	---
Corrosión de Cuarzo por carbonato		██████████	---	---
Corrosión de Feldespatos por carbonato		██████████	---	---
Corrosión de Micas y líticos por carbonato		██████████	---	---
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato		██████████	---	---
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato		██████████	---	---
Metasomatismo de micas y líticos por carbonato	██████████	---	---	
Metasomatismo de micas por óxidos de hierro	██████████	????????	---	
Cemento de poros clonítico	---	---	---	

██████ **Importancia Alta.** _____ **Importancia Media.** --- -- -- **Importancia Baja.** ????? **No Determinado**

Tabla 5. Secuencia paragenética establecida para la Formación Arroyo Seco en el Pozo 12

6.1.6 Pozo 13

Para este pozo se analizaron 2 secciones delgadas, para las cuales se hace una descripción de los principales productos diagenéticos.

6.1.6.1 Transformación del espacio intersticial

6.1.6.1.1 Porosidad. La porosidad para estas rocas es moderada alcanzando porcentajes entre el 2 y el 9% de estas, perteneciendo principalmente a porosidad vugular asociada a la disolución de carbonatos y a los metasomatismos producidos por éste (Figura 80).



Figura 80. Subarcosa inmadura con porosidad vugular (Pv), clorita (Cl) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P13 184.07-P004 100x-LP.

6.1.6.1.2 Compactación. El empaquetamiento en general es moderado, se presenta un dominio de contactos flotantes seguido de contactos puntuales o tangenciales, los contactos completos también se presentan en algunos casos pudiendo llegar a ser importantes. La deformación mecánica de micas se

encuentra ausente para estas, para la muestra 004 se pueden observar vetas de disolución (Figura 81).

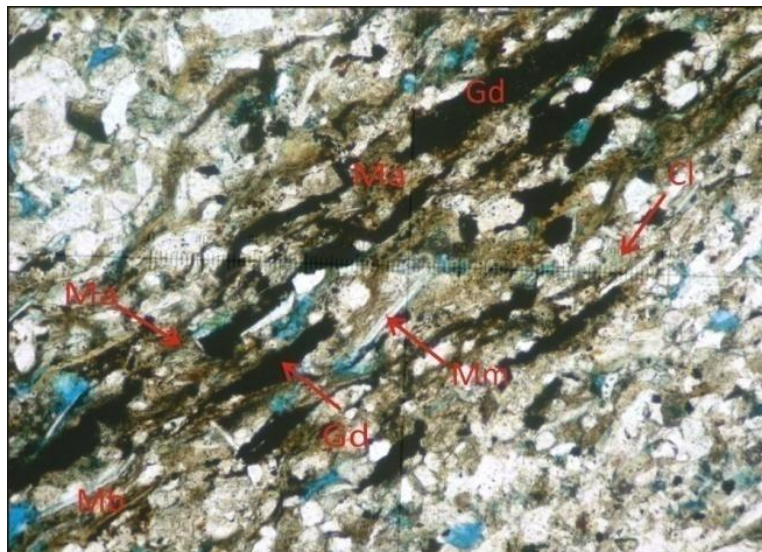


Figura 81. Subarcosa inmadura en la que se puede observar grietas de disolución (Gd), matriz arcillosa (Ma), mica biotita (Mb), mica moscovita (Mm) y clorita (Cl); muestra P13 184.07-P004 100x-LP.

6.1.6.2 Neoformaciones minerales

6.1.6.2.1 Cementos. El cemento de poros predomina en las muestras, a este le sigue el cemento basal y finalmente el cemento pelicular.

6.1.6.2.1.1 Cemento de poros. Se tiene principalmente cemento de esparita y en menor proporción cementos de óxidos de hierro y clorita.

El Cemento de poros de esparita se presenta en porcentajes que alcanzan valores del 17%, de igual forma se presenta rellenando fracturas con porcentajes que pueden llegar a un 1% (Figura 82). El cemento de óxidos de hierro se presenta en algunos casos con un porcentaje máximo del 2%, el cemento de clorita y sílice se encuentran con porcentajes aproximadamente del 1%.

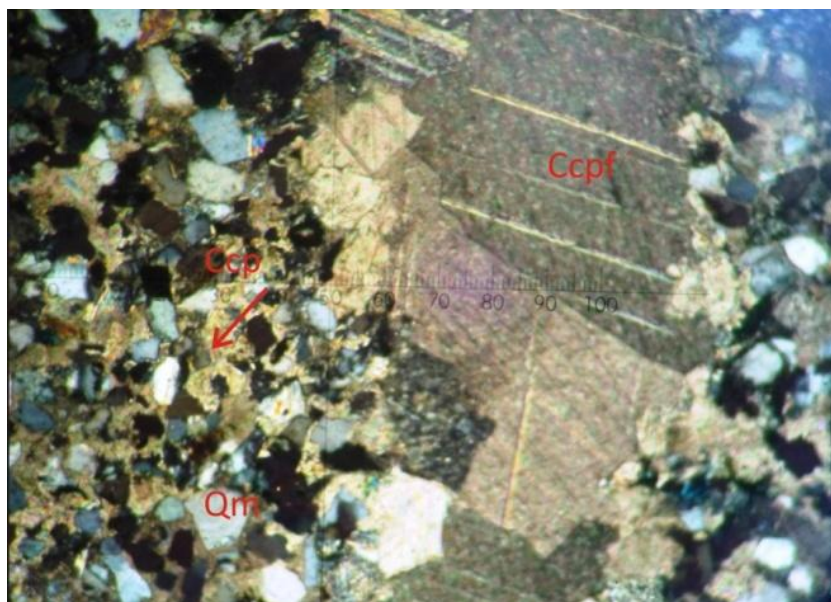


Figura 82. Subarcosa madura en la que se puede apreciar cemento carbonatado de poros compuesto por esparita relleno una fractura (Ccpf); muestra P13 115.66-P001 100x-NX.

6.1.6.2.1.2 Cemento basal. Se presenta como cemento de esparita. Este se observa en las muestras con un porcentaje del 15% (Figura 83).

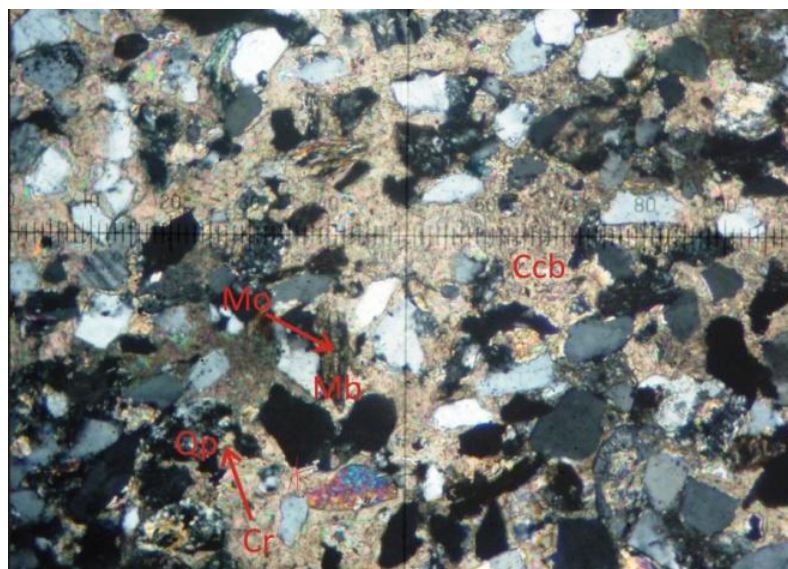


Figura 83. Subarcosa madura que presenta cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb), cuarzo policristalino metamórfico deformado (Qp) con corrosión (Cr) y mica biotita (Mb) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo); muestra P13 115.66-P001 100x-NX.

6.1.6.2.1.3 Cemento pelicular. Principalmente se presenta como cemento pelicular de clorita, se muestra de forma fibrosa que en algunos casos impide el avance de la corrosión por carbonatos, alcanzando un porcentaje del 5% aproximadamente.

6.1.6.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos solo se pueden observar en una de las muestras, siendo los más importantes los metasomatismos de cuarzo por carbonato, siguiendo en importancia los metasomatismos de feldespatos por carbonato, micas por carbonato y caolinitización de feldespatos.

6.1.6.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más importante, alcanzando valores del 86% de afectación parcial, un 5% avanzado y el 5% de su afectación total. (Figura 84).

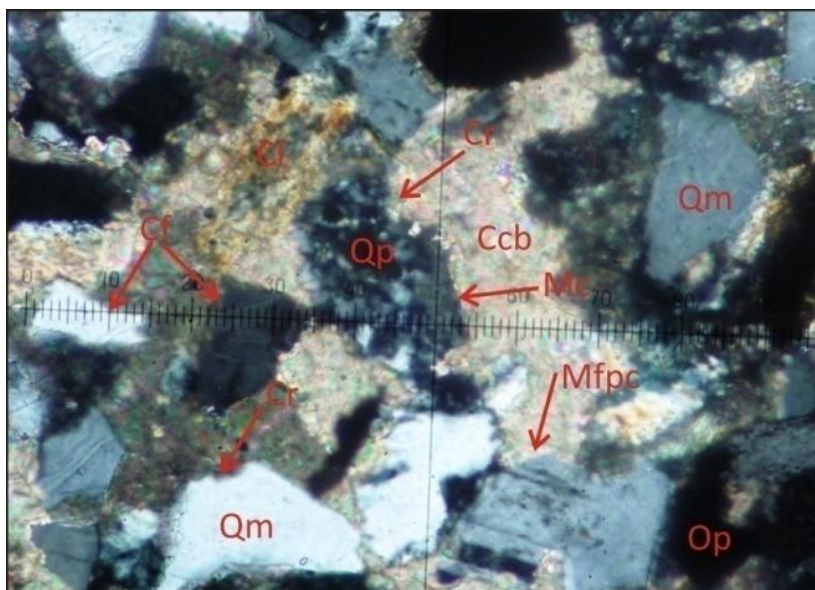


Figura 84. Subarcosa madura en la que se observa cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino con corrosión (CQmc), además metasomatismo avanzado de feldespato plagioclasa por carbonato (Mfpc), clorita (Cl) y minerales opacos (Op); P13 115.66-P001 100x-NX.

6.1.6.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Es significativo, alcanzando el 85%, de afectación parcial de los granos de feldespatos (Figura 84).

6.1.6.2.2.3 Metasomatismo de micas por carbonato. Este proceso afecta las micas biotitas y cloritas, las cloritas están afectadas parcialmente en un porcentaje hasta del 40%, para las biotitas el porcentaje es del 30% aproximadamente.

6.1.6.2.2.4 Caolinitización de feldespatos alcalinos. Es común, alcanzando porcentajes del 40% de afectación parcial y un 7% de caolinitización total.

6.1.6.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión y disolución.

6.1.6.3.1 Corrosión. Este proceso se encuentra afectando principalmente el cuarzo monocristalino con porcentajes que alcanzan el 85%, el cuarzo policristalino se presenta afectado en porcentajes aproximados al 82%, los feldespatos potásicos presentan este proceso con un porcentaje máximo del 80% (Figura 84).

6.1.6.3.2 Disolución. Se relaciona principalmente con la generación de porosidad secundaria, esta alcanza valores que se distribuyen entre el 3 y el 5% como ya se había mencionado, asociada a la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato y cementos carbonatados posiblemente.

6.1.6.4 Paragénesis Diagenética

La deformación mecánica de micas al igual que lo planteado en las formaciones anteriores se presenta en la etapa temprana de la diagénesis hasta la aparición del cemento carbonatado impidiendo el progreso de este proceso.

Los cementos presentes posiblemente se dieron en varias etapas. La primera corresponde a la formación del cemento de poros y basal carbonatado, que causa corrosión de fragmentos de cuarzo, feldespatos y micas dando inicio a los procesos de metasomatismo que afecta a dichos granos. El cemento pelicular de clorita se generó probablemente antes y después de los metasomatismos por carbonato debido a que en algunos casos impide la corrosión por carbonato y en muchos casos detiene este proceso; la caolinitización de feldespatos posiblemente se da con la generación de este cemento.

Posterior a los metasomatismos por carbonato en la diagénesis tardía se forman las grietas de disolución por efectos de presión- disolución.

La disolución se da también en esta etapa debido a que afecta a los cementos carbonatados y a los metasomatismos diagenéticos llevando a la generación de porosidad secundaria que en algunos casos fue destruida por cementos de poros clorítico y ferruginoso (Tabla 6).

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Cemento de Poros Silíceo	---	---
Cemento de Poros Carbonatado	—	—
Cemento Basal Carbonatado	—	—
Cemento Pelicular de Clorita	?????	?????
Caolinitización de Feldespatos Alcalinos	???????	—
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	—	—
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	—	—
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	—	—
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	—	—
Metasomatismo de Micas por Carbonato	---	---
Grietas de Disolución	---	---
Disolución	---	---
Cemento de Poros Clorítico	---	---
Cemento de Poros Ferruginoso	---	---

— Importancia Alta. — Importancia Media. --- Importancia Baja. ?????? No Determinado.

Tabla 6. Secuencia paragenética establecida para la Formación Arroyo Seco en el Pozo 13

6.2 FORMACIÓN TOLUVIEJO

6.2.1 Pozo 3

Para este pozo se analizaron 15 secciones delgadas en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras. Las muestras biomicruditas arenosas y bioesparrudita mal lavada se describen individualmente debido a que su composición es diferente a las demás.

6.2.1.1 Transformación del espacio intersticial

6.2.1.1.1 Porosidad. Para este pozo, la porosidad es relativamente buena, sus valores se encuentran entre un mínimo de 2 % y un máximo del 38%, la media está entre el 15% aproximadamente. La porosidad primaria en general es baja oscilando entre el 1 y el 4% (Figura 85 a) la porosidad predominante es la secundaria de tipo vugular, (Figura 85 b), seguida por la porosidad de fractura que es más evidente en las rocas terrígenas (Figura 85 c) y en menor proporción porosidad biomóldica (Figura 85 d).

6.2.1.1.2 Compactación. En promedio la compactación es moderada, los contactos predominantes para las rocas terrígenas son tangenciales y largos; de menor importancia aparecen algunos contactos completos, flotantes y aisladamente contactos cóncavo - convexos. Para las muestras mixtas los contactos predominantes son los flotantes y tangenciales. Asociado a la compactación el principal producto es la deformación de micas, en este caso principalmente biotitas (Figura 86 a), también se presenta aisladamente porosidad estilolítica (Figura 86 b).

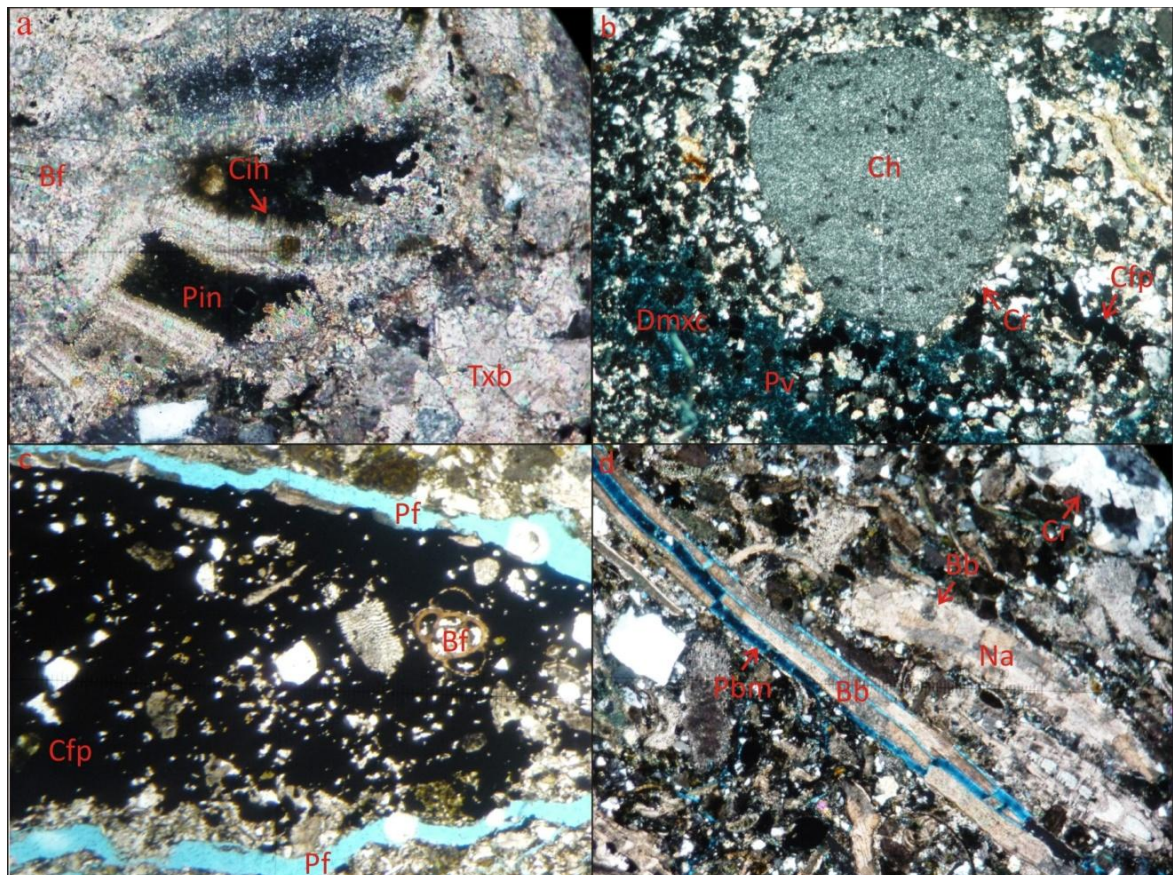


Figura 85 a. Bioesparrudita mal lavada que presenta foraminífero (Bf) con cemento isópaco hojoso (Cih) de porosidad intragranular (Pin) y cemento basal carbonatado con textura en blocky (Txb); muestra P3-273.6-P017 200x-NX. b. sublitoarenita submadura con fragmento de chert (Ch) que presenta corrosión (Cr) por carbonato, porosidad vugular (Pv) por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P3 241-P013 40x-NX. c. porosidad de fractura (Pf), bioclasto foraminífero (Bf) y cemento de poros ferruginoso (Cfp) en sublitoarenita submadura; muestra P3 241-P013 40x- NX. d. Biomicrodita arenosa que presenta bioclastos de bivalvo (Bb) con porosidad biomóldica (Pbm) y neomorfismo agradante (Na), fragmentos de cuarzo con corrosión (Cr) también esta presente; muestra P3-248-P014 40x-NX.

6.2.1.2 Neoformaciones minerales

6.2.1.2.1 Cementos. Se tiene principalmente cemento de poros y basal seguido de cemento pelicular y de menor importancia el cemento de pigmento ferruginoso.

6.2.1.2.1.1 Cemento de poros. Se tiene principalmente cementos carbonatados y cloríticos, en menor proporción ferruginosos y de manera aislada el cemento silíceo.

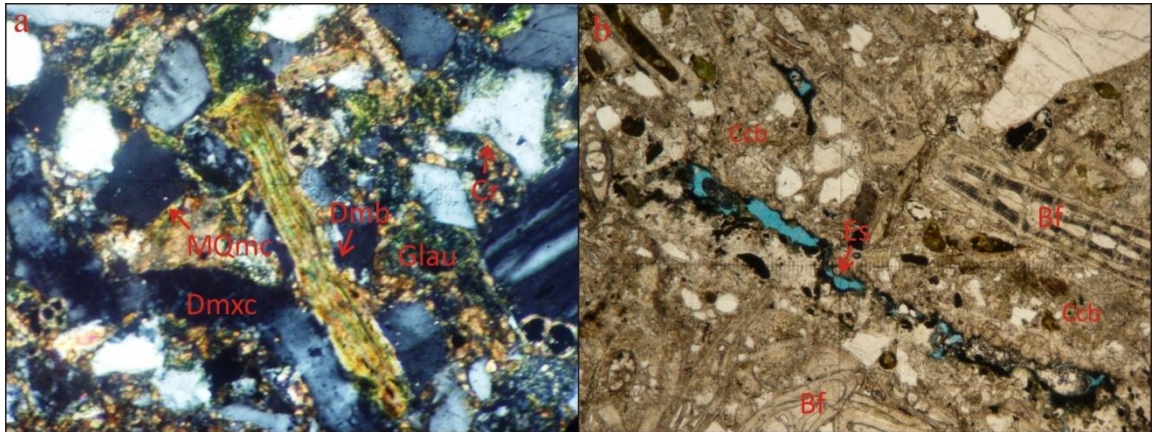


Figura 86 a. Deformación mecánica de biotita (Dmb), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) y disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) en Arena calcárea con glauconita; muestra P3-332-P025 200x-NX. **b.** Bioesparrudita mal lavada que presenta porosidad estilolítica (Es), cemento carbonatado basal (Ccb) y bioclastos de foraminífero (Bf); muestra P3-273.6-P017 40x-LP.

El Cemento de poros carbonatado es de suma importancia en las muestras mixtas, variando entre el 1 y el 23%, (Figura 87 b, Figura 87 c, Figura 87 d) presentando algunos casos de cemento en blocky en fracturas y en bioclastos (Figura 88 b, Figura 88 c). Las muestras terrígenas presentan un porcentaje menor, entre el 3 y el 8% exhibiendo en algunos casos neomorfismo agradante (Figura 88 a).

Las muestras clasificadas como biomicruditas arenosas presentan cemento de poros en bioclastos donde algunos exhiben texturas en blocky e isópaco fibroso. (Figura 89 c, Figura 89 d, Figura 89 e).

La cementación de poros a partir de glauconita también es importante en algunos foraminíferos (Figura 89 f).

El Cemento de poros clorítico está en menor proporción, se encuentra entre el 1 y el 20% para las rocas mixtas (Figura 90), las muestras terrígenas presentan una muy baja proporción de este cemento sin superar el 1%

El cemento de poros ferruginoso esta en todas las muestras, alcanza valores en algunas muestras de hasta el 5% (Figura 85 c), el cemento silíceo está presente sin superar el 3%.

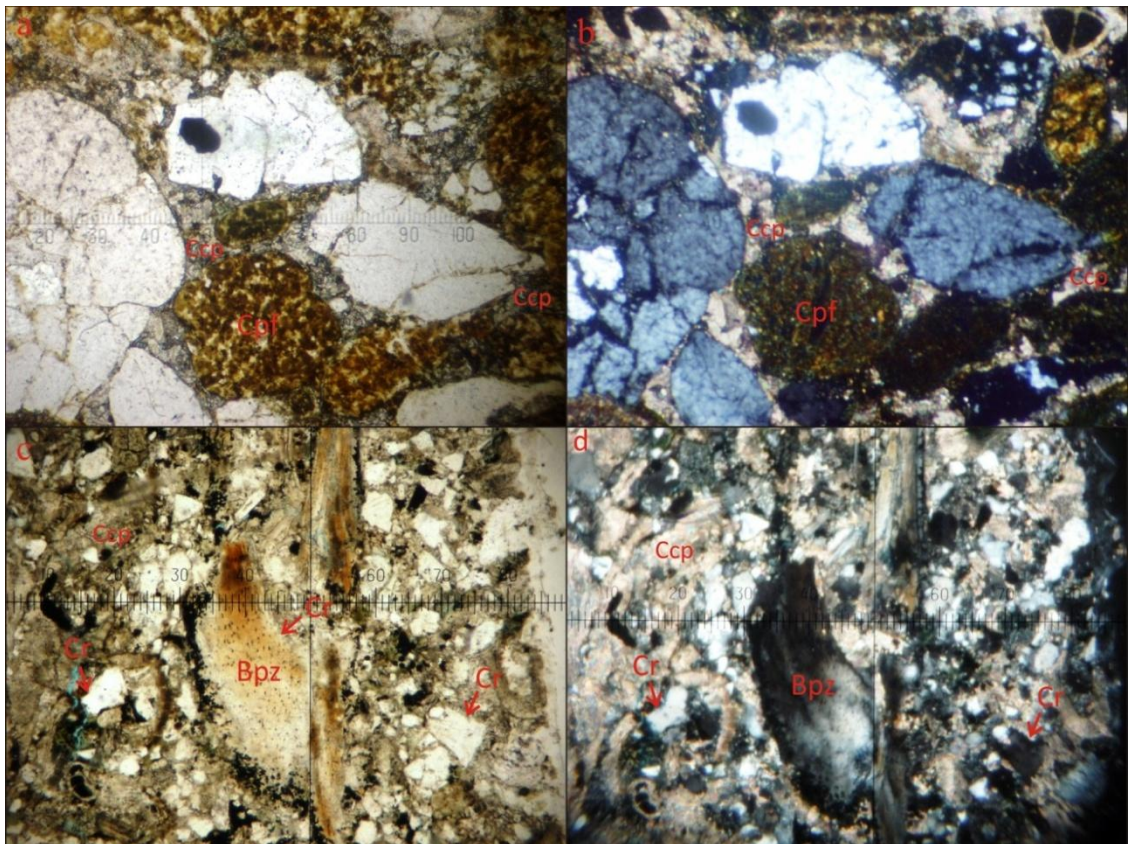


Figura 87 a, b. Arenita glauconítica calcárea en la que se aprecia glauconitas (Glau) con cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) y cemento carbonatado de poros (Ccp) compuesto por esparita; muestra P3-315.9-P023 50x-LP, NX. **c d.** Biomicrudita arenosa con cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp), se observa además corrosión de cuarzos (Cr) y de bioclasto de pez (Bpz) por carbonato; muestra P3-270.8-P016 40x-LP, NX.

6.2.1.2.1.2 Cemento basal. Es un cemento importante para las rocas mixtas, el cemento basal está en el 50% aproximadamente de las muestras, presentando porcentajes que oscilan entre el 1 y el 30%, las texturas presentes varían entre texturas en blocky (Figura 91 a) y mosaico (Figura 91 b). Algunos de los bioclastos encontrados presentan neomorfismos agradantes y cementos isópacos fibrosos (Figura 91 c) (Figura 91 d) y hojoso (Figura 91 e), los sobrecrecimientos en equinodermos son importantes en algunas muestras (Figura 91 f).

La muestra bioesparrudita mal lavada presenta un alto contenido de bioclastos con neomorfismo agradante, cemento basal con textura en blocky, cemento isópaco fibroso e isópaco hojoso en foraminíferos y gasterópodo (Figura 92 a). Hay presencia también de Sobrecrecimientos en equinodermos.

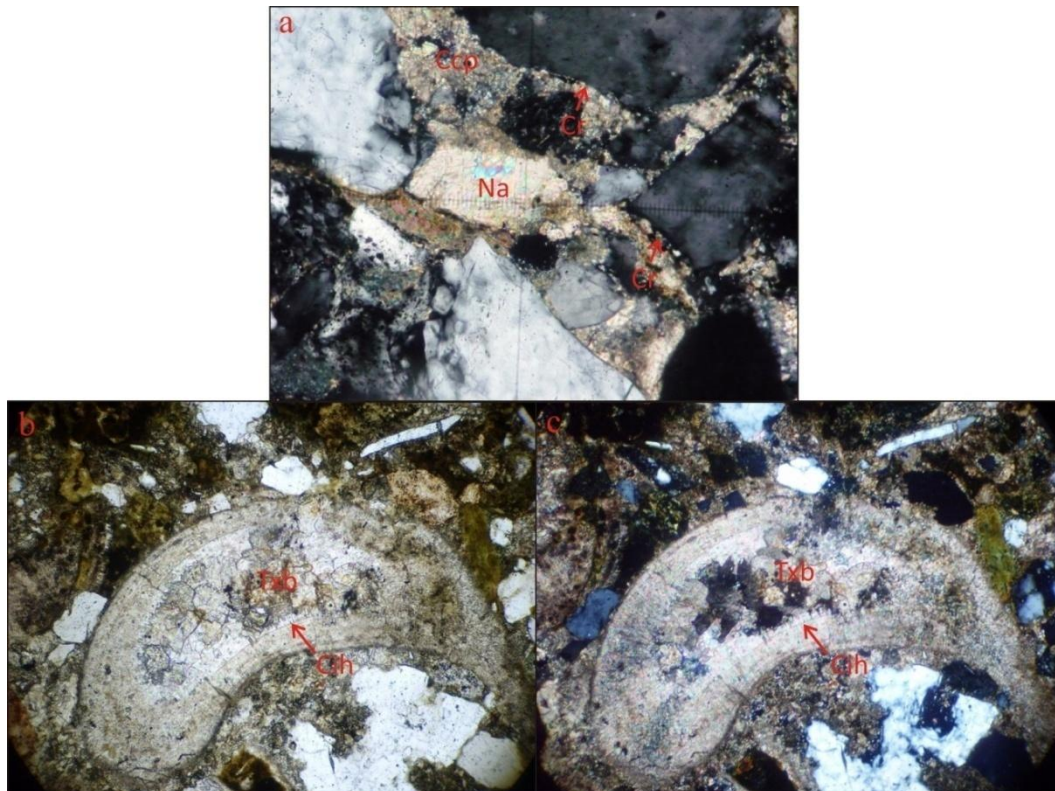


Figura 88 a. Sublitoarenita submadura que presenta cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccb) con neomorfismo agradable (Na), se puede notar corrosión de cuarzos (Cr) por carbonato; muestra P3-241-P013 200x-NX. **b, c.** Biomicrudita arenosa en la que se observa bioclasto con cemento isópaco en hojas (Cih) y cemento de poros intragranular con textura en blocky (Txb); muestra P3-320.9-P-024 100x- LP, NX.

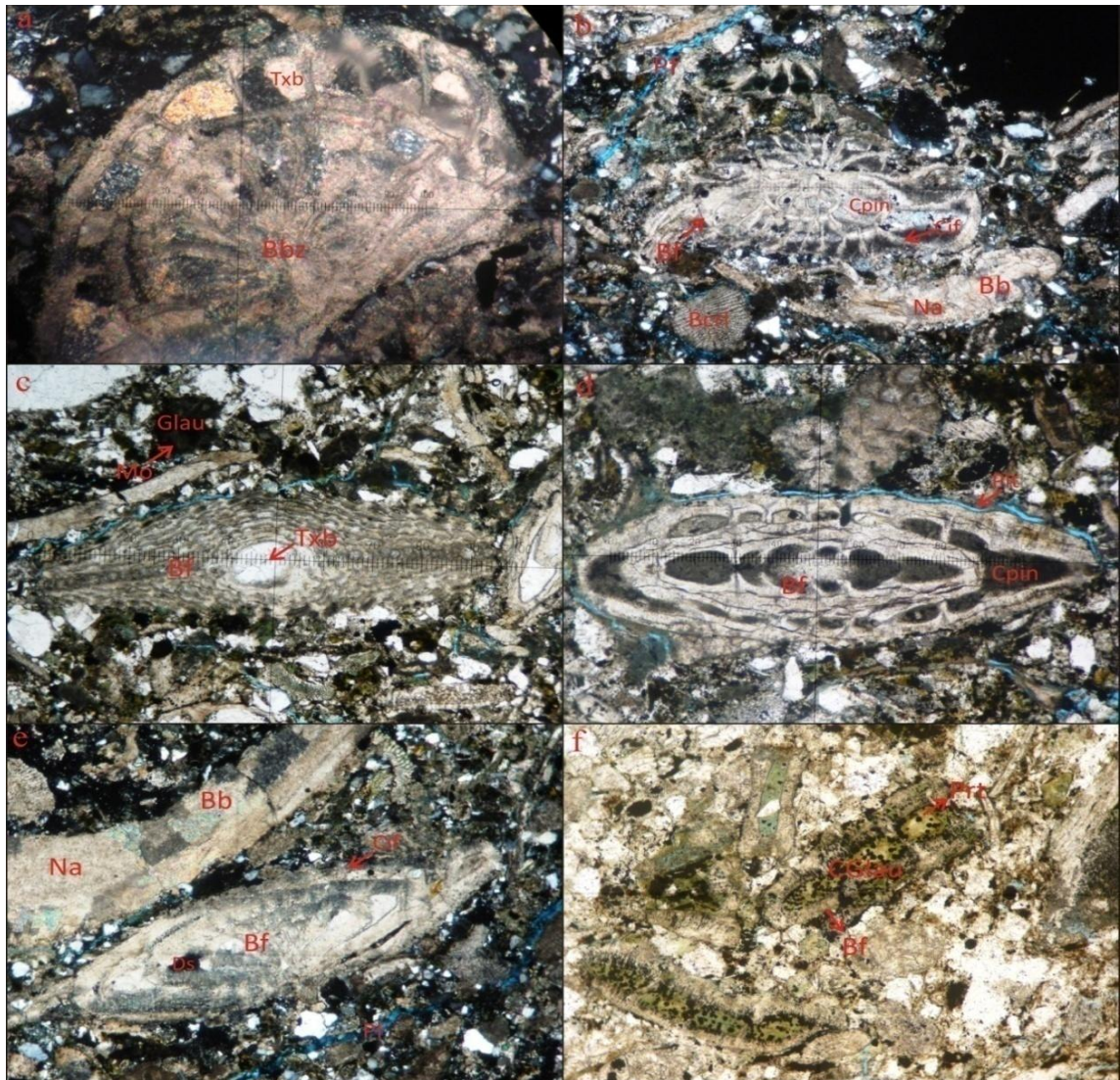


Figura 89 a. Biomicrudita arenosa que presenta bioclasto de briozoarios (Bbz) con cemento en blocky (Txb) de poros intragranular; muestra P3-270.8-P016 100x-NX. b. Biomicrudita arenosa en la que se puede apreciar foraminífero (Bf) genero Miogypsina con cemento de poros intragranular (Cpin) y cemento isópaco fibroso (Cif), además bivalvo (Bb) con neomorfismo agradable (Na) y bioclasto de coral (Bcrl); muestra P3-248-P014 40x-NX. c. Biomicrudita arenosa con bioclasto de foraminífero Lepidocyclinas (Bb) que presenta cemento de poros intragranular con textura en blocky (Txb) y glauconita (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo); muestra P3-248-P014 40x-NX. d. Nummulítico (Bf) con cemento carbonatado de poros intragranular (Cpin), además porosidad intergranular (Pit) en Biomicrudita arenosa; muestra P3-248-P014 100x-NX. e. Biomicrudita arenosa con bioclasto de foraminífero (Bf) que corresponde a un nummulítico presentando disolución (Ds) de cemento de poros intragranular, además obsérvese cemento isópaco fibroso (Cif) en el mismo, se tiene también bivalvo (Bb) con neomorfismo agradable (Na); muestra P3-248-P014 40x-NX. f. Biomicrudita arenosa que presenta bioclasto de foraminífero (Bf) con cemento de glauconita (Cglau) que ha destruido porosidad intragranular, obsérvese además piritización de cámaras (Prt); muestra P3-270.8-P016 100x-NX.

6.2.1.2.1.3 Cemento pelicular. Esta conformado principalmente por clorita, aunque la proporción de cemento pelicular de óxidos de hierro también es importante.

El cemento pelicular de clorita se encuentra con valores que alcanzan el 18% aproximadamente en algunas muestras mixtas, este en algunos casos impide el avance de la corrosión por cementos carbonatados (Figura 92 b). Para las rocas terrígenas el porcentaje de este cemento puede llegar al 27%.

El cemento pelicular de óxidos de hierro esta presente en toda la unidad, alcanza un porcentaje importante en algunas muestras de hasta el 12% (Figura 90).

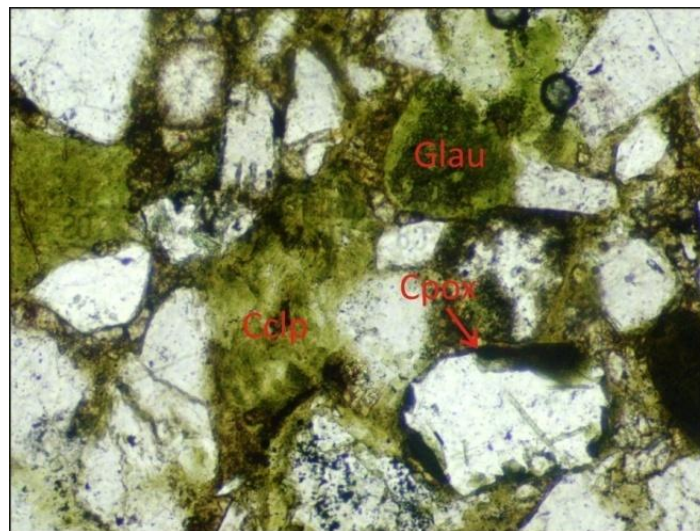


Figura 90. Arcosa glauconítica calcárea en la que se puede apreciar cemento clorítico de poros (Cclp), glauconita (Glau) y cuarzo con cemento pelicular de óxidos de hierro (Cpox); muestra P3-307.3-P022 100x-LP.

6.2.1.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Cemento en general poco importante en la unidad, solo llega a ser significativo en una de las muestras donde alcanza un porcentaje del 14% para las demás no supera el 3% (Figura 87 a).

6.2.1.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos más importantes son de cuarzo por carbonatos, y metasomatismos de glauconita por óxidos de hierro, dolomitización, en muy baja proporción se presentan algunos metasomatismos de bioclastos por glauconita y de fragmentos líticos y feldespatos por carbonato

6.2.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Este se encuentra en casi todas las secciones siendo el metasomatismo más importante con promedios que en algunos casos alcanza más del 90% de afectación en el total de clastos de cuarzo, el reemplazamiento es generalmente parcial y se observan pocos totales. Comúnmente el metasomatismo se hace por carbonato microcristalino (Figura 93 a, Figura 93 b).

6.2.1.2.2.2 Metasomatismo de glauconita por óxidos de hierro. Es un proceso importante en algunas secciones donde las glauconitas han sido afectadas en forma parcial en un porcentaje máximo de 26% y de forma total en un porcentaje del 60% aproximadamente (Figura 91 c, Figura 93 c), en otras muestras el porcentaje de glauconitas afectadas es bajo.

6.2.1.2.2.3 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Este es un proceso que se presenta en la unidad afectando más del 70% de estos componentes.

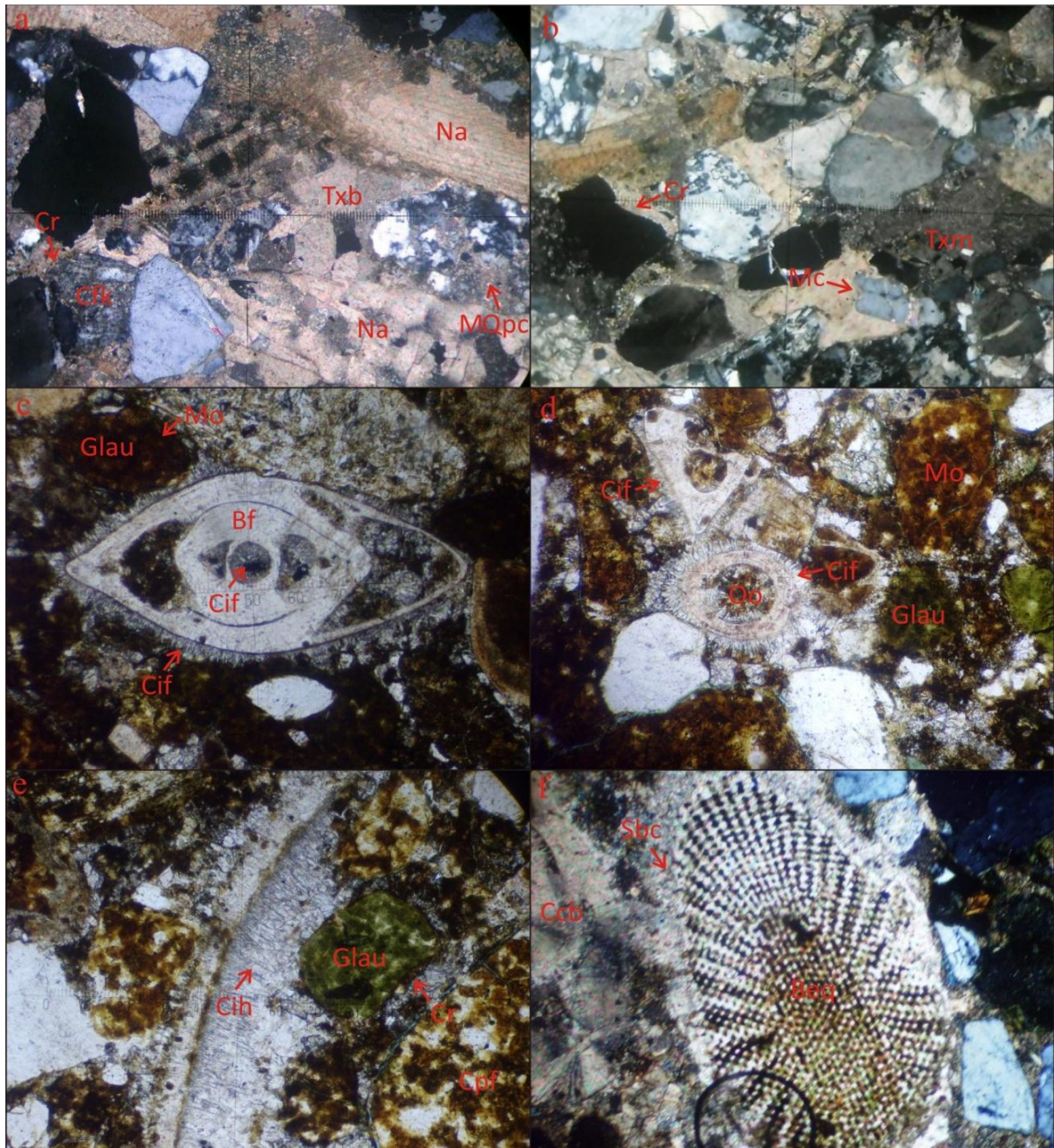


Figura 91 a. Litoarenita calcárea donde se puede apreciar cemento basal carbonatado en blocky (Txb), bioclastos con neomorfismo agradable (Na), metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc) y feldespato alcalino con caolinitización (Cfk) y corrosión (Cr) por cemento carbonatado; muestra P3-284.2-P018 100x-NX. b. Cemento carbonatado basal con textura en mosaico (Txm) y cuarzos con corrosión (Cr) en Litoarenita calcárea; muestra P3-284.2-P018 100x-NX. c. Arenita glauconítica calcárea en la que se observa bioclasto de foraminífero (Bf) con cemento isópaco fibroso (Cif) intragranular e intergranular y glauconitas (Glau) con metasomatismo total por óxidos de hierro (Mo); muestra P3-315.9-P023 100x-LP. d. Ooide con cemento isópaco fibroso (Cif) intergranular y glauconitas (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo) en litoarenita calcárea; muestra P3-315.9-P023 100x-NX. e. Litoarenita calcárea con presencia de bioclasto con cemento isópaco hojoso (Cih), glauconitas con corrosión (Cr) por cemento carbonatado y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P3-315.9-P023 100x-NX. f. Biomicrudita arenosa en la que se observa equidermo (Beq) con sobrecrecimiento (Sbc) y cemento carbonatado basal de esparita (Ccb); muestra P3-320.9-P-024-NX.

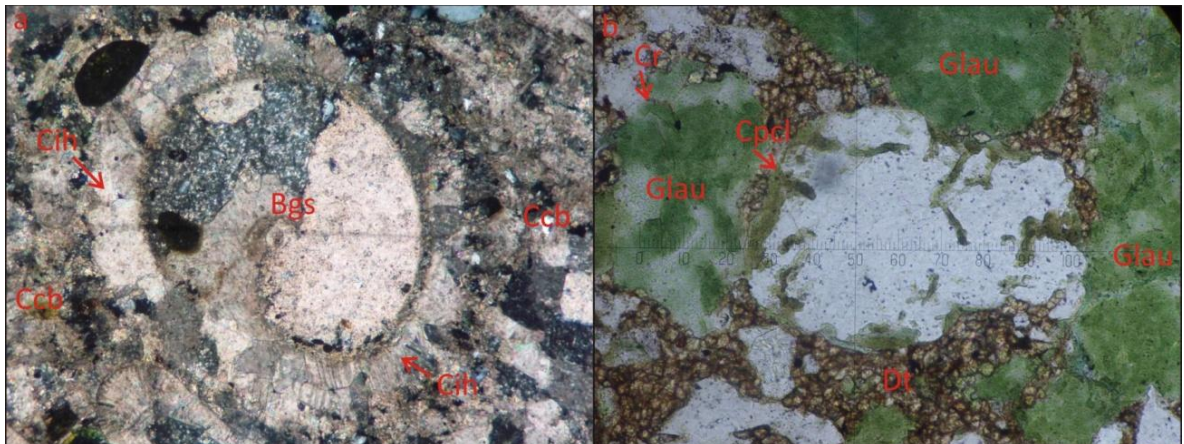


Figura 92 a. Bioesparrudita mal lavada en la que se puede apreciar bioclasto de gasterópodo (Bgs) con cemento isópaco en hojas (Cih) intergranular, además cemento carbonatado basal (Ccb) compuesto por esparita; muestra P3-273.6-P017 100x-NX. **b.** Arenita glauconítica calcárea en la que se observa cuarzo con cemento pelicular de clorita (Cpcl), glauconitas (Glau) con corrosión (Cr) por carbonato, y dolomitización (Dt) de cemento de poros carbonatado; muestra P3-346.8-P027 100x-LP.

6.2.1.2.2.4 Dolomitización. Este se presenta en poco porcentaje llegando al 8% en unas pocas muestras de la unidad (Figura 92 b).

6.2.1.2.2.5 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos metasomatismos como el de fragmentos líticos, feldespatos y micas por carbonato, caolinitización de feldespatos alcalinos (Figura 91 a), sericitización de plagioclasas, glauconita por carbonato (Figura 93 b), matriz clorítica y biotitas por óxidos de hierro y además de los procesos mencionados se tiene metasomatismo de cemento silíceo por carbonato.

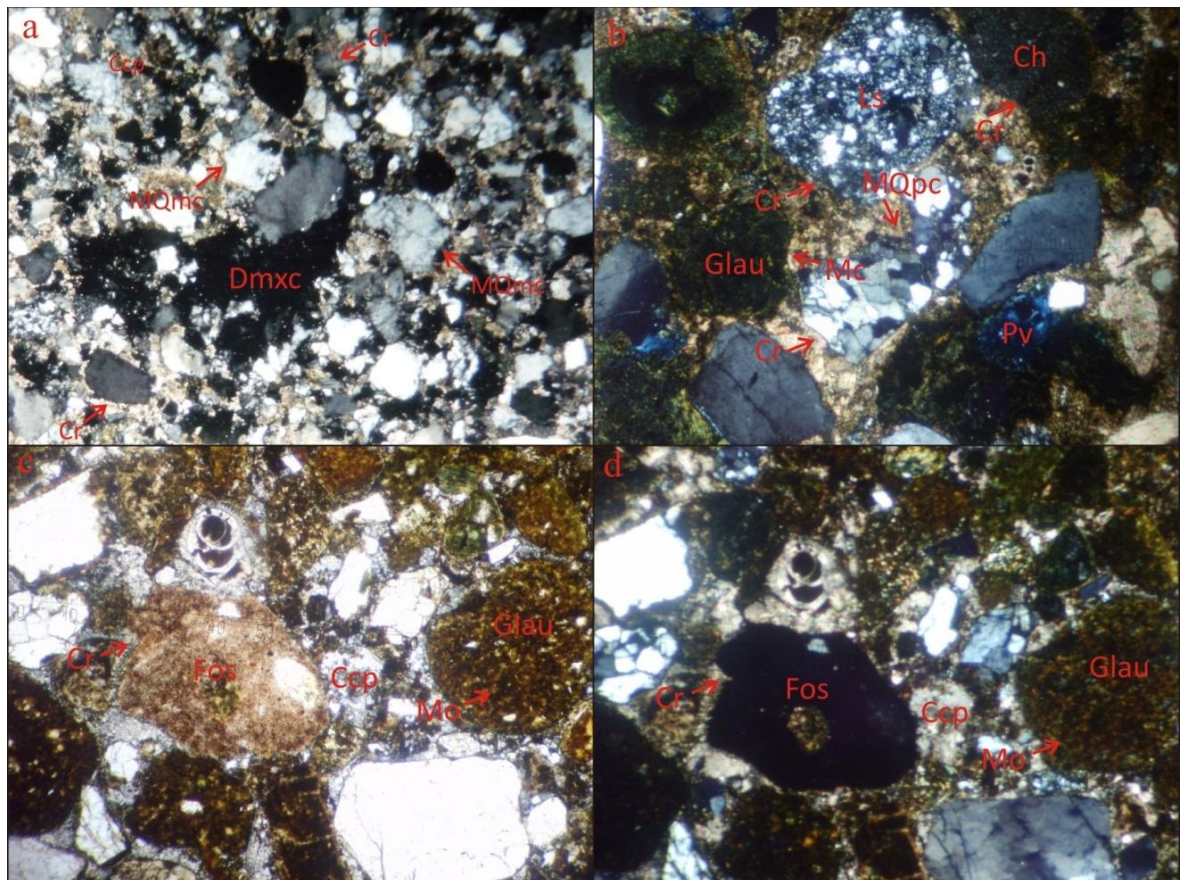


Figura 93 a. Sublitoarenita submadura en la que se aprecia cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P3-241-P013 40x-NX. b. Biomicrudita arenosa con glauconita en la que se observa cuarzo policristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQpc), fragmento de chert (Ch) y lítico sedimentario con corrosión (Cr), porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento de poros y glauconita (Glau) con metasomatismo por carbonato (Mc); muestra P3-320.9-P024 50x NX. c, d. Arenita glauconítica calcárea que presenta glauconitas (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), cemento carbonatado de poros (Ccp) y fosfatos (Fos) con corrosión por carbonato (Cr); muestra P3-315.9-P-023 100x-LP,NX.

6.2.1.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.2.1.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso importante para las rocas de la unidad, fluctúa entre el 20 y el 90% del total de granos de cuarzo, se presenta asociado al inicio del metasomatismo por carbonatos, es un proceso que se encuentra parcialmente desarrollado (Figura 88 a, Figura 91 b, Figura 93 b), los

feldespatos están siendo igualmente afectados (Figura 91 a). Los fragmentos líticos presentan este proceso pero poco desarrollado (Figura 93 b).

6.2.1.3.2 Disolución. Está asociado con la generación de porosidad secundaria principalmente, la cual puede llegar hasta un 38% para algunas muestras, afectando principalmente a los cementos de poros y cementos basales y a los metasomatismos diagenéticos por carbonatos (Figura 93 a).

6.2.1.3.3 Neomorfismos. Para las rocas mixtas los neomorfismos agradantes se presentan principalmente en los cementos carbonatados y aisladamente en bioclastos (Figura 89 e, Figura 94); para la caliza se presenta principalmente en bioclastos (Figura 91 a). Las muestras terrígenas presentan aisladamente neomorfismo agradable asociado con la matriz arcillosa y con cemento de poros carbonatado (Figura 88 a).

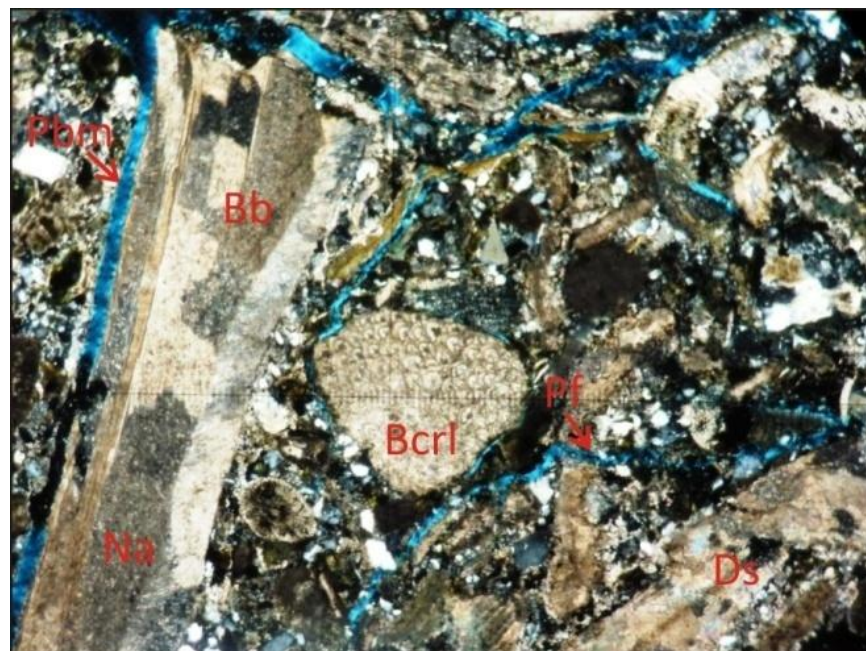


Figura 94. Biomicrudita arenosa en la que se pueden observar bioclastos de coral (Bcrl), bivalvos (Bb) con disolución (Ds), neomorfismo agradable (Na) y porosidad biomoldica (Pbm), también se presenta porosidad de fractura (Pf); muestra P3-248-P014 40x-NX.

6.2.1.4 Paragénesis diagenética

En esta unidad se dieron tres etapas diagenéticas: etapa marina, etapa meteórica y etapa de enterramiento, a continuación se hace una historia en términos relativos de tiempo (Tabla 7).

La deformación mecánica de micas se dio en la etapa temprana dentro del ambiente marino, probablemente el primer proceso derivado de la compactación que se dio, ya que se encuentra dentro de los diferentes tipos de cementos carbonatados por lo que se puede deducir que este evento fue anterior a estos.

Posteriormente se tiene la formación de cementos carbonatados como cemento de poros y cemento basal, siendo importantes; además se tiene la formación de cemento isópaco fibroso y hojoso.

Para la etapa meteórica posiblemente se dio la precipitación de cemento basal e intragranular en Blocky, hacia el final de esta fase se encuentran la corrosión de cuarzos y feldespatos dando inicio a los procesos de metasomatismo para dichos granos donde probablemente fueron interrumpidos estos procesos por la aparición de cementos peliculares de clorita y ferruginoso; sin embargo son difíciles de ubicar en el tiempo con la información obtenida pues pueden aparecer en muchas de las etapas. El metasomatismo de glauconitas por óxidos de hierro también es difícil de ubicar, pero para este caso se encuentran hacia el final de la fase marina y al principio de la fase meteórica.

Para la etapa de enterramiento se genera cemento de poros con textura en mosaico, neomorfismos agradantes de cementos carbonatados, sobrecrecimientos, y dolomitización de cemento de poros y recristalización de la matriz arcillosa, además se encuentra evidencias de efectos de compactación como porosidad estilolítica producto de procesos de presión-disolución.

Finalmente en la etapa meteórica tardía se presentan procesos de disolución afectando principalmente a los cementos y a los metasomatismos diagenéticos generando porosidad vugular que posteriormente es destruida por cemento de poros ferruginoso, clorítico y silíceo. El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina posterior a los cementos ya que tiñe tanto los cementos carbonatados como los metasomatismos diagenéticos en algunos sectores.

PARAGÉNESIS DIAIGENÉTICA				
PROCESOS DIAIGENÉTICOS	DIAIGENESIS TEMPRANA		DIAIGENESIS TARDIA	
	MARINA	METEORICA	ENTERRAMIENTO	METEORICA
CARBONATOS	Cemento de Poros Carbonatado	██████████		
	Cemento Basal Carbonatado	██████████		
	Cemento Isópaco Fibroso	-----		
	Cemento Isópaco Hojoso	-----		
	Cemento en "Blocky" de porosidad Intragranular	-----		
	Cemento basal con textura en "Blocky"	-----		
	Cemento de poros con textura en Mosaico	-----		
	Cemento de poros con textura Blocky en fractura	-----		
	Neomorfismo Agradante	-----		
	Sobrecrecimiento	-----		
	Dolomitización de Cementos Carbonatados	-----		
	Disolución			██████████
	Cemento Pelicular Ferruginoso			???????????
	Cemento de Poros Ferruginoso			-----
	Cemento de Pigmento Ferruginoso			?????????
SILICATOS	Estilolitos		-----	
	Deformación Mecánica de Micas	-----		
	Cemento Pelicular de Clorita			?????????????????
	Corrosión de Cuarzo por carbonato		██████████	
	Corrosión de Feldespatos por carbonato		-----	
	Metasomatismo de Cuarzo por carbonato		██████████	
	Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato		-----	
	Metasomatismo de Glauconita por óxidos de Hierro	???????????????		
	Recristalización de la matriz Arcillosa			?????????
	Cemento de Poros Clorítico			-----
Cemento de Poros Silíceo			-----	

██████ Importancia Alta. ----- Importancia Media. ----- Importancia Baja. ?????? No Determinado.

Tabla 7. Secuencia paragenética establecida para la Formación Toluwajo en el Pozo 3

6.2.2 Pozo 8(2)

Para este pozo se analizaron dos secciones delgadas, las muestras corresponden a rocas carbonatadas clasificadas como biomicruditas, a continuación se hace un análisis de los procesos y productos diagenéticos presentes en la unidad.

6.2.2.1 Transformación del espacio intersticial

6.2.2.1.1 Porosidad. La porosidad en general varía entre el 4 y el 11% corresponde principalmente a porosidad secundaria, vulgar por disolución de cemento carbonatado y porosidad biomóldica; la porosidad primaria presente es intragranular dada principalmente en bioclastos de foraminíferos (Figura 95, Figura 96).

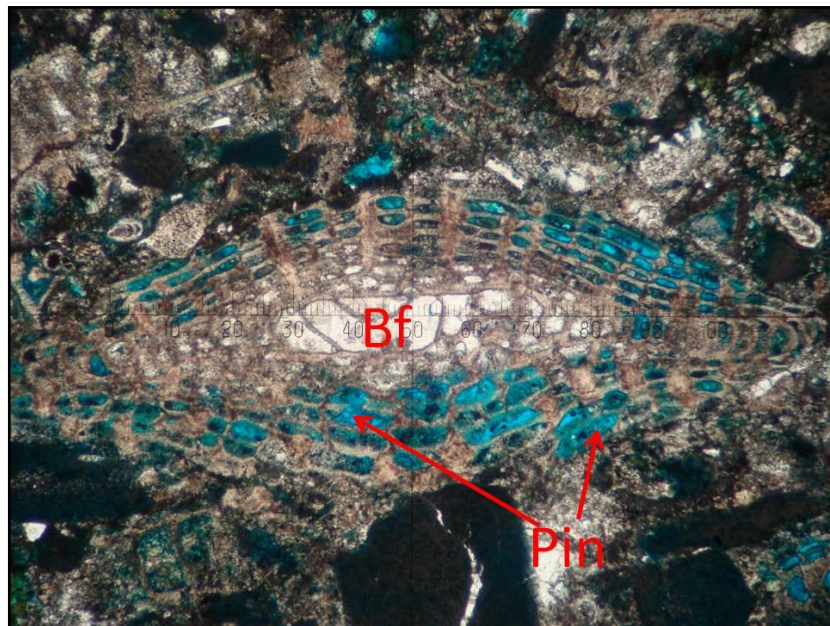


Figura 95. Biomicrudita, se observa bioclasto de foraminífero (Bf), posiblemente nummulitidos, con porosidad primaria intragranular (Pin); muestra P8(2)-282-P006 50x-LP.

6.2.2.1.2 Compactación. Como evidencia de compactación se tiene la deformación leve de algunos bioclastos de foraminíferos (Figura 96), estos son casos aislados en las muestras por ende no son confiables para determinar el grado de compactación en la unidad.

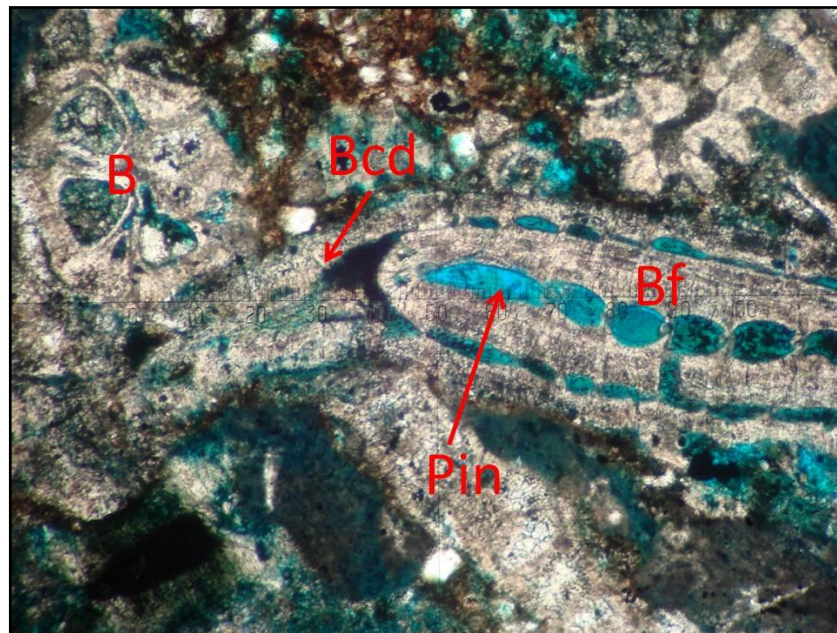


Figura 96. Biomicrudita, nótese foraminífero (Bf) nummulitido, con porosidad primaria intragranular (Pin), nótese también leve deformación en él (Bcd), además bioclasto (B), posiblemente un coral; muestra P8(2)-282-P006 100x-LP.

6.2.2.2 Neoformaciones minerales

Las muestras presentan en general cemento carbonatado microcristalino intergranular uniendo los bioclastos en algunos casos presenta neomorfismos agradantes generando texturas en blocky pero su porcentaje escasamente es del 3%. Las texturas con mayor relevancia indicativas de ambiente diagenético se encuentran intragranulares en los bioclastos y en otros casos rodeándolos, estas texturas son:

6.2.2.2.1 Cemento de poros con textura en Blocky. Este se presenta exclusivamente relleno de porosidad intragranular en bioclastos, principalmente en macro foraminíferos. Su porcentaje en promedio es del 21% (Figura 97 a, Figura 97 b).

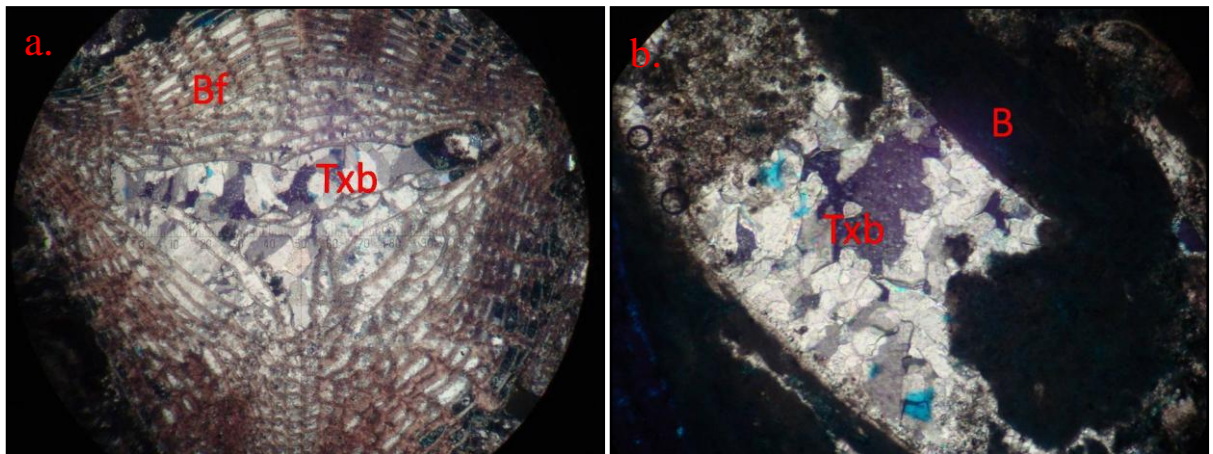


Figura 97 a. Biomicrudita, nótese foraminífero (Bf) Nummulitido, con cemento de poros con textura en blocky (Txb); muestra P8(2)-291-P007 50x-NX. **b.** Biomicrudita, con bioclasto (B) con precipitación de cemento intragranular con textura en blocky (Txb) en sus cavidades; P8(2)-282-P006 100x-NX.

6.2.2.2.2 Cemento de poros con textura en Mosaico. Se presenta en una de las muestras y su porcentaje llega a un poco más del 2% (Figura 98 a).

6.2.2.2.3 Cemento Isópaco en Hojas. Se presenta principalmente de manera intragranular, en algunos casos se puede encontrar intergranular. Su porcentaje en promedio es de 13% (Figura 98 a, Figura 98 b).

6.2.2.2.4 Cemento isópaco Fibroso. Se encuentra aisladamente y su porcentaje no supera en 2% en promedio, se encuentra intergranular principalmente.

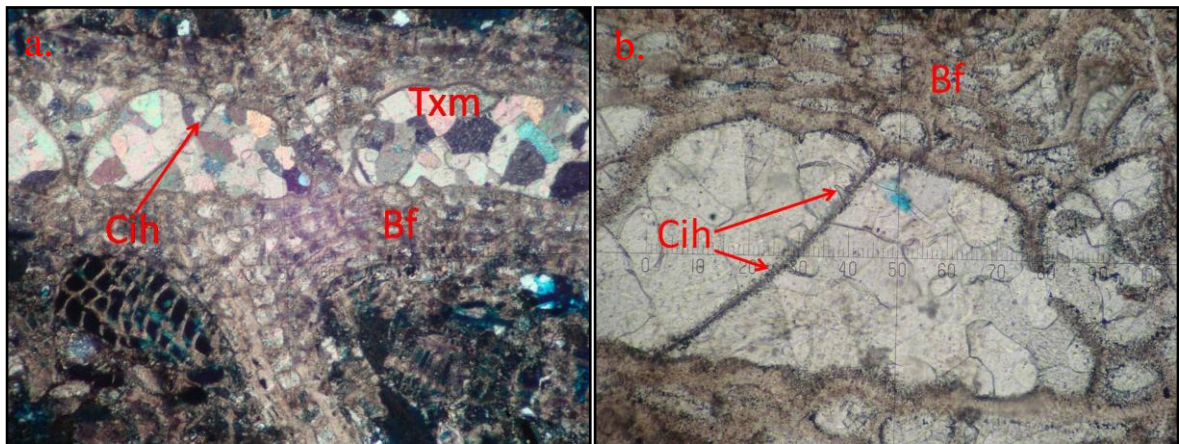


Figura 98 a. Biomicrudita en la que se puede observar foraminífero (Bf) Nummulítico con cemento intragranular con textura en mosaico (Txm), además cemento isópaco en hoja (Cih); muestra P8(2)-291-P007 50x-NX. b. Biomicrudita, foraminífero (Bf), con cemento isópaco en hojas intragranular; muestra P8(2)-291-P007 100x-LP.

6.2.2.2.5 Sobrecrecimientos. Estos se presentan en equinodermos, están entre porcentajes del 2 y el 4% (Figura 99).

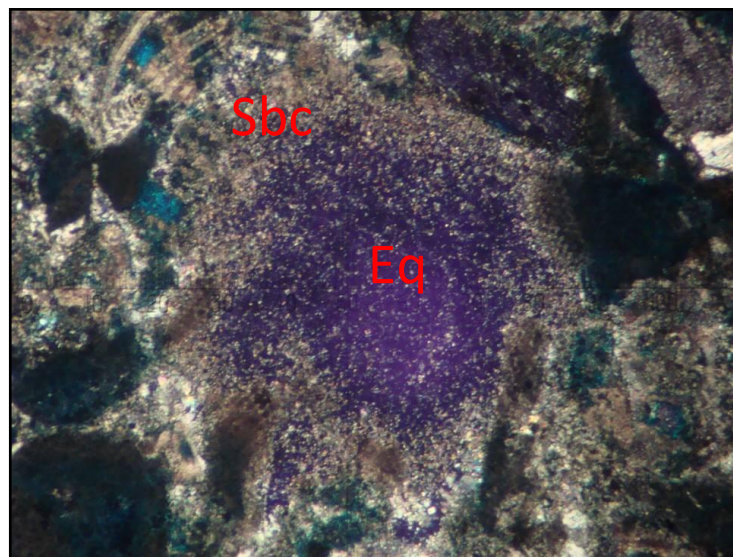


Figura 99. Biomicrudita, nótese equinodermo (Eq) con cemento sintaxial (Sbc); muestra P8(2)-282-P006 50x-NX.

6.2.2.2.6 Micritización de bioclastos. Este proceso se presenta en algunos casos y su porcentaje supera escasamente el 1% en promedio (Figura 100).

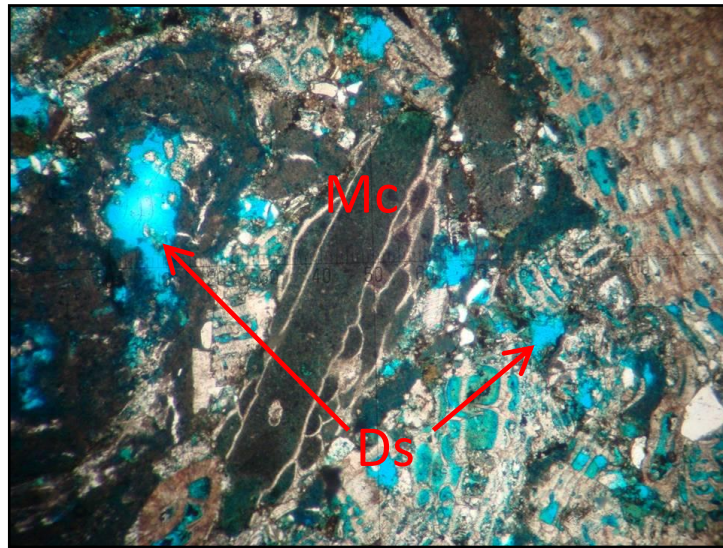


Figura 100. Biomicrudita en la que se puede notar micritización (Mc) de bioclasto, además disolución (Ds) y generación de porosidad secundaria; muestra P8(2)-291-P007 50x-LP.

6.2.2.2.7 Metasomatismos diagenéticos. En términos generales el poco porcentaje de clastos siliciclásticos que en porcentaje no llegan al 2%, evidentemente se encuentran afectados por metasomatismo por carbonato, pero esto es un proceso sin importancia dentro de la unidad.

6.2.2.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.2.2.3.1 Corrosión. Igual que el metasomatismo la corrosión está afectando el total de los clastos presentes.

6.2.2.3.2 Disolución. La disolución presente se encuentra asociada a la porosidad, y como anteriormente se había mencionado puede llegar al 11% máximo.

6.2.2.3.3 Neomorfismos. Se presenta neomorfismos agradantes en algunos casos aislados dentro una de las muestras, su importancia es mínima.

6.2.2.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo. La evolución de los procesos se presenta a continuación (Tabla 8).

Para este pozo, se analizaron dos calizas, los procesos diagenéticos se ubicaron en tres ambientes que son marino, meteórico y de enterramiento. En la diagénesis marina se tiene procesos en este orden de aparición: micritización de bioclastos, deformación de bioclastos por procesos de compactación, precipitación de cemento carbonatado intergranular, cemento isópaco en hojas y fibroso en todos los casos.

En la etapa meteórica tenemos cemento de poros intragranular en blocky y hacia el final de esta y al inicio de la etapa de enterramiento se genera cemento de poros intragranular en mosaico; la corrosión se ubica hacia el final también de la etapa meteórica aunque este es un proceso casi irrelevante dentro del pozo.

En la etapa de enterramiento el metasomatismo también se presenta; igualmente se dan los neomorfismos agradantes y sobrecrecimientos en equinodermos; la disolución se presenta en una etapa tardía meteórica generando porosidad de disolución.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA				
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDÍA	
	MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO	METEÓRICA
Micritización de Bioclastos	-----			
Deformación de Bioclastos	-----			
Cemento carbonatado intergranular	-----			
Cemento Isópaco hojoso	-----			
Cemento Isópaco Fibroso	-----			
Cemento de Poros en Blocky	-----			
Cemento de poros en Mosaico	-----			
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	-----			
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	-----			
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	-----			
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	-----			
Neomorfismos Agradantes	-----			
Sobrecrecimientos	-----			
Disolución	-----			

Importancia Alta.
 Importancia Media.
 Importancia Baja.
 No Determinado.

Tabla 8. Secuencia paragenética establecida para la Formación Toluvejo en el Pozo 8 (2)

6.2.3 Pozo 12

Para este pozo se analizaron 3 secciones delgadas en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras.

6.2.3.1 Transformación del espacio intersticial.

6.2.3.1.1 Porosidad. La porosidad es relativamente baja, sus valores se encuentran entre un mínimo de 1% y un máximo del 14%. La porosidad primaria en términos generales es baja con un valor máximo del 2% aproximadamente. La porosidad más abundante es la secundaria de disolución de carbonato (vugular), (Figura 101 a) seguido por la porosidad de fractura (Figura 101 b) y de menor importancia la porosidad estilolítica (Figura 101 c).

6.2.3.1.2 Compactación. Se manifiesta principalmente por los tipos de contactos, en general se evidencia predominio de contactos tangenciales y flotantes seguido de contactos completos. La deformación mecánica de micas se muestra afectando a cloritas y moscovitas parcialmente; la presencia de grietas de disolución indican una tasa moderada de compactación para la unidad.

6.2.3.2 Neoformaciones minerales.

6.2.3.2.1 Cementos. Se tiene principalmente cemento de poros y basal seguido de pigmento ferruginoso y de menor importancia cemento pelicular.

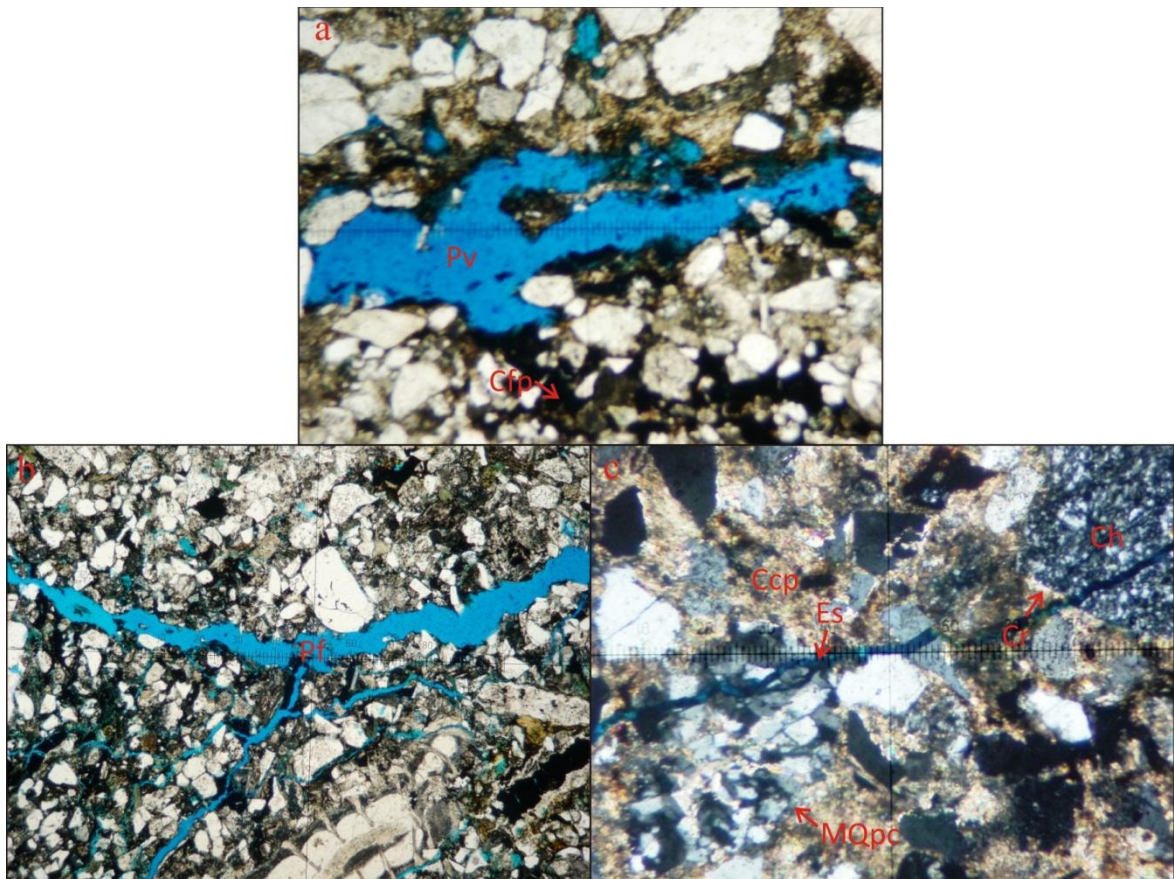


Figura 101 a. sublitoarenita submadura en la que se observa porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado y del metasomatismo por carbonato, también se tiene cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P12-592-P026 200x-LP. b. porosidad de fractura en subarcosa calcárea; muestra P12-494.5-P025 40x-LP. c. subarcosa calcárea en la que se aprecia porosidad estilolítica (Es) afectando fragmentos de cuarzo policristalino y chert (Ch), metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc), cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp) y fragmento de chert (Ch) con corrosión (Cr); muestra P12-494.5-P025 200x-NX.

6.2.3.2.1.1 Cemento de poros. Se tiene principalmente cemento carbonatado seguido de cemento de poros ferruginosos, y de manera aislada de poros clorítico y silíceo.

El Cemento de poros carbonatado es de importancia en las muestras mixtas, variando entre el 13y el 20% compuesto principalmente por esparita. Los bioclastos también presentan cementación de poros intragranular de carbonato exhibiendo texturas en blocky en algunos foraminíferos (Figura 102 a), se

presentan además bivalvos con textura fibrosa y neomorfismo agradante (Figura 102 b), algunos con micritización microbial.

El cemento de poros ferruginoso se presenta en todas las muestras con porcentajes entre el 4 y el 13% como cemento principalmente en porosidades por disolución de carbonato (Figura 103 a), porosidades estilolíticas (Figura 103 b) y en menor valor porosidades de fractura (Figura 103 c). Algunas de las muestras presentan foraminíferos con cemento de poros de óxidos de hierro principalmente hematita (Figura 103 d).

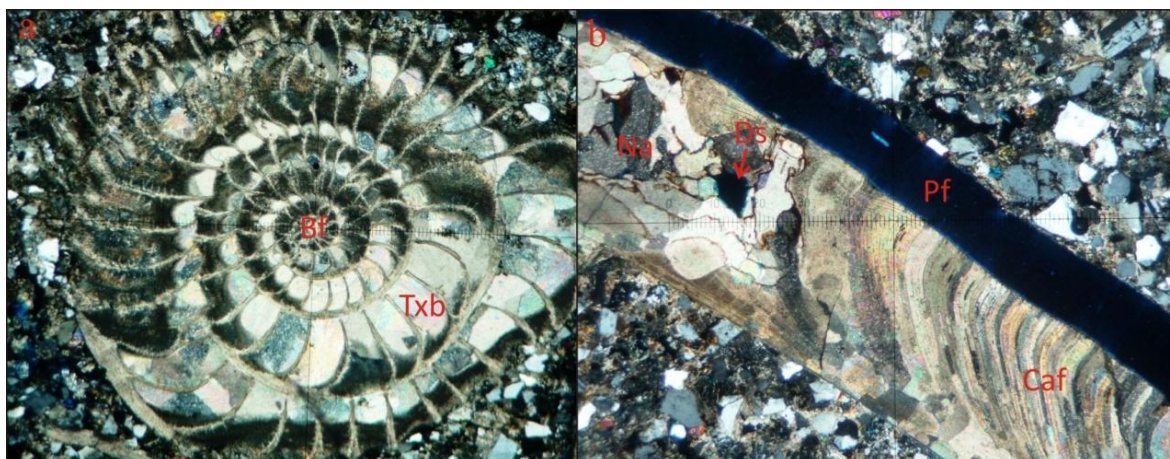


Figura 102 a. Subarcosa calcárea en la que se puede apreciar foraminífero (Bf) nummulítico con cemento de poros intragranular que exhibe textura en blocky (Txb); muestra P12-494.5-P025 40x-NX. **b.** bivalvo (Bb) con textura de calcita fibrosa (Caf), neomorfismo agradante (Na) y disolución (Ds), se observa además porosidad de fractura (Pf) en una Subarcosa calcárea; muestra P12-494.5-P025 40x-NX.

El cemento de poros clorítico y silíceo está en menor proporción, se encuentra con valores máximos del 3% para todas las muestras.

6.2.3.2.1.2 Cemento basal. Se encuentra en una de las muestras compuesto por micrita con un porcentaje máximo del 10% (Figura 104 a) y en las demás compuesto por esparita microcristalina con un valor del 12%.

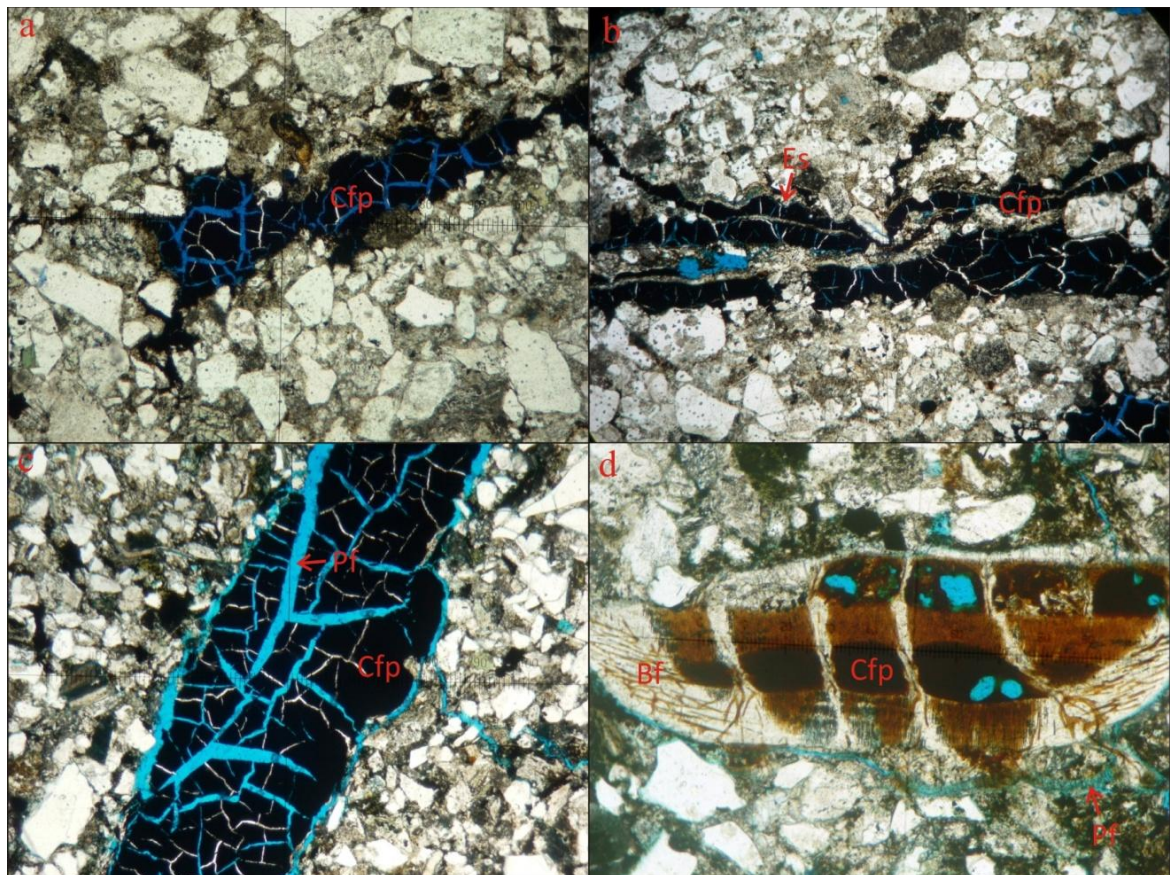


Figura 103 a. Sublitoarenita submadura con cemento de poros ferruginoso (Cfp), constituido por gohetita amorfa; muestra P12-592-P026 40x-LP. b. Cemento ferruginoso de poros (Cfp) en estilolito (Es) en una sublitoarenita submadura; muestra P12-592-P026 40x-LP. c. Subarcosa calcárea que presenta cemento ferruginoso de gohetita amorfa (Cfp) que ha destruido porosidad de fractura (Pf); muestra P12-494.5-P025 40x-LP. d. foraminífero (Bf) con cemento ferruginoso de poros (Cfp) intragranular, porosidad de fractura (Pf) en subarcosa calcárea; muestra P12-494.5-P025 40x-LP.

6.2.3.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Cemento que se encuentra en todas las muestras de la unidad con porcentajes entre el 5 y el 8%. Se observa como un pigmento superpuesto sobre los diferentes tipos de cementos, constituido por hematita amorfa.

6.2.3.2.1.4 Cemento pelicular. Esta conformado principalmente por óxidos de hierro y en menor proporción por cemento pelicular de clorita.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro esta presente en algunas de las muestras, alcanzando un porcentaje del 5 y el 8% respectivamente. El Cemento pelicular de clorita solo se encuentra en algunas muestras con porcentajes que no superan el 3%.

6.2.3.2.2. Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos más importantes son de cuarzo y feldespatos por carbonatos.

6.2.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo y feldespatos por carbonato. Este se encuentra en todas las secciones siendo el metasomatismo más importante con promedios que en algunos casos alcanza más del 90% de afectación en el total de clastos de cuarzo (Figura 104 a) y feldespatos, el reemplazamiento es generalmente parcial (Figura 104 b) y se observan pocos totales.

6.2.3.2.2.2 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos metasomatismos como el de fragmentos líticos por carbonato (Figura 104c), caolinitización de feldespatos alcalinos y sericitización de plagioclasas y micas por carbonato y óxidos de hierro.

6.2.3.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución.

6.2.3.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso importante para las muestras de la unidad, oscilando entre el 40 y el 90% del total de granos de cuarzo y de feldespatos en un 100% (Figura 104 b). Al igual que en las unidades anteriores da inicio a los procesos de metasomatismo por carbonatos.

6.2.3.3.2 Disolución. Relacionada con la porosidad secundaria que alcanza un valor máximo del 8% asociada a cementos de poros y basal carbonatado y a la disolución de metasomatismos.

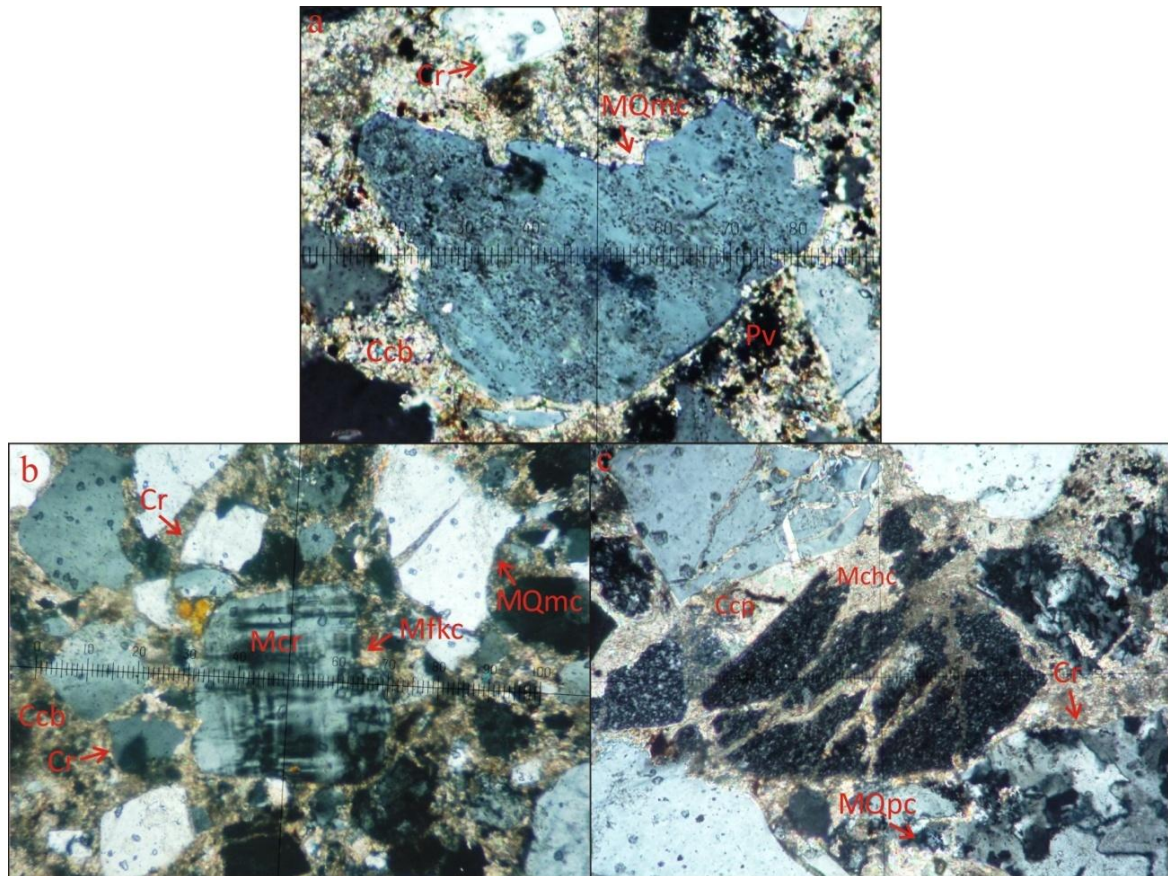


Figura 104 a. Sublitoarenita submadura en la que se puede observar cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb); muestra P12-592-P026 200x-NX. **b.** metasomatismo de feldespato alcalino con macla de microclina por carbonato (Mfkc), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) en una sublitoarenita submadura; muestra P12-592-P026 100x-NX. **c.** Sublitoarenita submadura en la que se aprecia metasomatismo de chert por carbonato (Mchc), cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp) y cuarzo policristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQpc); muestra P12-592-P026 200x-NX.

6.2.3.4 Paragénesis Diagenética

El primer proceso establecido durante la primera etapa de diagénesis marina es la micritización de bioclastos, procesos que se da habitualmente por la acción de

microorganismos endolíticos; seguido se tienen procesos relacionados con la compactación como la deformación mecánica de micas lo cual sucedió antes de la precipitación de cemento carbonatado de poros y basal así como la de cemento isópaco, fibroso; la formación de bioclastos con textura de calcita fibrosa también se da para esta etapa.

Seguido, en el ambiente meteórico aparecen los cementos de porosidad intragranular con textura en Blocky, además se da la corrosión de granos de cuarzo y feldespatos, siendo esta muy importante, generándose hacia la parte final de esta etapa; la aparición del cemento pelicular ferruginoso y clorítico se da posiblemente después de la aparición de los cementos carbonatados siendo poco importante, pues la mayoría de fragmentos presenta procesos de corrosión y metasomatismo por carbonatos parciales y avanzados evidenciándose este último proceso en la fase primaria del enterramiento donde posteriormente se generan estilolitos y grietas de disolución por efectos de presión-disolución, además se dan procesos neomórficos agradantes.

Por último en la fase meteórica tardía se da una fuerte disolución que afecta tanto a los cementos carbonatados como a los metasomatismos diagenéticos generando porosidad secundaria que posteriormente fue destruida por cemento de poros ferruginoso, silíceo y clorítico.

El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina después de la cementación ya que se encuentra tiñendo a los diferentes tipos de cemento (Tabla 9).

PROCESOS DIAGENÉTICOS		PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA			
		MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO	DIAGÉNESIS TARDIA METEÓRICA
CARBONATOS	Micritización de Bioclastos	---			
	Cemento de Poros Carbonatado	█			
	Cemento Basal Carbonatado	█			
	Cemento Isópaco Fibroso	---			
	Bioclasto con textura de Calcita Fibrosa	---			
	Cemento en Blocky de poros Intragranular de Bioclastos	---			
	Neomorfismos Agradantes		---		
	Disolución				█
	Cemento Pelicular Ferruginoso			?????	
	Estilolitos			---	
SILICATOS	Grietas de disolución			---	
	Cemento de Poros Ferruginoso			---	
	Cemento de Pigmento Ferruginoso				???????
	Deformación Mecánica de Micas	---			
	Cemento de Poros Silíceo				---
	Cemento Pelicular de Clorita				???????????
	Corrosión de Cuarzo por carbonato		█		
	Corrosión de Feldespatos por carbonato		█		
	Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato			█	
	Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato			█	
Cemento de poros Clorítico				---	

█ Importancia Alta. █ Importancia Media. --- Importancia Baja. ????? No Determinado.

Tabla 9. Secuencia paragenética establecida para la Formación Tolujiejo en el Pozo 12

6.3 FORMACION EL FLORAL

6.3.1 Pozo 3

Para este pozo se analizaron 5 secciones delgadas en las cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras.

6.3.1.1 Transformación del espacio intersticial

6.3.1.1.1 Porosidad. Para este pozo la porosidad es intermedia, sus valores se encuentran entre un mínimo de 14% y un máximo del 21%. La porosidad primaria es baja oscilando entre el 3 y el 5%, evidenciándose en algunas de las muestras (Figura 105 a). La porosidad más abundante es la secundaria de disolución de carbonato tipo vugular alcanzando un valor máximo del 21% (Figura 105 b) seguido de porosidad de fractura con valor máximo del 1% para algunas muestras.

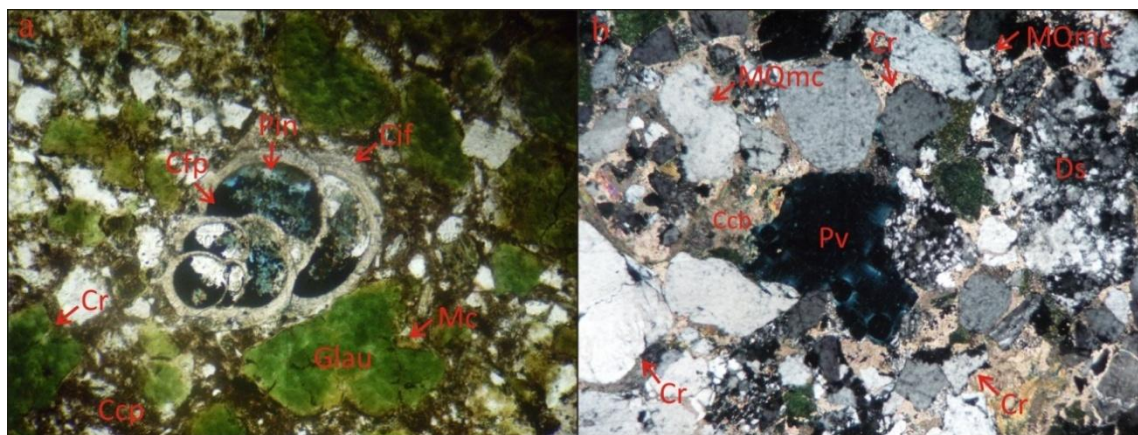


Figura 105 a. Arenita glauconítica inmadura con foraminífero (Bf) que presenta cemento isópaco fibroso (Cif) y porosidad intragranular (Pin) que está siendo destruida por cemento ferruginoso de poros (Cfp), también presenta glauconitas (Glau) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc), además cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp); muestra P3-378.5-P029 100x-NX. **b.** Sublitoarenita submadura con glauconita en la que se aprecia porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento basal carbonatado de esparita (Ccb), cuarzo monocristalino con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc) y disolución (Ds) de cuarzo policristalino metamórfico recristalizado; muestra P3-380.1-P030 40x-NX.

6.3.1.1.2 Compactación. Se manifiesta principalmente por los tipos de contactos, en general se evidencia predominio de contactos flotantes, tangenciales, y aisladamente contactos largos y cóncavos -convexos. La deformación de micas no es abundante en la unidad, observándose de manera leve en algunas muestras afectando principalmente a moscovitas y cloritas. (Figura 106).

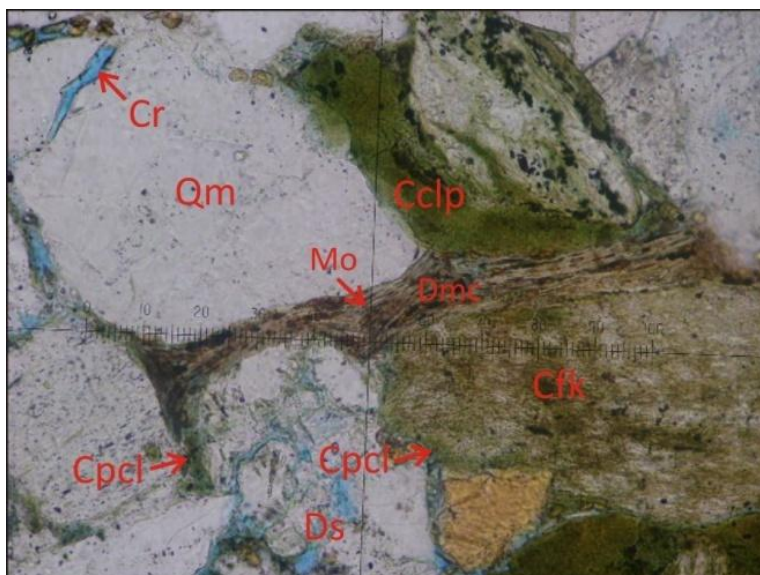


Figura 106. Arenita glauconítica submadura en la que se aprecia deformación mecánica de clorita (Dmc), con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), cemento clorítico de poros (Cclp), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds) y cemento pelicular de clorita (Cpcl); muestra P3-381.4-P031 200x-LP.

6.3.1.2 Neoformaciones minerales

6.3.1.2.1 Cementos. Se tiene principalmente de poros y basal seguido de cemento pelicular principalmente de clorita.

6.3.1.2.1.1 Cemento de poros. Se tiene principalmente cementos carbonatados y de menor importancia cloríticos y silíceos.

El Cemento de poros carbonatado es el más importante, compuesto principalmente por esparita con valores entre el 3 y el 9% y de micrita con porcentajes que no superan el 2% (Figura 105 a, Figura 107). Los cementos clorítico y silíceo solo son importantes en algunas muestras donde el clorítico alcanza un valor máximo del 13 % y silíceo del 3%.

6.3.1.2.1.2 Cemento basal. Es un cemento importante en dos del total de las muestras alcanzando valores entre el 10 y el 17% compuesto principalmente por esparita. (Figura 105 b Figura 108).

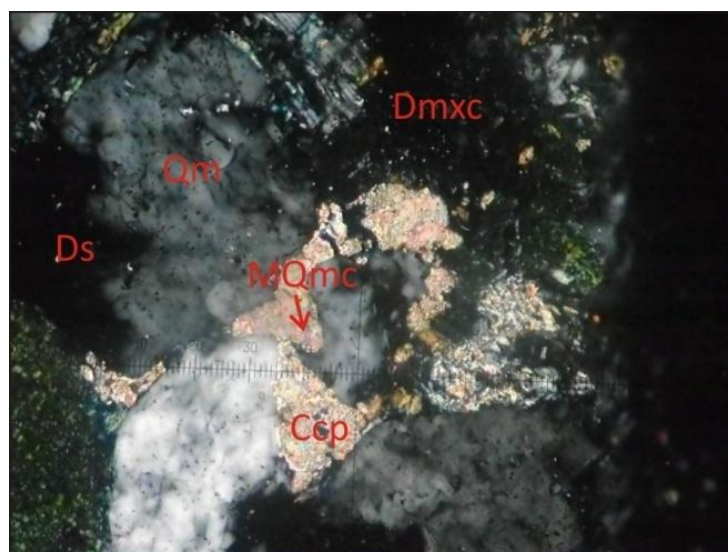


Figura 107. Arenita glauconítica submadura en la que se puede apreciar, cemento carbonatado de poros microcristalino (Ccp), cuarzo monocristalino con disolución (Ds), y con metasomatismo por carbonato (MQmc) y porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc); muestra P3-381.4 -P031 200x-NX

6.3.1.2.1.3 Cemento pelicular. Esta conformado principalmente por clorita, encontrándose en todas las muestras con valores que alcanzan hasta el 40% siendo el máximo valor para la muestra 030 (Figura 106); este se encuentra rodeando granos que fueron corroídos.

El cemento pelicular de óxidos de hierro esta presente en algunas muestras sin superar el 4%.

6.3.1.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos más importantes son de cuarzo por carbonatos y de glauconitas por carbonato y por óxidos de hierro.

6.3.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Se presenta en todas las secciones siendo este el más importante con promedios que en algunos casos alcanza hasta el 93% del total de clastos de cuarzo, este reemplazamiento es parcial. En general el metasomatismo se hace por carbonato cristalino grueso (Figura 105 b, Figura 108).

6.3.1.2.2.2 Metasomatismo de glauconita por carbonato y óxidos de hierro. Se presenta sólo en algunas secciones con promedios para el total de glauconitas observadas, que varían entre el 1 y el 20% para el metasomatismo por carbonato (Figura 105 a, Figura 108) y entre el 1 y el 3% aproximadamente para el metasomatismo por óxidos de hierro.

6.3.1.2.2.3 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos metasomatismos de líticos por carbonato, y de micas por óxidos de hierro además caolinitización de feldespato (Figura 106).

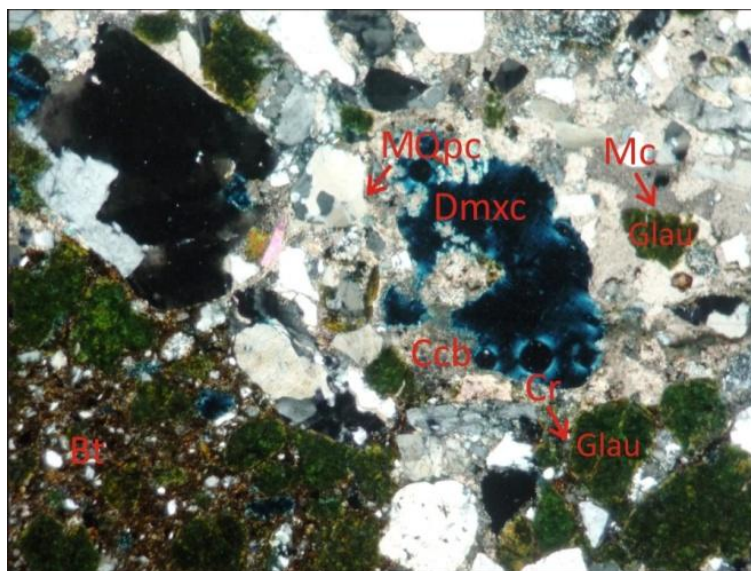


Figura 108. Sublitoarenita submadura con glauconita en la que se observa metasomatismo de cuarzo policristalino metamórfico deformado por carbonato (MQpc), glauconita (Glau) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (Mc), porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc), bioturbación (Bt) y cemento carbonatado basal de esparita (Ccb); muestra P3-380.1-P030 40x-NX.

6.3.1.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión y disolución

6.3.1.3.1 Corrosión. Al igual que en los otras unidades este da inicio a los procesos de metasomatismos de cuarzos por carbonato alcanzando valores de hasta el 93% del total de cuarzo (Figura 105 b). Las glauconitas y fragmentos líticos también presentan este proceso con valores de hasta el 23 y el 70% respectivamente para el total de estos componentes (Figura 108).

6.3.1.3.2 Disolución. Relacionado con la generación de porosidad secundaria, alcanzando un valor del 21%, asociada a la disolución de cementos carbonatados y de los metasomatismos por carbonato (Figura 107, Figura 108).

6.3.1.4 Paragénesis Diagenética

La diagénesis en la etapa temprana presenta similitud a la de la formación Arroyo Seco. El primer proceso que se presentó fue la deformación de micas por compactación mecánica del sedimento la cual se dio hasta la generación de cementos carbonatados los cuales impidieron la compactación significativa del sedimento, evidenciándose por el predominio de contactos flotantes y tangenciales en las muestras indicando un origen temprano para este cemento.

Seguido se tiene la generación de los diferentes tipos de cementos, que para este caso como ya se había mencionado en la primera etapa corresponde a la formación de cementos de poros y basal carbonatado el cual produce corrosión a granos de cuarzo y glauconita, dando el inicio a los metasomatismos que afectan a dichos fragmentos. El cemento pelicular ferruginoso se forma antes y después de la cementación por carbonato ya que en algunos casos impidió la corrosión por carbonato; el cemento pelicular de clorita fue posterior ya que imposibilitó el avance de la corrosión y del metasomatismo parcial por carbonato. El metasomatismo de glauconita por óxidos probablemente se dio después de estos procesos.

Posterior a los metasomatismos por carbonato y de glauconitas por óxidos de hierro se da para la etapa de diagénesis tardía la disolución tanto de cementos carbonatados como de los metasomatismos diagenéticos produciendo porosidad secundaria donde en algunos casos fue destruida por cemento de poros clorítico y silíceo (Tabla 10).

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	-----	
Cemento de Poros Carbonatado	-----	
Cemento Basal Carbonatado	_____	
Cemento Pelicular Ferruginoso	?????	???????
Cemento Pelicular de Clorita		_____
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	██████████	
Corrosión de Glauconita por Carbonato	_____	
Metasomatismo de Cuarzo por carbonato		██████████
Metasomatismo de Glauconita por carbonato		_____
Metasomatismo de Glauconita por óxidos de Hierro		???????
Disolución		_____
Cemento de Poros Clorítico		-----
Cemento de Poros Silíceo		-----

█████ Importancia Alta. _____ Importancia Media. ----- Importancia Baja. ??????? No Determinado.

Tabla 10. Secuencia paragenética establecida para la Formación El Floral en el Pozo 3

6.3.2 Pozo 5

Se analizaron 2 secciones delgadas, correspondiendo estas a rocas terrígenas, donde se estudiaron los principales procesos diagenéticos que se presentan en la unidad.

6.3.2.1 Transformación del espacio intersticial

6.3.2.1.1 Porosidad. La porosidad para estas rocas es importante alcanzando rangos de casi el 30% en estas, la porosidad primaria se presenta en un porcentaje considerable alcanzando valores entre el 10 y el 20%.

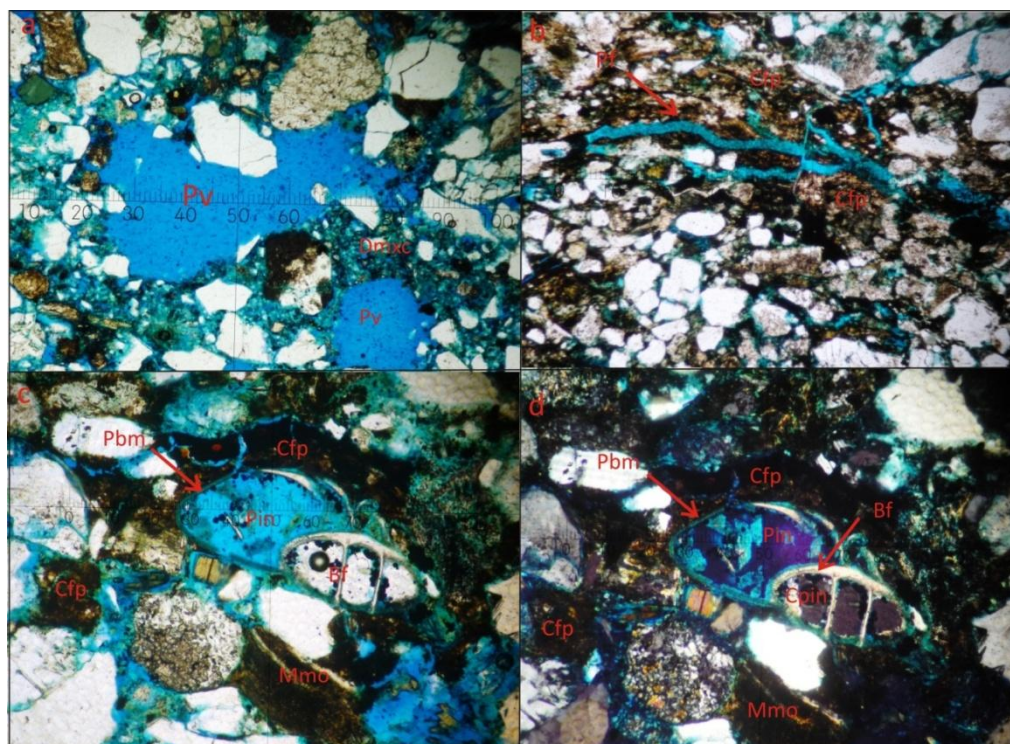


Figura 109 a. Arcosa lítica madura en la que se observa disolución del metamatismo por carbonato (Dmxc) y porosidad vugular (Pv); muestra P5 446.67-P002 40x-LP. b. Subarcosa Inmadura con porosidad de fractura (Pf) y cemento de poros de óxidos de hierro (Cfp); muestra P5 395.52-P001 40x-LP. c,d. Subarcosa Inmadura que presenta Bioclasto Foraminífero (Bf), con porosidad biomóldica (Pbm), cemento de poros intragranular (Cpin) y porosidad intragranular (Pin); además se observa cemento de poros ferruginoso (Cfp), y metamatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo); muestra P5 395.52-P001 100x-LP-NX.

La porosidad secundaria alcanza valores entre el 8 y el 18%, perteneciendo principalmente a porosidad vugular asociada a la disolución de carbonatos y a los metasomatismos producidos por éste (Figura 109 a), le sigue la porosidad de fractura (Figura 109 b) y algunos casos aislados de porosidad biomóldica. (Figura 109 c, Figura 109 d).

6.3.2.1.2 Compactación. El empaquetamiento en general es moderado, se presenta un domino de contactos flotantes seguido de contactos puntuales o tangenciales, los contactos largos también se presentan en algunos casos pudiendo llegar a ser importantes, los contactos cóncavo-convexos se presentan en escasas ocasiones. La deformación mecánica de micas aparece en algunos casos pero su deformación es leve indicando como ya se había mencionado una tasa de compactación moderada (Figura 110).

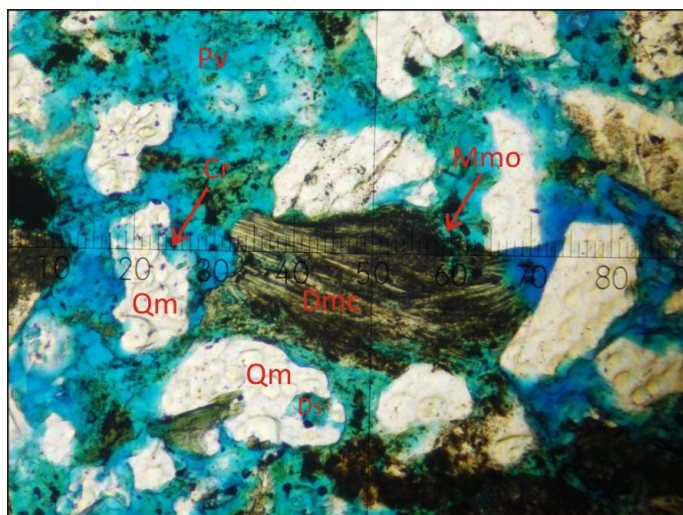


Figura 110. Arcosa lítica madura en la que se puede observar deformación mecánica de clorita (Dmc), metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds); muestra P5 446.67-P002 100x-LP.

6.3.2.2 Neoformaciones minerales

6.3.2.2.1 Cementos. El cemento de poros predomina en las muestras, a este le sigue el cemento pelicular y finalmente el de pigmento ferruginoso.

6.3.2.2.1.1 Cemento de poros. Se tiene principalmente cementos de óxidos de hierro y en menor proporción cementos carbonatados.

El Cemento de poros de óxidos de hierro se presenta en porcentajes que alcanzan en ocasiones valores del 12%,(Figura 111 a) este también se presenta en fracturas con porcentajes que pueden llegar a un 1%. El cemento carbonatado se presenta en algunos sectores sin alcanzar un porcentaje importante, máximo del 2%, debido a que se ha disuelto. (Figura 111 b).

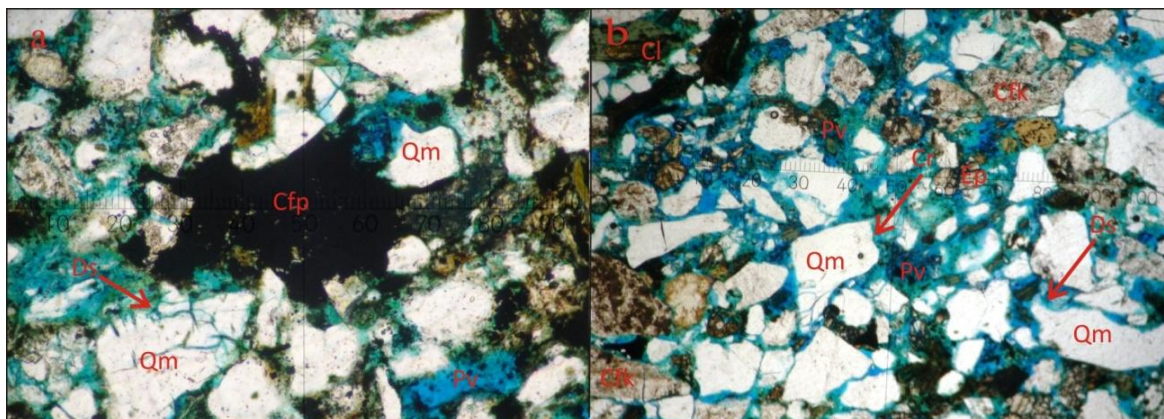


Figura 111 a. Arcosa lítica madura en la que se observa cemento de poros ferruginoso (Cfp) y cuarzo monocristalino (Qm) con disolución (Ds); muestra P5 395.52-P001 100x-LP. **b.** Arcosa lítica madura en la que se aprecia cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds), clorita (Cl), epidota (Ep), caolinitización de feldespato potásico(Cfk) y porosidad por disolución (Pv) de cemento carbonatado; muestra P5 446.67-P002 100x-LP.

6.3.2.2.1.2 Cemento pelicular. Principalmente se presenta como cemento pelicular de clorita, en menor medida tenemos de óxidos de hierro.

El Cemento pelicular de clorita se presenta en la unidad con un porcentaje variable que en algunos casos alcanza el 27%, se presenta en forma fibrosa rodeando granos que fueron corroídos.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro se presenta en porcentajes que varia entre el 1 y el 4%.

6.3.2.2.1.3 Cementos de pigmento ferruginoso. Se presenta recubriendo diferentes tipos de fragmentos, con porcentajes entre 2 y 10% en algunos casos, constituido por hematita amorfa

6.3.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos más importantes corresponden a los de caolinitización de feldespatos alcalinos, sericitización de plagioclasas, metasomatismo de biotitas y cloritas por óxidos de hierro.

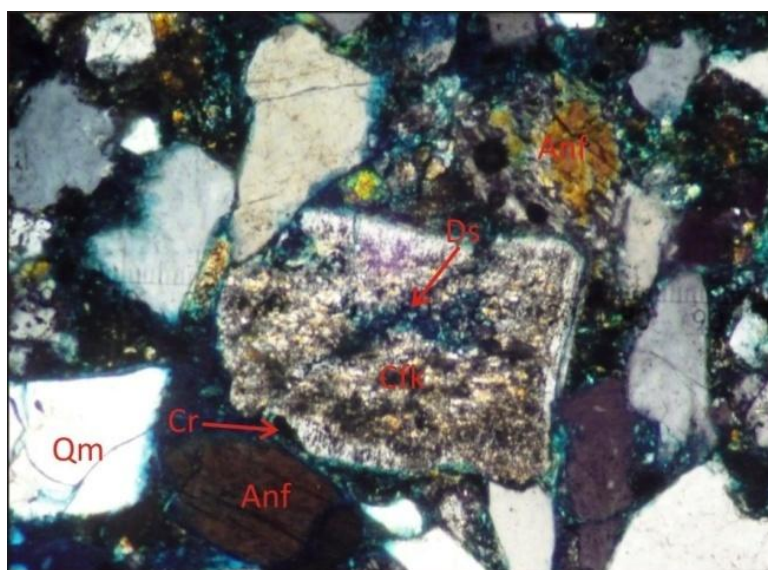


Figura 112. Subarcosa inmadura en la que se puede apreciar caolinitización de feldespato alcalino (Cfk), con disolución (Ds) y corrosión (Cr), anfíbol (Anf) y cuarzo monocristalino (Qm); muestra P5 395.52-P001 100x-NX.

6.3.2.2.1 Caolinitización de feldespatos alcalinos. Es común, alcanzando en algunos casos el 65% de afectación parcial y un 7% de caolinitización total (Figura 112).

6.3.2.2.2 Sericitización de plagioclasa. Es importante en una de las muestras alcanzando el 75%, de afectación en el total de los granos de plagioclasa este proceso es parcial en la mayoría de los casos. (Figura 113 b).

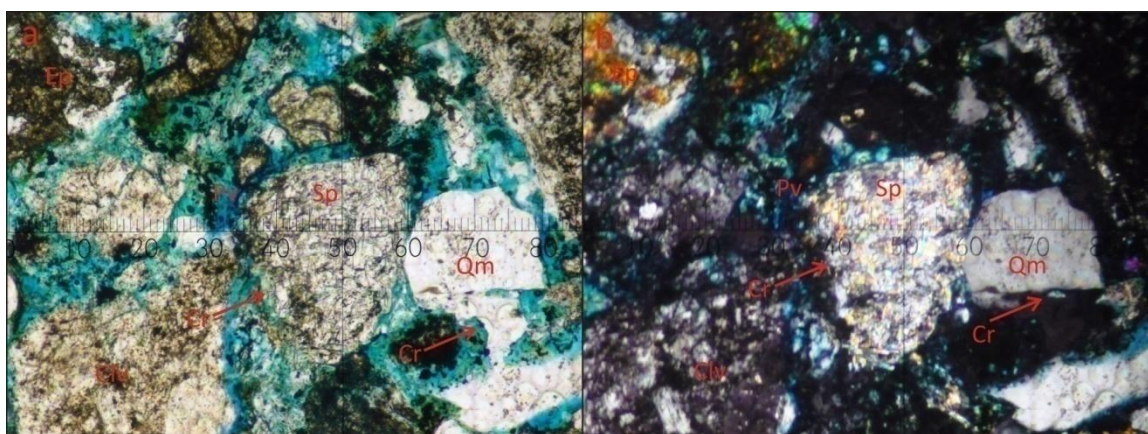


Figura 113 a, b. Subarcosa Inmadura con sericitización de feldespato plagioclasa (Sp) y corrosión (Cr), epidota (Ep), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y porosidad vugular (Pv); muestra P5 395.52-P001 100x-LP-NX.

6.3.2.2.3 Metasomatismo de micas por óxidos de hierro. Este proceso afecta las micas biotitas casi en su totalidad (Figura 114), las cloritas están afectadas en un porcentaje que alcanza el 37% del total de estas (Figura 110).

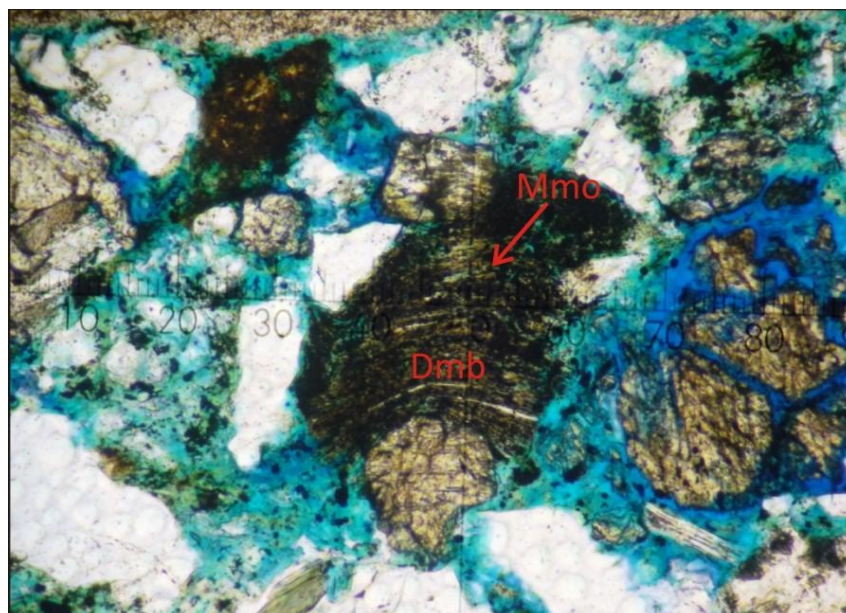


Figura 114. Arcosa lítica madura en la que se puede apreciar deformación mecánica de mica (Dmb) conmetasomatismo por óxidos de hierro (Mmo); muestra P5 446.67-P002 100x-LP.

6.3.2.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión y disolución.

6.3.2.3.1 Corrosión. Este proceso se encuentra afectando principalmente el cuarzo monocristalino con porcentajes que alcanzan el 84% (Figura 115), el cuarzo policristalino igualmente se presenta afectado en porcentajes aproximados al 61%, los feldespatos alcalinos presentan este proceso con valores entre el 20 y 100% (Figura 112), para los feldespatos plagioclasa estos porcentajes varían entre 50 y 70% del total de estos (Figura 113 b).

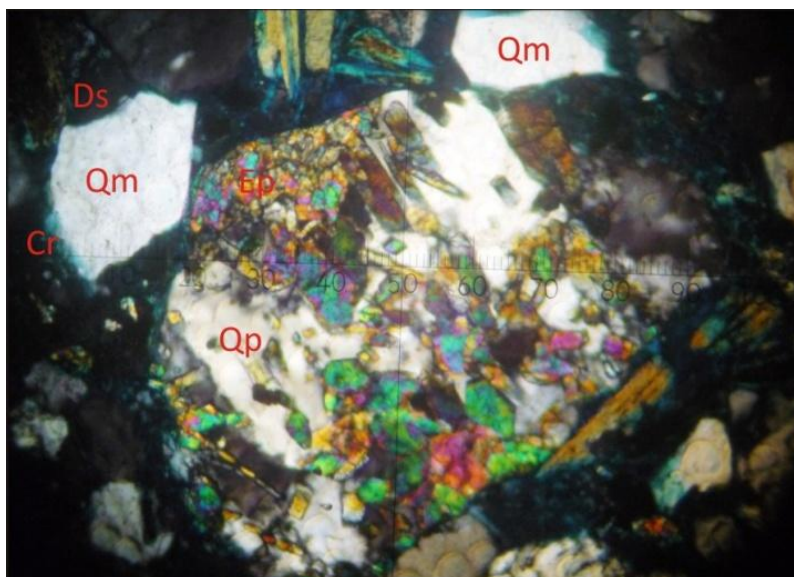


Figura 115. Arcosa lítica madura con cuarzo policristalino (Qp), que presenta microlitos de epidota (Ep), cuarzo monocristalino (Qm), con corrosión (Cr) y disolución (Ds); muestra P5 446.67-P002 100x-NX.

6.3.2.3.2 Disolución. Se relaciona principalmente con la generación de porosidad secundaria, esta alcanza valores que se distribuyen entre el 9 y 18% como ya se había mencionado, asociada a la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato y cementos carbonatados (Figura 109 a).

6.3.2.4 Paragénesis Diagenética

La deformación mecánica de micas fue un proceso que se dio en la etapa de diagénesis temprana sin ser un proceso relevante y previo a la cementación de carbonato de poros intergranular que genero una tasa de compactación moderada.

Seguido se tiene la corrosión de fragmentos de cuarzo, feldespatos alcalinos y feldespatos plagioclasa dando el inicio parcial a los procesos de metasomatismo que para este caso fueron disueltos generando porosidad vugular a finales de la

diagénesis temprana, donde en casos aislados fue destruida por cemento de poros ferruginoso.

Posterior a este proceso posiblemente se formó el cemento pelicular de clorita y pelicular ferruginoso ya que se observan rodeando granos que fueron corroídos.

La caolinitización de feldespatos y la sericitización de plagioclasas posiblemente fueron anteriores a la generación de carbonato ya que estos se encuentran corroídos.

El metasomatismo de micas por óxidos de hierro y el cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina en la diagénesis tardía pero sin ser determinado claramente (Tabla 11).

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	-----	
Cemento Carbonatado de Poros	-----	
Caolinitización de Feldespatos	??????????	
Sericitización de Plagioclasas	??????????	
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	██████████	
Corrosión de Feldespatos Alcalinos por Carbonato	██████████	
Corrosión de Feldespatos Plagioclasas por Carbonato	██████████	
Disolución	_____	
Cemento Pelicular de Clorita	_____	
Cemento Pelicular Ferruginoso	??????????	
Cemento de Poros Ferruginoso	_____	
Metasomatismo de Micas por Óxidos de Hierro	??????????	
Cemento de Pigmento Ferruginoso	??????????	??????

██████ Importancia Alta. _____ Importancia Media. ----- Importancia Baja. ????? No Determinado.

Tabla 11. Secuencia paragenética establecida para la Formación El Floral en el Pozo 5

6.3.3 Pozo 7

Para este pozo se analizaron 24 secciones delgadas. Principalmente está dominado por arcosas maduras y submaduras; arcosas líticas, dentro de las cuales se encuentran algunas calcáreas; también existen algunas subarcosas inmaduras, submaduras y calcáreas y en muy baja proporción sublitoarenitas y micritas fosilíferas.

6.3.3.1 Transformación del espacio intersticial

6.3.3.1.1 Porosidad. La porosidad se presenta entre el 3 y el 36% para las rocas terrígenas, las muestras mixtas tienen una porosidad más baja que está entre el 3 y 15% y en algunos casos como en la micrita fosilífera sin porosidad. La porosidad primaria fluctúa entre valores del 1 y el 9% en general, para algunas muestras esta porosidad es nula o no supera el 1%, la porosidad secundaria de tipo vugular es la más abundante principalmente por la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Figura 116 a, Figura 116 b), ciertas muestras presentan grietas de disolución que proporcionan a la roca un porcentaje importante de porosidad que pueden llegar en algunas de ellas hasta el 10% (Figura 116 d), la porosidad intragranular se presenta en algunas muestras mixtas pero su porcentaje no supera el 1% (Figura 116 c).

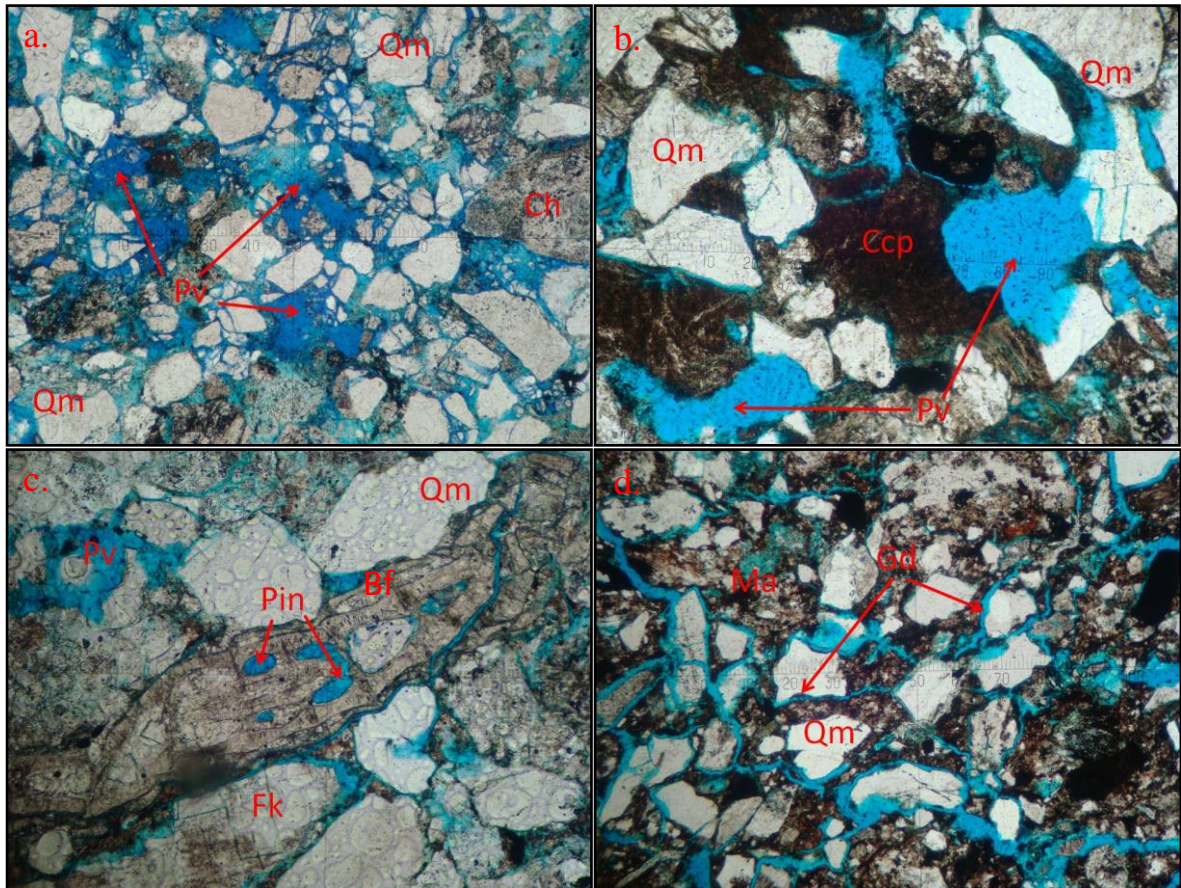


Figura 116 a. Sublitoarenita Madura, nótese porosidad por disolución de tipo vugular (Pv) afectando principalmente el metasomatismo de cuarzo por carbonato, se pueden apreciar cuarzoes monocristalinos (Qm) y chert (Ch); muestra P7-228-P022 50x-LP. b. Arcosa Submadura, nótese porosidad vugular (PV) por disolución del metasomatismo de cuarzo monocristalino (Qm) por carbonato y del cemento de poros carbonatado (Ccp), el cual se encuentra pigmentado por óxidos de hierro; muestra P7-1.7-P001 100x-LP. c. Arcosa Lítica Calcárea, se observa porosidad primaria intrapartícula (Pin), en bioclasto de foraminífero (Bf) posiblemente un Nummulitido con una leve deformación, igualmente se puede observar porosidad secundaria vugular (Pv) y fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm) y feldespato potásico (Fk) con alteración parcial a caolín; muestra P7-216.5-P021 100x-LP. d. Subarcosa Inmadura, se observan abundantes grietas de disolución (Gd) dadas por presión-disolución, fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm) y matriz Arcillosa (Ma); muestra P7-212-P019 50x-LP.

6.3.3.1.2 Compactación. Esta se manifiesta principalmente por los tipos de contacto. En general presenta una compactación de moderada a relativamente alta, predominan los contactos tangenciales, aunque la presencia de contactos completos y largos son importantes en la mayoría de las secciones (Figura 118 c), los contactos cóncavo convexos (Figura 117 a, Figura 117 b) y flotantes son importantes esporádicamente. Uno de los principales productos resultantes de la

compactación es la deformación de micas, para este pozo es un proceso importante presentándose en casi todas las muestras superando el 50% y en algunos casos el 100% de afectación de este mineral (Figura 117 a, Figura 117 b, Figura 122), en algunas muestras también se observan estructuras presión-disolución como estilolitos y grietas de disolución, típicas de deformación química por compactación (Figura 117 c, Figura 121 b).

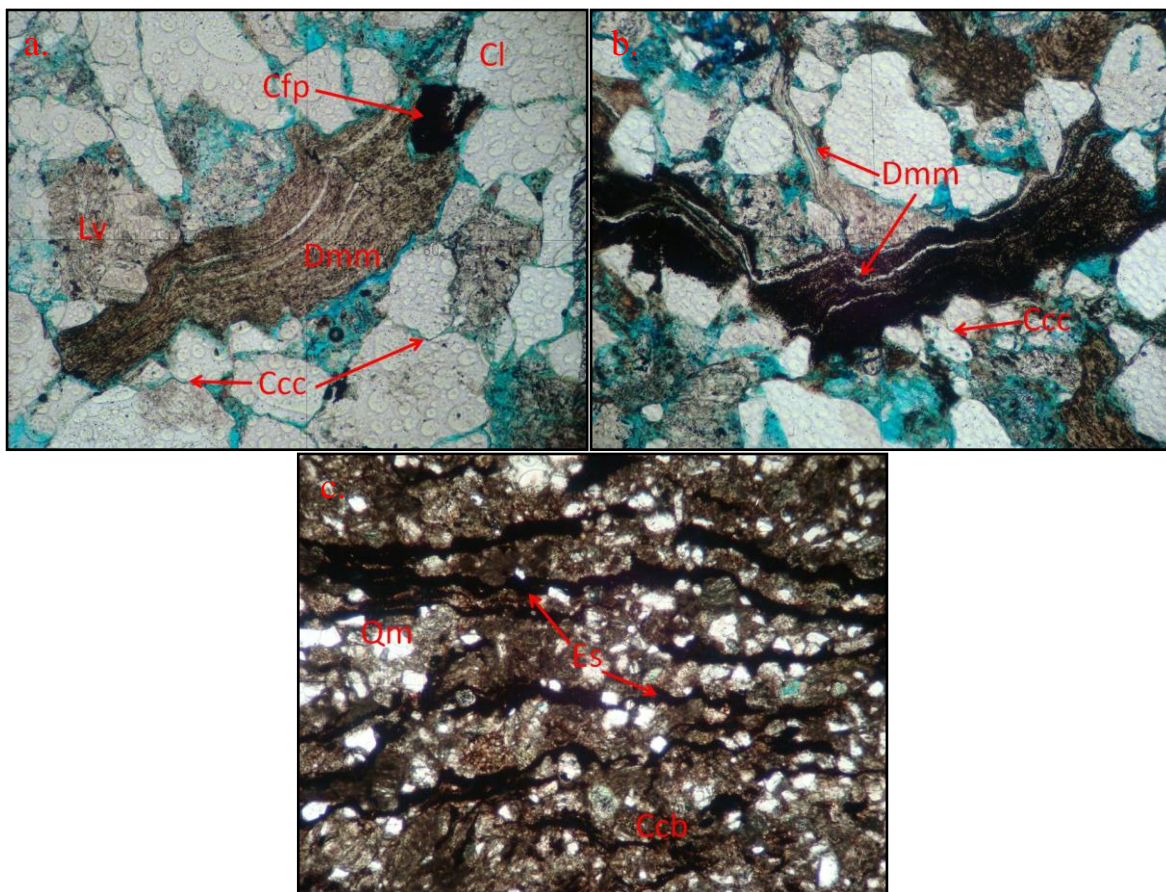


Figura 117 a. Arcosa Lítica Madura, se observa deformación mecánica de mica (Dmm), esta mica presenta metasomatismo parcial por carbonato, nótese de igual forma contactos largos (Cl) y contactos cóncavo-convexos (Ccc), además cemento de poros ferruginoso (Cfp) y fragmento lítico volcánico (Lv); muestra P7-133-P012 100x-LP. **b.** Arcosa Lítica Madura, nótese la alta deformación mecánica de micas (Dmm) que en algunos sectores muestra el mineral casi estrangulado por otros clastos, además de esto la mica presenta metasomatismo por óxidos de hierro, también es posible apreciar contactos cóncavo-convexos (Ccc); muestra P7-138.4-P013 100x-LP. **c.** Micrita Fosilífera Arenosa, obsérvese la presencia de estructuras de deformación química como estilolitos (Es), en este caso rellenos con óxidos de hierro, cuarzo monocristalino (Qm) y cemento carbonatado basal microcristalino con pigmento ferruginoso; muestra P7-49.3-P003 50x-LP.

6.3.3.2 Neoformaciones minerales.

6.3.3.2.1 Cementos. Se tiene principalmente cemento de poros; el cemento basal es importante en las muestras mixtas principalmente; el cemento pelicular y el cemento de pigmento ferruginoso se presentan en la mayoría de las muestras con porcentajes relativamente moderados.

6.3.3.2.1.1 Cemento de poros. Para este pozo el cemento de poros no supera el 12% individualmente en ninguno de los casos. El cemento de poros carbonatado se presenta con cierta frecuencia, seguido del cemento de óxidos de hierro, le sigue en importancia el de clorita y cemento silíceo en algunos casos.

El Cemento de poros carbonatado se presenta en un porcentaje entre el 2 y el 13% (Figura 118 a, Figura 118 d), en muchos casos se encuentra como esparita.

El Cemento de óxidos de hierro se presenta con cierta importancia en la mayoría de las muestras, corresponde a hematita y gohetita amorfa con porcentajes que oscilan entre el 1 y el 6% (Figura 118 b), este cemento también se presenta llenando fracturas en algunos casos alcanzando el 1% máximo, igualmente es común encontrarlo relleno en ciertas ocasiones porosidad estilolítica con porcentajes variables entre 4 y 17%, este último perteneciente a la micrita fosilífera (Figura 117 c).

El Cemento de poros clorítico se presenta en algunas muestras con porcentajes que no supera el 5% (Figura 118 c).

El cemento de poros silíceo se presenta solo en algunas muestras sin llegar a superar el 2%.

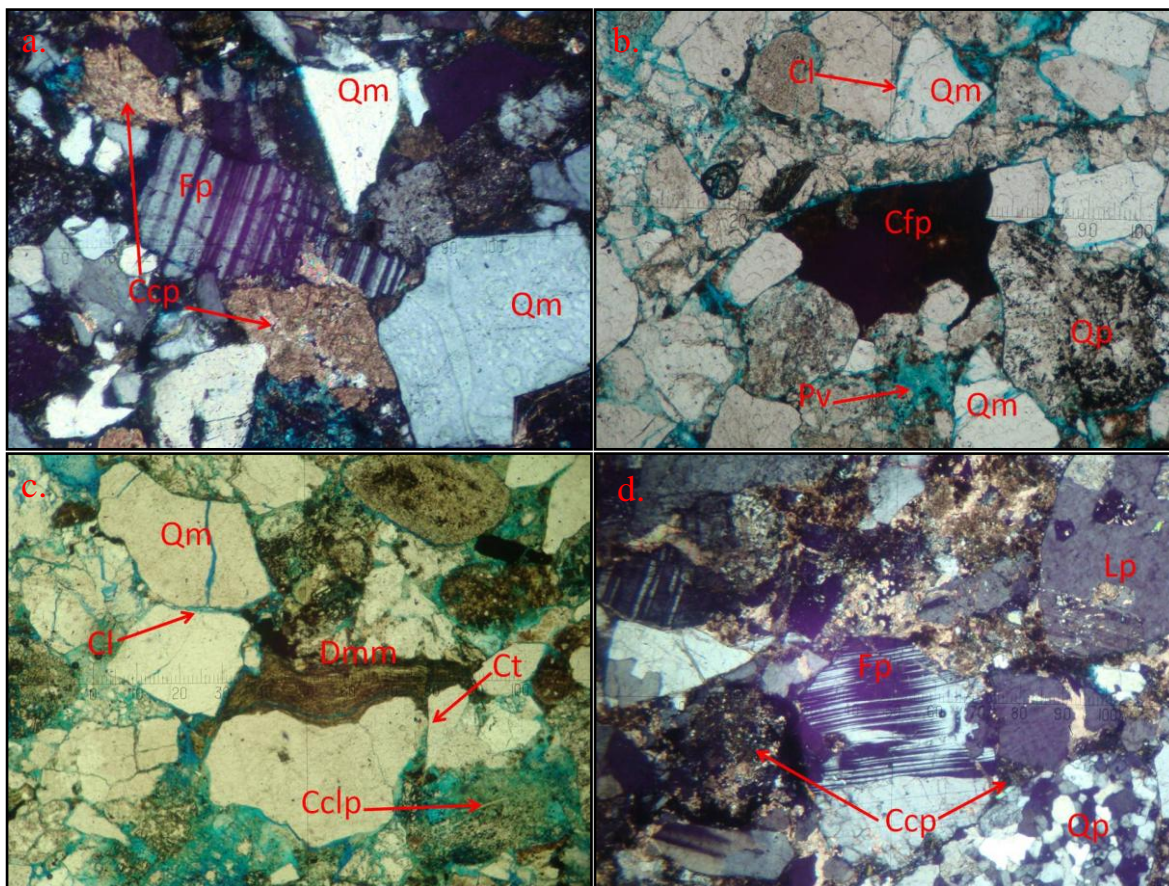


Figura 118 a. Arcosa Submadura, se observa cemento de poros carbonatado (Ccp) finogranular, se aprecian clastos de cuarzo monocristalino (Qm) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla de albita; muestra P7-1.7-P001 100x-NX. **b.** Arcosa Lítica Calcárea, nótese cemento ferruginoso de poros (Cfp), porosidad vugular (Pv), contactos largos (Cl) y clastos de cuarzo tanto monocristalino (Qm) como policristalino (Qp); muestra P7-216.5-P021 50x-LP. **c.** Arcosa Lítica Submadura, se observa cemento clorítico de poros (Cclp), tipos de contactos entre granos como largos (Cl) y tangenciales (Ct), deformación mecánica de micas (Dmm) y granos de cuarzo monocristalino (Qm); muestra P7-184.3-P018 50x-LP. **d.** Arcosa Lítica Calcárea, apréciense cemento de poros carbonatado microcristalino (Ccp), granos de cuarzo policristalino (Qp) metamórfico recrystalizado, fragmento lítico plutónico (Lp) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla de periclina; muestra P7-142-P014 50x-NX.

6.3.3.2.1.2 Cemento basal. Se presenta principalmente en las muestras mixtas, aunque algunas terrígenas presenta porcentajes de este cemento que pueden alcanzar el 3% para las mixtas el porcentaje varía entre el 2 y el 57%, este valor máximo corresponde a la micrita (Figura 119 b), para las demás el porcentaje no supera el 30%, hay presencia de neomorfismos agradantes principalmente en algunas muestras, los neomorfismos degradantes se presentan aisladamente en ellas (Figura 119 a).

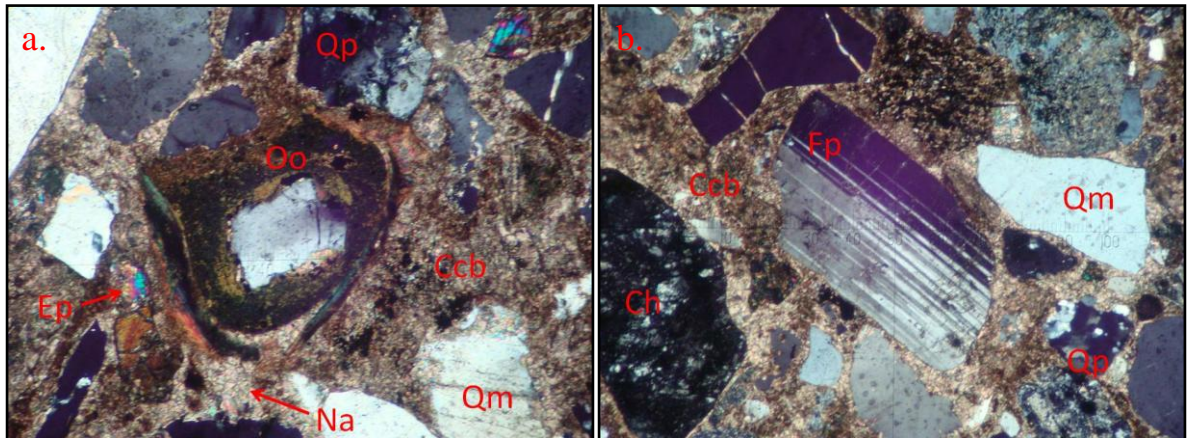


Figura 119 a. Arcosa Lítica Calcárea, nótese cemento carbonatado microcristalino basal (Ccb), con neomorfismos agradantes (Na) localizados, asimismo ooide (Oo) con núcleo síliceo envuelto por glauconita, también granos de cuarzo monocristalino (Qm) y policristalino (Qp) y Epidota (Ep); muestra P7-171-P016 100x-NX. **b.** Arcosa Lítica Calcárea, véase cemento carbonatado basal (Ccb) microcristalino, granos de cuarzo monocristalino (Qm), cuarzo policristalino (Qp), Chert (Ch) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla combinada de carlsbad y periclina; muestra P7-171-P016 50x-NX.

6.3.3.2.1.3 Cemento basal y de poros con textura en blocky. Se presenta en bajo porcentaje en algunas muestras mixtas (Figura 120 a, Figura 120 b).

6.3.3.2.1.4 Cemento isópaco fibroso. Se presenta principalmente en los bioclastos, aunque la muestra 003, micrita fosilífera presenta isópaco fibroso en clastos de cuarzo y glauconita, pero en general no llega a porcentajes importantes en el pozo (Figura 121 a, Figura 121 b).

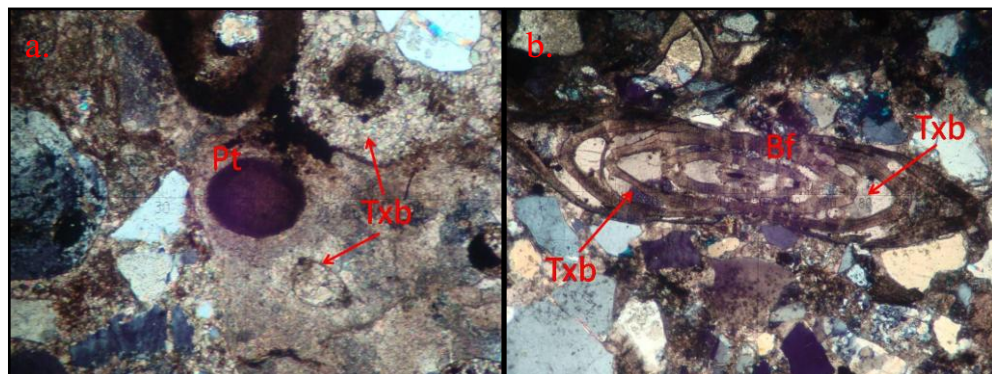


Figura 120 a. Arcosa Lítica Calcárea, véase cemento basal con textura en blocky (Txb), además pellet (probablemente fecal) (Pt) cementados por calcita; muestra P7-171-P016 100x-NX. **b.** Subarcosa Calcárea, nótese cementación intrapartícula de carbonatos con textura en blocky (Txb) en foraminífero (Bf), nummulitidos; muestra P7-322.5-P025 50x-NX.

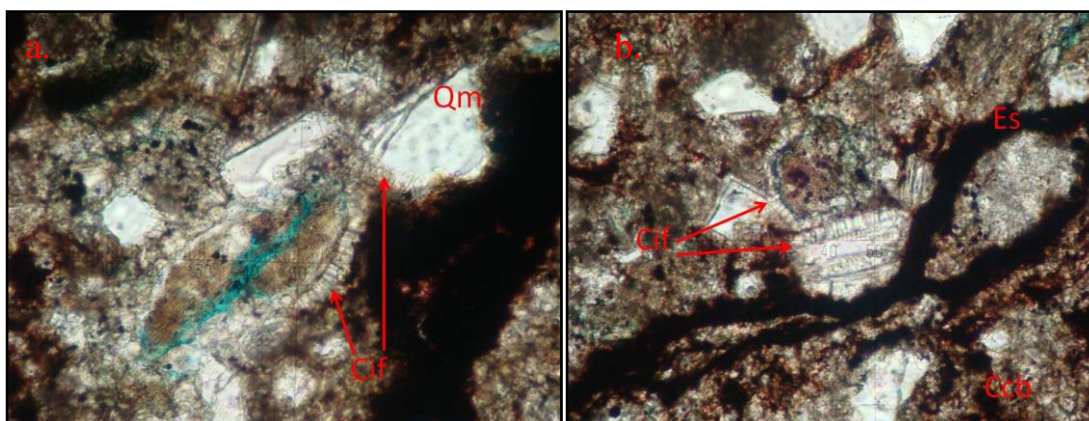


Figura 121 a. Micrita Fosilífera Arenosa, se observa cemento isópaco fibroso (Cif), rodeando granos de cuarzo monocristalino (Qm); muestra P7-49.3-P003 200x-LP. **b.** Micrita Fosilífera Arenosa, nótese granos de cuarzo y mica moscovita rodeados de cemento isópaco fibroso (Cif), también cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb) con pigmento por óxidos de hierro y estructuras de presión-disolución como estilolitos (Es); muestra P7-49.3-P003 200x-NX.

6.3.3.2.1.5 Cemento pelicular. Principalmente se presenta cemento pelicular de clorita, seguido del cemento de óxidos de hierro con cierta importancia en algunas muestras.

El Cemento pelicular de clorita se encuentra en casi todas las muestras exceptuando algunas mixtas; en general presenta valores promedios entre el 2 y el 15%, este impide la corrosión por cementos carbonatados en ciertos casos (Figura 122).

El Cemento pelicular de óxidos de hierro está presente en algunos casos, su porcentaje varia en un rango aproximado del 1 y el 5% (Figura 122).

6.3.3.2.1.6 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Este cemento se presenta en todas las muestras, en general no supera el 10%, excepto en la muestra 003 (micrita fosilífera) donde este supera el 50% en su mayoría como pigmento sobre el cemento carbonatado (Figura 121 b).

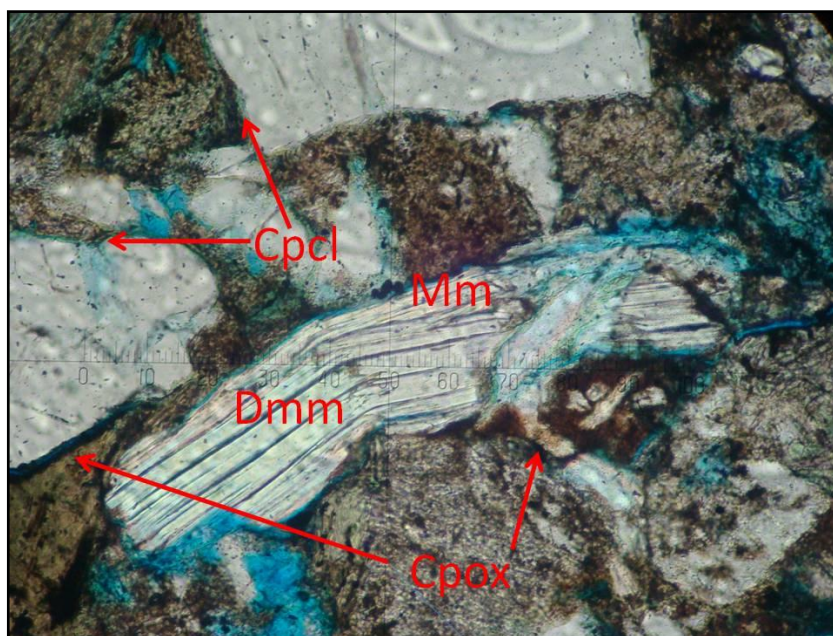


Figura 122. Arcosa Submadura, nótese deformación mecánica (Dmm) de moscovita (Mm), además cemento pelicular de clorita (Cpcl) y pelicular de óxidos de hierro (Cpox); muestra P7-1.7-P001 200x-LP.

6.3.3.2.2 Metasomatismos diagenéticos. Los metasomatismos más importantes son los de cuarzo, feldespatos y líticos por carbonatos, la caolinitización de feldespatos alcalinos, sericitización de plagioclasas y el metasomatismos de micas por óxidos de hierro son procesos que se presentan comúnmente dentro de las muestras, otros procesos de menor importancia son los de líticos volcánicos por clorita y óxidos de hierro.

6.3.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Este se presenta con cierta frecuencia; en algunas muestras este metasomatismo no es claro debido a la alta disolución de este, pero se encuentra evidencias de su presencia en etapas anteriores, tales como la alta corrosión en algunos casos; los porcentajes elevados de este se limitan a las rocas mixtas donde en ocasiones llega al 100%, para las demás muestras del pozo los porcentajes son más bajos limitándose a rangos entre el 2 y el 45%.

En forma parcial este metasomatismo afecta los granos de rocas mixtas en porcentajes que varían entre 45 y 90%, en un grado avanzado de metasomatismo los porcentajes no superan el 20% y para un metasomatismo relativamente total los porcentajes son menores al 2%, es común en algunas de estas muestras encontrar indicios de metasomatismo total de granos por carbonato, pero debido a lo avanzado del proceso es difícil la identificación del mineral reemplazado. En general el metasomatismo se hace por carbonato microcristalino, pero la presencia de metasomatismo por carbonato grueso es importante.

Para las muestras terrígenas la afectación parcial de este metasomatismo se mueve en valores generales que se encuentran entre el 4 y el 50% aproximadamente, en algunas muestras este porcentaje se eleva al 70%, la afectación total o avanzada se observa en casos aislados y su porcentaje no supera el 25% en promedio (Figura 123 a, Figura 123 b). El metasomatismo por carbonato grueso es relativamente común, el metasomatismo por carbonato microcristalino también se presenta pero en menor proporción.

6.3.3.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Es un proceso importante dentro del pozo; para las muestras mixtas este metasomatismo alcanza porcentajes entre el 50 y 100%, afectándolos de forma parcial en un promedio del 40%, en una forma avanzada entre el 15 y 30%. Este metasomatismo afecta tanto feldespatos potásicos como plagioclasa.

Para las demás muestras este proceso es parcial principalmente y no se evidencia en todas ellas, en general los porcentajes no superan el 70% para algunas de ellas, en otras no es evidente (Figura 123 b, Figura 123 c).

Para cualquiera de los dos casos el metasomatismo se hace por carbonato grueso, aunque el reemplazamiento por carbonato microcristalino también es importante.

6.3.3.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonato. Para las micas este es un proceso poco importante, se presenta solo en algunas secciones aunque sus porcentajes en algunas ocasiones llegan a estar en rangos entre el 20 y 90% para estas muestras.

Las cloritas se presentan afectadas en rangos entre el 16 y 80% en forma parcial, un 25% en promedio de estas en algunas muestras se encuentran afectadas de un modo más avanzado.

Para las demás micas, biotita y moscovita este proceso es irrelevante dentro de las muestras del pozo, aunque cabe resaltar que se nota la presencia de micas completamente remplazadas por carbonato donde es imposible reconocer a qué tipo de mica corresponde.

El metasomatismo de fragmentos líticos por carbonatos es relativamente importante alcanzando en algunos casos más del 90% de afectación.

Para los fragmentos líticos volcánicos este proceso se presenta en algunas de las muestras con porcentajes que varían entre el 40 y 90%, estos para un metasomatismo parcial; en forma más avanzada de metasomatismo los porcentajes pueden variar entre el 11 y 32% aproximadamente.

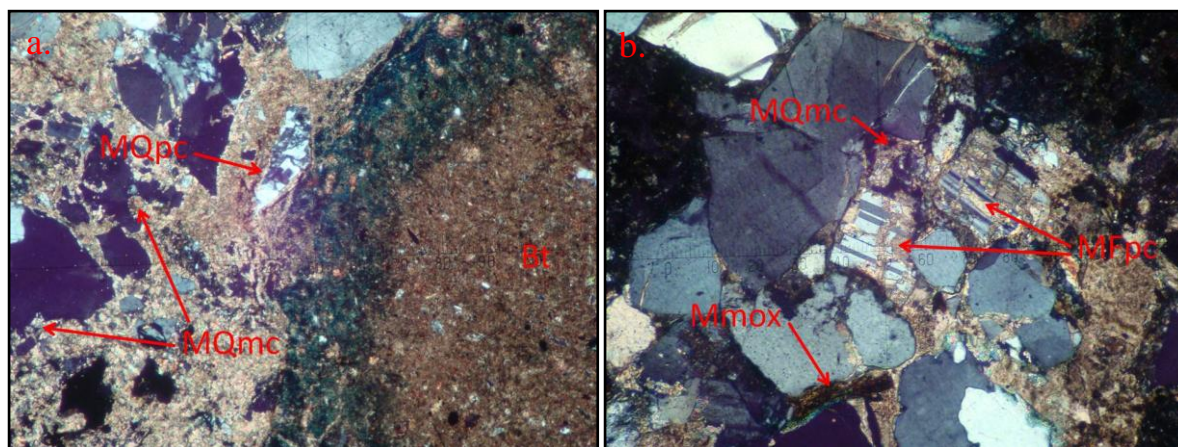
Los fragmentos líticos plutónicos son afectados parcialmente en un porcentaje promedio entre el 30 y 100%, en una forma más avanzada de este proceso podemos tener hasta el 29% en algunos casos.

Los fragmentos sedimentarios principalmente chert con promedios que varían en rangos de 20 y 60% para un metasomatismo parcial principalmente, otros fragmentos sedimentarios como arenitas que se presentan en algunas muestras pueden llegar al 50% de afectación por este proceso.

6.3.3.2.2.4 Caolinitización de feldespatos alcalinos. Proceso que se presenta en casi todas las secciones analizadas, afectando en algunos casos de forma parcial la totalidad de los clastos de feldespato, mientras que en otros casos el proceso es más fuerte y se presenta afectando promedios del 50% de los feldespatos alcalinos en las muestras (Figura 124 b).

6.3.3.2.2.5 Sericitización de plagioclasas. Con promedios entre el 10 y el 60%, los feldespatos plagioclasa han sido afectados en algunas de las muestras analizadas, siendo este metasomatismo parcial en la mayoría de los casos (Figura 123 c, Figura 124 a).

6.3.3.2.2.6 Metasomatismo de micas por óxidos de hierro. Es un proceso relativamente común dentro de las muestras, para la clorita los porcentajes varían entre el 20 y 90% en algunos casos, para las biotitas los promedios son más altos encontrándose dentro de rangos aproximados del 40 y 70%, y en ocasiones llegando al 100% (Figura 123 d, Figura 117 b), el caso de moscovitas por óxidos de hierro es menos común, pues se presenta solo en algunas muestras.



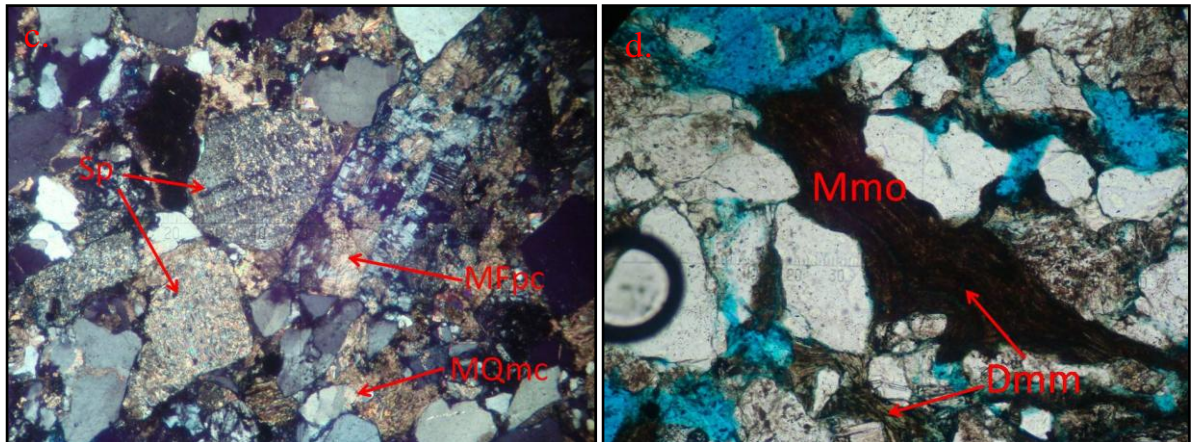
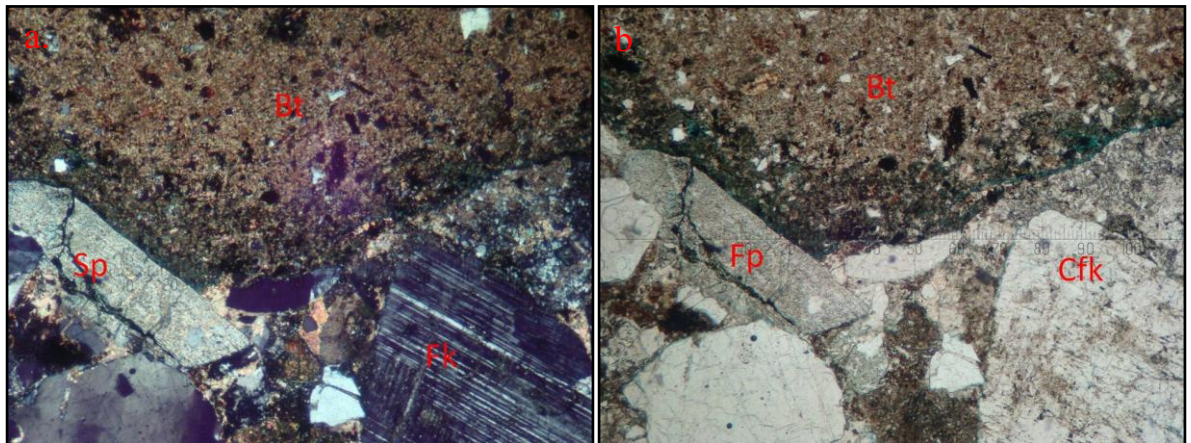


Figura 123 a. Arcosa Lítica Submadura, nótese metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc) y policristalino (MQpc) por carbonato, además la evidente bioturbación (Bt); muestra P7-75.7-P006 50x-NX. b. Arcosa Submadura, véase metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo de plagioclasa por carbonato (MFpc) y metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmox); muestra P7-72-P005 100x-NX. c. Arcosa Submadura, se observa metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc) y feldespato plagioclasa (MFpc) por carbonato, y sericitización de feldespato plagioclasa (Sp); muestra P7-72-P005 50x-NX. d. Arcosa Madura, se puede apreciar metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmox) y la deformación mecánica de esta (Dmm); muestra P7-11.9-P002 100x-LP.

6.3.3.2.7 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentra la cloritización de fragmentos líticos volcánicos y también con metasomatismo por óxidos de hierro con valores máximos de 60 y 30% respectivamente, en algunos casos la cloritización ya sea parcial o avanzada de fragmentos líticos volcánicos alcanza el total de estos en algunas muestras.



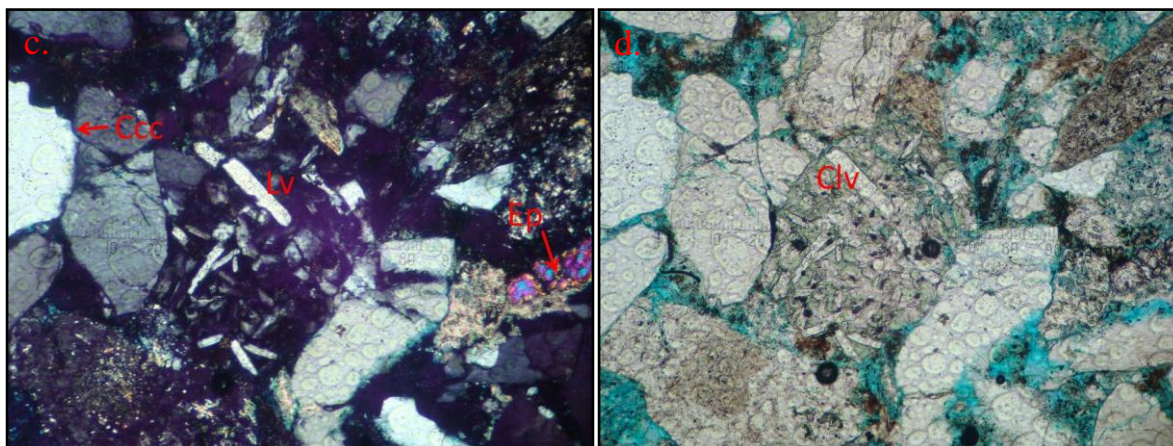


Figura 124 a, b. Arcosa Lítica Calcárea, se observa importante bioturbación (Bt), feldespato potásico (Fk), con alteración parcial a caolín (Cfk), también feldespato plagioclasa (Fp) con avanzada sericitización (Sp); muestra P7-142-P014 50x- NX, LP. **c, d.** Arcosa Lítica Madura, nótese lítico volcánico (Lv) cloritizado (Clv), además contactos cóncavo-convexos (Ccc) y algunas epidotas (Ep); muestra P7-133-P012 100x- NX, LP.

6.3.3.3 Transformación de los componentes.

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.3.3.3.1 Corrosión. Se encuentra afectando los cuarzos con porcentajes mínimos del 40% y en la mayoría de los casos llegando a valores mayores al 90% (Figura 125 a), igualmente los feldespatos se encuentran altamente afectados por la corrosión que en la mayoría de los casos afecta más del 70% de los feldespatos plagioclasa (Figura 126 a) al igual que los feldespatos alcalinos (Figura 125 b); los fragmentos líticos sin importar su composición, alcanzan en ocasiones altos valores de corrosión en sus componentes.

6.3.3.3.2 Disolución. Esta guarda una estrecha relación con la porosidad secundaria que alcanza un valor entre el 3 y 36% para el pozo en general, principalmente se encuentra asociada a la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato; este proceso es bastante fuerte en la mayoría de las muestras terrígenas (Figura 126 a, Figura 126 b).

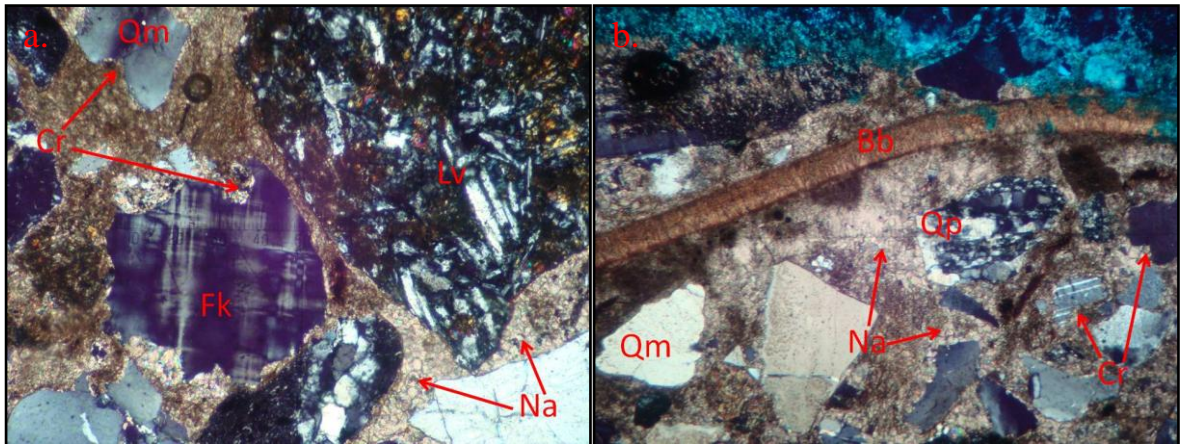


Figura 125 a. Arcosa Lítica Calcárea, nótese corrosión (Cr) en cuarzo monocristalino (Qm), y en feldespato potásico (Fk), el cual muestra macla de microclina, se observa igualmente neomorfismo agradante (Na) del cemento carbonatado de poros, y fragmento lítico volcánico (Lv) con algo de pigmento ferruginoso; muestra P7-171-P016 100x-NX. **b.** Arcosa Lítica Calcárea, se observa neomorfismo agradante (Na) del cemento basal carbonatado, corrosión (Cr) de fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm), policristalino (Qp), y feldspatos entre otros, también se puede apreciar un bioclasto catalogado como bivalvo (Bb) que presenta algo de disolución en la concha; muestra P7-171-P016 100x-NX.

6.3.3.3 Neomorfismos. Principalmente se presentan como neomorfismos agradantes en cemento de poros (Figura 125 a) y basal (Figura 125 b), los bioclastos presentan también neomorfismos agradantes en las cámaras principalmente.

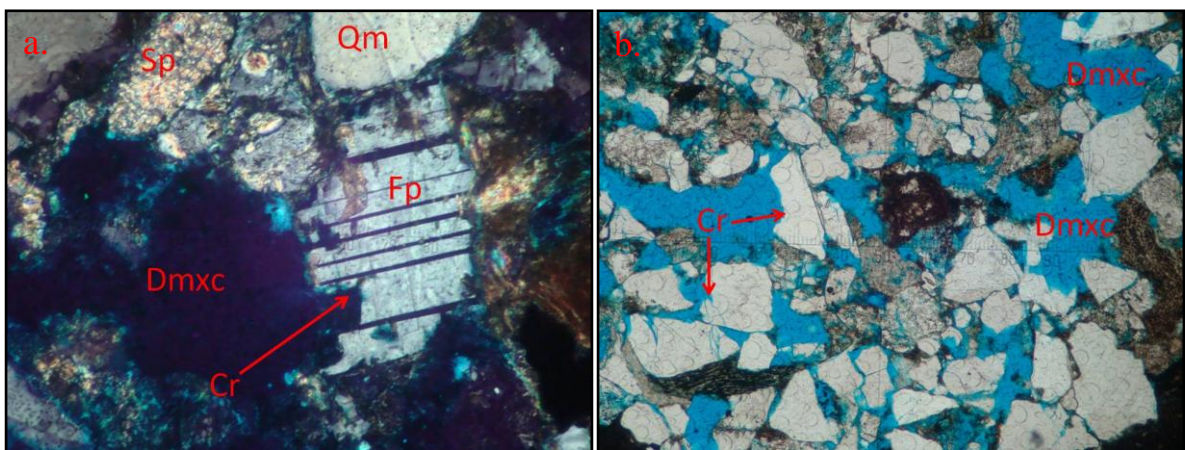


Figura 126 a. Arcosa Madura, se observa feldespato plagioclasa (Fp) con macla de albita, que evidencia corrosión por carbonatos probablemente, además de la disolución posterior de dicho carbonato generando así, porosidad vugular por disolución del metasomatismo (Dmxc), nótese granos de cuarzo monocristalino (Qm) y sericitización de feldespato plagioclasa (Sp); muestra P7-11.9-P002 100x-NX. **b.** Arcosa Lítica Inmadura, nótese la avanzada corrosión (Cr) en la mayoría de granos, y la porosidad generada por la disolución del metasomatismo de estos clastos por carbonato (Dmxc); muestra P7-113.8-P010 50x-LP.

6.3.3.4 Paragénesis Diagenética.

La paragénesis diagenética para esta unidad fue dividida en tres ambientes diagenéticos principales, marino, meteórico y de enterramiento, los procesos y productos se ubicaron en un tiempo relativo de aparición (Tabla 12).

En el inicio de la diagénesis marina se dan procesos típicos de compactación como son la deformación mecánica de micas; la aparición de cemento de poros silíceo es posterior a esta deformación; consecutivo a esto tenemos la precipitación de cemento basal carbonatado además de cemento de poros carbonatado y cemento isópaco fibroso indicativos de un ambiente diagenético marino.

Como cemento típico de un ambiente meteórico tenemos la precipitación de cemento basal en blocky pero su presencia es poco importante dentro de la unidad, procesos como el cemento pelicular ferruginoso, cemento pelicular de clorita, caolinitización de feldspatos alcalinos y sericitización de plagioclasas son difíciles de ubicar en el tiempo con la información obtenida pues pueden aparecer en muchas de las etapas en este caso se ubican en la fase meteórica, los metasomatismos de micas por óxidos de hierro y cloritización de fragmentos líticos volcánicos igual que los procesos anteriores se tiene duda del momento de aparición estos se ubicaron tentativamente en un ambiente meteórico.

Hacia el final de la fase meteórica se ubican la alta corrosión que afecta los fragmentos, este proceso antecede al metasomatismo por carbonato en la fase inicial de enterramiento, en esta fase también aparecen Neomorfismos Agradantes, estilolitos y grietas de disolución producto de procesos de compactación química. Finalmente en una fase meteórica tardía se da una fuerte disolución que origina porosidad vugular que posteriormente es rellena en algunos casos por cemento de poros ferruginoso y cemento de poros clorítico.

PARAGÉNESIS DIAIAGÉNÉTICA			
PROCESOS DIAIAGÉNÉTICOS	DIAIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAIAGÉNESIS TARDÍA
	MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO METEÓRICA
CARBONATOS	Cemento de Poros Carbonatado	■	
	Cemento Basal Carbonatado	■	
	Cemento Isópaco Fibroso	■	
	Cemento Basal con textura Blocky	■	
	Neomorfismos Agradantes	■	
	Disolución	■	
	Cemento Pelicular Ferruginoso	■	
	Estilolitos	■	
	Grietas de Disolución	■	
	Cemento de Poros Ferruginoso	■	
SILICATOS	Cemento de Pigmento Ferruginoso	■	
	Deformación Mecánica de Micas	■	
	Cemento de Poros Silíceo	■	
	Cemento Pelicular de Clorita	■	
	Caolinitización de Feldespatos Alcalinos	■	
	Sericitización de Plagioclasas	■	
	Cloritización de fragmentos líticos Volcánicos	■	
	Metasomatismo de Micas por óxidos de hierro	■	
	Corrosión de Cuarzo por Carbonato	■	
	Corrosión de Feldespatos por Carbonato	■	
Corrosión de Micas y fragmentos líticos por carbonato	■		
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	■		
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	■		
Metasomatismo de Micas y Fragmentos Líticos por Carbonato	■		
Cemento de Poros Clorítico	■		

■ Importancia Alta. ■ Importancia Media. ■ Importancia Baja. ■ No Determinado.

Tabla 12. Secuencia paragenética establecida para la Formación El Floral en el Pozo 7

6.3.4 Pozo 14

Se analizaron dos secciones delgadas para este pozo, las muestras corresponden a rocas clasificadas como lutita arenosa y Bioesparrudita, a partir de estas se hace un análisis de los procesos y productos diagenéticos presentes en la unidad.

6.3.4.1 Transformación del espacio intersticial

6.3.4.1.1 Porosidad. La porosidad varía entre el 7 y el 19% el valor mínimo correspondiente a la lutita arenosa y el máximo a la esparrudita, pertenece principalmente a porosidad secundaria del tipo vugular (Figura 127 a) y a porosidad biomóldica con un rango entre el 6 y 12% (Figura 127 b, Figura 133 a), los estilolitos aportan un 2% de la porosidad presente en el pozo. La porosidad primaria es principalmente intragranular y puede llegar al 6%.

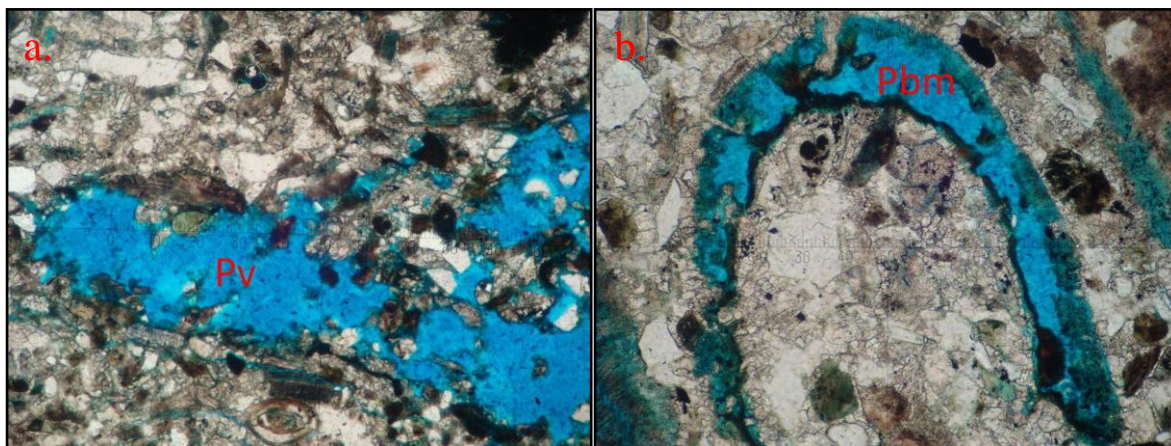


Figura 127 a. Bioesparrudita, nótese porosidad vugular (Pv) por disolución del cemento basal carbonatado; muestra P14-183.8-P004 50x-LP. **b.** Bioesparrudita, se observa porosidad biomóldica (Pbm); muestra P14-183.8-P004 100x-LP.

6.3.4.1.2 Compactación. La principal evidencia de compactación son los contactos entre granos, es común la presencia de contactos flotantes, seguidos de contactos tangenciales y aisladamente contactos largos en la lutita, igualmente la presencia de moscovitas con leve deformación mecánica en la caliza además de la presencia de estilolitos en ambas muestras que indican compactación química por enterramiento (Figura 128 a, Figura 128 b); en general la compactación es moderada.

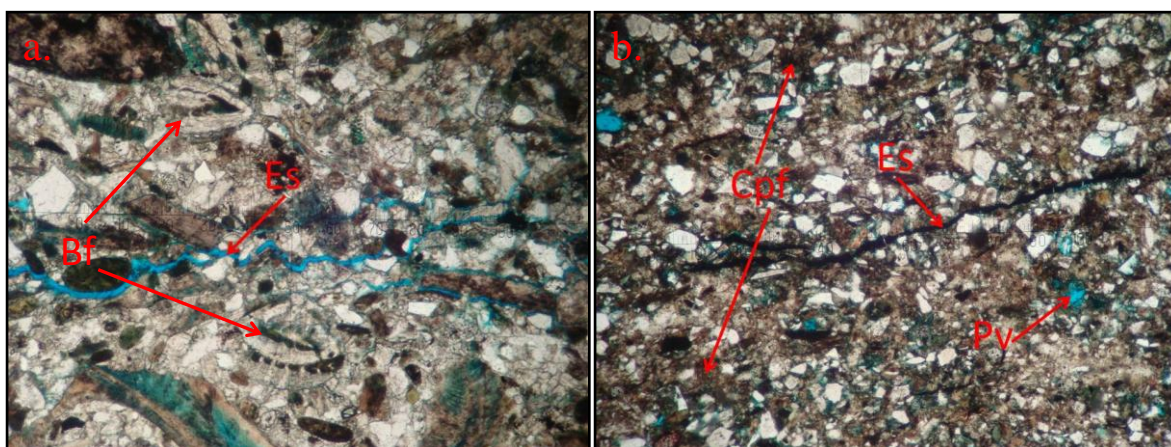


Figura 128 a. Bioesparrudita, se observa porosidad por estilolitos (Es) por procesos de compactación, además abundantes fragmentos de fósiles en la mayoría de los casos pertenecientes a foraminíferos (Bf); muestra P14-183.8-P004 50x-LP. **b.** Lutita arenosa, obsérvese estilolito (Es) también porosidad vugular (Pv) y cemento de poros ferruginoso (Cpf); muestra P14-1.7-P001 50x-LP.

6.3.4.2 Neoformaciones minerales

En el caso de la muestra correspondiente a la esparrudita puede indicar el posible ambiente diagenético que afecto la unidad, la lutita enseña poco o nada con respecto a esto; a continuación se describen cada uno de estos procesos que afectaron la roca carbonatada.

6.3.4.2.1 Cemento basal con textura en Blocky. Se presenta en la muestra con porcentajes que superan el 20%, es de tipo intergranular (Figura 129).

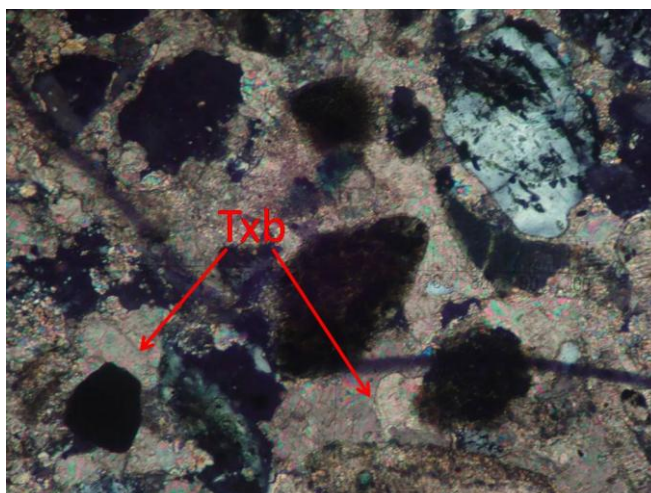


Figura 129. Bioesparrudita, nótese cemento basal con textura en blocky (Txb), además pellets glauconitizados; muestra P14-183.8-P004 50x-NX.

6.3.4.2.2 Cemento de poros con textura en Blocky. Se presenta exclusivamente rellenando porosidad primaria intragranular con un porcentaje del 4% en la muestra (Figura 130).

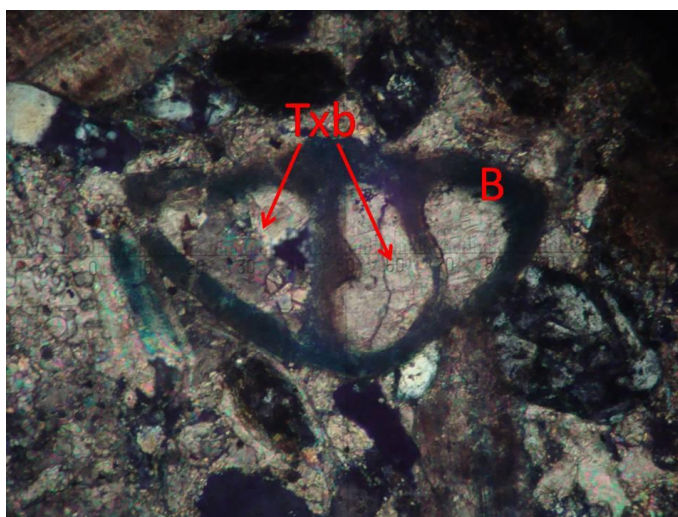


Figura 130. Bioesparrudita, se observa bioclasto (B) con cemento de poros con textura en blocky (Txb) intragranular, muestra P14-183.8-P004 200x-NX.

6.3.4.2.3 Cemento Isópaco en Hojas. Aparece posiblemente en la muestra con un porcentaje del 2%, debido a que su tamaño es casi inapreciable no es factible confirmar su presencia.

6.3.4.2.4 Micritización de bioclastos. Se presenta con un porcentaje considerable del 6%, por lo tanto no es posible reconocer el tipo de bioclasto afectado (Figura 131).

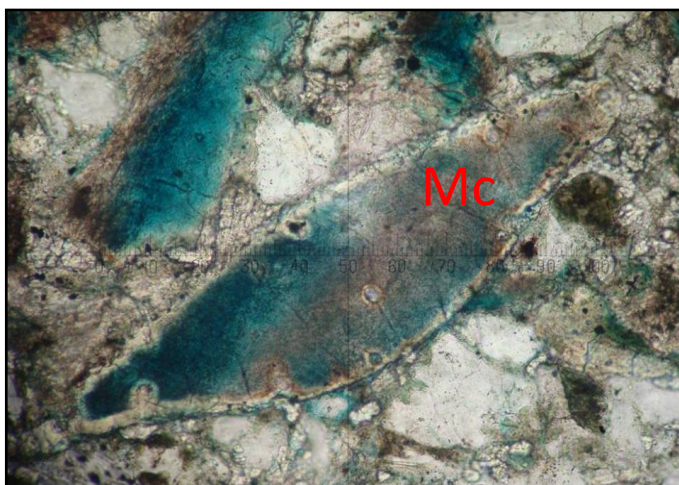


Figura 131. Bioesparrudita, en la que se observa micritización (Mc) de bioclasto, este es irreconocible debido a la pérdida total de su estructura; muestra P14-183.8-P004 200x-LP.

6.3.4.2.5 Glauconitización de aloquímicos. Esta se da principalmente en pellets y bioclastos, es importante en la esparrudita (Figura 132).

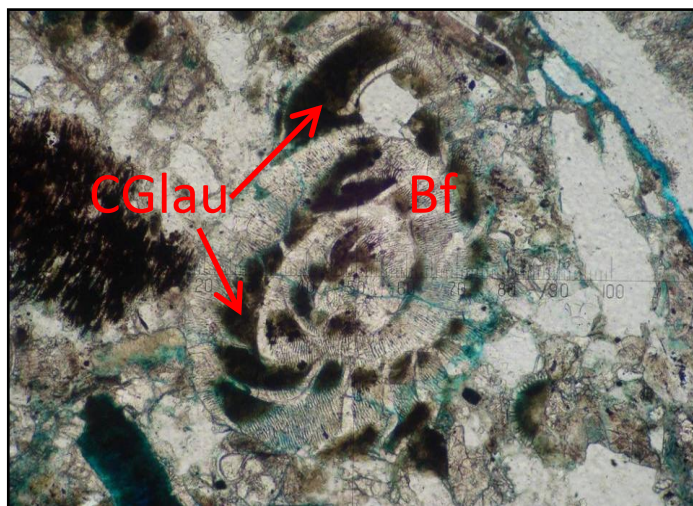


Figura 132. Biosparrudita, nótese bioclasto foraminífero (Bf) con glauconitización de sus cámaras (CGlau); muestra P14-183.8-P004 100x-NX.

6.3.4.2.6 Cemento de pigmento de óxidos de hierro. Se presenta en porcentajes del 5%, es exclusivo de la lutita.

6.3.4.2.7 Metasomatismos diagenéticos. La presencia de metasomatismos diagenéticos está limitada a la caliza, en donde el poco material siliciclástico presente se encuentra afectado por metasomatismo por carbonato en porcentajes del 90% para el cuarzo y del 80% para los feldespatos, las micas y el chert del mismo modo presentan metasomatismo.

6.3.4.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.3.4.3.1 Corrosión. Igual que el metasomatismo la corrosión está afectando en altos porcentajes los clastos presentes en la muestra.

6.3.4.3.2 Disolución. La disolución presente se encuentra asociada a la porosidad secundaria, como ya se había mencionado está entre el 6 y el 12% (Figura 127 a).

6.3.4.3.3 Neomorfismos. Se observa como neomorfismo agradante en todo el cemento basal carbonatado, también se observan neomorfismos agradantes en bioclastos (Figura 133 b).

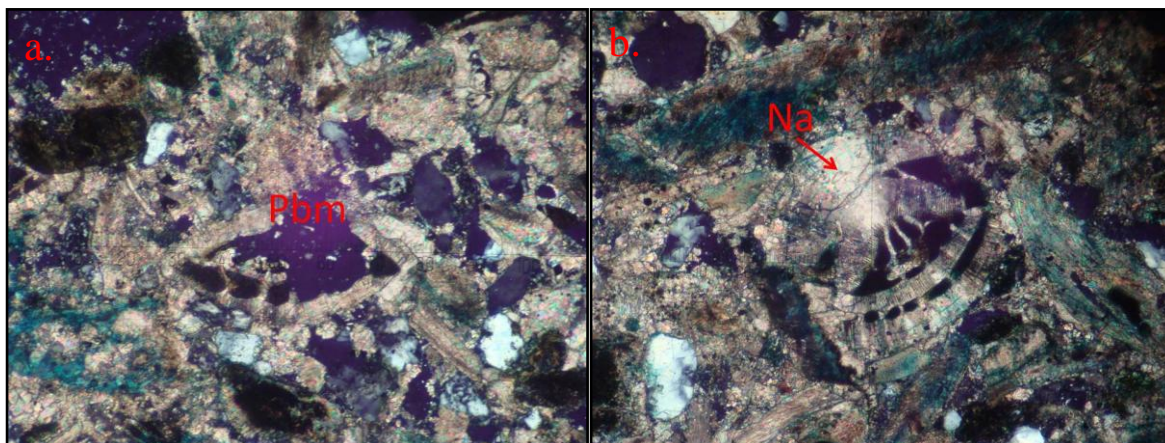


Figura 133 a. Bioesparrudita, nótese porosidad biomóldica (Pbm) por disolución de la concha del foraminífero; muestra P14-183.8-P004 100x-NX. **b.** Bioesparrudita, se observa concha de bioclasto con neomorfismo agradante (Na) en esta; muestra P14-183.8-P004 100x-NX.

6.3.4.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo. La evolución de los procesos se presenta a continuación (Tabla 13).

Para esta unidad la paragénesis diagenética se efectúa a partir de una sola muestra, donde se tiene para la diagénesis marina procesos como la micritización de bioclastos por microorganismos, deformación mecánica de micas y cementos isópacos hojosos todos estos con baja importancia.

Dentro de la etapa meteórica el proceso mas importante es la precipitación de cemento basal en blocky intergranular y en menor grado intragranular, la corrosión de cuarzo y feldespatos hacia el final de esta etapa es poco importante así como

los metasomatismos por carbonatos de estos, debido a la baja proporción de elementos siliciclásticos.

En la etapa de enterramiento el proceso mas importante son los neomorfismos agradantes seguido de la presencia de estilolitos de poca importancia, la disolución en una nueva etapa meteórica tardía se presenta con una importancia media generando algo de porosidad secundaria; el cemento de pigmento ferruginoso aparece hacia el final recubriendo neomorfismos agradantes.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA				
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDÍA	
	MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO	METEÓRICA
Micritización de Bioclastos	----			
Deformación Mecánica de Micas	----			
Cemento Isópaco hojoso	-----			
Cemento Basal con Textura en Blocky		████████		
Corrosión de Cuarzo por Carbonato		-----		
Corrosión de Feldespatos por Carbonato		-----		
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato		-----		
Metasomatismo de Feldespato por Carbonato		-----		
Neomorfismos Agradantes			████████	
Estilolitos			-----	
Disolución				-----
Cemento de Pigmento Ferruginoso				???

██████ Importancia Alta. ——— Importancia Media. - - - - Importancia Baja. ????? No Determinado.

Tabla 13. Secuencia paragenética establecida para la Formación El Floral en el Pozo 14

6.4 FORMACION CIENAGA DE ORO

6.4.1 Pozo 15

En este pozo se analizaron 6 secciones delgadas, para las cuales se hace una descripción de los procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras.

6.4.1.1 Transformación del espacio intersticial

6.4.1.1.1 Porosidad. Para este pozo la porosidad es relativamente baja, sus valores se encuentran entre un mínimo de 3 y un máximo del 13%. La porosidad predominante es la secundaria de tipo vugular (Figura 134 a), seguida por la porosidad intragranular que es más evidente en las rocas mixtas y en menor proporción porosidad de fractura. Evidencias de porosidad primaria solo se manifiestan en las muestras mixtas con valores máximos del 5%, además de la porosidad biomóldica con un porcentaje que no supera el 3% (Figura 134 b).

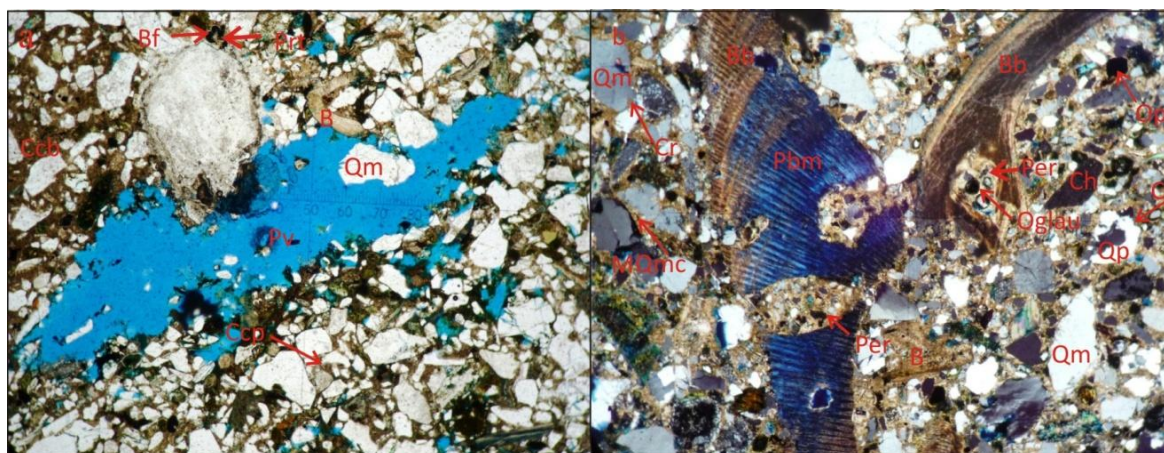


Figura 134 a. Subarcosa calcárea en la que se aprecia porosidad vugular (Pv), cemento carbonatado de poros compuesto por microesparita (Ccp), bioclasto foraminífero(Bf) piritizado (Prt) y cemento carbonatado basal de microesparita (Ccb); muestra P15 214.7-P014 40x-LP. **b.** Subarcosa calcárea con porosidad biomóldica (Pbm) en bioclasto bivalvo (Pb), perforaciones (Per) y ooides de glauconita (Oglau), además se observa corrosión (Cr) y metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino (MQmc) y bioclasto (B), cuarzo policristalino deformado (Qp) con corrosión (Cr) y minerales opacos (Op); muestra P15 214.7-P014 40x-NX.

6.4.1.1.2 Compactación. En promedio la compactación es baja, evidenciándose por los tipos de contactos principalmente flotantes y puntuales. La deformación de micas no es abundante en la unidad, observándose de manera leve en algunas muestras afectando a cloritas y moscovitas (Figura 135).

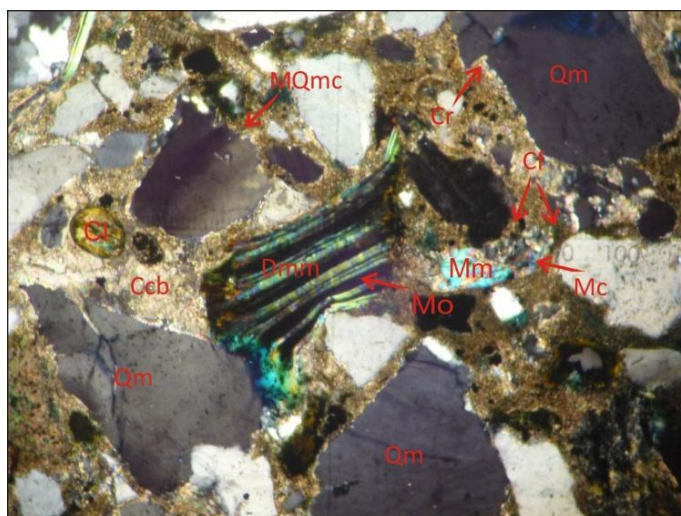


Figura 135. Subarcosa calcárea en la que se aprecia deformación mecánica de moscovita (Dmm) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo) y metasomatismo por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc), cemento carbonatado basal esparítico (Ccb), clorita (Cl) y contactos flotantes entre granos(Cf); muestra P15 214.7-P014 40x-NX.

6.4.1.2 Neoformaciones minerales

6.4.1.2.1 Cementos. Se tiene principalmente cemento basal seguido de cemento de poros, y de menor importancia el cemento de pigmento ferruginoso.

6.4.1.2.1.1 Cemento basal. Es el más importante en las muestras de la unidad, alcanza valores hasta del 18%, compuesto principalmente por esparita y microesparita y en menor medida por micrita con un porcentaje máximo del 9% (Figura 136). Una de las muestras exhibe textura en mosaico en algunos sectores.

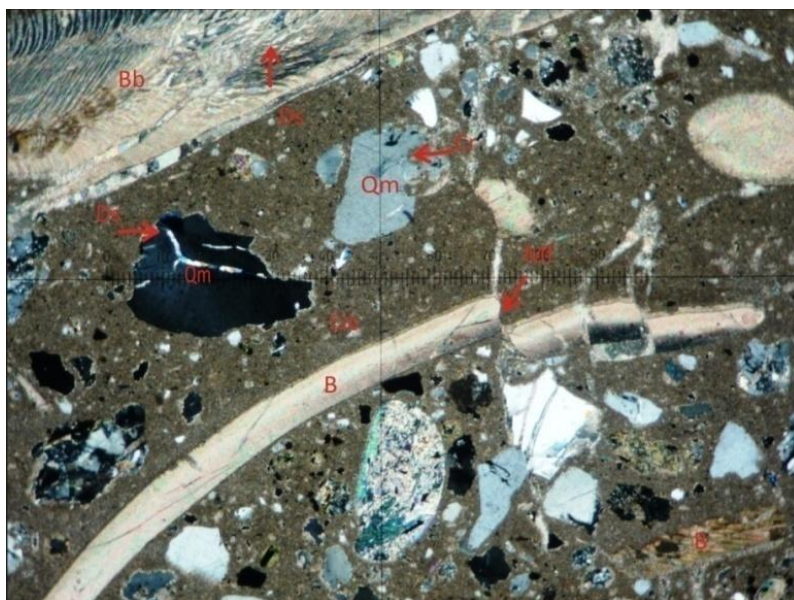


Figura 136. Bioesparrudita mal lavada con cemento carbonatado basal compuesto por micrita (Ccb), bioclasto bivalvo (Bb) con disolución (Ds), cuarzo monocristalino con disolución (Ds) y corrosión (Cr); además bioclasto (B) afectado por una microfalla (Mf); muestra P15 67,67-P007 40x-NX.

6.4.1.2.1.2 Cemento de poros. Se tiene principalmente cementos carbonatados y de manera aislada cemento de poros ferruginoso.

Los Cemento de poros carbonatado están compuestos de microesparita con un porcentaje entre el 4 y el 7% seguido de esparita entre el 1 y el 8% y en menor porcentaje micrita con un valor máximo del 3%. Los bioclastos también presentan cementación de poros intragranular de calcita, (Figura 137 a) exhibiendo texturas en blocky e isópaco fibroso en algunos foraminíferos (Figura 137 b) y bioclastos; se presentan además bivalvos con textura en blocky (Figura 137 c), textura botroidal (Figura 137 d) y perforaciones (Figura 137 e), gasterópodos con textura geopetal (Figura 138 a), equinodermos (Figura 138 b) algunos con sobrecrecimiento y calcita fibrosa en bioclastos (Figura 138 c). Algunos foraminíferos presentan cemento de glauconita que ha destruido porosidad intragranular (Figura 137 b).

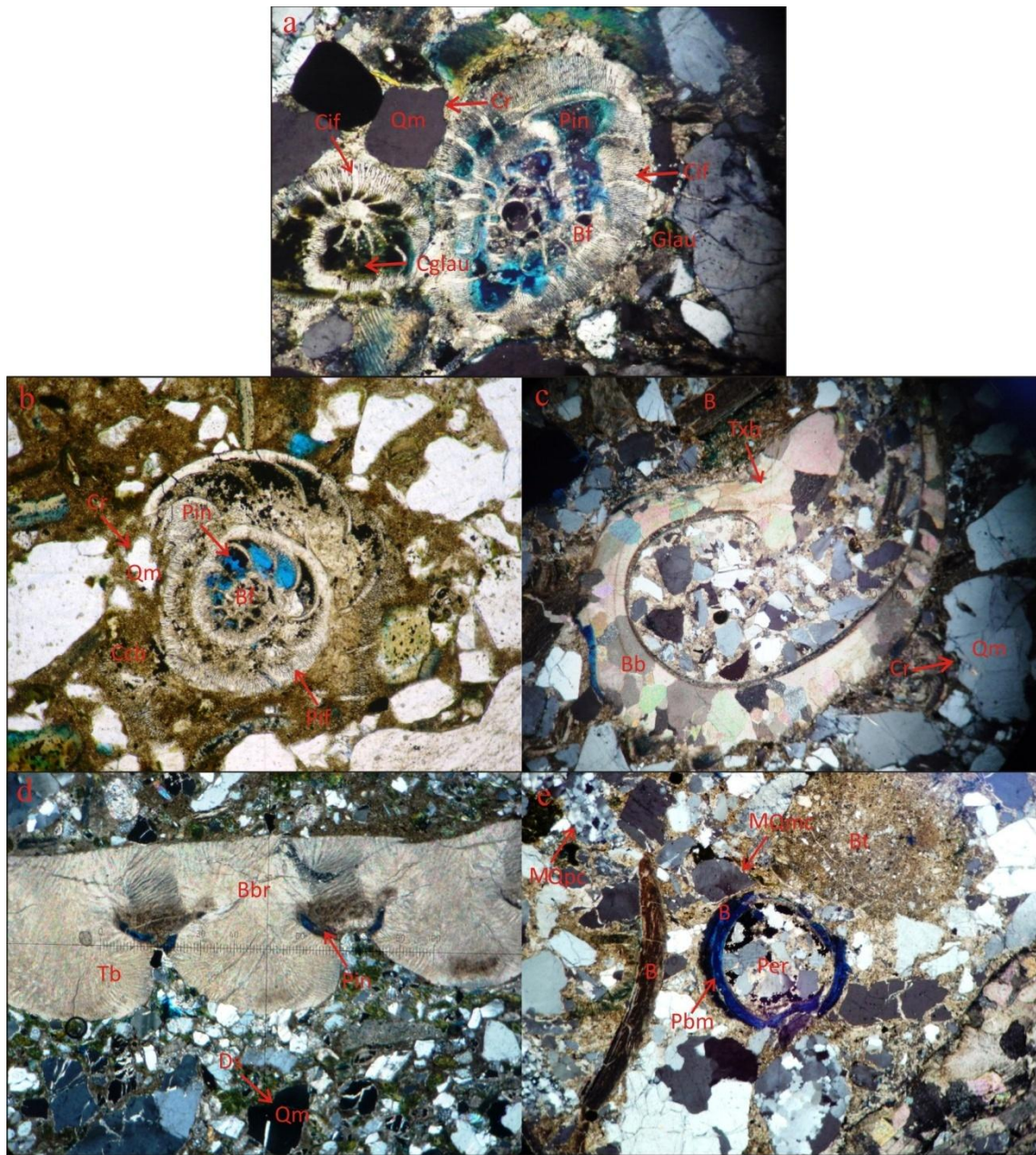


Figura 137 a. Subarcosa calcárea en la que se observa foraminífero (Bf) con porosidad intragranular (Pin) y cemento isópaco fibroso (Pif), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y cemento carbonatado basal compuesto por micrita; muestra P15 214.7-P014 100x-NX. b. Subarcosa calcárea que presenta foraminífero con porosidad intragranular (Pin), cemento isópaco fibroso (Cif) y cemento de glauconita (Cglau); además cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y glauconita (Glau); muestra P15 170.26-P012 40x-NX. c. Subarcosa calcárea con bioclasto bivalvo (Bb) que exhibe textura en blocky (Txb), bioclasto (B) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr); muestra P15 10.38-P002 40x-NX. d. Bioesparadita mal lavada en la que se distingue textura botroidal (Tb) en braquiopodo (Bb) y porosidad intragranular (Pin), cuarzo monocristalino (Qm) con disolución (Ds); muestra P15 67.67-P007 40x-NX. e. Subarcosa calcárea en la que se puede apreciar bioclasto (B) con porosidad biomóldica (Pbm) y perforaciones compuestas por material terrígeno (Per), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo de cuarzo policristalino recristalizado por carbonato (MQpc) y bioturbación (Bt); muestra P15 10.38-P002 100x-NX.



Figura 138 a. Bioesparrudita mal lavada que presenta gasterópodo (Bgs) que exhibe textura geopetal (Txg), glauconita (Glau) y cuarzo monocristalino (Qm); muestra P15 67.67-P007 100x-LP. **b.** Bioesparrudita mal lavada con equinodermo (Beq) presentando una microfalla (Mf); muestra P15 67.67-P007 40x-NX. **c.** Bioesparrudita mal lavada en la cual se observa calcita fibrosa en bioclasto (Bcaf), glauconita (Glau), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y foraminífero (Bf); muestra P15 67.67-P007 40x-NX.

El Cemento de poros ferruginoso solo se observa en una de las muestras alcanzando valores máximos del 1%.

6.4.1.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Cemento poco importante en la unidad, se observa como un pigmento superpuesto sobre los diferentes tipos de cementos con un porcentaje del 3% aproximadamente.

6.4.1.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos más importantes son de cuarzo y feldespatos por carbonatos.

6.4.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo y feldespatos por carbonato. Este se encuentra en todas las secciones siendo el metasomatismo más importante con promedios que en algunos casos alcanza más del 80% de afectación en el total de clastos de cuarzo y feldespatos, el reemplazamiento es generalmente parcial y se observan pocos totales. (Figura 139 a, Figura 139 b).

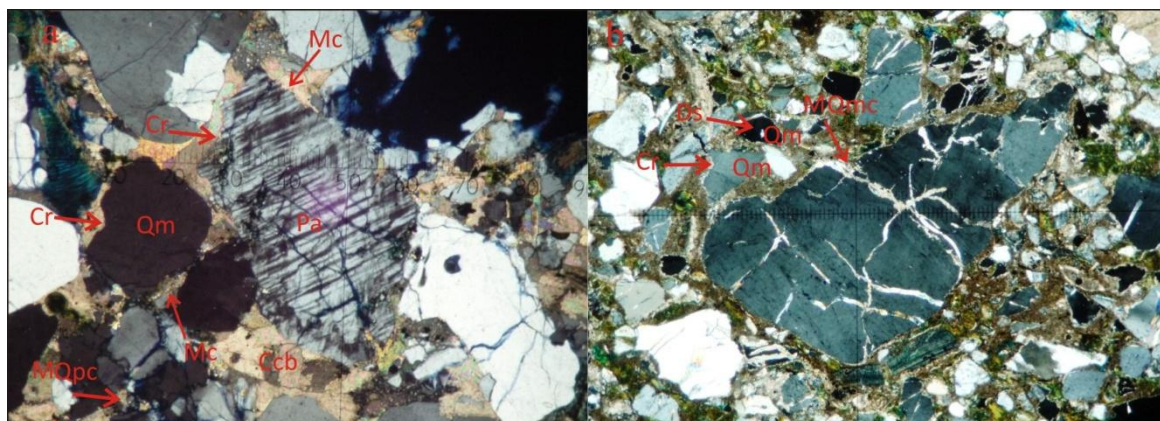


Figura 139 a. Subarcosa calcárea en la que se distingue feldespato plagioclasa con macla de periclina - albita (Pa), corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc), metasomatismo parcial de cuarzo policristalino recristalizado (MQpc) y cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb); muestra P15 170.26 P012 40x-NX. **b.** Bioesparudita mal lavada con metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino (MQmc) corrosión (Cr) y disolución (Ds); muestra P15 67.67-P007 40x-NX.

6.4.1.2.2.2 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos metasomatismos como el de micas por carbonato y por óxidos de hierro (Figura 135 a, Figura 135 b) de fragmentos líticos por carbonato y caolinitización de feldespatos alcalinos.

6.4.1.3 Transformación de los componentes.

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.4.1.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso importante para las rocas de la unidad, fluctúa entre el 50 y el 80% del total de granos de cuarzo y feldespatos,

se presenta asociado al inicio del metasomatismo por carbonatos; es un proceso que se encuentra parcialmente desarrollado. (Figura 139 a, Figura 139 b).

6.4.1.3.2 Disolución. Está asociado con la generación de porosidad secundaria principalmente, la cual puede llegar hasta un 20% para algunas muestras, afectando principalmente los metasomatismos diagenéticos por carbonatos, los cementos de poros y cementos basales.

6.4.1.3.3 Neomorfismos. Para las rocas mixtas los neomorfismos agradantes se presentan en los bioclastos principalmente bivalvos (Figura 140 a, Figura 140 b).

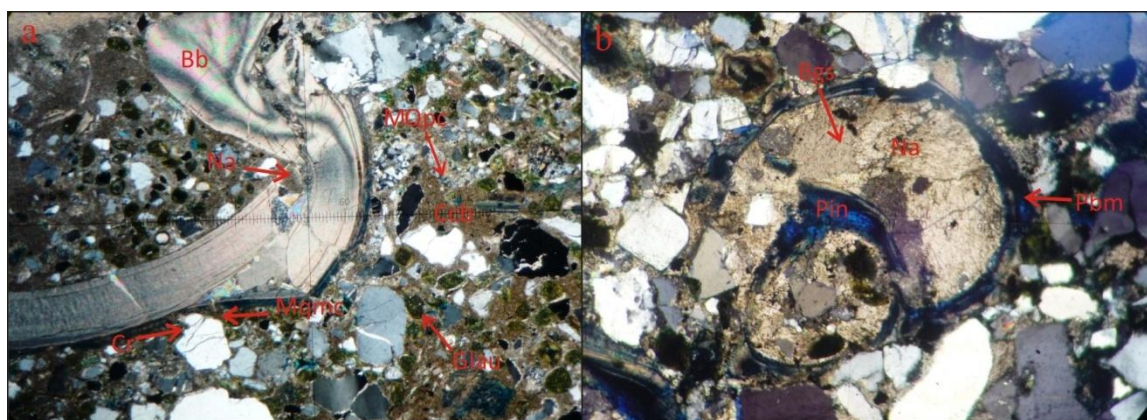


Figura 140 a. Bioesparrudita mal lavada en la que se puede apreciar bivalvo (Bb) con neomorfismo agradante (Na), glauconita (Glau) y cuarzo monocristalino con metasomatismo parcial por carbonato (MQmc) y corrosión (Cr), además cemento carbonatado basal compuesto por micrita (Ccb); muestra P15 67.67-P007 40x-NX. **b.** Subarcosa calcárea con neomorfismo agradante (Na), porosidad intragranular (Pin) en gasterópodo (Bgs), también presenta porosidad biomóldica (Pbm); muestra P15 170,26-P012 100x-NX.

6.4.1.4 Paragénesis Diagenética

En este pozo la paragénesis diagenética se dividió en tres etapas, Etapa marina, Etapa meteórica y Etapa de enterramiento, los procesos y productos se ubicaron en un tiempo relativo de aparición (Tabla 14).

En la primera etapa se evidencia como primer proceso diagenético la deformación mecánica de micas, seguido de la formación de cementos carbonatados los cuales tienen una importancia relativamente alta; posteriormente se presenta formación de cemento isópaco fibroso y bioclastos con textura botroidal, geopetal y de calcita fibrosa, todos estos de baja importancia.

En la etapa meteórica se tiene cemento en Blocky de porosidad intragranular, corrosión de cuarzo y feldespatos, dando inicio a los procesos de metasomatismos por carbonatos, presentándose de manera significativa.

Posteriormente en la etapa de enterramiento se presentan los sobrecrecimientos, neomorfismos agradantes y el cemento basal con textura en mosaico sin presentar mayor importancia.

El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente es posterior a la generación de cementos carbonatados, ya que tiñe tanto cementos carbonatados como a metasomatismos por carbonato.

Para la etapa meteórica final se presenta la disolución de cementos carbonatados y metasomatismos diagenéticos por carbonato generando porosidad secundaria que ha sido destruida de forma aislada por cemento de poros ferruginoso.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA			
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDÍA
	MARINA	METEÓRICA	METEÓRICA
CARBONATOS	Cemento de Poros Carbonatado	—	
	Cemento Basal Carbonatado	■	
	Cemento Isópaco Fibroso	- - - - -	
	Bioclasto con textura Botroidal	- - - - -	
	Bioclasto con textura Geopetal	- - - - -	
	Bioclasto con textura de Calcita Fibrosa	- - - - -	
	Cemento en "Blocky" de porosidad intragranular	- - - - -	
	Cemento basal con textura en mosaico	- - - - -	
	Sobrecrecimientos	- - - - -	
	Neomorfismos Agradantes	- - - - -	
SILICATOS	Disolución		—
	Cemento de Poros Ferruginoso		- - - - -
	Cemento de Pigmento Ferruginoso		?????????
	Deformación Mecánica de Micas	- -	
	Corrosión de Cuarzo por carbonato		■
	Corrosión de Feldespatos por carbonato		—
	Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato		■
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato		—	

■ Importancia Alta. — Importancia Media. - - - - - Importancia Baja. ??????? No Determinado.

Tabla 14. Secuencia paragenética establecida para la Formación Cienaga de Oro en el Pozo 15

6.5 FORMACION EL CERRITO

6.5.1 Pozo 4A

En este pozo se analizaron 10 secciones delgadas. Está dominada principalmente por rocas mixtas y terrígenas, cabe resaltar que las rocas terrígenas se presentan al principio y al final de la unidad correspondiendo en general a sublitoarenitas. Las rocas mixtas que presentan una composición donde predominan los componentes carbonatados, se encuentran en la parte media de la unidad principalmente bajo la forma de biomicritas arenosas.

6.5.1.1 Transformación del espacio intersticial

6.5.1.1.1 Porosidad. La porosidad es buena, sus valores se encuentran entre un mínimo de 3% y un máximo del 40%, aunque este valor mínimo se da solo en una de las muestras, las demás superan el 15%. La porosidad primaria (intragranular) en términos generales es baja fluctuando en valores del 1 y el 7% (Figura 141 c). La porosidad más abundantes es la secundaria de disolución vugular (Figura 141 b), a esta le sigue la porosidad de fractura y finalmente la porosidad biomóldica (Figura 141 a).

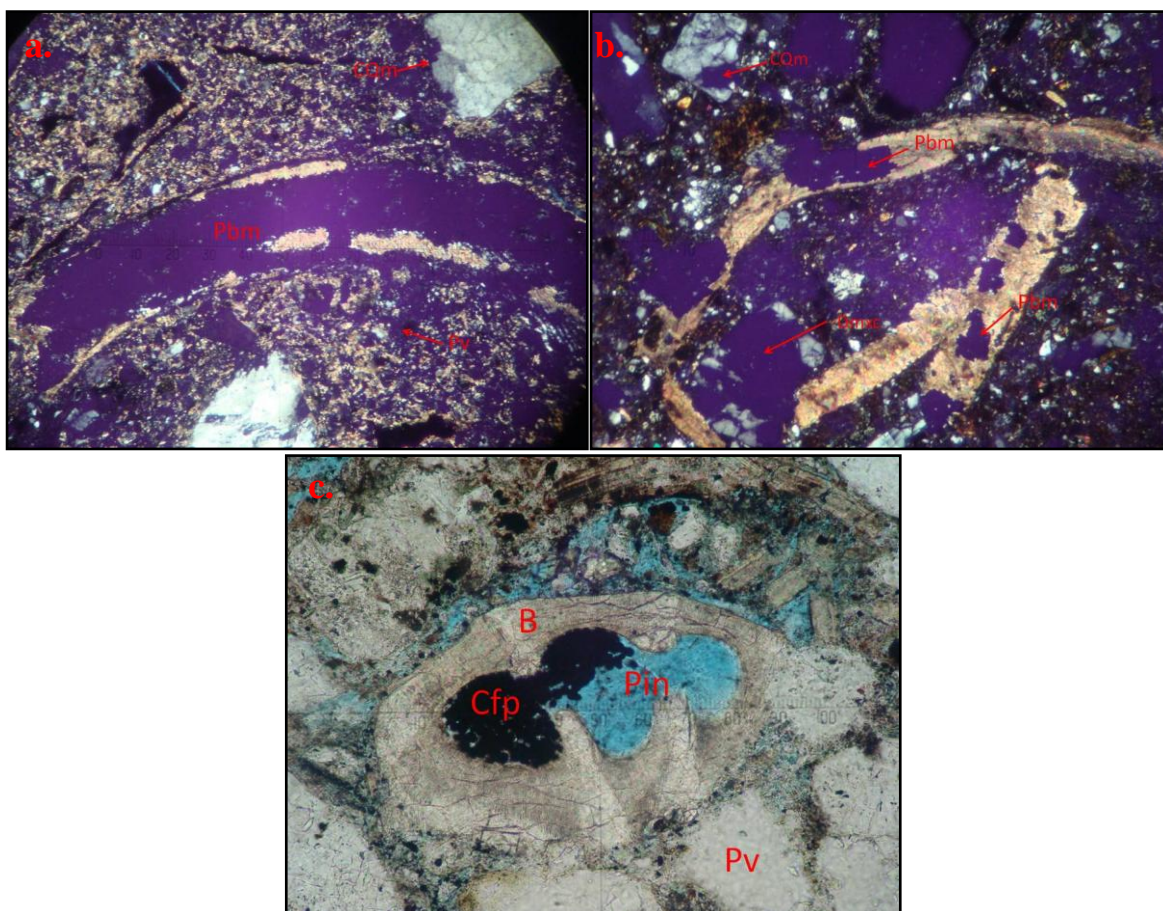


Figura 141 a. Litoarenita Feldespática calcárea donde se observa porosidad biomóldica (Pbm) por disolución de un bioclasto posiblemente un Bivalvo, Cuarzo monocristalino con corrosión (CQm), porosidad vugular (Pv), por disolución del cemento basal; muestra P4A-31.96-P002 50x-NX. **b.** Biomicrita Arenosa, nótese inicio de porosidad biomóldica (Pbm) en Bivalvos, corrosión de cuarzo monocristalino (CQm) y disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Dmxc); muestra P4A-54.49-P004 50x-NX. **c.** Sublitoarenita Inmadura, se observa bioclasto (B), que presenta porosidad primaria intragranular (Pin) y que a su vez está siendo llenada por cemento de poros ferruginoso (Cfp), también porosidad secundaria por disolución del tipo vugular (Pv); muestra P4A-164.73-P011 200x-LP.

6.5.1.1.2 Compactación. En promedio se evidencia dominio de contactos tangenciales y flotantes, siguen en importancia los contactos largos y los cóncavo-convexos. El empaquetamiento es moderado. La deformación de micas principalmente moscovitas (Figura 142 a) es evidente en algunas muestras al igual que la presencia de estilolitos (Figura 142 c, Figura 142 d) y la deformación de conchas de bioclastos (Figura 142 b), todo esto producto de la compactación.

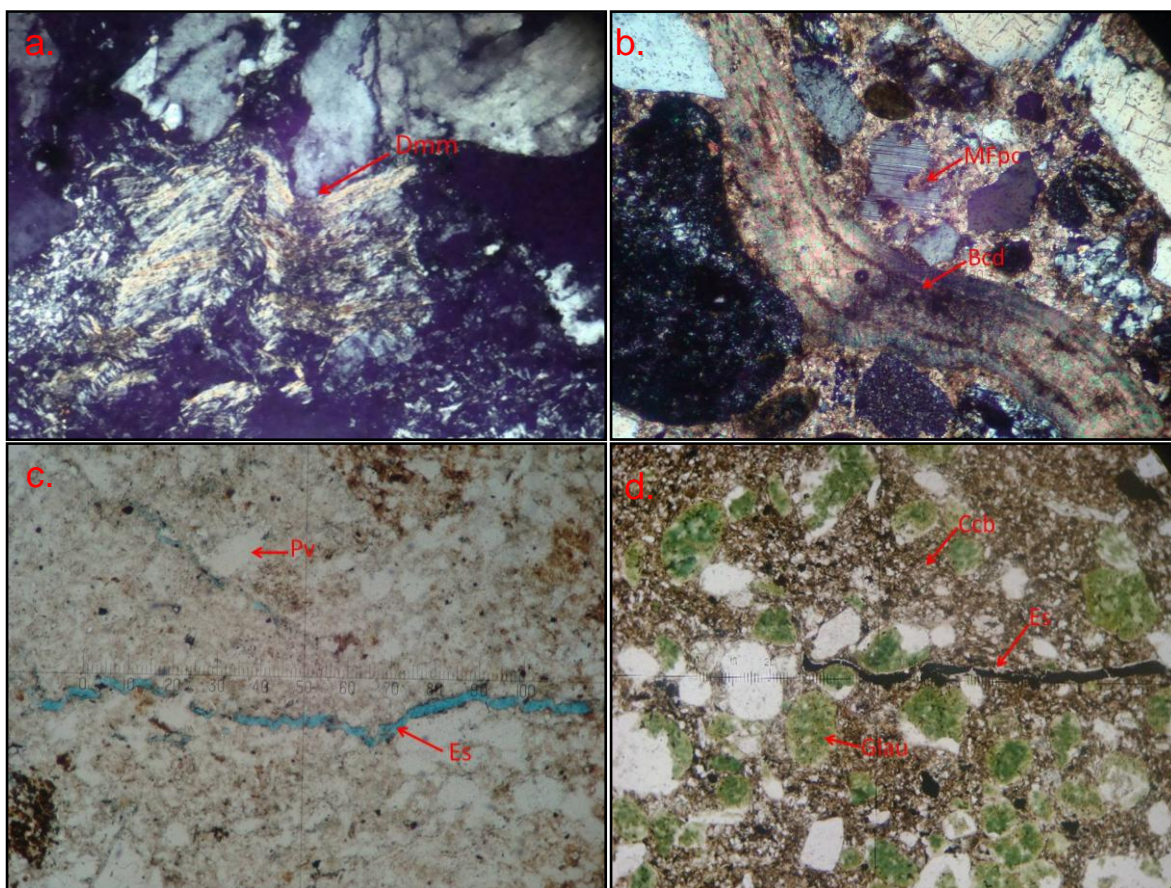


Figura 142 a. Sublitoarenita Inmadura Nótese deformación mecánica en moscovita (Dmm); muestra P4A-28.20-P001 100x-NX. b. Biomicrita Arenosa, se observa una concha de bivalvo deformada por compactación (Bcd), metasomatismo de feldspato plagioclasa con macla de albita por carbonato (MFpc); muestra P4A-46.4-P003 40x-NX. c. Lutita, nótese estilolito (Es), porosidad Vugular (Pv); muestra P4A-312.43-P008 50x-LP. d. Arenita Glauconítica Calcárea, se observa estilolito (Es) relleno de óxido de hierro, Glauconita (Glu), cemento basal finogranular con pigmento de óxidos de hierro; muestra P4A-238.84-P007 100x-LP.

6.5.1.2 Neoformaciones minerales

6.5.1.2.1 Cementos. Se tiene principalmente cemento de poros seguido de cemento basal y de menor importancia cemento pelicular y cemento de pigmento ferruginoso.

6.5.1.2.1.1 Cemento de poros. Se tienen predominantemente cementos carbonatados y en menor proporción ferruginosos, cloríticos y silíceos.

El Cemento de poros carbonatado es el más importante, en las muestras mixtas varía entre el 6 y el 23% (Figura 143 a), algunas muestras presentan cemento de poros rellenando fracturas con textura en blocky. Los cementos de poros carbonatados para las terrígenas se observan esporádicamente sin mostrar alguna tendencia alcanzando máximo el 12%, corresponde a un cemento microcristalino.

El Cemento de poros ferruginoso se encuentra entre el 1 y el 4% para las rocas mixtas (Figura 143 c), las muestras terrígenas presentan una muy baja proporción de este cemento sin superar el 2%.

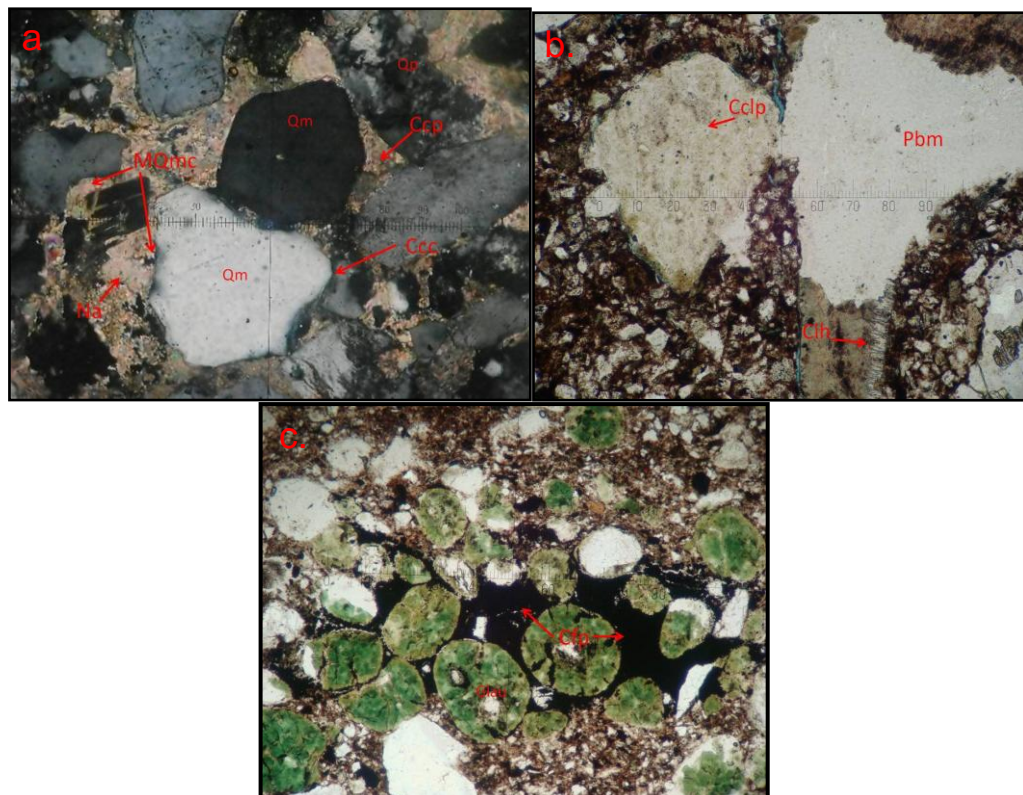


Figura 143 a. Biomicrudita Arenosa, se observa cuarzo mono (Qm) y policristalino (Qp), cemento de poros carbonatado (Ccp), metasomatismo de cuarzo por carbonato (MQmc), neomorfismo agradante (Na), Contacto entre granos cóncavo convexo (Ccc); muestra P4A-152.25-P005 100x-NX. **b.** Biomicrita Arenosa nótese cemento de poros clorítico (Cclp) rellenando porosidad por disolución vugular, porosidad biomóldica (Pbm), cemento isópaco en hojas (Cih) en el borde del bioclasto que se está disolviendo; muestra P4A-54.49-P004 100x-LP **c.** Arenita Glauconítica Calcárea en la que se observa abundantes clastos de Glauconita (Glau) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P4A-238.84-P007 100x-LP.

El Cemento de poros clorítico se presenta en algunas muestras sin alcanzar porcentajes importantes (Figura 143 b).

El Cemento de poros silíceo solo es importante en algunas muestras terrígenas sin superar el 12%.

6.5.1.2.1.2 Cemento basal. Se presenta en las muestras terrígenas en muy bajo porcentaje sin superar el 3%. Para las rocas mixtas se presenta en porcentajes importantes que pueden alcanzar el 30% en algunos casos, principalmente corresponde a carbonato microcristalino (micrita) (Figura 144).

6.5.1.2.1.3 Cemento basal con textura en blocky. Se presenta en algunas de las muestras mixtas sin alcanzar una importancia relevante.

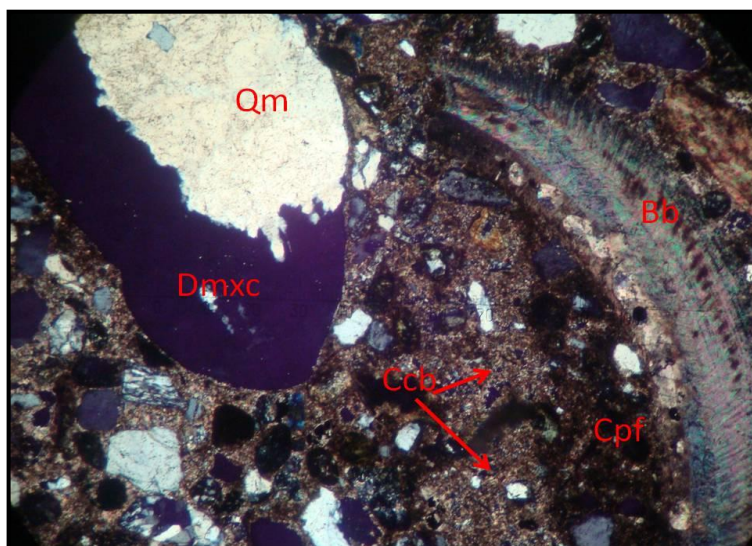


Figura 144. Biomicrita arenosa en la que se observa cuarzo monocristalino (Qm) con disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) que origina porosidad secundaria, cemento basal finogranular (Ccb) y pigmento ferruginoso (Cpf) sobre este, nótese también la concha de un Bivalvo (Bb); muestra P4A-46.4-P003 50x.

6.5.1.2.1.4 Cemento isópaco fibroso. Se presenta sólo en bioclastos en algunas de las muestras de composición mixta, no es un cemento importante dentro de las muestras.

6.5.1.2.1.5 Cemento isópaco hojoso. Igual que el fibroso se presenta en bioclastos principalmente (Figura 143 b, Figura 145 c) y en algunos casos en granos de cuarzo (Figura 145 b) y glauconita (Figura 145 a), sin ser de mayor importancia.

6.5.1.2.1.6 Sobrecrecimientos. Este se presenta en equinodermos, su importancia es mínima dentro de la unidad.

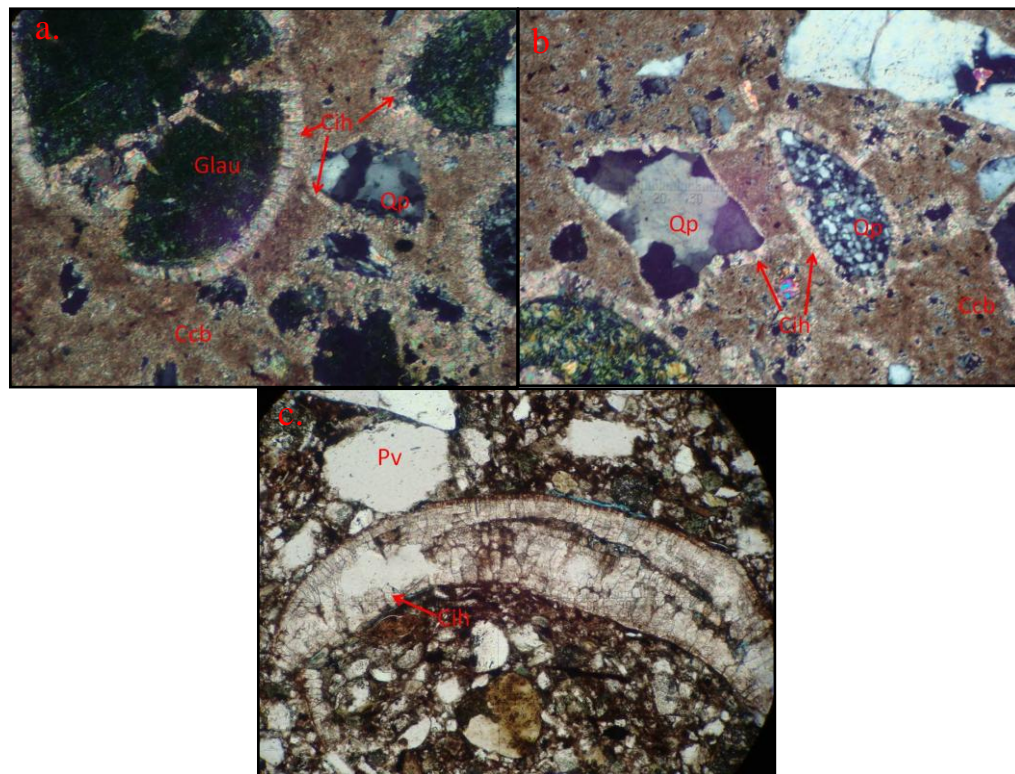


Figura 145 a. Biomicrita Arenosa en la que se aprecia granos de glauconita (Glau) y cuarzo policristalino (Qp) con cemento isópaco en hojas intergranular, nótese también cemento carbonatado basal microcristalino (Ccb); muestra P4A185.78-P006 200x-NX. **b.** Biomicrita Arenosa, que presenta cuarzo policristalino (Qp) con cemento isópaco en hojas intergranular (Cih) y cemento carbonatado basal microcristalino; muestra P4A185.78-P006 100x-NX. **c.** Biomicrita Arenosa, se observa bioclasto con cemento isópaco en hojas (Cih) intragranular, también porosidad Vugular (Pv); muestra P4A-54.49-P004 100x-LP.

6.5.1.2.1.7 Cemento pelicular. Se presenta principalmente cemento pelicular de clorita, seguido por el de óxidos de hierro.

El Cemento pelicular de clorita se encuentra en todas las muestras impidiendo la corrosión por cementos carbonatados, alcanza valores máximos del 2% para rocas terrígenas y del 3% para las mixtas.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro está presente en las muestras terrígenas, este alcanza un porcentaje que no supera el 4%.

6.5.1.2.1.8 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Cemento poco importante, solo llega a ser importante en algunas muestras donde puede alcanzar altos valores (Figura 144, Figura 146).

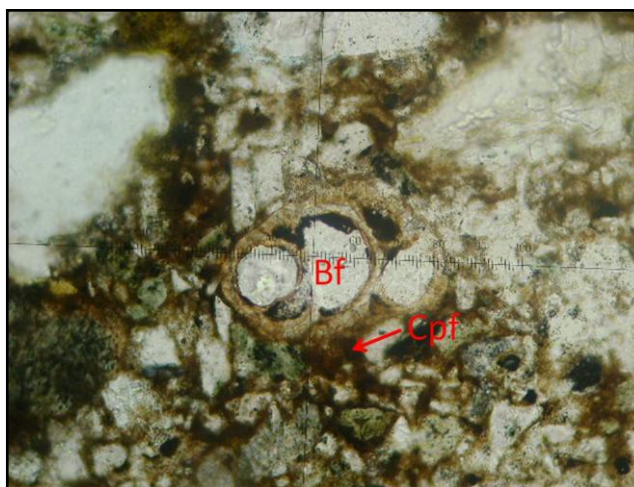


Figura 146. Biomicrita Arenosa en la que se aprecia abundante cemento de pigmento ferruginoso, además se puede observar un foraminífero (Bf) el cual presenta piritización hacia las paredes de las cámaras; muestra P4A-54.49-P004 200x-LP.

6.5.1.2.2 Metasomatismos diagenéticos. Más relevantes para el pozo son los metasomatismos de cuarzo por carbonatos, metasomatismo de feldespatos por carbonato, metasomatismos de glauconita por óxidos de hierro y carbonato.

6.5.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Se presenta en todas las secciones siendo este el más importante con promedios que en algunos casos alcanza hasta el 50% del total de clastos de cuarzo, este reemplazamiento es parcial. En general el metasomatismo se hace por carbonato microcristalino (Figura 143 a, Figura 147 a).

6.5.1.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Se presenta principalmente en las muestras terrígenas alcanzando valores del 47% del total de estos; su reemplazamiento es por carbonato microcristalino, afectando feldespatos alcalininos (Figura 147 b) y principalmente plagioclasas.

6.5.1.2.2.3 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos metasomatismos como el de fragmentos líticos y glauconitas por carbonato, metasomatismo de glauconita por óxidos de hierro y anfíboles por carbonato (Figura 147 a).

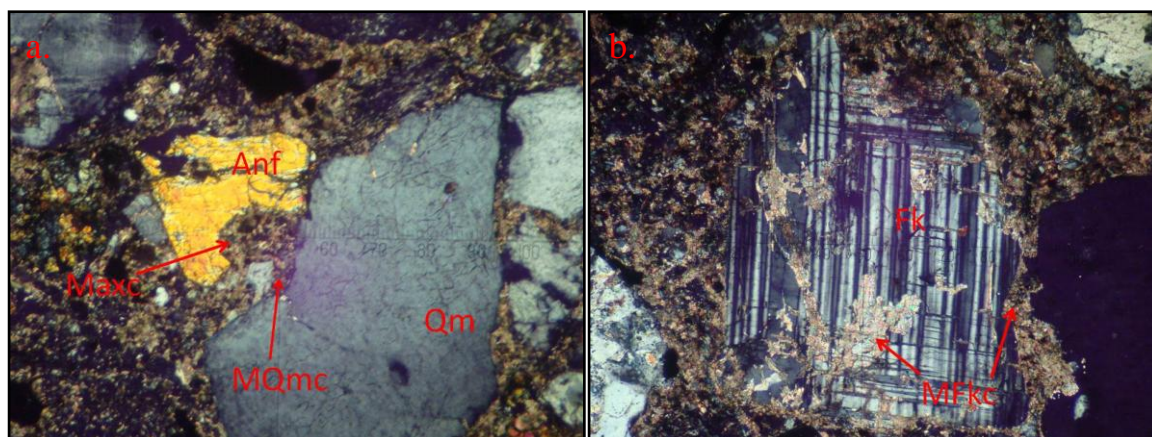


Figura 147 a. Litoarenita Feldespática Calcárea en la que se observa clasto de anfíbol (Anf) con metasomatismo por carbonato (Maxc), también se observa cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo por carbonato (MQmc); muestra P4A-31.96-P002 50x-NX. **b.** Litoarenita Feldespática Calcárea, nótese feldespato potásico con macla de microclina y metasomatismo por carbonato microcristalino (MFpc); muestra P4A-31.96-P002 100x-NX.

6.5.1.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.5.1.3.1 Corrosión. Al igual que en los otras unidades esta da inicio a los procesos de metasomatismos de carbonatos por cuarzo y feldespatos este alcanza valores de hasta el 42% del total de cuarzo, en las muestras terrígenas el máximo valor llega hasta el 52% de corrosión en cuarzo (Figura 148 b, Figura 148 c).

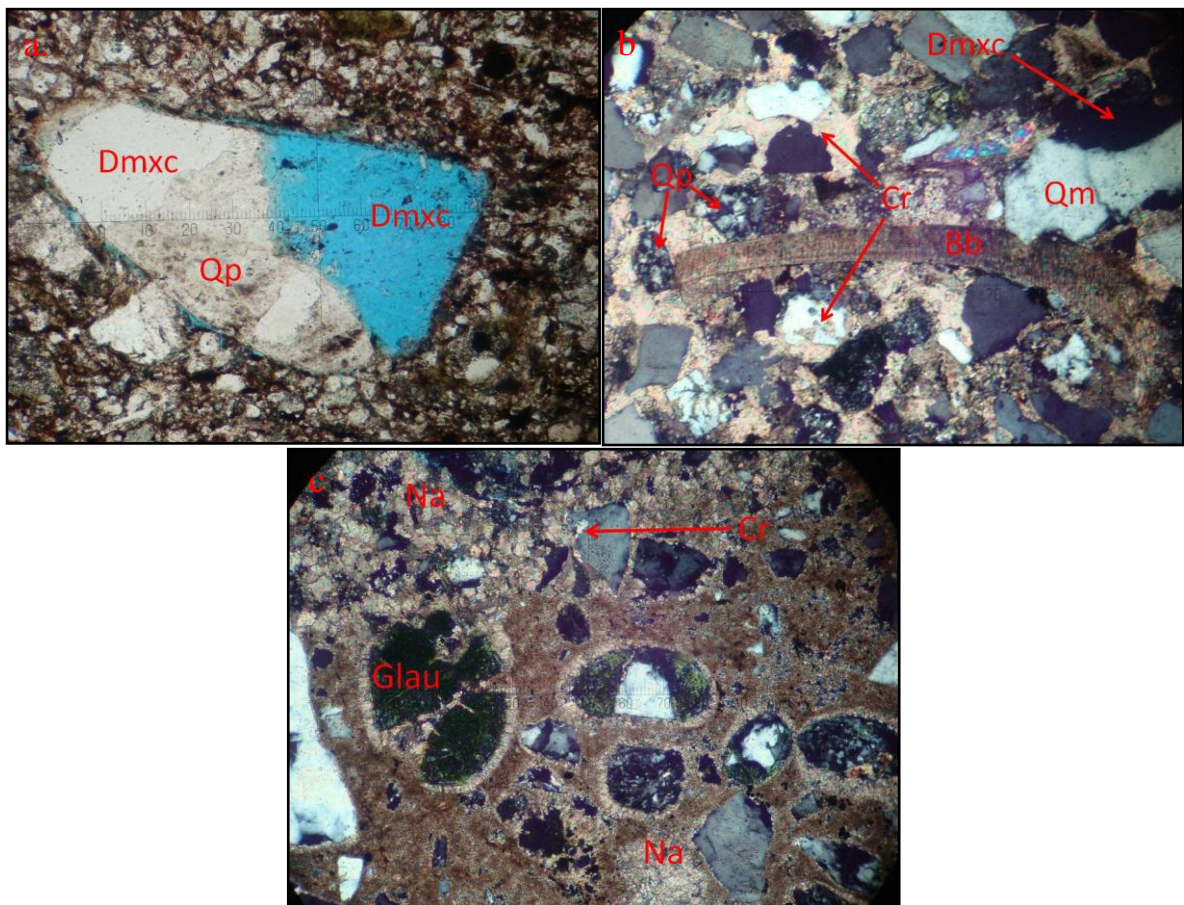


Figura 148 a. Biomicrita Arenosa, se observa disolución del metasomatismo de cuarzo policristalino (Qp) por carbonato (Dmxc); muestra P4A-54.49-P004 100x-LP. **b.** Biomicrudita Arenosa, nótese corrosión (Cr) de cuarzo monocristalino (Qm) por carbonatos, disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Dmxc) y bioclasto de Bivalvo (Bb); muestra P4A-125.25-P005 100x-NX. **c.** Biomicrita Arenosa, obsérvese neomorfismo agradante (Na) del cemento basal carbonatado, además corrosión (Cr) de cuarzo monocristalino; muestra P4A185.78-P006 100x-NX.

6.5.1.3.2 Disolución. Relacionada con la porosidad secundaria que alcanza un valor medio de hasta el 30% está asociada a cemento carbonatado basal, de poros y a la disolución de metasomatismos (Figura 144, Figura 148 a, Figura 148 b).

6.5.1.3.3 Neomorfismos. De mayor importancia son los neomorfismos agradantes en las muestras mixtas (Figura 143 a, Figura 148 c), principalmente en bioclastos; se presentan igualmente micritización de bioclastos.

6.5.1.4 Paragénesis Diagenética

Para este pozo la paragénesis diagenética se dividió en tres ambientes, diagénesis marina, diagénesis meteórica y diagénesis de enterramiento, los procesos y productos se ubicaron en un tiempo relativo de aparición (Tabla 15).

El primer proceso que apareció es la micritización de bioclastos, este procesos se da habitualmente por la acción de microorganismos endolíticos, seguido se tienen procesos relacionados con la compactación como son la deformación de bioclastos y la deformación mecánica de micas la cual sucedió antes de la aparición de cemento carbonatado basal y de poros, así como la de cementos isópacos fibrosos y hojosos de menor importancia en el ambiente diagenético marino.

La aparición de cementos peliculares clorítico y ferruginoso posiblemente se da antes de la aparición de cementos carbonatados con muy baja importancia, pues en algunos casos aislados se presentan impidiendo la corrosión por carbonatos, estos posiblemente aparezcan nuevamente en otra fase después de la corrosión y metasomatismo de los clastos por carbonatos ya que se presentan recubriendo

clastos corroídos y con metasomatismo, en este caso este cemento detendría el proceso de corrosión sobre estos.

Uno de los procesos importantes, es la corrosión que se presenta hacia el final de la fase meteórica y antecede el metasomatismo de granos por carbonato, que de igual forma es uno de los procesos importantes dentro de la formación, dándose este dentro del ambiente diagenético de enterramiento, en el cual también se producen procesos un poco menos importantes como son la presencia de estilolitos, Neomorfismos Agradantes de los cementos carbonatados y Sobrecrecimientos en equinodermos.

Finalmente se tiene una nueva fase meteórica tardía que genera una fuerte disolución generadora de porosidad secundaria que posteriormente es rellenada de manera aislada por cementos de poros de clorita y óxidos de hierro; la aparición de cementos ferruginosos de pigmento es difícil de determinar.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA				
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDIA	
	MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO	METEÓRICA
CARBONATOS	Micritización de Bioclastos	---		
	Deformación de Bioclastos	---		
	Cemento de Poros Carbonatado	---		
	Cemento Basal Carbonatado	█		
	Cemento Isópaco Fibroso	---		
	Cemento Isópaco Hojoso	---		
	Neomorfismos Agradantes	---		
	Sobrecrecimientos		---	
	Disolución			█
	Cemento Pelicular Ferruginoso	??????		??????
SILICATOS	Estilolitos		---	
	Cemento de poros ferruginoso			---
	Cemento de pigmento ferruginoso			????????
	Deformación Mecánica de Micas	---		
	Cemento de Poros Silíceo	---		
	Cemento Pelicular de Clorita	??????		????????
	Corrosión de Cuarzo por Carbonato		█	
	Corrosión de Feldespatos por Carbonato		█	
	Corrosión de Micas y fragmentos Líticos por carbonato		█	
	Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato		█	
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato		█		
Metasomatismo de Micas y Fragmentos Líticos por Carbonato		█		
Cemento de poros clorítico			---	

█ Importancia Alta. --- Importancia Media. - - - - - Importancia Baja. ?????? No Determinado.

Tabla 15. Secuencia paragenética establecida para la Formación El Cerrito en el Pozo 4A

6.5.2 Pozo 6

Para este pozo se analizaron 37 secciones delgadas, entre las que se encontraron rocas mixtas y una caliza, las cuales se describen por aparte pues presentan composición y texturas diferentes a las demás.

6.5.2.1 Transformación del espacio intersticial

6.5.2.1.1 Porosidad. La porosidad en general es de baja a intermedia alcanzando valores que oscilan entre el 2 y el 21%. La porosidad primaria (intragranular) no es muy importante, la mayoría de las secciones no la evidencian, las muestras que la presentan alcanzan entre el 1 y el 5% para las rocas terrígenas, y entre el 2 y el 7% para las mixtas (Figura 149 a). El mayor porcentaje de porosidad es de tipo vugular con valores que se encuentran entre 2 y 19%; sigue en orden de importancia la porosidad de fractura (Figura 149 b) y en muy baja proporción la porosidad estilolítica presente en las muestras terrígenas y mixtas. La porosidad biomóldica está presente en la mayoría de las muestras de composición mixta con un porcentaje que no supera el 5% (Figura 149 c).

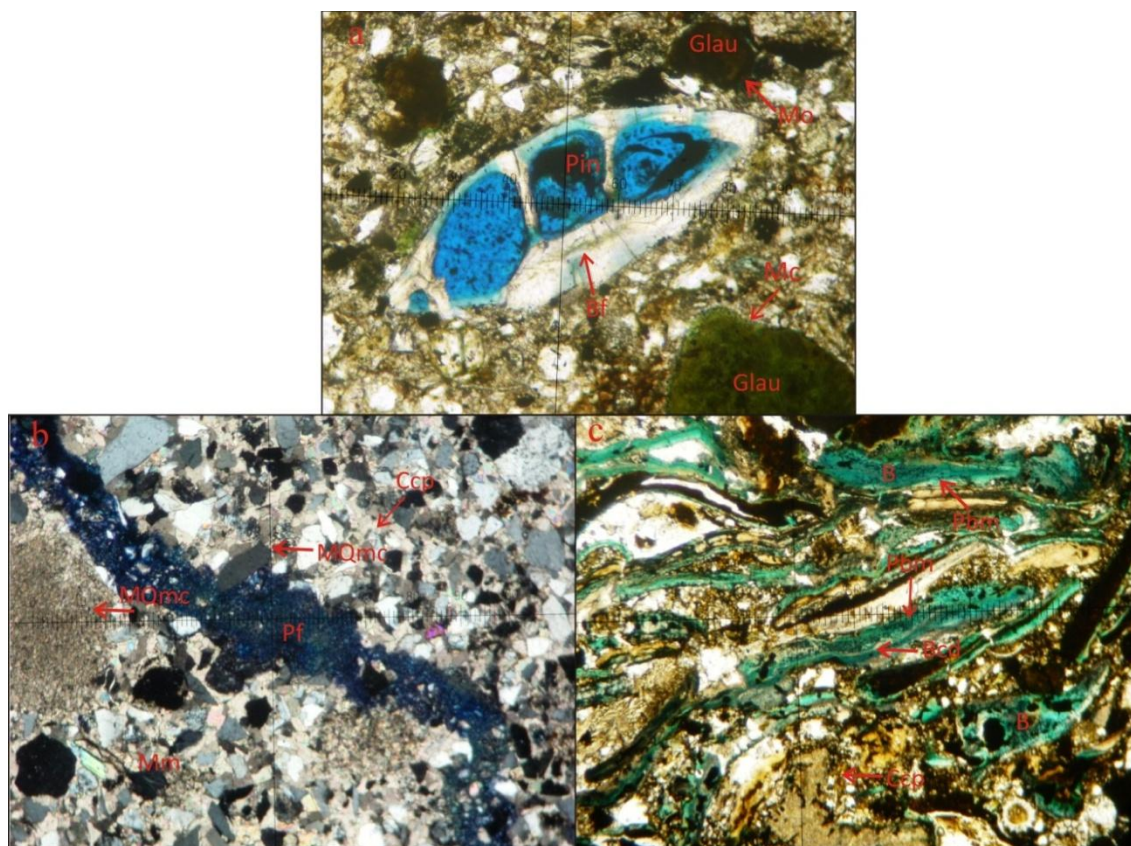


Figura 149 a. Sublitoarenita calcárea en la que se puede observar Bioclasto foraminífero (Bf), con porosidad intragranular (Pin), glauconita (Glau) con metasomatismo por carbonato (Mc) y por óxidos de hierro (Mo); muestra P(6)3 52.37-P007 100x-LP. b. Subarcosa submadura con porosidad de fractura (Pf), mica moscovita (Mm), cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp) y metasomatismo total de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 356.66-P036 40x-NX. c. Bioesparrudita no seleccionada a la cual se le puede apreciar bioclastos (B) con deformación (Bcd), porosidad biomóldica (Pbm) y cemento de poros carbonatado esparítico (Ccp); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP.

La muestra clasificada como bioesparrudita no seleccionada presenta una porosidad intermedia con un valor del 18%; el mayor porcentaje se encuentra asociado a la porosidad biomóldica con un porcentaje del 11% (Figura 150) seguido por la porosidad de fractura y en menor proporción por la porosidad de tipo vugular asociada a la disolución de cementos carbonatados y de los metasomatismos asociados con carbonatos. No se encuentran evidencias de porosidad primaria.

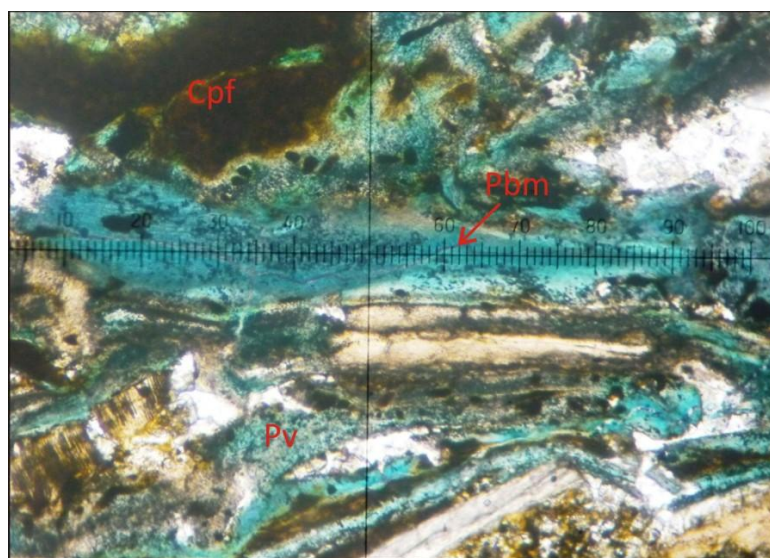


Figura 150. Bioesparadita no seleccionada la cual presenta porosidad biomoldica (Pbm), cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP.

6.5.2.1.2 Compactación. Los efectos de compactación son moderados, ya que en general los contactos predominantes son flotantes y tangenciales sin mostrar tendencia alguna; le siguen en importancia los contactos completos y en menor proporción los largos y cóncavo-convexos (Figura 151 a). Un indicio importante de compactación es la presencia de micas con deformación mecánica principalmente en moscovitas, biotitas y cloritas (Figura 151 b). La presencia de porosidad estilolítica (presión -disolución) (Figura 151 c) ha sido destruida por cementación por óxidos de hierro y es apreciable en la mayoría de las muestras principalmente en las rocas mixtas (Figura 151 d).

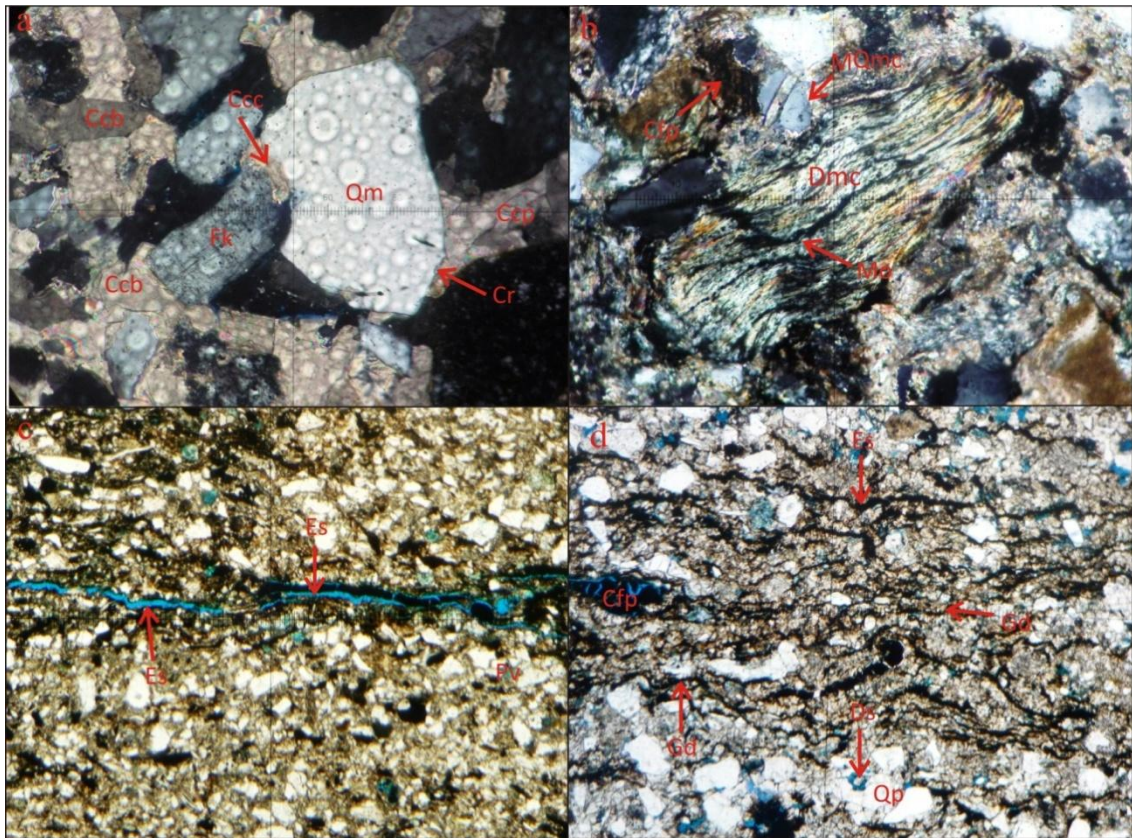


Figura 151 a. Subarcosa Submadura en la cual se puede notar contacto cóncavo-convexo entre feldespato alcalino (Fk) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr), además cemento carbonatado de poros de esparita (Ccp) y cemento basal carbonatado de esparita (Ccb); muestra P(6)3 240.06-P022 200x-NX. **b.** Subarcosa submadura con deformación mecánica de clorita (Dmc) y metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQcm) y cemento de poros ferruginoso (Cfp); muestra P(6)3 107.88-P010 100x-NX. **c.** Subarcosa calcárea en la cual se observa porosidad estilolítica (Es) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 76.82-P008 100x-LP. **d.** Subarcosa submadura en la que se puede apreciar porosidad estilolítica (Es) destruida por cemento de poros ferruginoso (Cfp), grietas de disolución (Gd) y cuarzo policristalino (Qp) con disolución (Ds); muestra P(6)3 240.06-P022 40x-LP.

Las muestras Bioesparita y Bioesparrudita no seleccionada presentan una evidencia importante de este proceso como la alta deformación de bioclastos (Figura 152 a), (Figura 152 b), presencia de contactos completos y micas altamente deformadas.

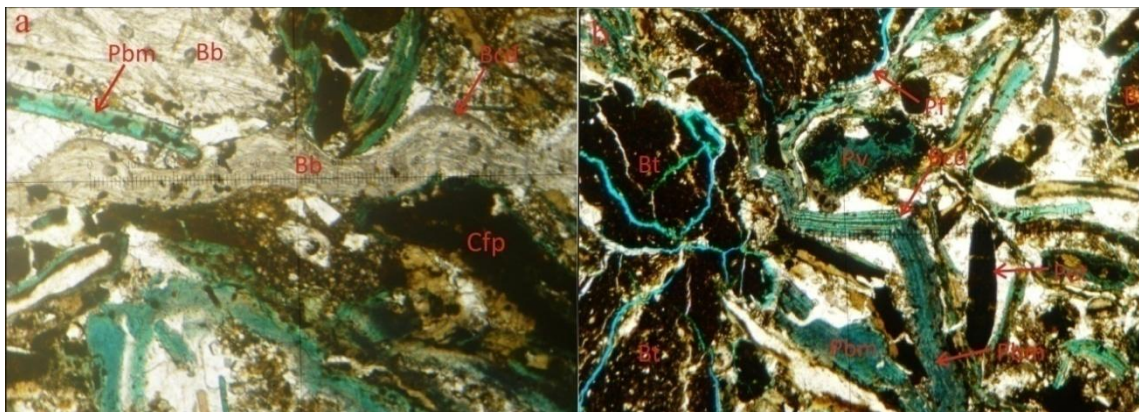


Figura 152 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede observar bioclasto bivalvo (Bb) con deformación (Bcd) y porosidad biomoldica (Pbm), además cemento ferruginoso de poros (Cfp); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP. **b.** Bioesparrudita no seleccionada con deformación de bioclasto (Bcd), porosidad biomoldica (Pbm), bioturbación (Bt), pellet micrítico con óxidos de hierro superpuesto (Pet) y porosidad de fractura (Pf); muestra P(6)3 8.83-P002 40x-NX.

6.5.2.2 Neoformaciones minerales

Son los procesos más importantes, corresponden a cementación y metasomatismos diagenéticos.

6.5.2.2.1 Cementos. Existe diversidad en los tipos de cemento, se tiene principalmente en las muestras cemento basal, seguido de cemento de poros y de pigmento ferruginoso y en menor proporción cementos peliculares. La muestra Bioesparrudita presenta cemento de pigmento ferruginoso como el principal, seguido de cemento de poros y cemento basal; el cemento pelicular de clorita es incipiente.

6.5.2.2.1.1 Cemento basal. Es el cemento más importante en todas las muestras, conformado principalmente por esparita cristalina gruesa con un porcentaje que varía entre el 2 y el 43% (Figura 153 a) seguido de micrita con porcentajes entre el 1 y el 21% para las muestras terrígenas (Figura 153 b). Hay presencia de neoformismos en algunos sectores. El cemento micrítico no se evidencia en todas las secciones.

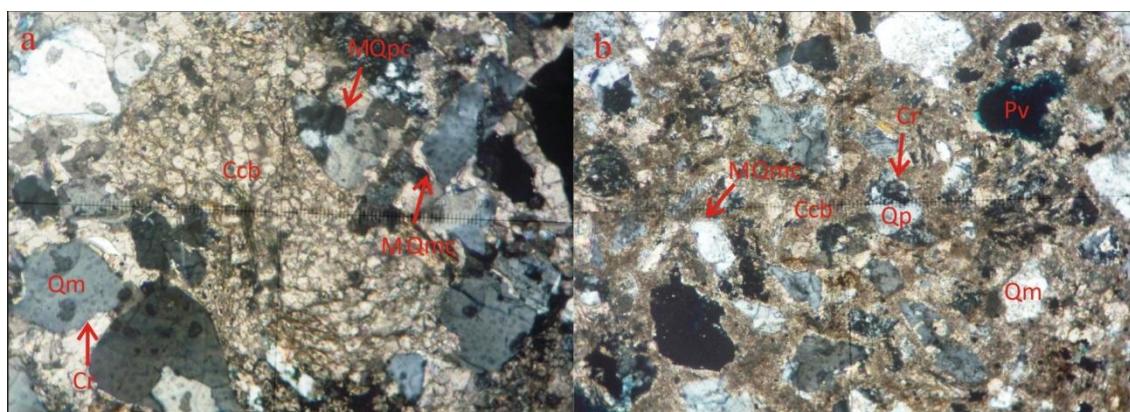


Figura 153 a. Subarcosa submadura con cemento basal carbonatado compuesto por esparita (Ccb), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQcm) y cuarzo policristalino con metasomatismo por carbonato (MQpc); muestra P(6)3 287.19-P027 40x-NX. **b.** Subarcosa submadura en la que se puede apreciar cemento carbonatado basal compuesto por micrita (Ccb), metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc), cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 215.25-P018 100x-NX.

Las rocas mixtas (arenas calcáreas y calizas arenosas) a diferencia de las terrígenas presentan los mayores valores en los cementos de micrita oscilando entre el 2 y el 30% presentando neomorfismos agradantes en algunas zonas (Figura 154 a); y cemento de esparita con valores que oscilan entre el 2 y el 28%, mostrando neomorfismos degradantes hacia algunos sectores (Figura 154 b).

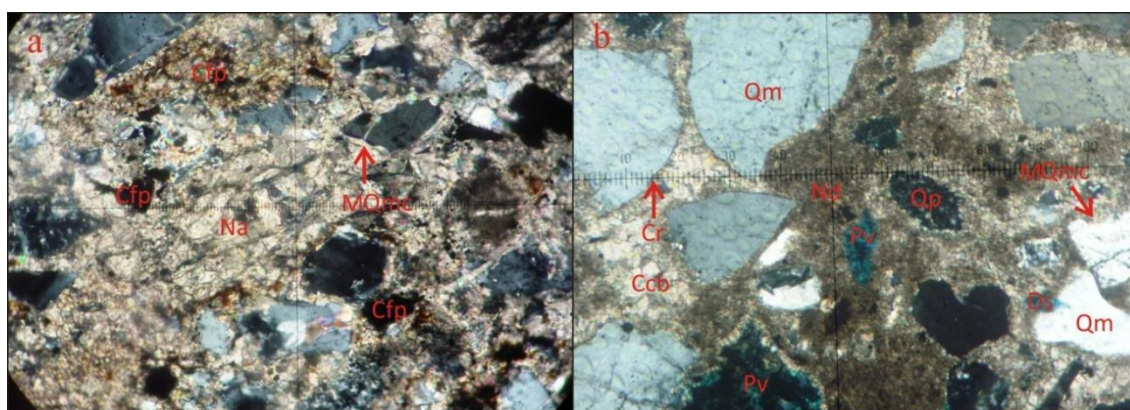


Figura 154 a. Subarcosa calcárea en la que se puede observar neomorfismo agradable de cemento basal (Na), metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQcm), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P(6)3 76.82-P008 200x-NX. **b.** Subarcosa calcárea en la que se presenta neomorfismo degradante de cemento basal (Nd), porosidad vugular por disolución de cemento basal (Pv), cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb), cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo parcial por carbonato (MQmc) y disolución (Ds), cuarzo policristalino (Qp) con corrosión (Cr); muestra P(6)3 270.09-P025 100x-NX.

6.5.2.2.1.2 Cemento de poros. Se tiene principalmente de óxidos de hierro, seguido de carbonato y de menor importancia y silíceo clorítico.

En las muestras terrígenas el cemento de óxidos de hierro es el más importante, compuesto por hematita y gohetita amorfa que se encuentra rellenando principalmente porosidades estilolíticas con un porcentaje que oscila entre el 1 y el 12% (Figura 155 a). Siguen en importancia los cementos de porosidades por disolución entre el 1 y el 4% (Figura 155 b); en menor medida se tiene los asociados a fracturas alcanzando valores máximos del 2%. (Figura 155 c).

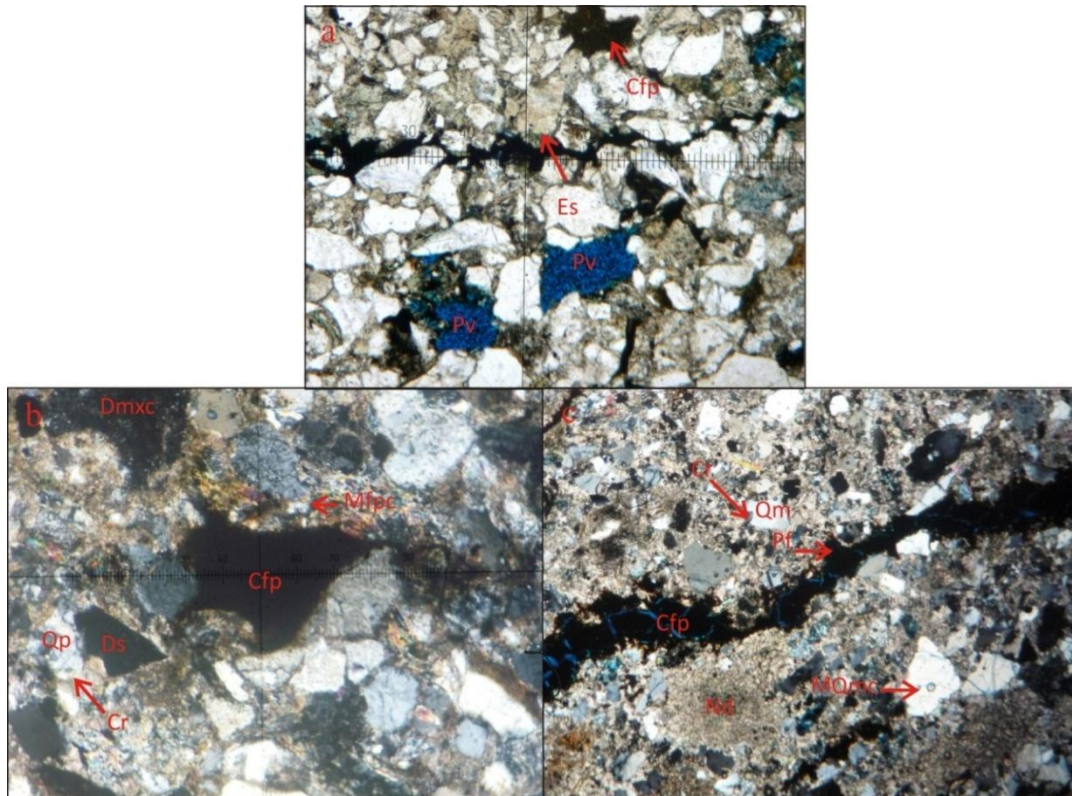


Figura 155 a. Subarcosa calcárea con porosidad estilolítica la cual fue destruida por óxidos de hierro(Es), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 76.82-P008 40x-LP. b. Subarcosa madura en la que se puede apreciar cemento de poros ferruginoso (Cfp), cuarzo policristalino (Qp), con corrosión (Cr) y disolución (Ds), además se puede observar porosidad por disolución del metasomatismo por carbonato (Dmxc) y metasomatismo parcial de feldespato plagioclasa por carbonato (Mfpc); muestra P(6)3 353.87-P035 100x-NX. c. Subarcosa submadura con cemento de poros ferruginoso (Cfp) en fractura (Pf), cemento basal carbonatado de esparita con neomorfismo degradante (Nd) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y metasomatismo por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 240.06-P022 40x-NX.

Para las mixtas también es considerado importante este tipo de cemento, principalmente el cemento de poros estilolítica que alcanza valores máximos del 11%.(Figura 156).

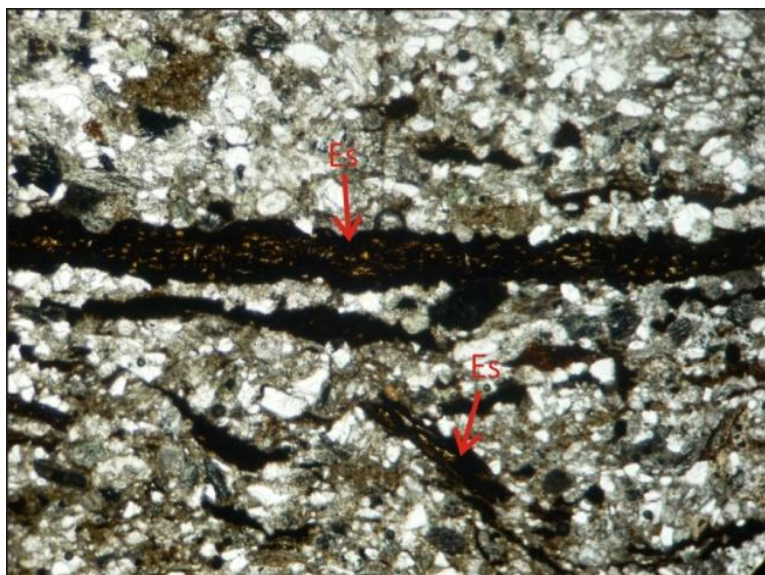


Figura 156. Micrita fosilífera arenosa en la que se puede observar cemento de poros ferruginoso en estilolito (Es) definiendo una leve orientación; muestra P(6)3 219.1-P019 40x-LP.

Los cementos de poros carbonatados para las rocas terrígenas alcanzan un promedio entre el 1 y el 23% compuesto principalmente por esparita (Figura 157 a) y en baja proporción de micrita observándose en ésta neomorfismos agradantes.

Las rocas mixtas presentan micrita con porcentajes entre el 4 y el 23% (Figura 157 b) con neomorfismos agradantes en algunas muestras y esparita con valores que oscilan entre el 2 y el 15%. También existe cemento de poros de calcita rica en magnesio en baja proporción (Figura 158 a), textura en blocky y mosaico en algunos sectores.

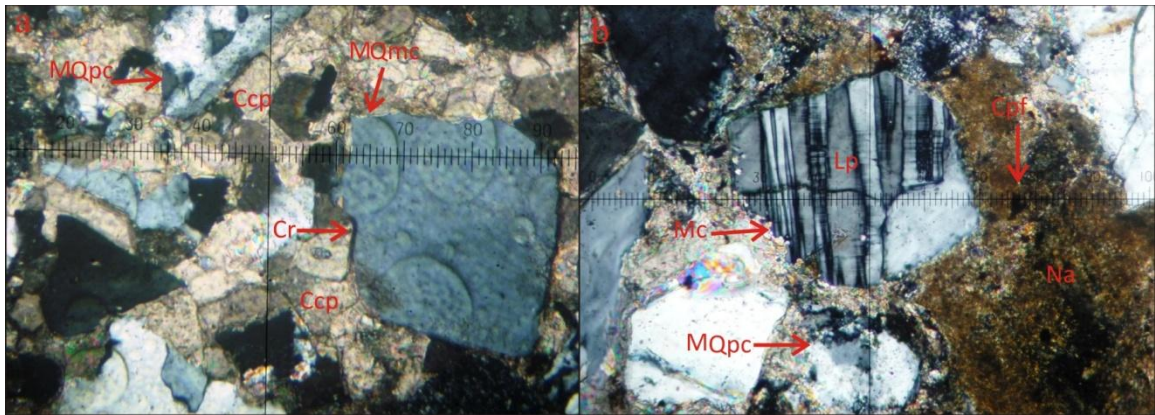


Figura 157 a. Arcosa lítica madura con cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp), cuarzo monocristalino con metasomatismo por carbonato (MQmc) y corrosión (Cr) y metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc); muestra P(6)3 161.03-P013 100x-NX. **b.** Subarcosa calcárea la cual presenta fragmento de granito (Lp) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cemento de pigmento ferruginoso (Cpf), neomorfismo agradante de cemento de poros (Na) y metasomatismo de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc); muestra P(6)3 76.82-P008 200x-NX.

En la bioesparrudita no seleccionada el porcentaje de esparita no supera el 12% y de micrita el 2%, evidenciándose neomorfismos degradantes y agradantes, texturas en blocky y mosaico sin ser importantes dentro de la unidad. La mayoría de bioclastos presentes en esta muestra presentan cemento de óxidos rellenando porosidad intragranular (Figura 158 b).

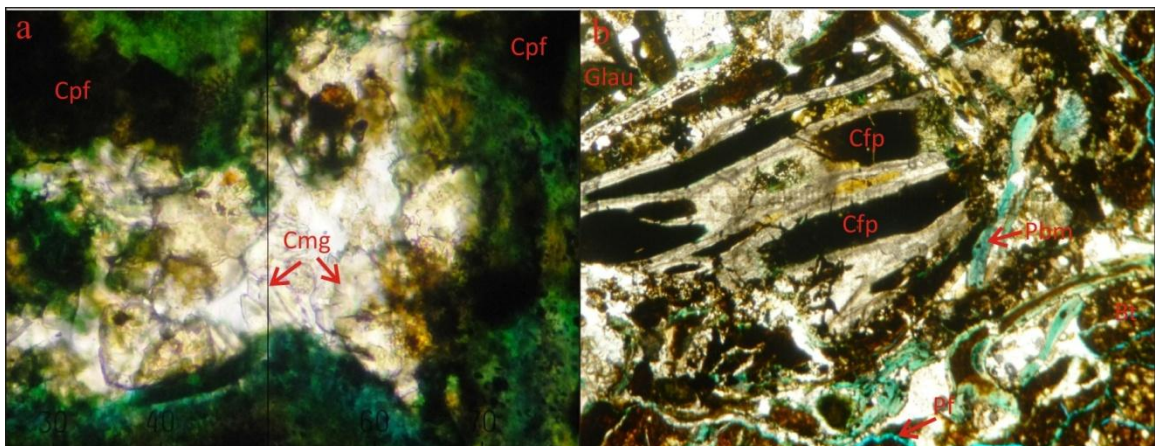


Figura 158 a. Bioesparita arenosa en la cual se aprecia cemento de poros con calcita rica en magnesio (Cmg) y cemento de pigmento ferruginoso (Cpf); muestra P(6)3 7.5-P001 200x-LP. **b.** Bioesparrudita no seleccionada con cemento de poros ferruginoso (Cfp) intragranular, porosidad biomóldica (Pbm), glauconita (Glau), porosidad de fractura (Pf) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 8.83-P002 40x-NX.

Los cementos cloríticos y silíceos están presentes en porcentajes que no superan el 2% en las muestras (Figura 159 a, Figura 159 b).

6.5.2.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se encuentra en todas las muestras alcanzando valores desde el 1 al 23%. Se observa como un pigmento superpuesto sobre los diferentes tipos de cementos comunicándole un color rojo a los mismos. Esta constituido por hematita amorfa. (Figura 157 b).

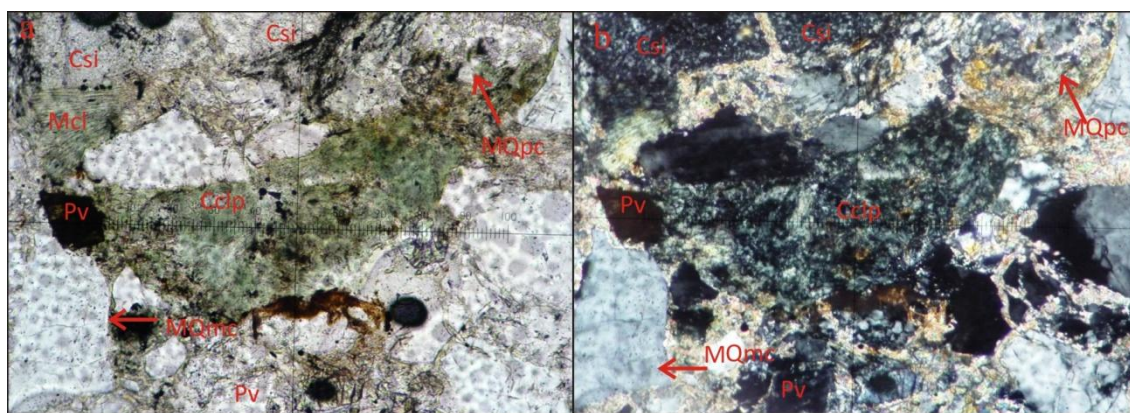


Figura 159 a, b. Subarcosa madura con cemento de poros de clorita (Cclp), cemento de poros silíceo (Csi), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo avanzado de cuarzo policristalino por carbonato (MQpc) y porosidad vugular (Pv); muestra P(6)3 324.23-P031 200x-LP,NX.

6.5.2.2.1.4 Cemento pelicular. Está conformado principalmente por clorita y en baja proporción por óxidos de hierro.

El Cemento pelicular de clorita varía entre el 2 y el 30%; es un cemento fibroso que imposibilita la corrosión por cementos carbonatados, aunque en las muestras que lo presentan en baja proporción la corrosión es alta para estas. Algunas muestras no presentan ningún tipo de cemento pelicular evidenciándose corrosión casi en el 100% de los materiales que la constituyen.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro se encuentra entre el 1 y el 7% en algunas muestras, mientras que en otras está ausente.

Como ya se había mencionado anteriormente existen otros tipos de cementos y texturas características que se presentan tanto en calizas como en rocas mixtas son los siguientes:

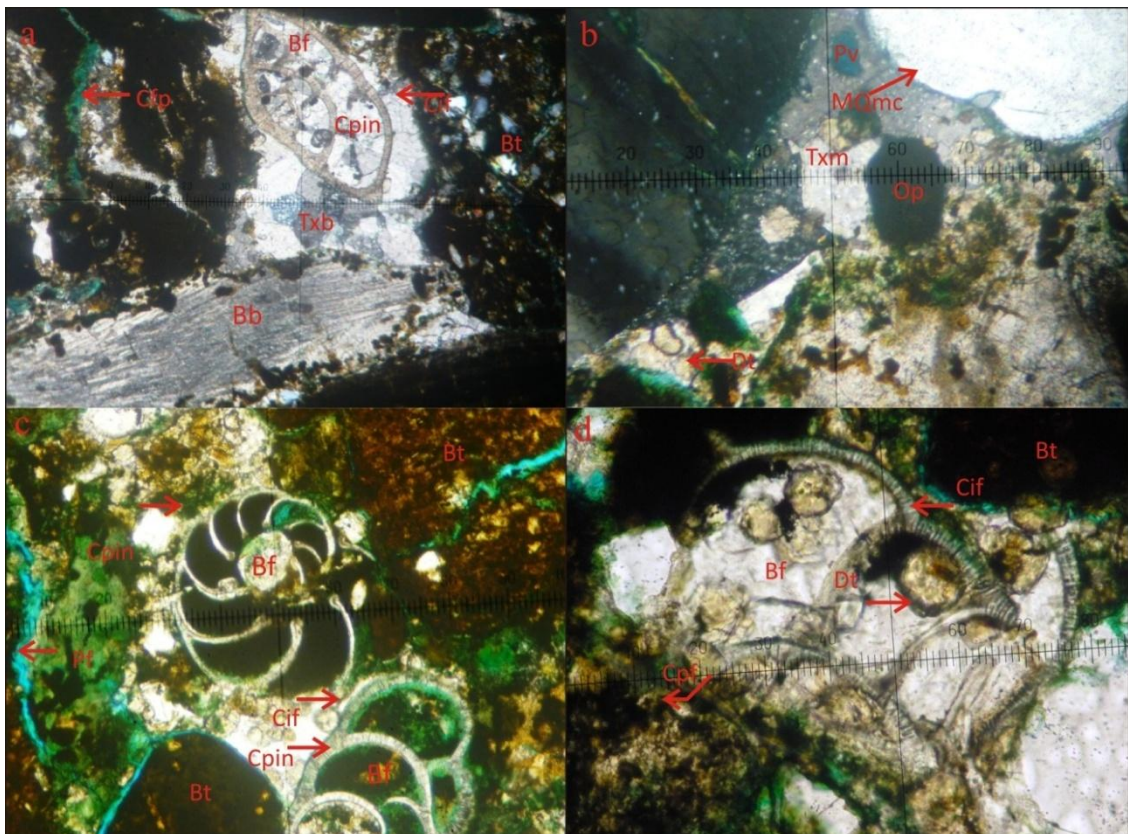


Figura 160 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se puede observar cemento de poros carbonatado con textura en blocky (Txb), bioclasto foraminífero (Bf) con cemento carbonatado de poros intragranular (Cpin) y cemento isópaco fibroso (Cif), además bioclasto bivalvo (Bb), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP. b. Bioesparita arenosa con cemento de poros carbonatado exhibiendo textura en mosaico (Txm), con dolomitización (Dt), metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc), porosidad vugular por disolución de cemento de poros carbonatado (Pv) y minerales opacos (Op); muestra P(6)3 7.5-P001 100x-NX. c. Bioesparita arenosa en la que se presenta bioclasto foraminífero (Bf) con cemento de poros ferruginoso intragranular (Cpin) y cemento isópaco fibroso (Cif); porosidad de fractura (Pf) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 7.5-P001 100x-LP. d. Bioesparita arenosa que presenta bioclasto foraminífero (Bf) con cemento isópaco fibroso (Cif) y dolomitización (Dt) de cemento de poros intragranular; además se aprecia cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 7.5-P001 200x-LP.

6.5.2.2.1.5 Cemento en Blocky. Se encuentra como textura en cementos de poros y basales de esparita gruesa en calizas sin ser abundante dentro de la unidad (Figura 160 a).

6.5.2.2.1.6 Cemento en mosaico. Presenta una textura mucho más gruesa que el cemento en blockys, también se encuentra como textura en esparita cristalina gruesa en cemento de poros y basales, observándose aisladamente en algunas muestras (Figura 160 b).

6.5.2.2.1.7 Cemento isópaco fibroso. Algunas de las rocas mixtas presentan un porcentaje considerable de ooides y bioclastos, principalmente foraminíferos con esta textura (Figura 160 c, Figura 160 d).

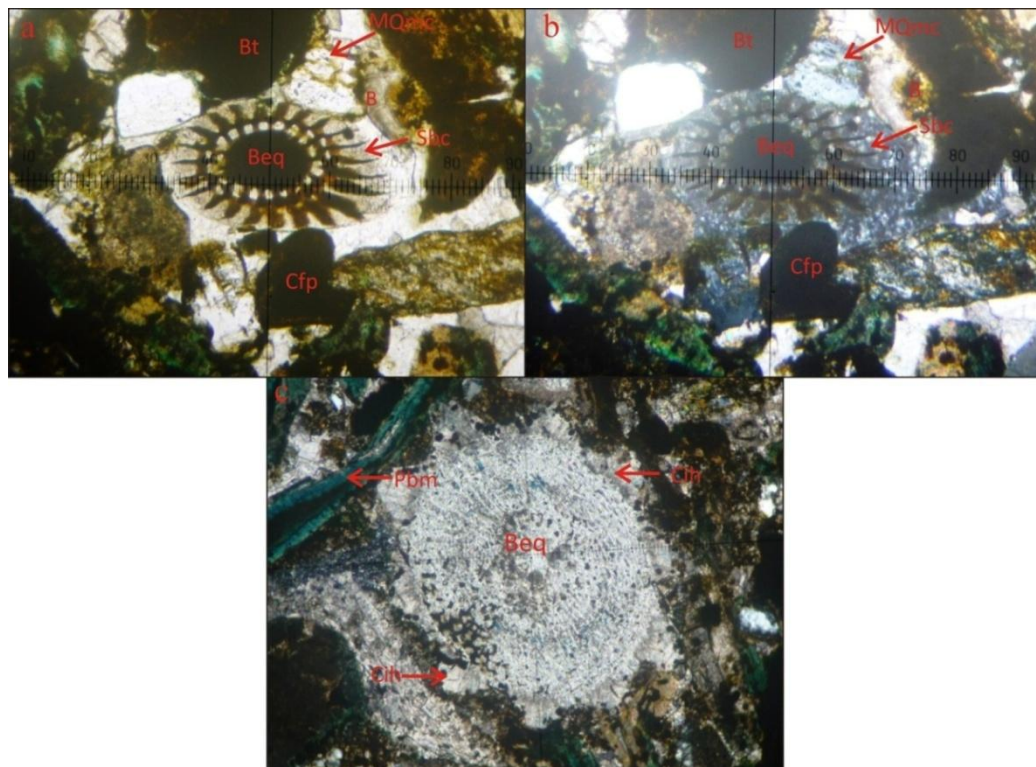


Figura 161 a, b. Bioesparrudita no seleccionada en la que se aprecia bioclasto de equinodermo (Beq) con sobrecrecimiento (Sbc), metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), cemento de poros ferruginoso (Cfp) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-LP, NX. **c.** Bioesparrudita no seleccionada con cemento isópaco hojoso (Cih) en bioclasto de equinodermo (Beq) y porosidad biomóldica (Pbm); muestra P(6)3 8.83-P002 40x-NX.

6.5.2.2.1.8 Sobrecrecimientos. Es una textura poco común en las muestras se presenta en equinodermos (Figura 161 a, Figura 161 b).

6.5.2.2.1.9 Cemento isópaco hojoso. Se encuentra en algunas muestras presentándose como textura en equinodermo (Figura 161 c).

6.5.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Es un proceso muy importante en casi todas las muestras, aunque algunas lo presentan pero en muy baja proporción. Los metasomatismos principales son de cuarzo y feldespatos por carbonatos, seguidos de fragmentos líticos por carbonato y de importancia menor metasomatismos de micas por carbonatos y por óxidos de hierro, glauconitas por carbonato y óxidos de hierro. En algunas muestras se observa dolomitización.

6.5.2.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente se encuentra en todas las secciones del pozo; el grado de metasomatismo es variable pero los más frecuentemente encontrados son los metasomatismos parciales con valores entre el 26 y el 97% del total de cuarzos, seguido de remplazamientos avanzados con valores máximos del 40% y en menor proporción de reemplazamientos totales alcanzando valores hasta del 10%. En general el metasomatismo se hace por carbonato cristalino grueso (esparita) (Figura 154 a, Figura 157 a) y en menor porcentaje por carbonato microcristalino (micrita) (Figura 162).

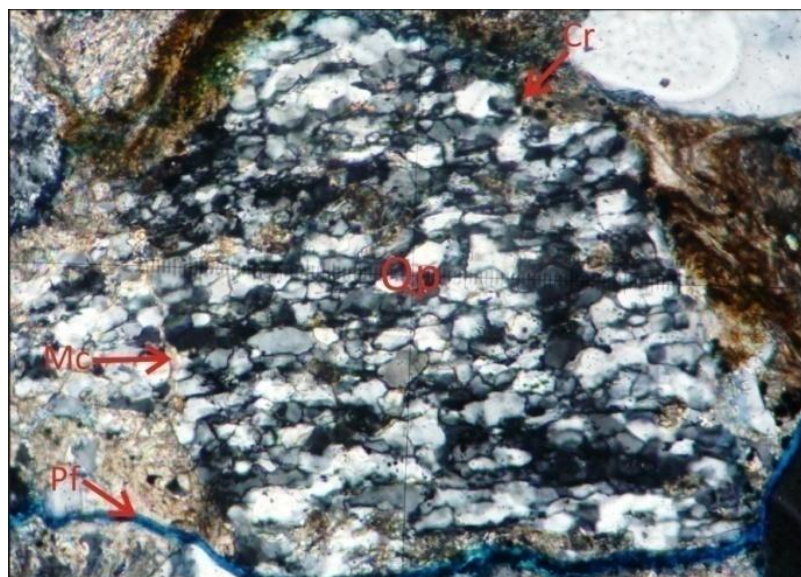


Figura 162. Sublitoarenita submadura en la que se observa cuarzo policristalino recristalizado (Qp) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc) microcristalino y corrosión (Cr); además porosidad de fractura (Pf); muestra P(6)3 119- P012 200x-NX.

6.5.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Este es un proceso que se presenta afectando en algunas muestras hasta el 100% de estos constituyentes. Los reemplazamientos en su mayoría son parciales (Figura 163 a, Figura 163 b, Figura 163 c) y en muy poca cantidad se encuentran reemplazamientos totales.

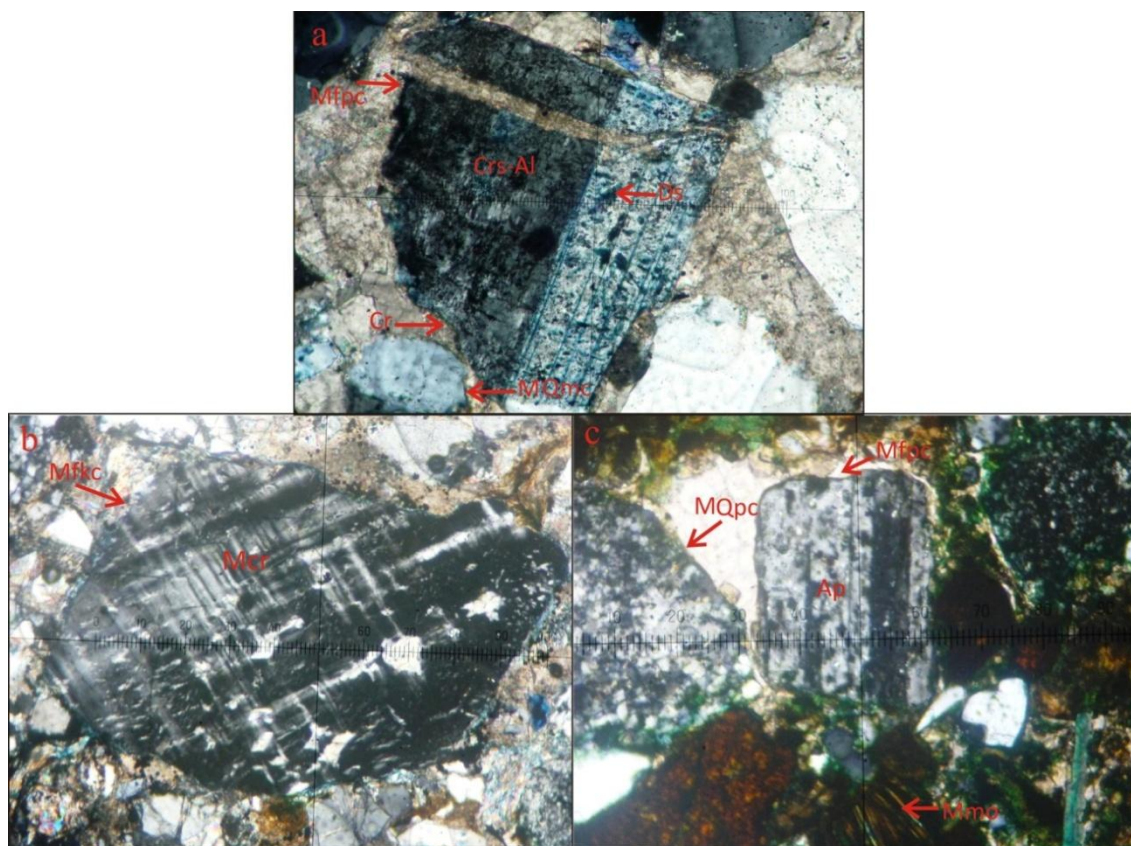


Figura 163 a. Arcosa lítica madura en la que se puede observar feldespato plagioclasa con macla de Carlsbad-Albita (Crs-Al), disolución (Ds), metasomatismo avanzado por carbonato (Mfpc) y corrosión (Cr); además metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 161.03-P013 200x-NX. **b.** Sublitoarenita submadura en la que se aprecia feldespato alcalino con macla de microclina (Mcr) y metasomatismo parcial por carbonato Mfkc); muestra P(6)3 119-P012 100x-NX. **c.** Bioesparita arenosa con feldespato plagioclasa con macla de albita-periclina (Ap) y metasomatismo por carbonato (Mfpc), metasomatismo parcial de cuarzo policristalino recristalizado por carbonato (MQpc) y metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo); muestra P(6)3 7.5-P001 100x-NX.

6.5.2.2.2.3 Metasomatismos de micas por carbonatos y óxidos de hierro. Es un proceso común en las muestras, los más abundantes son los de moscovita por carbonatos alcanzando valores máximos del 40% del total de estas (Figura 164). También se encuentra el de biotitas por óxidos de hierro siendo el más frecuente en la unidad alcanzando valores máximos hasta del 50% del total de estos constituyentes. Asimismo se tienen metasomatismos de moscovitas y cloritas por óxidos de hierro pero en menor cantidad (Figura 151 b). Cabe anotar que la mayoría de reemplazamientos de biotitas por óxidos de hierro son totales

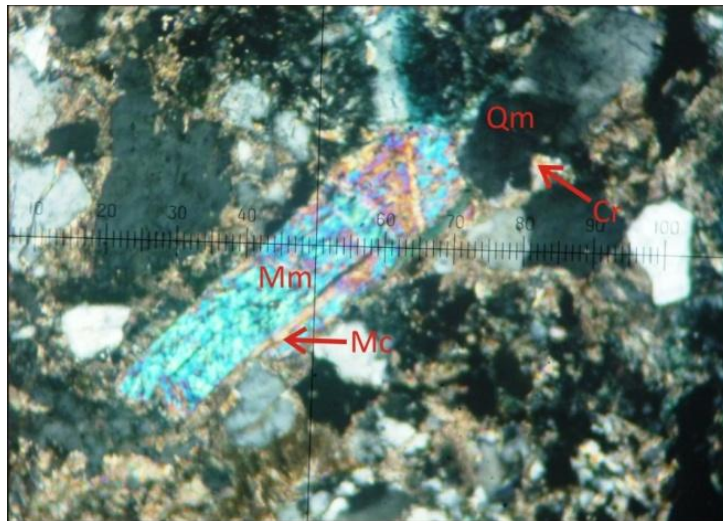


Figura 164. Subarcosa calcárea la cual presenta mica moscovita (Mm) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc) y cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr); muestra P(6)3 76.82-P008 100x-NX.

6.5.2.2.4 Metasomatismos de fragmentos líticos por carbonato. Los fragmentos líticos más abundantes son los volcánicos que en algunas muestras han sufrido en su totalidad afectación parcial (Figura 165 a) y en muy pocos casos la afectación es total. Los fragmentos líticos de Chert han sido afectados hasta el 80% del total de estos constituyentes siendo reemplazados por Carbonato cristalino grueso principalmente (Figura 165 b).

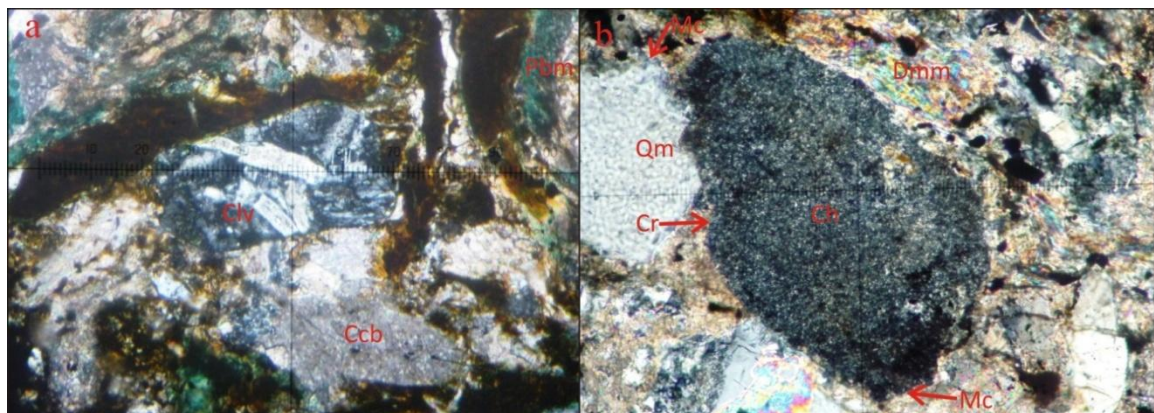


Figura 165 a. Bioesparrudita no seleccionada en la que se distingue cloritización de lítico volcánico (Clv) y cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb); muestra P(6)3 8.83-P002 100x-NX. **b.** Subarcosa madura con fragmento de chert (Ch) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc), cuarzo monocristalino (Qm) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc) y deformación mecánica de moscovita (Dmm); muestra P(6)3 89.1-P009 200x-NX.

6.5.2.2.2.5 Metasomatismo de glauconita por óxidos de hierro y carbonato. Se presenta sólo en algunas rocas mixtas, con promedios para el total de glauconitas observadas que varían entre el 14 y el 86% para el metasomatismo por óxidos de hierro (Figura 166, Figura 149 a) y entre el 14 y el 50% aproximadamente para el metasomatismo por carbonato.

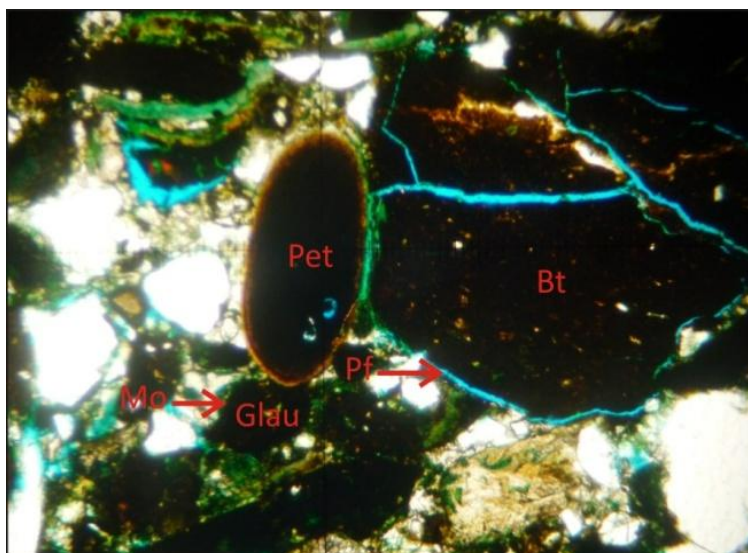


Figura 166. Bioesparita arenosa en la que se puede apreciar glauconita (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo), pellet compuesto por micrita (Pet), porosidad de fractura (Pf) y bioturbación (Bt); muestra muestra P(6)3 7.5-P001 40x-LP.

6.5.2.2.2.6 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos como la sericitización de plagioclasas (Figura 167 a), fragmentos líticos de arenitas por carbonato (Figura 167 b) caolinitización de feldespatos alcalinos y metasomatismos de bioclastos y cementos carbonatados por dolomita; este último es parcial alcanzando valores máximos del 33% para cementos carbonatados y del 2% al 7% para bioclastos (Figura 160 b, Figura 160 d).

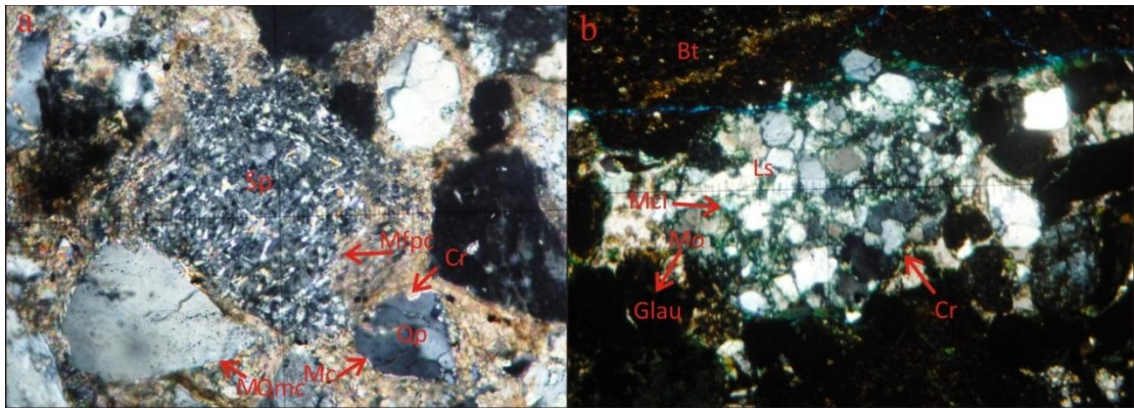


Figura 167 a. Subarcosa madura con sericitización avanzada de feldespato plagioclasa (Sp) y metasomatismo avanzado por carbonato (Mfpc), cuarzo policristalino deformado (Qp) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (Mc); además metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P(6)3 89.1-P009 200x-NX. **b.** Biosparita arenosa en la que se puede observar lítico sedimentario (Ls) que corresponde a fragmento de arenita, con matriz de clorita (Mcl) y corrosión (Cr), también se aprecia glauconita (Glau) con metasomatismo por óxidos de hierro (Mo) y bioturbación (Bt); muestra P(6)3 7.5-P001 40x-NX.

6.5.2.3 Transformación de los componentes

Es un proceso importante dentro del pozo; se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.5.2.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso muy importante en las muestras de la unidad, afecta parcial y algunas veces de forma avanzada a los componentes. Principalmente está asociada a metasomatismos de cuarzo por carbonatos alcanzado valores máximos del 97% del total de estos (Figura 151 a, Figura 153 b) y en otras se evidencia por la disolución de este metasomatismo. Este proceso afecta además, feldespatos (Figura 163 a) y fragmentos líticos (Figura 165 b, Figura 167 a). Es un proceso evidente en todas las muestras de la unidad principalmente en rocas terrígenas.

6.5.2.3.2 Disolución. Esta relacionado con la generación de porosidad secundaria la cual alcanza hasta un 22% en las muestras terrígenas, y en las mixtas hasta un máximo del 25% aproximadamente. Afecta en mayor medida a los metasomatismos diagenéticos por carbonatos y a los cementos carbonatados principalmente al de poros. (Figura 168). Para las muestras con bioclastos este proceso es importante, relacionado con la disolución de estos principalmente.

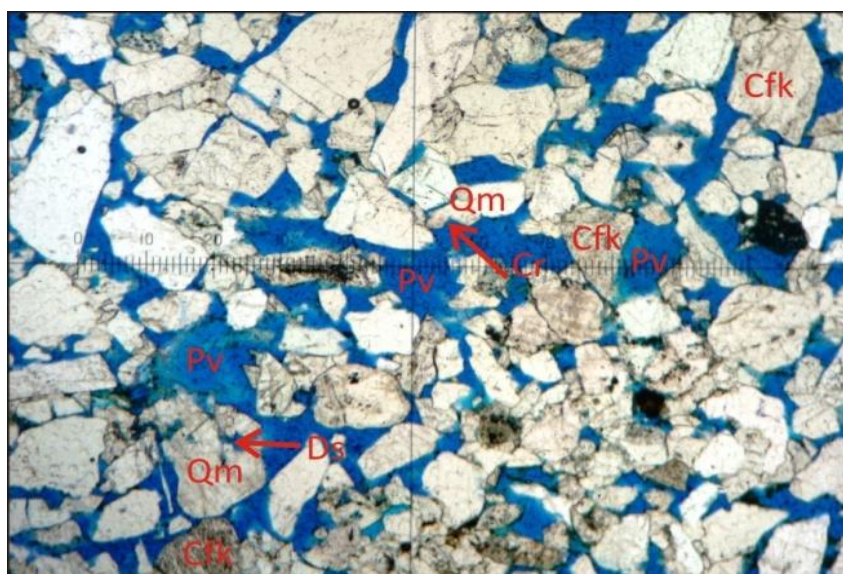


Figura 168. Subarcosa submadura con porosidad vugular (Pv), cuarzo monocristalino (Qm) con corrosión (Cr) y disolución (Ds) además caolinitización de feldespato alcalino (Cfk) con corrosión (Cr); muestra P(6)3 263.91-P024 40x-LP.

6.5.2.3.3 Neomorfismos. Las rocas terrígenas presentan neomorfismos degradantes (Figura 169) de cemento basal principalmente y aisladamente neomorfismos agradantes de cemento de poros sin ser un proceso relevante.

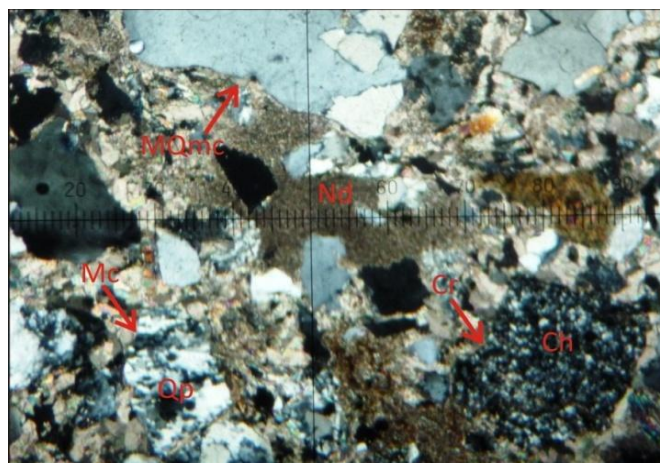


Figura 169. Arcosa lítica madura en la que se observa neomorfismo degradante de cemento de poros (Nd), chert (Ch) con corrosión (Cr), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y cuarzo policristalino metamorfoico deformado (Qp) con metasomatismo parcial por carbonato (Mc); muestra P(6)3 161.03-P013 40x-NX.

En algunas rocas mixtas se presentan neomorfismos agradantes y degradantes de cemento basal (Figura 154 a, Figura 154 b).

6.5.2.4 Paragénesis Diagenética

Los procesos que se describen a continuación se ubicaron en un tiempo relativo de aparición (Tabla 16).

Para la etapa de diagénesis marina se presentan evidencias de compactación como la deformación mecánica de micas y una fuerte deformación de bioclastos, ocurriendo esto en una etapa temprana antes de la precipitación de carbonatos como cementos de poros y cementos basales donde simultáneamente se dieron con la aparición de la calcita rica en magnesio, cemento isópaco fibroso e isópaco hojoso característicos de este ambiente.

Posterior a esta etapa en el ambiente meteórico aparece cementos de poros y basales con textura en Blocky, además aparece la corrosión de fragmentos de

cuarzo, feldespatos, y fragmentos líticos siendo esta muy importante en la unidad pero ubicándose hacia la parte final de esta etapa; la aparición de cemento pelicular clorítico y ferruginoso se da posiblemente después de la aparición de los cementos carbonatados pues en la mayoría de los casos impide el avance de la corrosión y de los metasomatismos parciales por carbonato los cuales probablemente se dan al principio de la etapa de enterramiento.

El metasomatismo de micas y glauconitas por óxidos y el de glauconitas por carbonato son difíciles de ubicar en el tiempo con la información obtenida pues pueden aparecer en cualquiera de las dos etapas pero para el caso de las glauconitas se ubican hacia el final de la fase marina y al principio de la fase meteórica.

En la etapa de enterramiento se genera cemento basal y de poros en mosaico, se dan los procesos neomorficos que afectan parcialmente cementos carbonatados, dolomitización de cementos carbonatados y sobrecrecimientos, procesos típicos de este ambiente, además evidencias de efectos de compactación como estilolitos y grietas de disolución.

Finalmente se tiene una nueva fase meteórica tardía que genera una fuerte disolución que afecta principalmente a los metasomatismos diagenéticos generando porosidad secundaria que posteriormente es destruida por cemento de poros ferruginoso, clorítico y silíceo. El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina posterior a los cementos ya que tiñe tanto los cementos carbonatados como los metasomatismos diagenéticos en algunos sectores.

	PROCESOS DIAGENÉTICOS	PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA			
		DIAGÉNESIS TEMPRANA		DIAGÉNESIS TARDIA	
		MARINA	METEÓRICA	ENTERRAMIENTO	METEÓRICA
CARBONATOS	Deformación de Bioclastos	—	—	—	—
	Cemento de Poros Carbonatado	■	■	■	■
	Cemento Basal Carbonatado	■	■	■	■
	Caliza rica en Magnesio	?????????	—	—	—
	Cemento Isópaco Fibroso	—	—	—	—
	Cemento Isópaco Hojoso	—	—	—	—
	Cemento Basal y de poros con Textura en "Blocky"	—	—	—	—
	Cemento de Poros y Basal con textura en Mosaico	—	—	—	—
	Neomorfismo Agradante	—	—	—	—
	Neomorfismo Degradante	—	—	—	—
	Sobrecrecimientos	—	—	—	—
	Dolomitización de Cementos Carbonatados	—	—	—	—
	Disolución	—	—	—	—
	Cemento Pelicular Ferruginoso	—	—	—	—
	Estibolitos	—	—	—	—
SILICATOS	Grietas de Disolución	—	—	—	—
	Cemento de Poros Ferruginoso	—	—	—	—
	Cemento de Pigmento ferruginoso	—	—	—	—
	Deformación Mecánica de Micas	—	—	—	—
	Cemento de Poros Silíceo	—	—	—	—
	Cemento Pelicular de Clorita	—	—	—	—
	Metasomatismo de micas por óxidos de hierro	—	—	—	—
	Metasomatismo de glauconita por óxidos de hierro	—	—	—	—
	Corrosión de Cuarzo por Carbonato	—	—	—	—
	Corrosión de Feldespatos por Carbonato	—	—	—	—
	Corrosión de Micas y Fragmentos Líticos por Carbonato	—	—	—	—
	Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	—	—	—	—
	Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	—	—	—	—
	Metasomatismo de Micas y Líticos por Carbonato	—	—	—	—
	Metasomatismo de Glauconita por Carbonato	—	—	—	—
Cemento de Poros Clorítico	—	—	—	—	

■ Importancia Alta. — Importancia Media. - - - Importancia Baja. ?????? No Determinado.

Tabla 16. Secuencia paragenética establecida para la Formación El Cerrito en el Pozo 6

6.6 FORMACION SINCELEJO

6.6.1 Pozo 4A

Para este pozo se analizaron 2 secciones delgadas, ambas corresponden a rocas a terrígenas, para estas se estudiaron los principales procesos diagenéticos que se presentan en la unidad.

6.6.1.1 Transformación del espacio intersticial

6.6.1.1.1 Porosidad. Esta varía entre el 23 y el 40%, la porosidad primaria se presenta entre el 2 y el 5%, la mayor parte de la porosidad de la roca corresponde a porosidad vugular asociada a la disolución de carbonatos y a los metasomatismos producidos por éste (Figura 170).

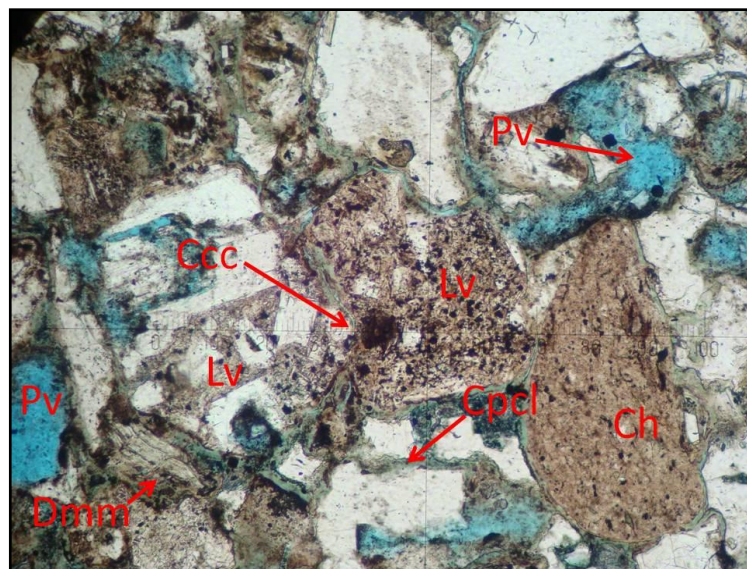


Figura 170. Litoarenita Inmadura en la que se aprecia porosidad por disolución del tipo vugular (Pv), cemento pelicular de clorita (Cpcl), contactos entre granos cóncavo-convexo y deformación mecánica leve en mica (Dmm), nótese la presencia de fragmentos líticos volcánicos (Lv) y chert (Ch); muestra P4A-319.72-P010 100x-LP.

6.6.1.1.2 Compactación. Se manifiesta principalmente por medio de los tipos de contactos, el empaquetamiento en general es alto, predominan los contactos largos, los contactos cóncavo-convexos le siguen en importancia (Figura 172) y finalmente los contactos tangenciales. La deformación mecánica de micas se presenta en baja proporción, también se presentan deformación química evidenciada en la presencia de estructuras de presión - disolución, como los estilolitos (Figura 171).

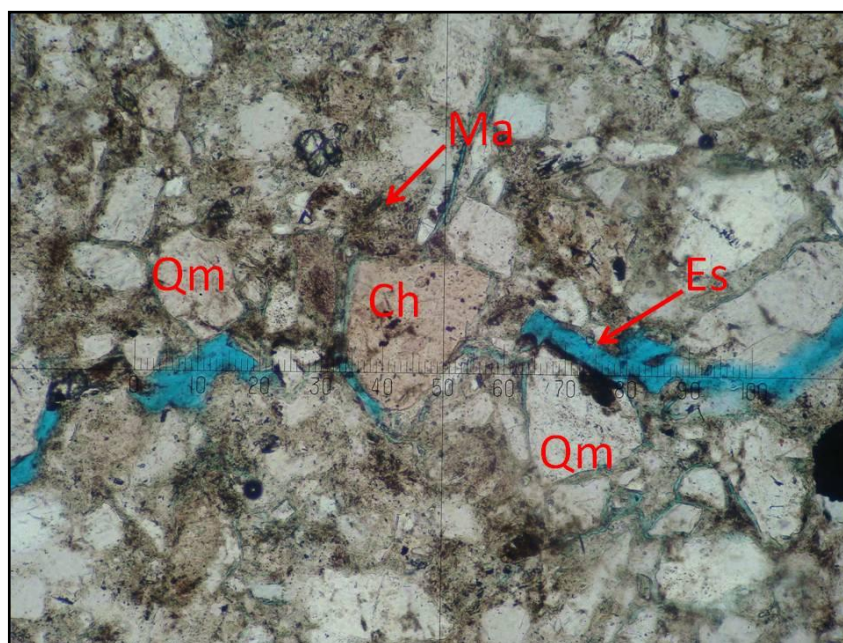


Figura 171. Cuarzo Arenita Inmadura, se observan estilolitos (Es), así como la presencia de matriz arcillosa (Ma) y de clastos de cuarzo monocristalino (Qm) y chert (Ch); muestra P4A-314.04-P009 100x- LP.

6.6.1.2 Neoformaciones minerales

6.6.1.2.1 Cementos. Predomina el cemento de poros de fractura, seguido del cemento pelicular y finalmente el de pigmento ferruginoso.

6.6.1.2.1.1 Cemento de poros. Se tiene principalmente cementos carbonatados y en menor proporción cemento silíceo.

El Cemento de poros carbonatado se encuentra asociado principalmente a fracturas, presenta textura en blocky alcanza un máximo de 7% aisladamente se encuentra neomorfismo agradante.

El Cemento de poros silíceo de tipo microcuarzo se presenta en algunos sectores sin alcanzar un porcentaje importante.

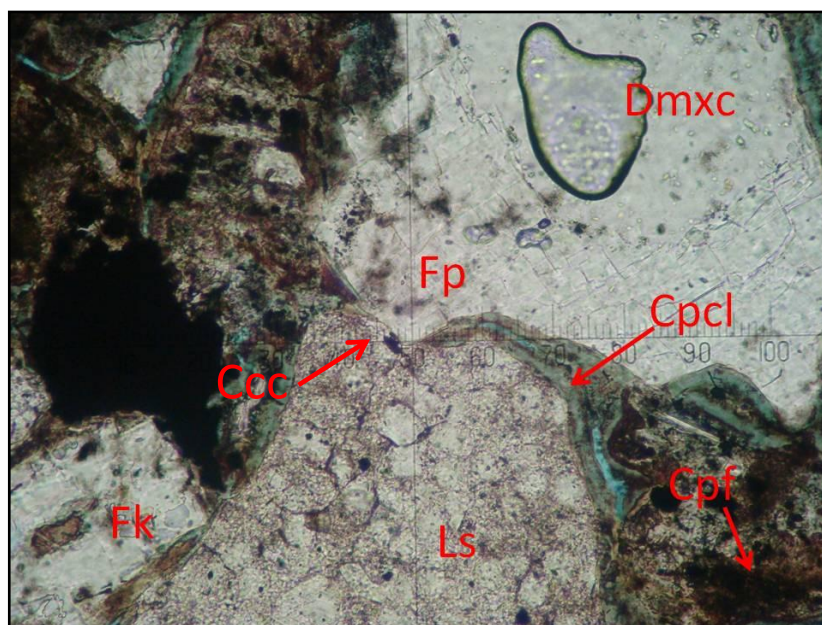


Figura 172. Litoarenita Inmadura, nótese la presencia de cemento pelicular de clorita (Cpcl), el cual impide la corrosión por cementos carbonatados, además cemento de pigmento ferruginoso (Cpf), contacto cóncavo-convexo entre granos (Ccc) y la presencia de fragmento lítico sedimentario (Ls), feldespato potásico (Fk) Y feldespato Plagioclasa (Fp) el cual evidencia disolución del metasomatismo sufrido por carbonato(Dmxc); muestra P4A-319.72-P010 200x-LP.

6.6.1.2.1.2 Cemento pelicular. Se presenta principalmente cemento pelicular de clorita.

El Cemento pelicular de clorita se presenta en toda la unidad, con un porcentaje que varía entre el 8 y el 24%, se presenta en forma fibrosa que impide la corrosión por cementos carbonatados (Figura 172).

6.6.1.2.1.3 Cementos de pigmento ferruginoso. Al igual que en las demás unidades se presenta recubriendo esporádicamente cementos y diferentes tipos de fragmentos, está constituido por hematita amorfa (Figura 172).

6.6.1.2.2 Metasomatismos diagenéticos. Es un proceso poco relevante en el pozo donde se tiene principalmente el de cuarzo por carbonato y en menor medida el de micas y fragmentos líticos volcánicos por óxidos de hierro.

6.6.1.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente, se presenta sin mostrar una tendencia particular, alcanza un máximo del 7% del total de granos (Figura 173); el reemplazamiento es parcial, cabe anotar que el contenido de carbonato es bajo.

6.6.1.2.2.2 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos. Este proceso se encuentra en menor proporción, alcanzando un valor del 4% del total de estos componentes (Figura 173).

6.6.1.2.2.3 Otros tipos de metasomatismos. Además de los anteriores procesos se encuentran otros de importancia relativamente menor como son la caolinitización de feldespatos alcalinos afectando casi totalmente los granos.

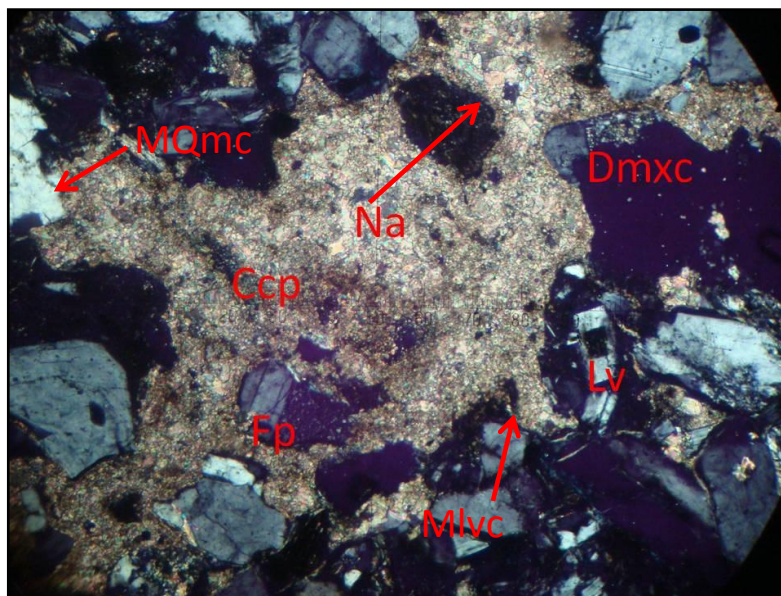


Figura 173. Litoarenita Inmadura en la que se observa fractura con cemento de poros carbonatado (Ccp), además metasomatismo de cuarzo monocristalino (MQmc) y fragmento lítico volcánico (Mlvc) por carbonato, nótese también la disolución del metasomatismo de cuarzo por carbonato (Dmxc), se puede apreciar igualmente neomorfismo agradable (Na) en cemento de poros y feldespato plagioclasa con macla combinada carlsbad-albita; muestra P4A-319.72-P010 100x-NX.

6.6.1.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.6.1.3.1 Corrosión. Está asociada principalmente con el inicio del metasomatismo de granos de cuarzo por carbonato, es un proceso que se encuentra poco desarrollado afectando el 6% del total de los granos de las muestras (Figura 174).

Los fragmentos líticos también presentan este proceso pero en proporciones muy bajas, menos del 1%.

6.6.1.3.2 Disolución. Relacionado con la generación de porosidad secundaria, como se anoto alcanza un máximo del 40%, asociada a la disolución del

metasomatismo de cuarzo por carbonato y cementos carbonatados (Figura 173, Figura 174).

6.6.1.3.3 Neomorfismos. Un tipo de neomorfismo agradante de alguna importancia es la recristalización de la matriz arcillosa en una de las muestras, este no supera el 4% del total de la matriz, además de este se presenta neomorfismo agradante aisladamente en cemento de poros en otra de las muestras (Figura 173).

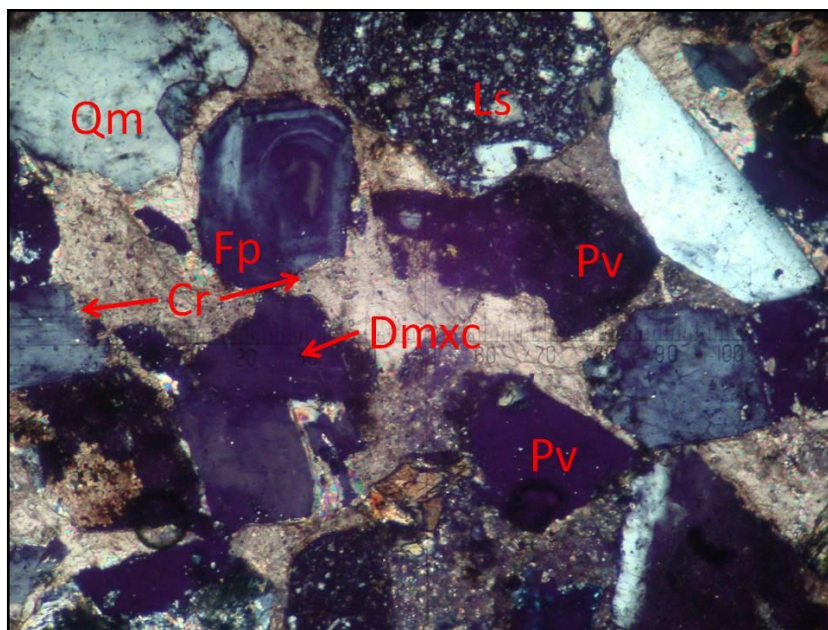


Figura 174. Litoarenita Inmadura en la que se observan fragmentos de cuarzo monocristalino (Qm), lítico sedimentario (Ls) y plagioclasa (Fp) zonada nótese también la corrosión (Cr) en cuarzo y feldespato y la porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento basal esparítico; muestra P4A-319.72-P010 100x-NX.

6.6.1.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo. La evolución de los procesos se presenta a continuación (Tabla 17).

Para la diagénesis en la etapa temprana el primer proceso que se presentó fué la deformación mecánica de micas, seguido de la aparición de cementos silíceos en muy bajo porcentaje e importancia, posteriormente tenemos la aparición de cemento carbonatado de poros con cierta importancia en una etapa temprana, la aparición de cementos peliculares de clorita aparentemente sucedió antes y durante la precipitación de carbonatos puesto que la mayoría de granos del pozo fueron protegidos contra la corrosión y metasomatismos fuertes, esto tal vez beneficiado por una rápida disolución del carbonato presente; la caolinitización de feldespatos alcalinos es difícil de ubicar en el tiempo pero se presume que ocurre en una etapa temprana.

Posterior a esto se da una fuerte disolución del cemento carbonatado que suscito que la corrosión y el metasomatismo por carbonato no tuviera un alto impacto en las muestras. La corrosión es leve y se presenta hacia el final de la etapa temprana e inicio de la tardía, esta da inicio a los metasomatismos de cuarzo feldespatos y fragmentos líticos por carbonato en una etapa de diagénesis tardía que en igual medida que la corrosión no fue un proceso importante.

Hacia la etapa final de diagénesis se dieron procesos típicos de enterramiento como son la recristalización de matriz arcillosa, Neomorfismos Agradantes y la presencia de estilolitos, la aparición de cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se da en varias etapas sin ser importante.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	-----	
Cemento de Poros Silíceo	-----	
Cemento de Poros Carbonatado	-----	
Cemento Pelicular de Clorita	????????????	???????
Caolinitización de Feldespatos Alcalinos	????????????	???????
Disolución	-----	
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	-----	
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	-----	
Corrosión de Micas y fragmentos Líticos por carbonato	-----	
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	-----	
Metasomatismo de Feldespato por Carbonato	-----	
Metasomatismo de Micas y Fragmentos Líticos por Carbonato	-----	
Neomorfismos Agradantes	-----	
Recristalización de Matriz Arcillosa	-----	
Estilolitos	-----	
Cemento de Pigmento Ferruginoso	????????	???????

■ Importancia Alta. ----- Importancia Media. ----- Importancia Baja. ?????? No Determinado.

Tabla 17. Secuencia paragenética establecida para la Formación Sinceljeo en el Pozo 4A

6.6.2 Pozo 14

Para este pozo se analizaron 4 secciones delgadas en la cuales se hace una descripción de los materiales y procesos diagenéticos importantes en cada una de las muestras, las muestras en su totalidad corresponden a litoarenitas feldespáticas

6.6.2.1 Transformación del espacio intersticial

6.6.2.1.1 Porosidad. La porosidad en general es mala alcanzando valores entre 1 y 2%. Este porcentaje corresponden en su totalidad a porosidad secundaria asociada principalmente a la disolución de tipo vugular (Figura 175, Figura 176 c).

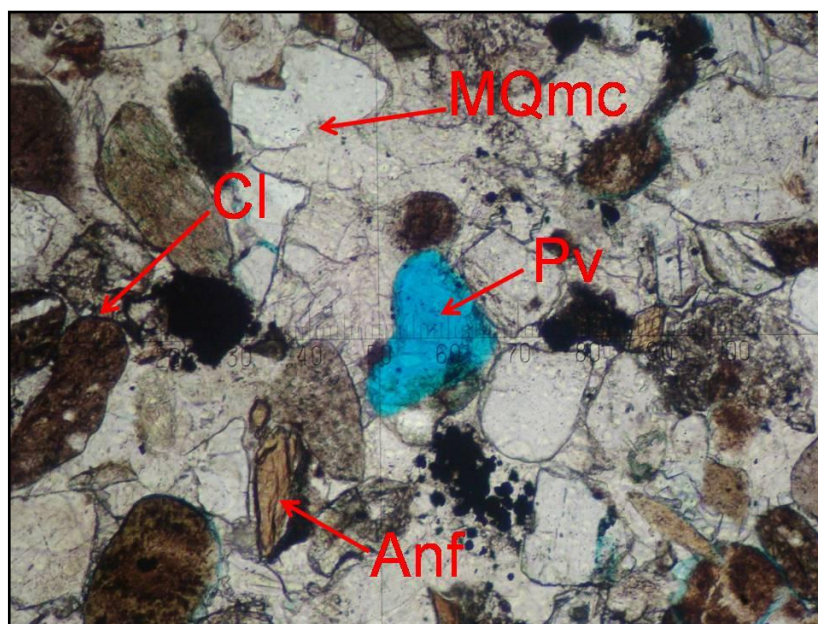


Figura 175. Litoarenita Feldespática Madura, se observa porosidad vugular (Pv) por disolución del cemento basal carbonatado, además contacto largos (Cl) entre granos, anfíbol (Anf) y metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc); muestra P14-340.5-P008 100x-LP.

6.6.2.1.2 Compactación. En general los contactos predominantes son flotantes y tangenciales (Figura 176 b), en algunos casos podemos encontrar aisladamente contactos largos (Figura 175), otro indicio importante de compactación es la presencia de micas con deformación mecánica principalmente en biotitas y cloritas en todos los casos es una deformación leve, además de esto tenemos la presencia de estilolitos que indica procesos de presión disolución en algunas de las muestras (Figura 176 a, Figura 176 b, Figura 176 c).

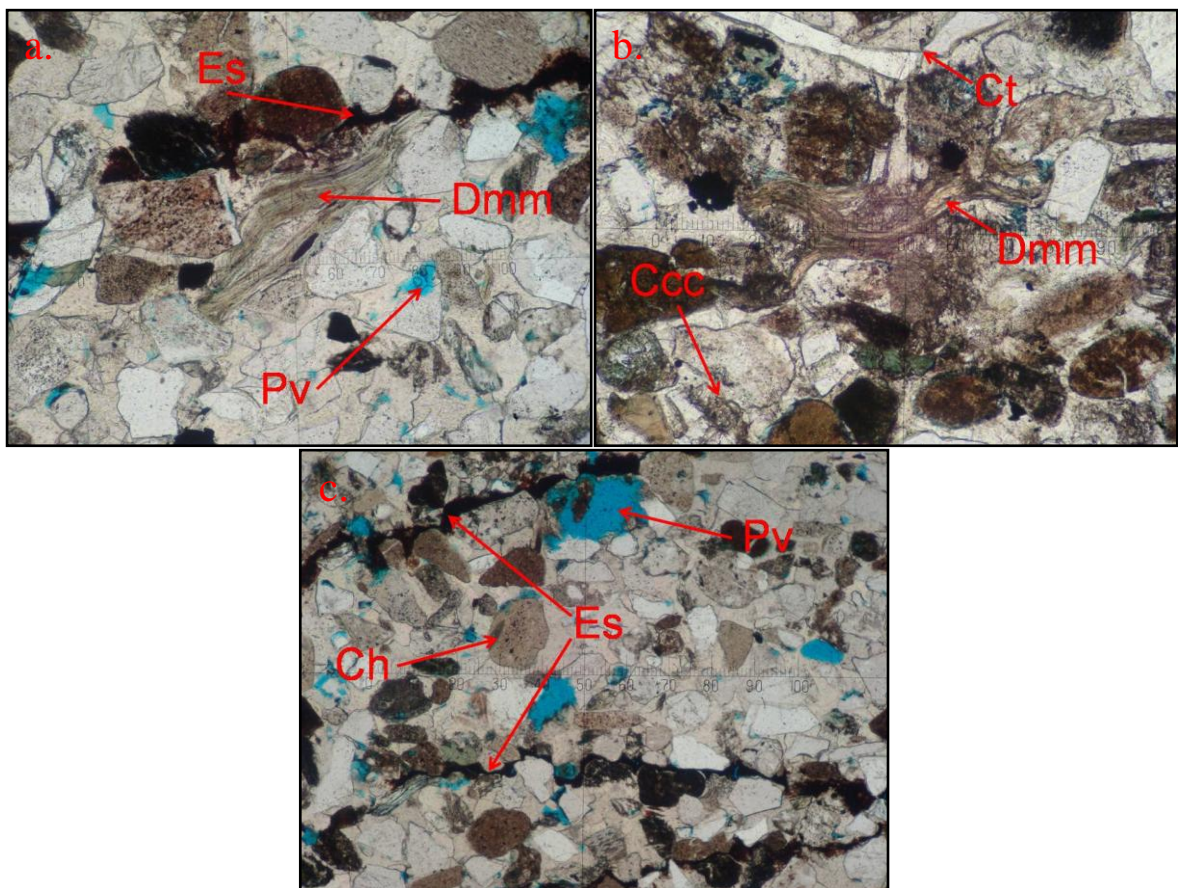


Figura 176 a. Litoarenita Feldespática Madura, nótese deformación mecánica de micas (Dmm) por compactación, además porosidad vugular (Pv) por disolución y estilolitos (Es) rellenos por óxidos de hierro; muestra P14-340.5-P008 100x-LP. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, se observa deformación mecánica de micas (Dmm) por compactación, también contactos cóncavo-convexos (Ccc) y contactos tangenciales (Ct); muestra P14-240.3-P005 100x-LP. **c.** Litoarenita Feldespática Madura, obsérvese estilolitos (Es) rellenos de óxidos de hierro, también porosidad vugular (Pv) y fragmentos de chert (Ch); muestra P14-240.3-P005 50x-LP.

6.6.2.2 Neoformaciones minerales

6.6.2.2.1 Cementos. Existe variedad en los tipos de cemento, se tiene principalmente en las muestras cemento basal carbonatado poikilítico seguido de cemento de poros, de menor importancia el pelicular de clorita y de pigmento ferruginoso.

6.6.2.2.1.1 Cemento basal carbonatado poikilítico. Se presenta en todas las muestras en porcentajes importantes en el rango de 27 al 40% (Figura 177 a, Figura 177 b).

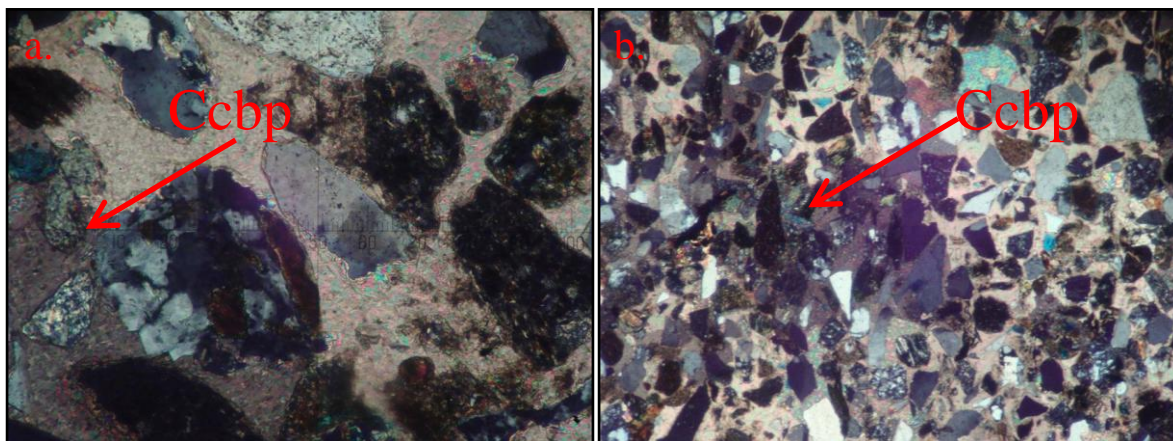


Figura 177 a. Litoarenita Feldespática Madura, se observa cemento basal poikilítico (Ccbp); muestra P14-253.5-P006 200x-NX. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, nótese cemento basal poikilítico (Ccbp); muestra P14-253.5-P006 50x-NX.

6.6.2.2.1.2 Cemento de poros. En las muestras se presentan principalmente cementos de carbonato, óxidos de hierro, clorita y silíceo estos en baja proporción.

El Cementos de poros carbonatados se presenta en todo el pozo con porcentajes que varían entre el 2 y el 6% (Figura 178 a), para una de las muestra se presenta cemento carbonatado en fractura con textura en mosaico que alcanza el 10%. La

presencia de cemento de poros carbonatado de micrita se limita a esta misma sección y su porcentaje no supera el 4%.

El Cemento de poros de oxido de hierro se presenta casi en la totalidad de las muestras con porcentajes cercanos al 12%, en algunas se presenta rellenando estilolitos con un porcentaje del 2 al 10%; el 2% restante del cemento se encuentra rellenando porosidad vugular (Figura 178 b).

El Cementos de poros de clorita se presenta en la unidad con porcentajes que varían entre el 3 y el 8%.

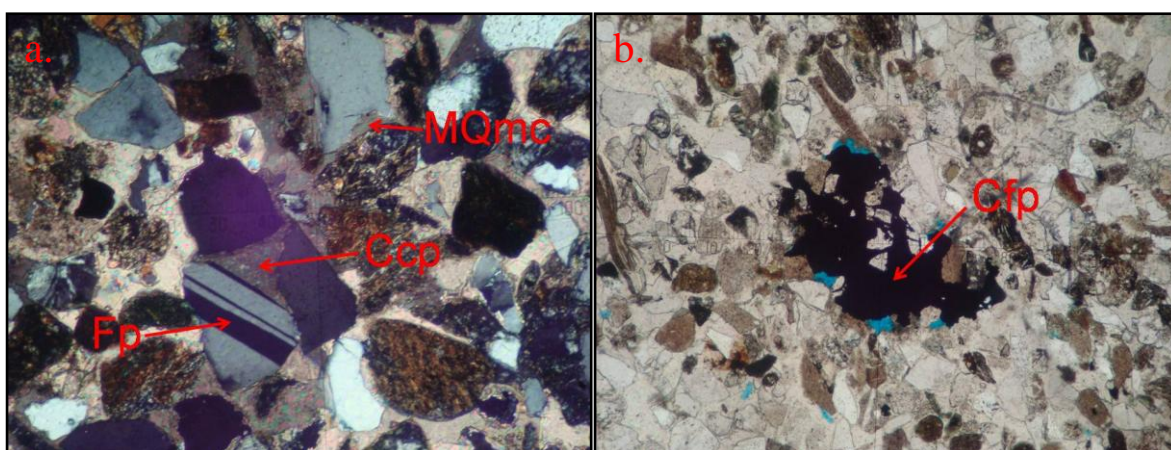


Figura 178 a. Litoarenita Feldespática Madura, Nótese cemento carbonatado de poros (Ccp), además metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y feldespato plagioclasa (Fp) con macla de albita; muestra P14-283-P007 100x-NX. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, se observa cemento ferruginoso de poros (Cfp); muestra P14-253.5-P006 50x-LP.

6.6.2.2.1.3 Cemento pelicular. Se presenta principalmente como cemento pelicular de clorita seguido del pelicular de óxidos de hierro.

El Cemento pelicular de clorita se encuentra representado por porcentajes relativos del 2 al 5% en algunos casos impide el avance en la corrosión de los carbonatos sobre los clastos (Figura 179 a).

El Cemento pelicular de óxidos de hierro aparece esporádicamente en una de las secciones y su porcentaje no supera el 1%.

6.6.2.2.1.4 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se encuentra en todas las muestras alcanzando valores desde el 2 al 7%, se observa como un pigmento superpuesto sobre los otros cementos (Figura 179 b).

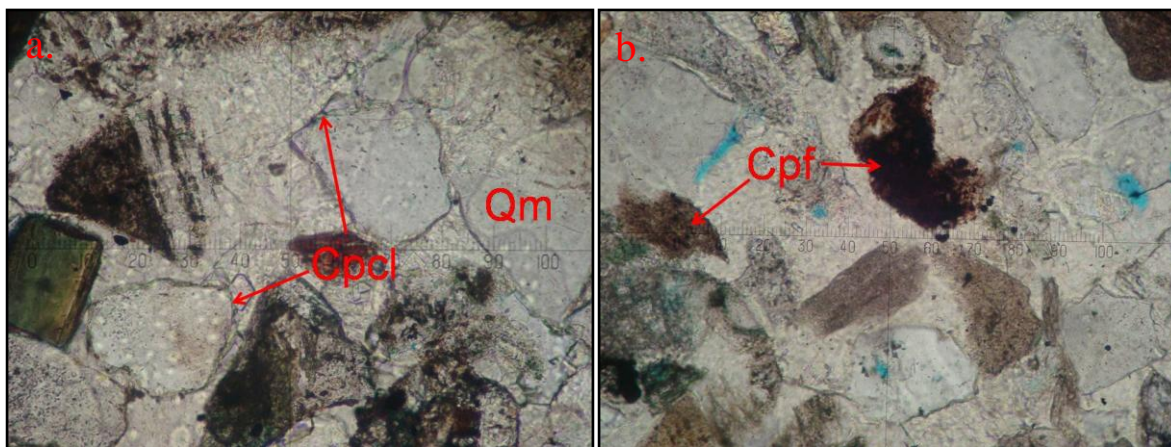


Figura 179 a. Litoarenita Feldespática Madura; nótese cuarzo monocristalino (Qm) con cemento pelicular de clorita (Cpcl); muestra P14-340.5-P008 200x-LP. **b.** Litoarenita Feldespática Madura; se observa cemento de pigmento ferruginoso (Cpf) sobre cemento basal carbonatado, también micritización de clasto (); muestra P14-253.5-P006 200x-LP.

6.6.2.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos principales son de cuarzo y feldespatos por carbonatos menos importantes son los metasomatismos de fragmentos líticos por carbonato, los de micas por óxidos de hierro de menor importancia está la caolinitización de feldespatos y sericitización de plagioclasas.

6.6.2.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Es el más frecuente e importante, se encuentra en todas las secciones afectando en forma parcial o avanzada al 100% del total de clastos de cuarzo tanto monocristalino como policristalino (Figura 178 a, Figura 180 a, Figura 180 b).

Debido al neomorfismo agradante en todas las secciones no es posible determinar el tipo de carbonato que reemplazó al cuarzo.

6.6.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. De la misma forma que el cuarzo, tanto los feldespatos alcalinos como las plagioclasas en su totalidad se encuentran en forma parcial (Figura 180 b) o avanzada afectados por este metasomatismo (Figura 180 c).

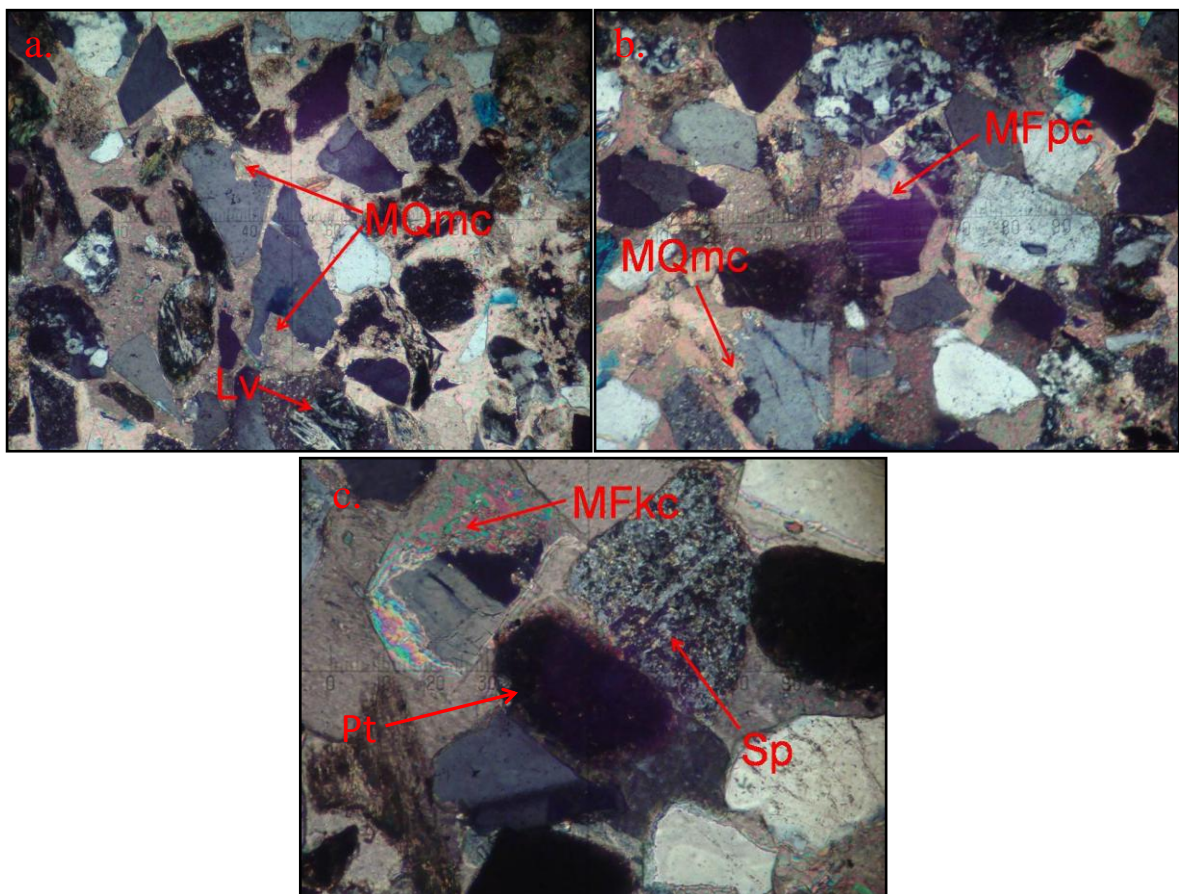


Figura 180 a. Litoarenita Feldespática Madura, nótese metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), además lítico volcánico (Lv); muestra P14-253.5-P006 100x-NX. b. Litoarenita Feldespática Madura, se observa metasomatismo de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), también metasomatismo de plagioclasa con macla de microclina por carbonato (MFpc); muestra P14-240.3-P005 100x-NX. c. Litoarenita Feldespática Madura, se aprecia avanzado metasomatismo de feldespato alcalino con macla de carlsbad por carbonato (MFkc), también sericitización de plagioclasa y pellet (Pt); muestra P14-283-P007 200x-NX.

6.6.2.2.3 Metasomatismo de micas y fragmentos líticos por carbonatos. Los fragmentos líticos sedimentarios como el chert, y en algunos casos volcánicos presentan metasomatismos parciales por carbonato; para las micas el porcentaje es también elevado en la mayoría de las muestras.

6.6.2.2.4 Cloritización de fragmentos líticos volcánicos. Metasomatismo parcial con menor relevancia dentro de la unidad con porcentajes entre 1 y 2% para algunas muestras (Figura 181 a).

6.6.2.2.5 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos como el metasomatismo de micas biotitas, cloritas y moscovitas y de glauconitas por óxidos de hierro que en pocas ocasiones alcanzan valores importantes (Figura 181 b), otros son la sericitización de plagioclasas (Figura 180 c) y la caolinitización parcial de feldespatos alcalinos.

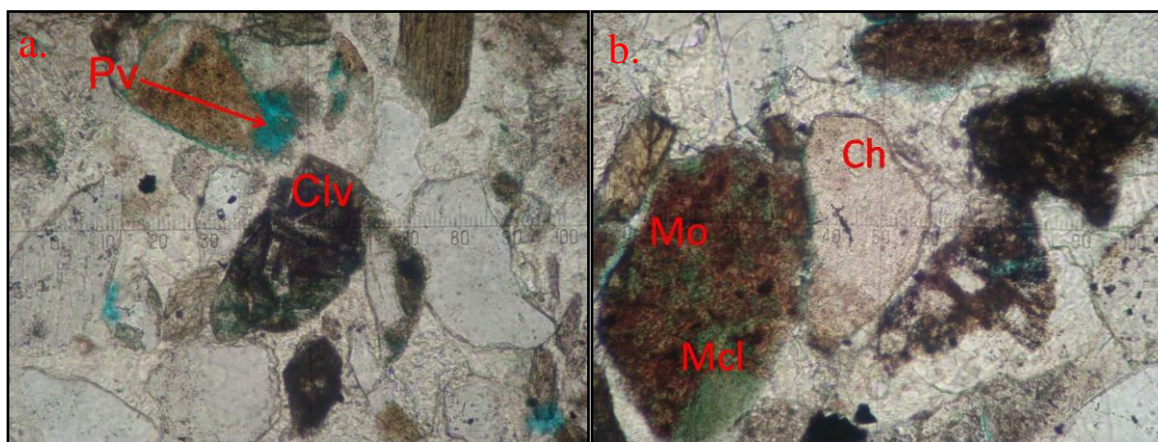


Figura 181 a. Litoarenita Feldespática Madura, en la que se observa cloritización de lítico volcánico (Clv), además porosidad vugular (Pv) por disolución; muestra P14-253.5-P006 200x-LP. **b.** Litoarenita Feldespática Madura, véase metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mo) en este caso clorita (Mcl), además clastos de chert (Ch); muestra P14-340.5-P008 200x-LP.

6.6.2.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión, disolución y neomorfismo.

6.6.2.3.1 Corrosión. La corrosión es un proceso muy importante en las muestras, afecta de manera moderada a alta los componentes, están asociados a metasomatismos de cuarzo por carbonatos (Figura 182). Este proceso afecta granos de cuarzo, feldespatos y fragmentos líticos en su totalidad.

6.6.2.3.2 Disolución. Está asociado con la producción de porosidad secundaria la cual es mínima, sin superar el 3%. Es un proceso poco importante en las muestras del pozo.

6.6.2.3.3 Neomorfismos. El neomorfismo agradante del cemento basal carbonatado es uno de los procesos más importantes dentro de la unidad, generando una textura poikilítica del cemento carbonatado en todas las muestras.

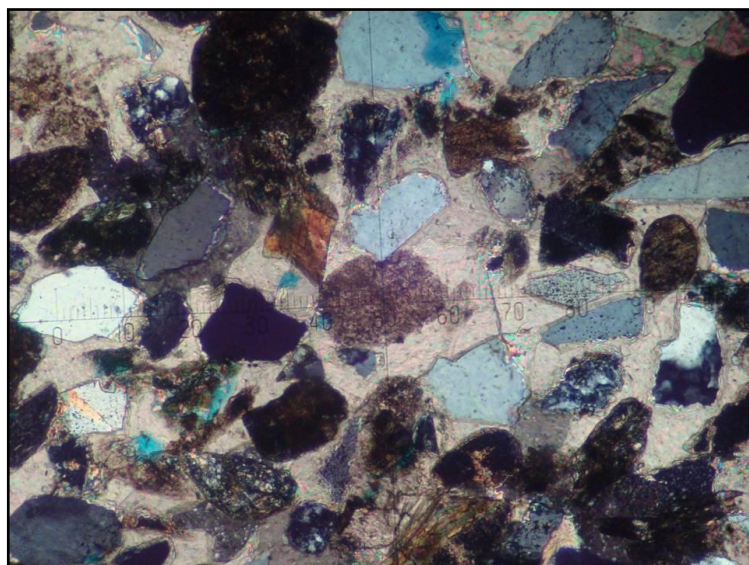


Figura 182. Litoarenita Feldespática Madura, nótese el proceso parcial o avanzado de corrosión afectando la totalidad de los clastos dentro de la muestra, este proceso es característico en toda la unidad; P14-253.5-P006 100x-NX.

6.6.2.4 Paragénesis Diagenética

La historia diagenética planteada a continuación se establece en términos relativos de tiempo. La evolución de los procesos se presenta a continuación (Tabla 18).

En la etapa temprana se da como primer procesos asociado a compactación la deformación mecánica de micas sin ser esta muy fuerte, esto nos indica que la posterior precipitación de cementos carbonatados ocurrió rápidamente y evito que la compactación fuera mayor. Posteriormente se da la precipitación de cemento en blocky en fractura de baja importancia, procesos como los cementos peliculares de clorita y ferruginosos, la caolinitización de feldespatos alcalinos, sericitización de plagioclasas y metasomatismos de micas por óxidos de hierro son difíciles de ubicar en al tiempo pero es posible que estos se den con mayor importancia en la etapa final de diagénesis temprana; en el caso de los cementos peliculares posiblemente la aparición de estos se de posterior a los metasomatismos por carbonato que en cualquiera de los casos es un proceso irrelevante dentro de las muestras.

Hacia el final de la etapa temprana el proceso mas importante es la corrosión de cuarzo, feldespatos, micas y fragmentos líticos por carbonato; este importante proceso antecede otro de igual importancia como es el metasomatismo de estos componentes por carbonato; como proceso sumamente importante es la presencia de un fuerte neomorfismo agradante en todo el cemento carbonatado además de estilolitos que indican etapa diagenética tardía; posteriormente se presenta una ligera disolución que genera porosidad secundaria que fue destruida aisladamente por óxidos de hierro y clorita.

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	-----	
Cemento de Poros Carbonatado	-----	
Cemento Basal Carbonatado	██████████	
Cemento de poros con textura Blocky en fractura	-----	
Cemento Pelicular de Clorita	????????	??????????
Cemento Pelicular Ferruginoso	????????	??????????
Caolinitización de Feldespatos Alcalinos	??????????	
Sericitización de Plagioclasas	??????????	
Metasomatismo de Micas por óxidos de hierro	??????????	
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	██████████	
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	██████████	
Corrosión de Micas y fragmentos Líticos por carbonato	██████████	
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	██████████	
Metasomatismo de Feldespato por Carbonato	██████████	
Metasomatismo de Micas y Líticos por Carbonato	██████████	
Cemento Basal Poikilítico	██████████	
Estilolitos	-----	
Disolución	-----	
Cemento de Poros Clorítico	-----	
Cemento de Poros Ferruginoso	-----	

██████ Importancia Alta. ----- Importancia Media. ----- Importancia Baja. ??????? No Determinado

Tabla 18. Secuencia paragenética establecida para la Formación Sincelajo en el Pozo 14

6.6.3 Pozo 17

Para este pozo se analizaron 5 secciones delgadas, a las cuales se les hace una descripción de los principales productos diagenéticos.

6.6.3.1 Transformación del espacio intersticial

6.6.3.1.1 Porosidad. La porosidad para estas muestras es moderada, sus valores se encuentran entre 1% y 10%, se observaron evidencias de porosidad primaria pero en un porcentaje muy bajo. La porosidad más abundante es la secundaria asociada a la disolución, tipo vugular (Figura 183 a), a esta le sigue la porosidad de fractura, encontrándose en muy baja proporción. (Figura 183 b).



Figura 183 a. Litoarenita feldespática submadura que presenta porosidad vugular (Pv), clorita (Cl), fragmento de chert (Ch) con cemento de pigmento ferruginoso(Cpf), anfíbol como mineral accesorio (Anf) y minerales opacos (Op); muestra P17 29-P002 100x-LP. **b.** Litoarenita submadura con porosidad de fractura (Pf), y fragmentos de chert (Ch); muestra P17 115.4-P006 100x-LP.

6.6.3.1.2 Compactación. En promedio se evidencia dominio de contactos flotantes seguido de los tangenciales y aisladamente cóncavo-convexos y largos. El empaquetamiento es moderado. La deformación de micas principalmente es de cloritas y moscovitas (Figura 184 a, Figura 184 b).

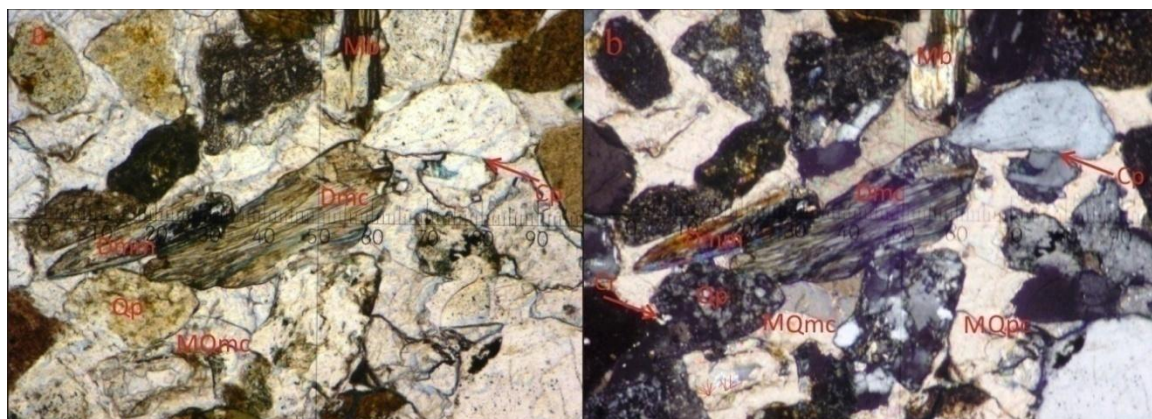


Figura 184 a, b. Litoarenita feldespática con deformación mecánica de clorita (Dmc), deformación mecánica de moscovita (Dmm), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), cuarzo policristalino recrystalizado (Qp) con corrosión (Cr), mica biotita (Mb) y contactos puntuales (Cp); muestra P17 115.4-P006 100x-LP,NX.

6.6.3.2 Neoformaciones minerales

6.6.3.2.1 Cementos. Se tiene principalmente cemento basal, seguido de cemento de poros y de menor importancia cemento de pigmento ferruginoso y cemento pelicular.

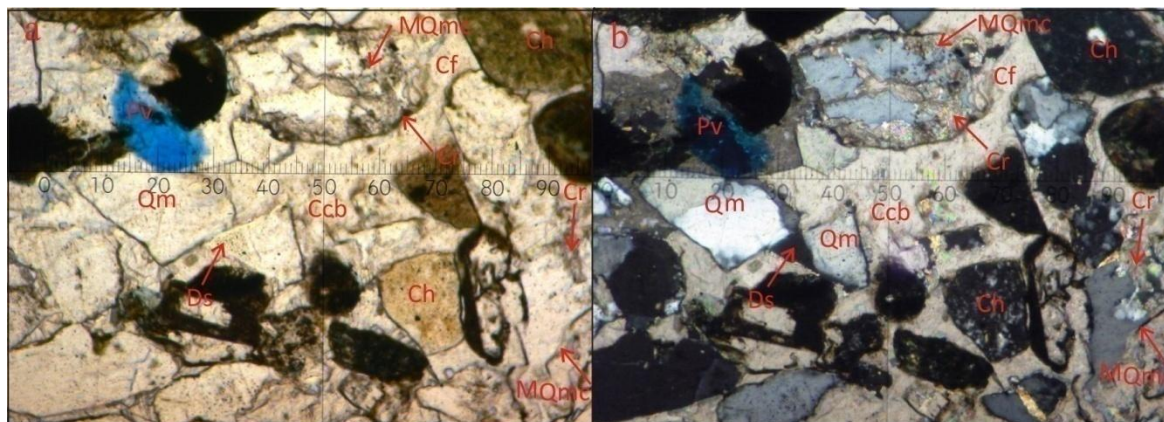


Figura 185 a,b. Litoarenita submadura en la que se aprecia cemento carbonatado basal compuesto por esparita (Ccb), cuarzo monocristalino (Qm) con disolución (Ds), metasomatismo avanzado por carbonato (MQmc) y corrosión (Cr), fragmento de chert (Ch), porosidad vugular por disolución de cemento basal (Pv) y contactos flotantes (Cf); muestra P17 115.4-P006 100x-LP,NX.

6.6.3.2.1.1 Cemento basal. Se tiene principalmente cemento de esparita, es el cemento más importante para esta unidad, alcanzando un porcentaje que varia desde un 15% hasta un 30% (Figura 185 a, Figura 185 b).

6.6.3.2.1.2 Cemento de poros. Le sigue en importancia al cemento basal, se presenta principalmente como esparita cristalina gruesa, con un porcentaje máximo del 11% aproximadamente.

El Cemento de poros de clorita solo es importante en algunas muestras el cual no superara el 1%.

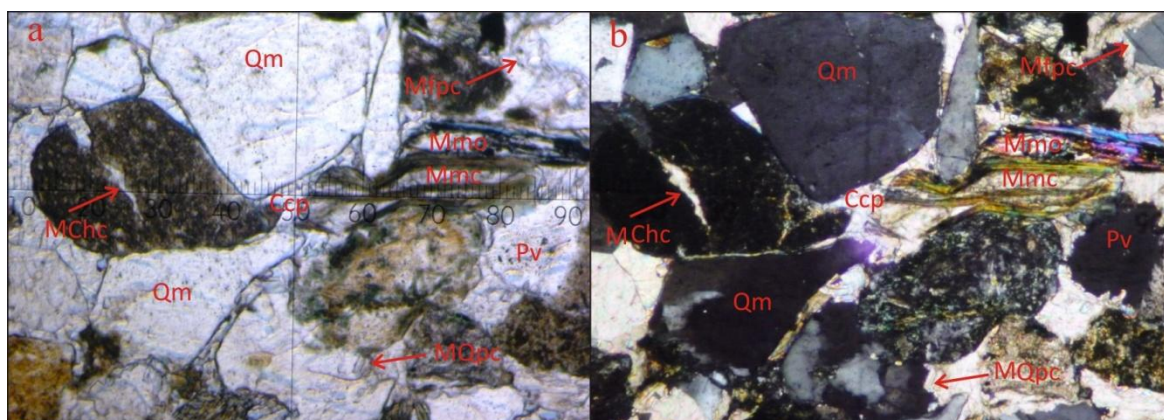


Figura 186 a, b. Litoarenita submadura que presenta cemento carbonatado de poros compuesto por esparita (Ccp), metasomatismo de moscovita por óxidos de hierro (Mmo) y metasomatismo por carbonato (Mmc), además metasomatismo parcial de feldespato plagioclasa por carbonato (Mfpc), fragmento de chert con metasomatismo parcial por carbonato (MChc), cuarzo monocristalino (Qm) y porosidad vugular por disolución de cemento de poros (Pv); muestra P17 115.4-P006 100x-LP, NX.

6.6.3.2.1.3 Cementos de pigmento de óxidos de hierro. Se encuentra en todas las muestras alcanzando valores desde el 1 al 7%, presentándose como hematita amorfa (Figura 183 b).

6.6.3.2.1.4 Cemento pelicular. Cemento poco importante, se presenta principalmente cemento pelicular de clorita, seguido de óxidos de hierro.

El Cemento pelicular de clorita se encuentra en todas las muestras donde en algunos casos impide el avance de la corrosión por cementos carbonatados, alcanza valores máximos del 2%.

El Cemento pelicular de óxidos de hierro está presente en algunas muestras, no supera el 2%.

6.6.3.2.2 Metasomatismo diagenéticos. Los metasomatismos más importantes para el pozo son los de cuarzo por carbonatos, metasomatismo de feldespatos por carbonato, metasomatismos de líticos por carbonato, micas por carbonato.

6.6.3.2.2.1 Metasomatismo de cuarzo por carbonato. Se presenta en todas las secciones siendo este el más importante con promedios que alcanzan hasta el 92% del total de clastos de cuarzo, este reemplazamiento es parcial. En general el metasomatismo se hace por carbonato cristalino grueso (Figura 185 a, Figura 185 b).

6.6.3.2.2.2 Metasomatismo de feldespatos por carbonato. Es un proceso que se presenta afectando el 100% del total de estos componentes; su reemplazamiento es por carbonato cristalino grueso (Figura 187 a, Figura 187 b).

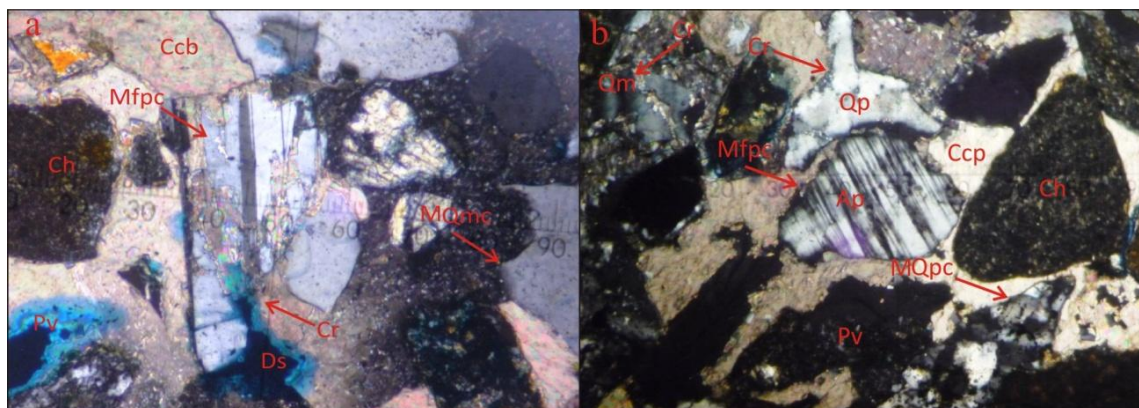


Figura 187 a. Litoarenita feldespática submadura en la que se aprecia feldespato plagioclasa con macla de albita con corrosión (Cr), disolución (Ds) y metasomatismo avanzado por carbonato (Mfpc) además cemento carbonatado basal de esparita (Ccb), fragmento de chert (Ch), metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado basal (Pv); muestra P17 29-P002 100x-NX. **b.** Litoarenita submadura en la que se observa feldespato plagioclasa albita-periclina (Ap) con metasomatismo parcial por carbonato (Mfpc), corrosión de cuarzo monocristalino por carbonato (Cr), cuarzo policristalino metamórfico recristalizado (Qp) con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (MQpc), fragmento de chert (Ch) y porosidad vugular (Pv) por disolución de cemento carbonatado de poros esparítico (Ccp); muestra P17 115.4-P006 100x-NX.

6.6.3.2.2.3 Metasomatismo de fragmentos líticos por carbonato. Afecta principalmente a los chert con un porcentaje que no supera el 50% (Figura 188 a, Figura 188 b) seguido de los líticos volcánicos con porcentaje del 50% aproximadamente, aisladamente se tienen los líticos plutónicos y líticos sedimentarios como arenitas.

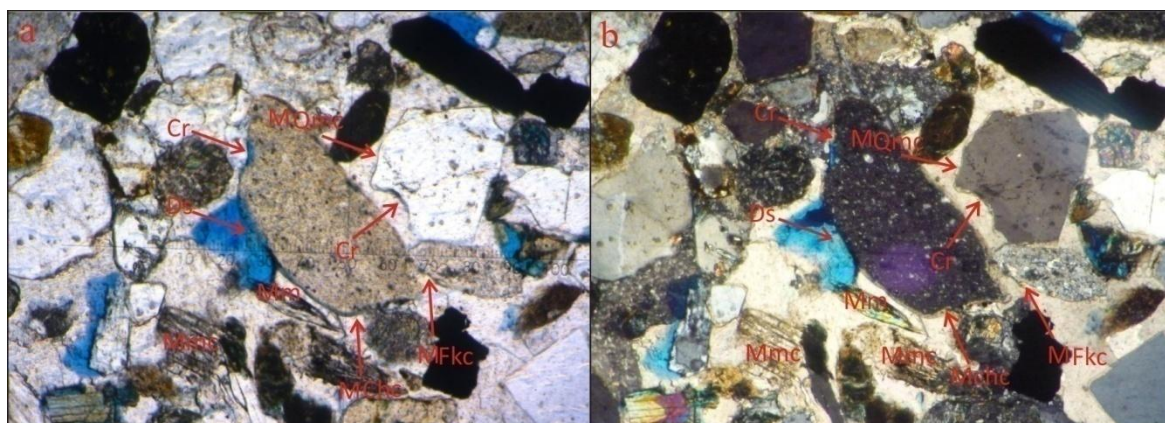


Figura 188 a, b. Litoarenita feldespática submadura en la que se distingue fragmento de chert con corrosión (Cr) y metasomatismo parcial por carbonato (MChc) además disolución (Ds); también metasomatismo parcial de cuarzo monocristalino por carbonato (MQmc), metasomatismo avanzado de feldespato alcalino por carbonato (MFkc) mica moscovita (Mm) y metasomatismo total de mica por carbonato (Mmc); muestra P17 29-P002 100x-LP,NX.

6.6.3.2.4 Metasomatismo de micas por carbonato. En este se encuentran afectadas principalmente las cloritas con un porcentaje del 40%, las biotitas y moscovitas también son afectadas pero en muy baja proporción (Figura 188 a, Figura 188 b).

6.6.3.2.5 Otros tipos de metasomatismos. De menor importancia se encuentran algunos metasomatismos como el de líticas por clorita (Figura 190 a) y de micas por óxidos de hierro (Figura 189 a, Figura 189 b).

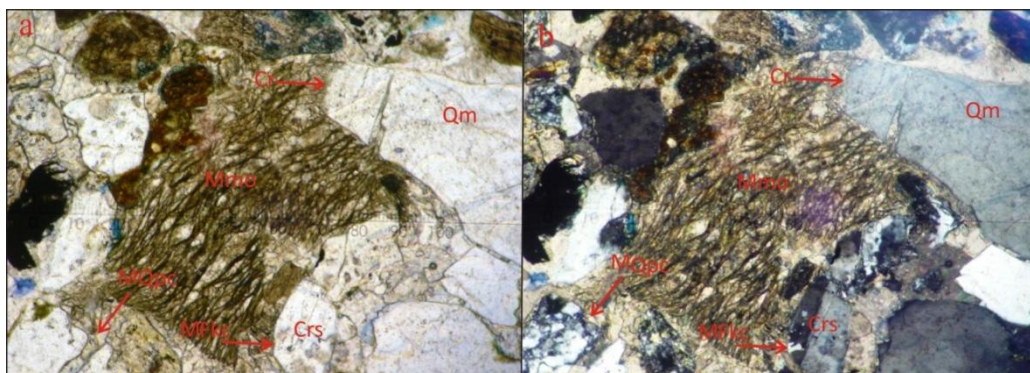


Figura 189 a, b. Litoarenita feldespática submadura con metasomatismo de mica por óxidos de hierro (Mmo), corrosión (Cr) de cuarzo monocristalino (Qm), feldespato alcalino con macla de carlsbad (Mfkc) y metasomatismo parcial por carbonato (MQpc), además cuarzo policristalino con metasomatismo parcial por carbonato (MQpc); muestra P17 29-P002 100x-LP,NX.

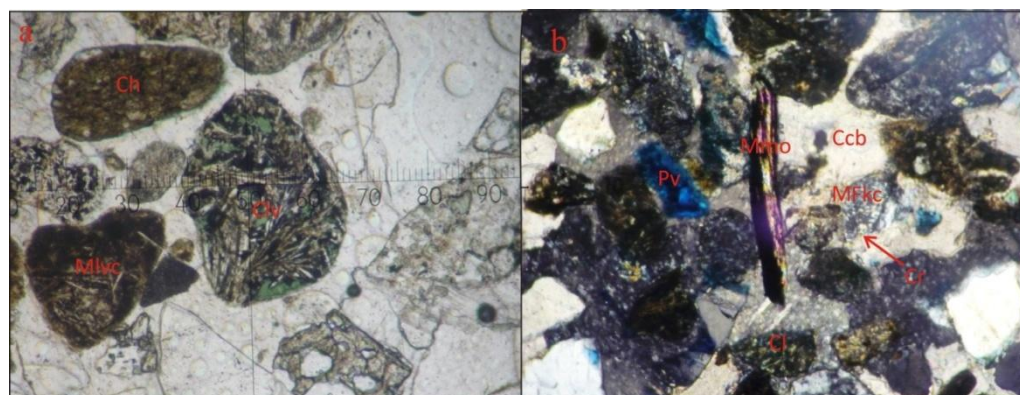


Figura 190 a. Litoarenita feldespática madura que presenta fragmento de lítico volcánico cloritizado (Clv) y metasomatismo parcial por carbonato (Mlvc), también se observa fragmento de chert (Ch); muestra P17 41.1-P004 100x-LP. **b.** Litoarenita feldespática submadura en la que es apreciable metasomatismo de moscovita por óxidos de hierro (Mmo), cemento carbonatado basal de esparita (Ccb), metasomatismo de feldespato alcalino por carbonato (Mfkc) y corrosión (Cr), clorita (Cl) y porosidad vugular (Pv); muestra P17 29-P002 100x-NX.

6.6.3.3 Transformación de los componentes

Se tienen corrosión y disolución.

6.6.3.3.1 Corrosión. Es un proceso importante para las rocas de la unidad, oscilando entre el 60 y el 92% de afectación parcial del total de granos de cuarzo. Al igual que en las unidades anteriores da inicio a los procesos de metasomatismo de cuarzo por carbonato (Figura 189 a, Figura 189 b). Los feldespatos están siendo afectados parcialmente con un porcentaje del 90% aproximadamente, también los fragmentos líticos como chert y líticos volcánicos evidencian este proceso.

6.6.3.3.2 Disolución. Relacionada con la porosidad secundaria que alcanza un valor medio de hasta el 30%, asociada a cemento carbonatado basal, de poros y a la disolución de metasomatismos (Figura 187 a).

6.6.3.4 Paragénesis Diagenética

Inicialmente se tiene el proceso relacionado con la deformación mecánica de micas. Posterior a esto se da la generación de cemento pelicular ferruginoso impidiendo la corrosión por carbonato, seguido se tiene cementación basal y de poros carbonatado que causa corrosión de granos de cuarzo, feldespatos, micas y fragmentos líticos, dando inicio a los procesos de metasomatismo; el cemento pelicular de clorita se forma después impidiendo el avance de la corrosión y del metasomatismo parcial por carbonato.

Posterior a los metasomatismos por carbonato en la etapa tardía se da la disolución que afecta principalmente a los cementos carbonatados y a los metasomatismos diagenéticos llevando a la generación de porosidad secundaria que en algunos sectores fue destruida por cemento de poros clorítico.

El cemento de pigmento ferruginoso posiblemente se origina posterior a los cementos ya que tiñe tanto los cementos carbonatados como los metasomatismos diagenéticos en algunos sectores (Tabla 19).

PARAGÉNESIS DIAGENÉTICA		
PROCESOS DIAGENÉTICOS	DIAGÉNESIS TEMPRANA	DIAGÉNESIS TARDÍA
Deformación Mecánica de Micas	- - - - -	
Cemento Pelicular Ferruginoso	- - - - -	
Cemento Basal Carbonatado	██████████	
Cemento de Poros Carbonatado	_____	
Cemento Pelicular de Clorita		??????????
Corrosión de Cuarzo por Carbonato	██████████	
Corrosión de Feldespatos por Carbonato	██████████	
Corrosión de Micas y fragmentos Líticos por Carbonato	_____	
Metasomatismo de Cuarzo por Carbonato	██████████	
Metasomatismo de Feldespatos por Carbonato	██████████	
Metasomatismo de Micas y Líticos por Carbonato	_____	
Disolución	- - - - -	
Cemento de Poros Clorítico	- - - - -	
Cemento de Pigmento Ferruginoso	- - - - -	????

██████ Importancia Alta. _____ Importancia Media. - - - - - Importancia Baja. ???????? No Determinado.

Tabla 19. Secuencia paragenética establecida para la Formación Sinclejo en el Pozo 17

7. POTENCIAL RESERVORIO

A partir del análisis petrográfico y diagenético hecho para las diferentes unidades en cada uno de los pozos, se determina el probable potencial reservorio de hidrocarburos en cada una de las formaciones; es de tener en cuenta que el análisis se hace a partir de observaciones al microscopio y que no contemplan en ningún caso análisis de permeabilidad y porosidad efectiva que podrían generar y acercar a resultados mas precisos y confiables.

7.1 FORMACIÓN ARROYO SECO

7.1.1 Pozo 2

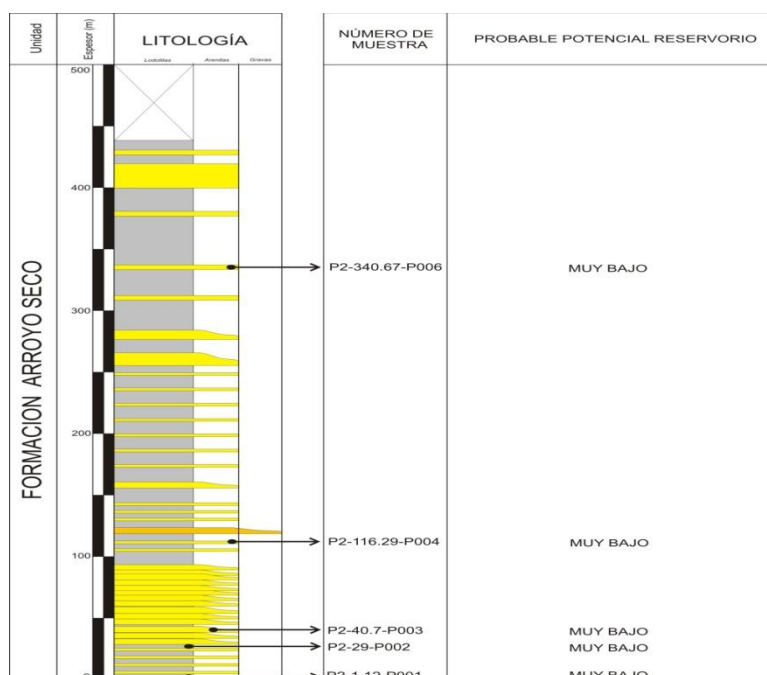


Figura 191. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 2 (modificado de Bermudez, 2008).

De las 5 secciones analizadas algunas de ellas presentan un potencial reservorio muy bajo pues corresponden a lutitas; las demás muestras pertenecen a litoarenitas y arcosa lítica de tamaño de grano medio principalmente y mala selección, los granos predominantes son subangulares a subredondeados y en menor proporción angulares y redondeados; el contenido de matriz arcillosa varia entre 3 y 16%. La compactación es moderada-alta, el contenido de cementos carbonatados en una de ellas alcanza el 34%; el cemento de poros ferruginoso destruyendo porosidad secundaria se presenta escasamente en las muestras de este pozo. La porosidad varía entre 6 y 25% toda correspondiente a porosidad secundaria. A partir de estos datos se concluye en general un bajo potencial reservorio para la muestras del pozo (Anexo A).

7.1.2 Pozo 3

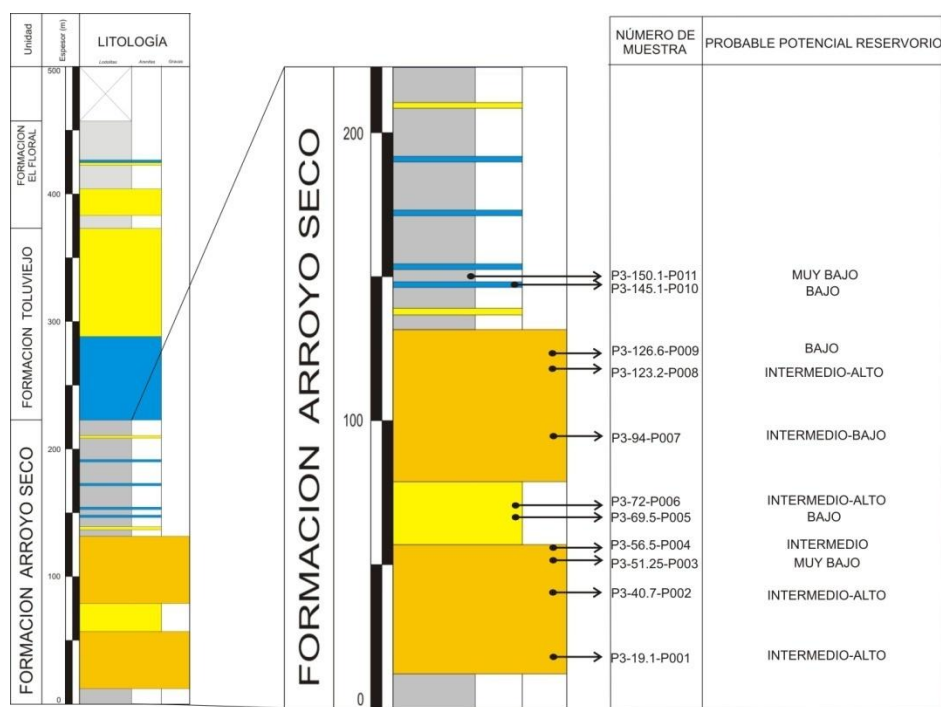


Figura 192. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 3 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 11 secciones, 6 de ellas corresponden a conglomerados de clastos ígneos y sedimentarios mal seleccionados con granos subangulares y subredondeados; el contenido de matriz arcillosa se presenta entre 1 y 5%. La compactación es moderada; el contenido de cemento carbonatado destruyendo principalmente porosidad primaria se encuentra entre 1 y 27%. La porosidad primaria (intergranular) está entre 3 y 6% y secundaria por disolución entre 1 y 28%. Apartir de las características descritas anteriormente se determina un potencial reservorio de intermedio a alto, con excepción de la muestra 003 que presenta los menores valores de porosidad y los mayores de cemento carbonatado; mostrando por esto un potencial reservorio muy bajo.

Las muestras correspondientes a litoarenitas y subarcosa, presentan tamaño de grano de arena gruesa, mal seleccionadas, con granos redondeados a subredondeados, matriz arcillosa entre 10 y 21% y arenosa entre 2 y 8%. La compactación es moderada, los cementos carbonatados se presentan sin superar el 1%; los cementos de poros silíceos, cloríticos y ferruginosos no sobrepasan el 3%. La porosidad primaria está entre el 1 y 14% para dos de las tres muestras y la secundaria varía entre 26 y 31%; pero debido al alto contenido de matriz arcillosa se considera un potencial reservorio de bajo a intermedio para ellas.

Las muestras que corresponden a micritas fosilífera y arenosa, presentan porosidad entre 9 y 15% correspondiente a porosidad secundaria por disolución de carbonatos. El potencial para estas muestras se considera entre bajo a muy bajo.

En general, el potencial reservorio a partir de las características descritas anteriormente se considera intermedio (Anexo B).

7.1.3 Pozo 8(2)

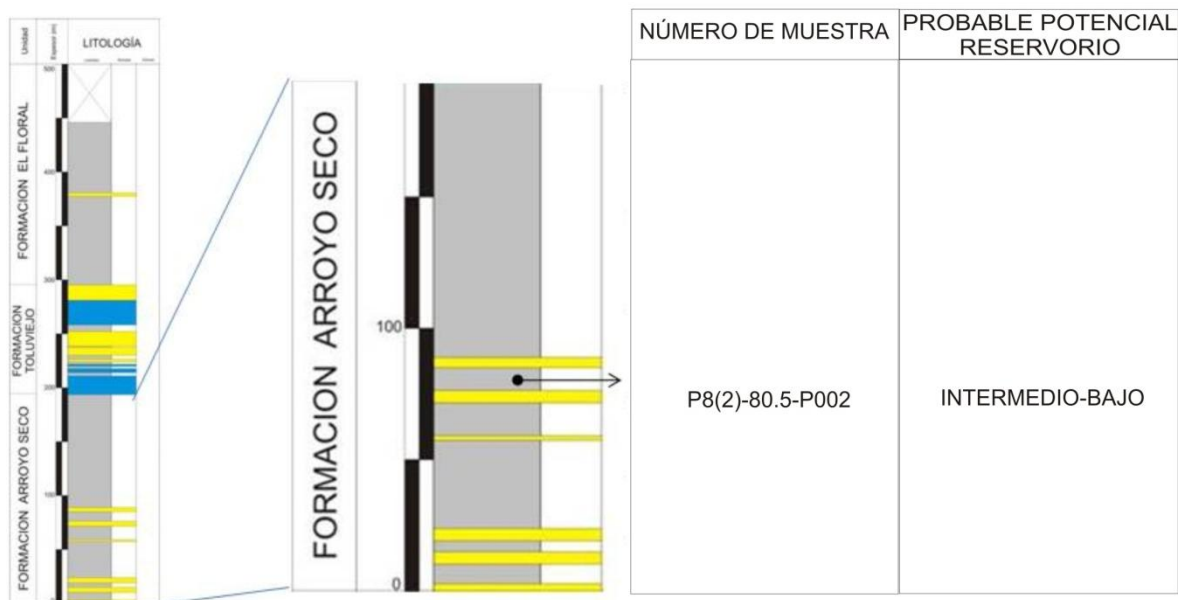


Figura 193. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio la muestra de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 8(2) (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizó una sección delgada clasificada como una sublitoarenita madura.

El tamaño promedio es arena media con buena selección, presenta clastos subangulares a subredondeados y matriz arcillosa sin superar el 4%. La compactación es leve; la presencia de cemento carbonatado alcanza el 18%, y los cementos cloríticos y de óxidos de hierro no superan el 2%. La porosidad por disolución de carbonatos tiene un 18% en la muestra. A partir de esto y teniendo en cuenta que el análisis se efectuó con una sola muestra, el probable potencial es de intermedio (Anexo C).

7.1.4 Pozo 11

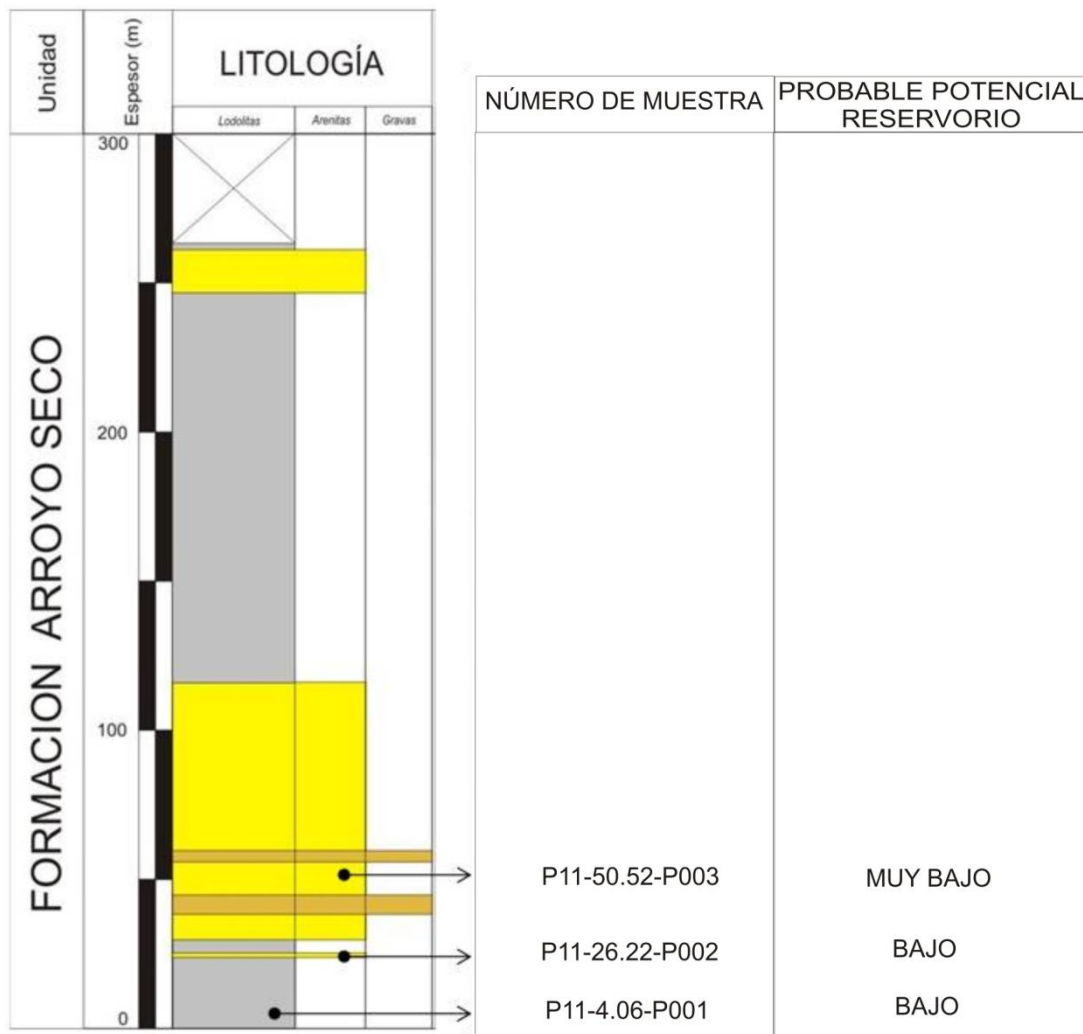


Figura 194. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 11 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron tres secciones correspondientes a subarcosas y arcosa.

El tamaño de grano promedio está entre arena fina y arena gruesa, moderadamente seleccionada, los granos son subangulares a subredondeados y

en algunos casos angulares; el contenido de matriz arcillosa es irrelevante en la unidad. La compactación es de moderada a alta, la presencia de cementos carbonatados es sumamente importante alcanzando valores entre 30 y 37%, los cementos de poros silíceos, cloritos y ferruginosos destruyendo porosidad secundaria se encuentran en bajos porcentajes alcanzando el 5% en algunos casos. La porosidad es secundaria y se encuentra entre 2 y 11%.

El probable potencial reservorio establecido a partir del anterior análisis es bajo (Anexo D).

7.1.5 Pozo 12

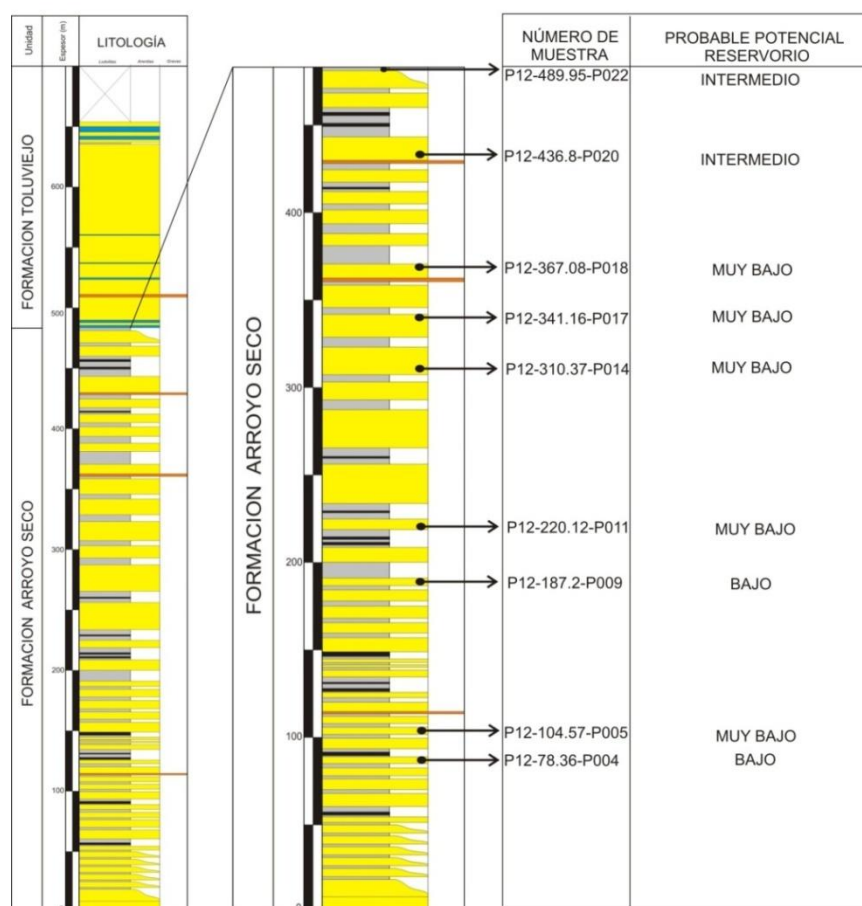


Figura 195. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 12 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 9 secciones delgadas, correspondientes a arcosas, subarcosas, sublitoarenita y bioesparrudita.

El tamaño de grano está entre arena fina a muy gruesa, moderadamente seleccionada, los clastos son subangulares a subredondeados; el contenido de matriz arcillosa es despreciable. La compactación es moderada, los cementos carbonatados están entre 2 y 45%, los cementos cloríticos y de óxidos de hierro se encuentran entre el 1 y 7% destruyendo porosidad secundaria principalmente. La porosidad presente es principalmente secundaria por disolución de tipo vugular, entre 2 y 27%. El probable potencial reservorio estimado es de bajo a muy bajo, a excepción de una de las muestras que presenta un potencial intermedio (Anexo E).

7.1.6 Pozo13

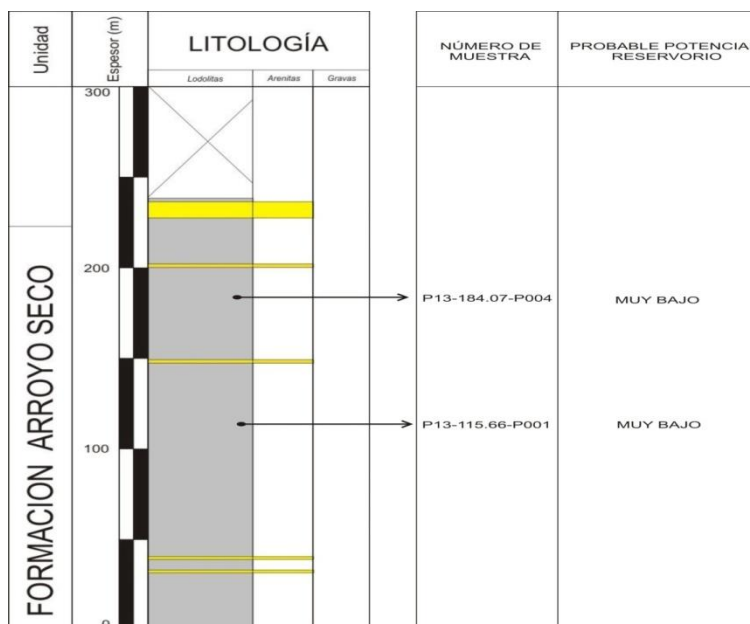


Figura 196. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Arroyo Seco en el Pozo 13 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se estudiaron dos secciones clasificadas como subarcosas.

El tamaño de grano es arena fina, bien seleccionadas, con clastos subangulares a subredondeados; la matriz arcillosa se presenta en una de ellas con un 18%. La compactación es baja, los cementos carbonatados aparecen solo en una con un 34%. La porosidad está entre 1 y 9% principalmente secundaria de tipo vugular por disolución de carbonatos. El potencial reservorio probable es muy bajo (Anexo F).

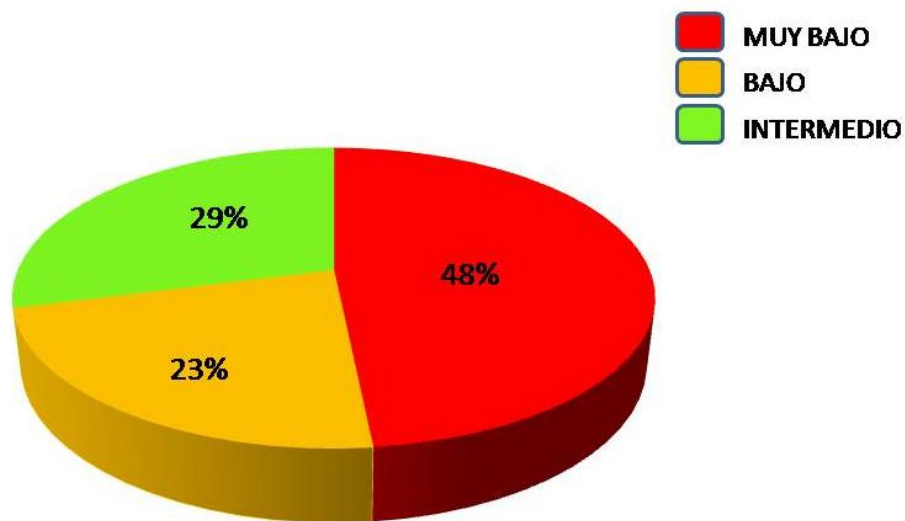


Figura 197. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Arroyo Seco.

7.2 FORMACIÓN TOLUVIEJO

7.2.1 Pozo 3

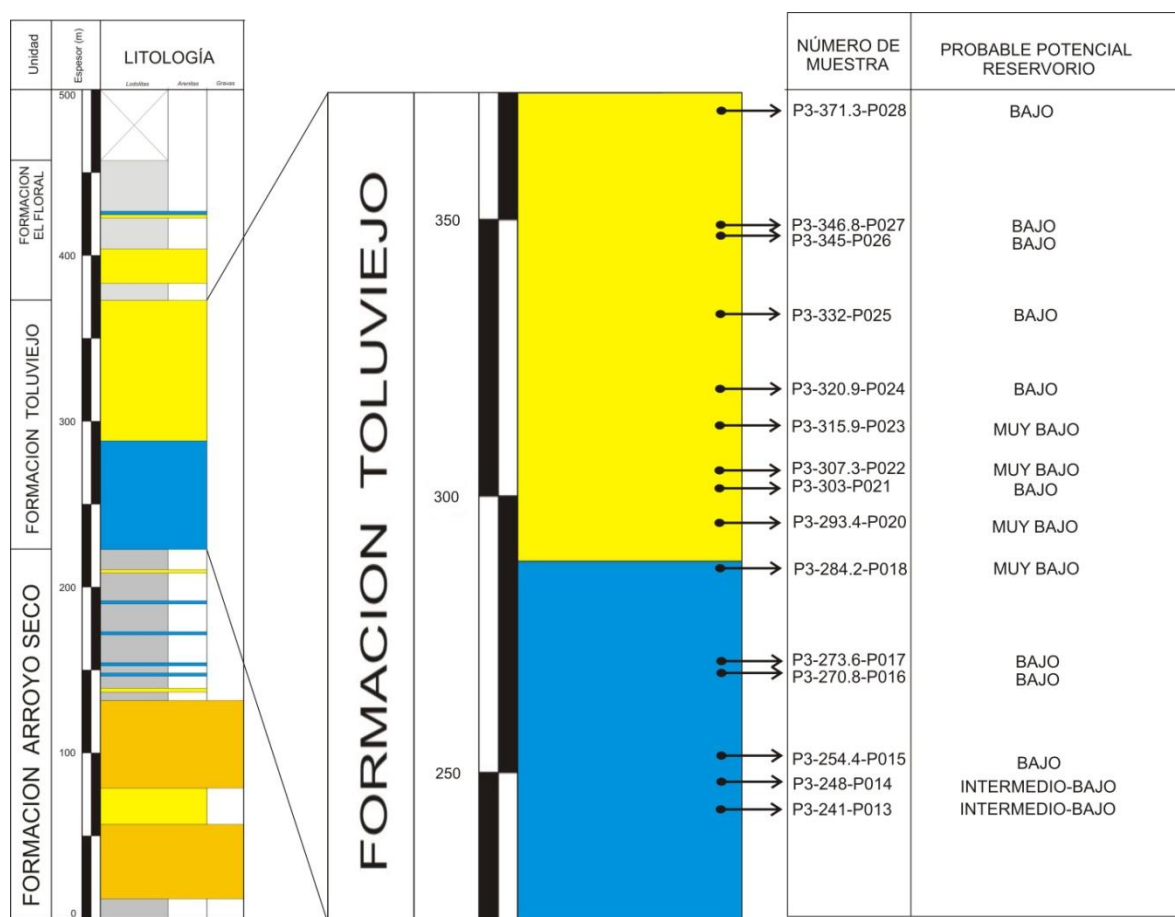


Figura 198. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Toluviejo en el Pozo 3 (modificado de Bermudez, 2008).

Se analizaron 15 secciones delgadas en las que se encontraron, litoarenitas, sublitoarenitas, cuarzo arenitas, subarcosas, arenitas glauconíticas, lutita arenosa, bioesparrudita y biomicruditas.

Para las arenas en general se tiene un tamaño de grano promedio de arena media, moderada a bien seleccionada, con granos de subangulares a subredondeados; la presencia de matriz arcillosa se limita a algunas muestras con porcentajes entre 9 y 28%. La compactación es moderada, los cementos carbonatados se presentan en porcentajes que varían entre 1 y 37%, los cementos de poros silíceo, clorítico y ferruginoso están destruyendo porosidad secundaria principalmente y llegan a valores entre 1 y 20%, siendo este máximo valor para el cemento clorítico en una de las muestras. La porosidad principalmente es secundaria fluctuando entre valores del 2 y 38% y en promedio para la mayoría de las muestras se presenta entre 5 y 11%.

En conclusión el potencial reservorio para estas muestras es de bajo a muy bajo, debido a la alta presencia de matriz arcillosa en algunas muestras o al alto contenido de cemento carbonatado en otras.

Las muestras correspondientes a bioesparrudita y biomicroditas arenosas, presentan una porosidad entre el 8 y 20%, toda esta porosidad secundaria por disolución; en algunos casos esta porosidad fue destruida por cementos silíceo, cloríticos y ferruginosos con porcentajes que no superan 4%; el potencial reservorio para estas muestras se considera bajo en general.

Según las características petrográficas y diagenéticas mencionadas anteriormente el potencial reservorio en términos generales se encuentra entre intermedio a bajo (Anexo B).

7.2.2 Pozo 8(2)

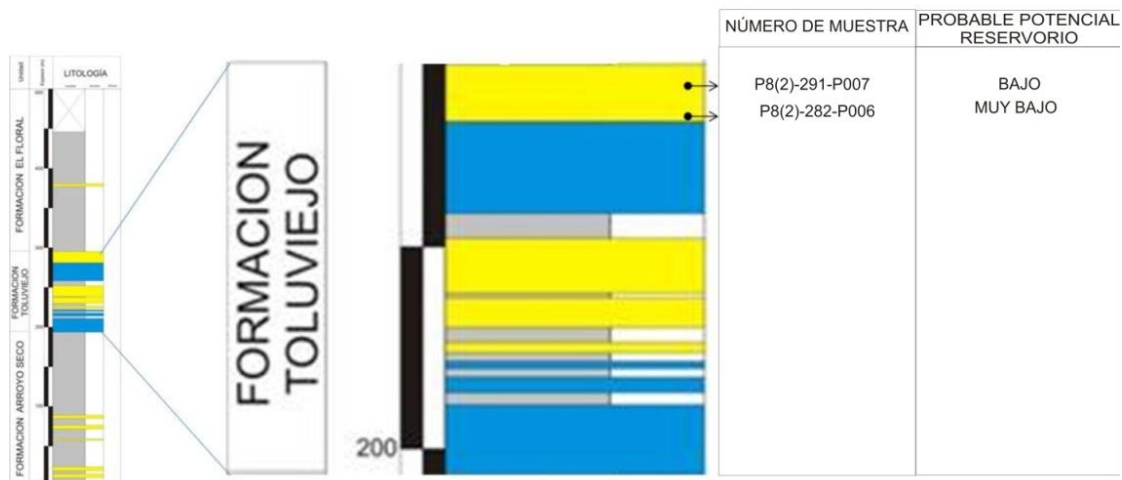


Figura 199. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Tolúviejo en el Pozo 8(2) (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 2 secciones, ambas clasificadas como biomicruditas.

La porosidad presente en la muestras en algunos casos es primaria (intragranular) con un porcentaje entre 1 y 5%, la secundaria por disolución de carbonatos alcanza valores entre 4 y 11%.

Como probable potencial reservorio a partir de los datos obtenidos en las dos secciones se determina un potencial bajo (Anexo C).

7.2.3 Pozo 12

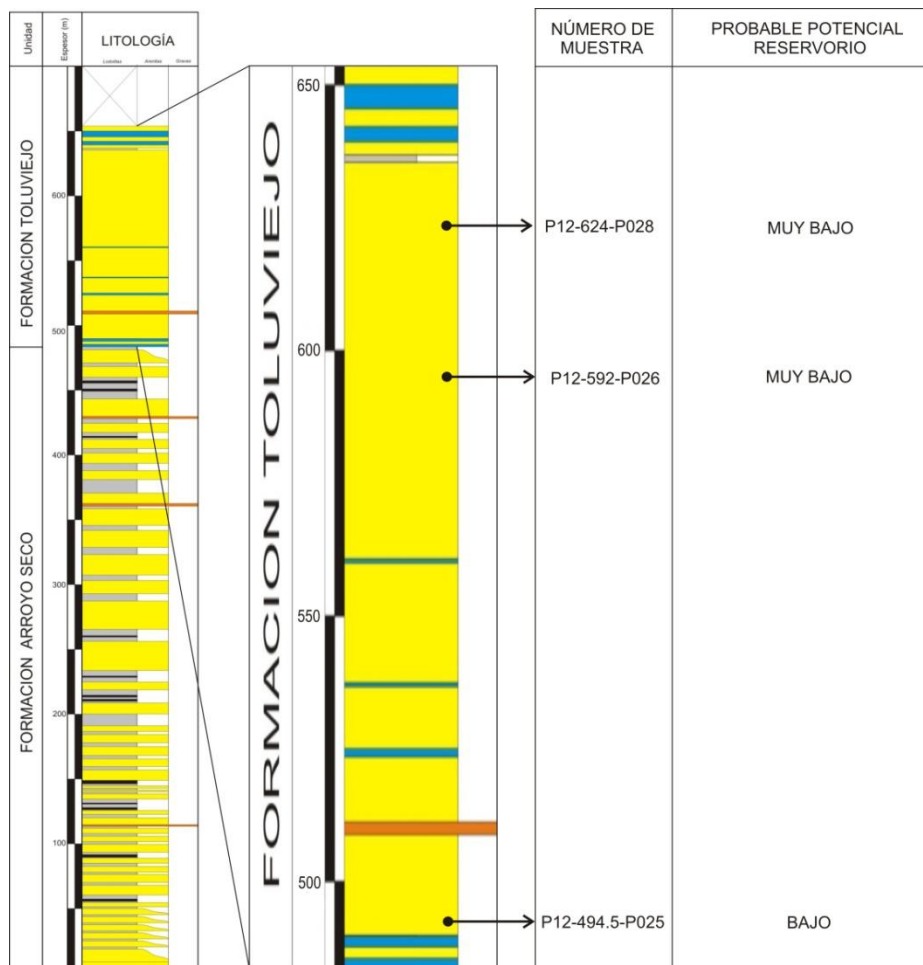


Figura 200. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Toluviejo en el Pozo 12 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo

se analizaron 3 secciones delgadas clasificadas como subarcosas y sublitoarenita.

El tamaño de grano promedio está entre arena fina y arena gruesa, mal seleccionada; los granos son subangulares a subredondeados y esporádicamente angulares. La compactación en las muestras es moderada a baja, los cementos

carbonatados se encuentran entre el 19 y 27%, los silíceos, cloríticos y ferruginosos no superan el 13%; corresponden principalmente a cementos de poros de óxidos de hierro en porosidad secundaria. La porosidad se encuentra entre 1 y 13% correspondiendo principalmente a porosidad secundaria.

El factible potencial reservorio a partir de los datos diagenéticos y petrográficos obtenidos es bajo (Anaxo E).

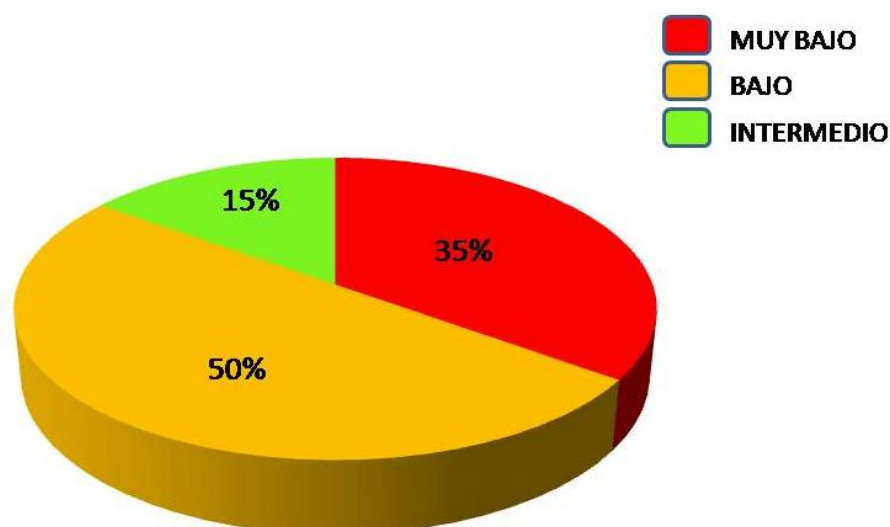


Figura 201. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Tolúviejo.

7.3 FORMACIÓN EL FLORAL

7.3.1 Pozo3

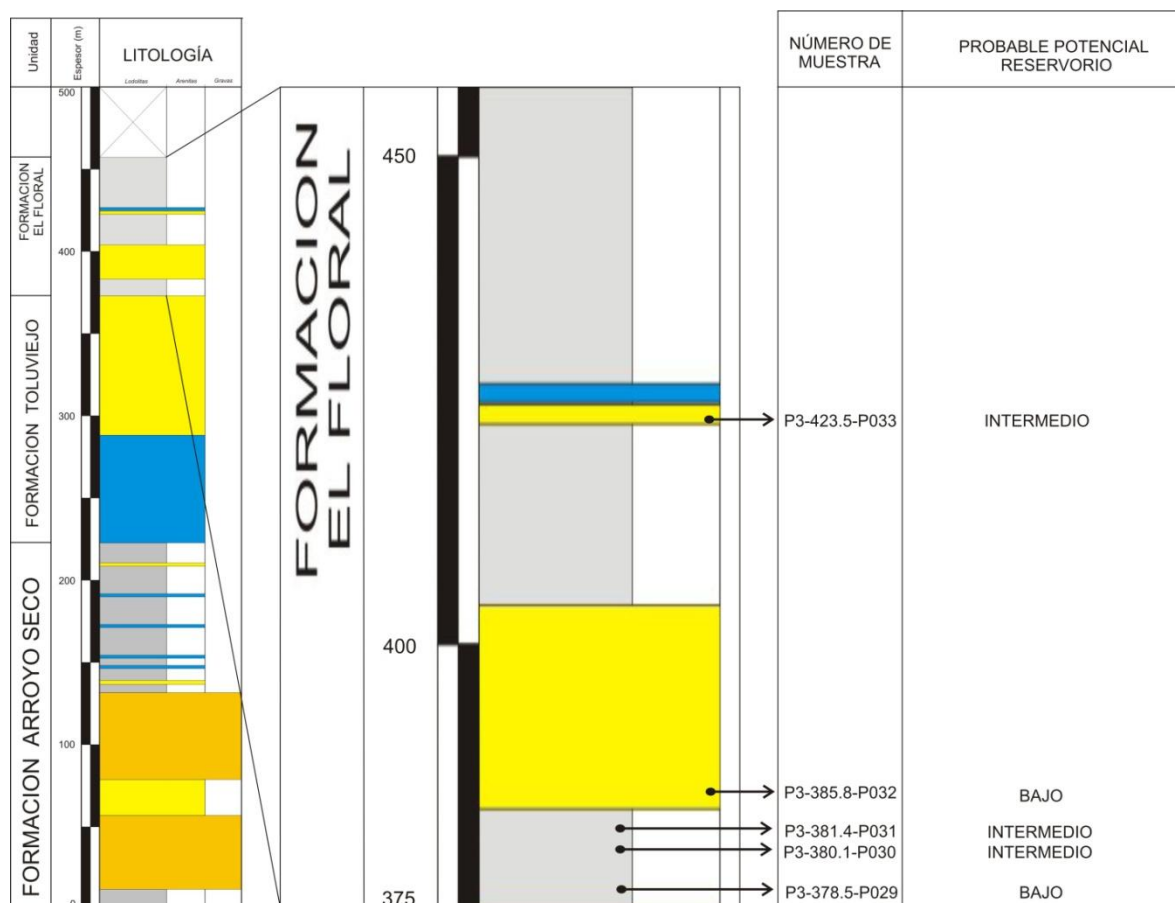


Figura 202. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 3 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se estudiaron 5 secciones delgadas en las que se encuentran arenitas glauconíticas, subarcosa, cuarzoarenita y sublitoarenita; el tamaño de grano se encuentra entre arena fina y arena gruesa, la selección es moderada, los granos son subangulares a subredondeados y la matriz arcillosa se presenta en 2 de las 5 muestras alcanzando valores del 23%. La compactación es baja, los cementos carbonatados se presentan en 4 de las 5 muestras con porcentajes

entre el 3 y 24%; la relación entre el contenido de matriz arcillosa y cemento carbonatado es inversamente proporcional; los cementos de poros síliceo, clorítico y ferruginoso se encuentran en algunas muestras con porcentajes entre el 1 y 12% destruyendo principalmente porosidad secundaria. La porosidad primaria se presenta en algunas muestras con porcentajes entre el 3 y 5%, la secundaria es la porosidad predominante con valores entre el 14 y 21%.

A partir de los resultados obtenidos se define un probable potencial reservorio intermedio para las muestras (Anexo B).

7.3.2 Pozo 5

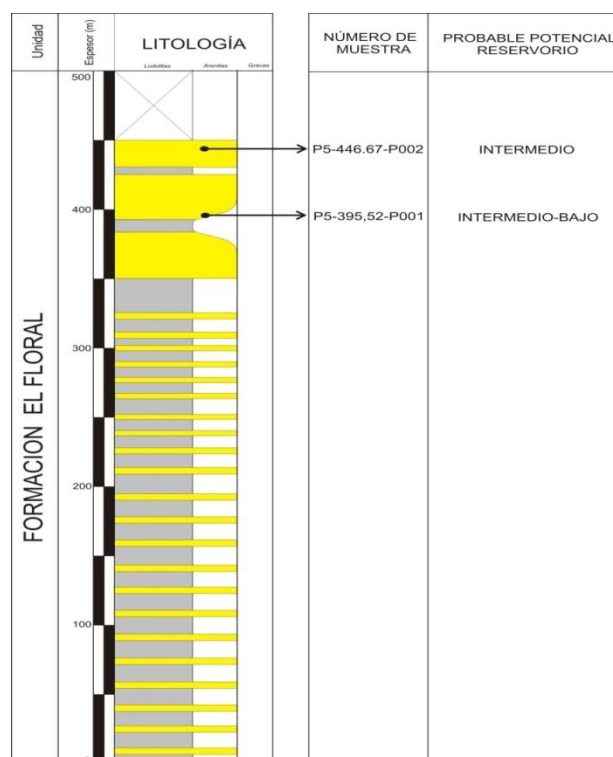


Figura 203. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 5 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 2 secciones que corresponden a arcosa lítica y a subarcosa; el tamaño promedio es de arena fina a media, la selección es moderada y los clastos subangulares a subredondeados; el contenido de matriz arcillosa está entre el 4 y 11%. La compactación es moderada, los cementos presentes corresponden principalmente a cementos de poros ferruginosos entre el 7 y 12%. La porosidad primaria (intergranular e intragranular) se encuentra entre el 10 y 20% y la secundaria entre 9 y 18%. A partir de estos datos, se consideran las muestras como probable potencial reservorio intermedio (Anexo G).

7.3.3 Pozo 7

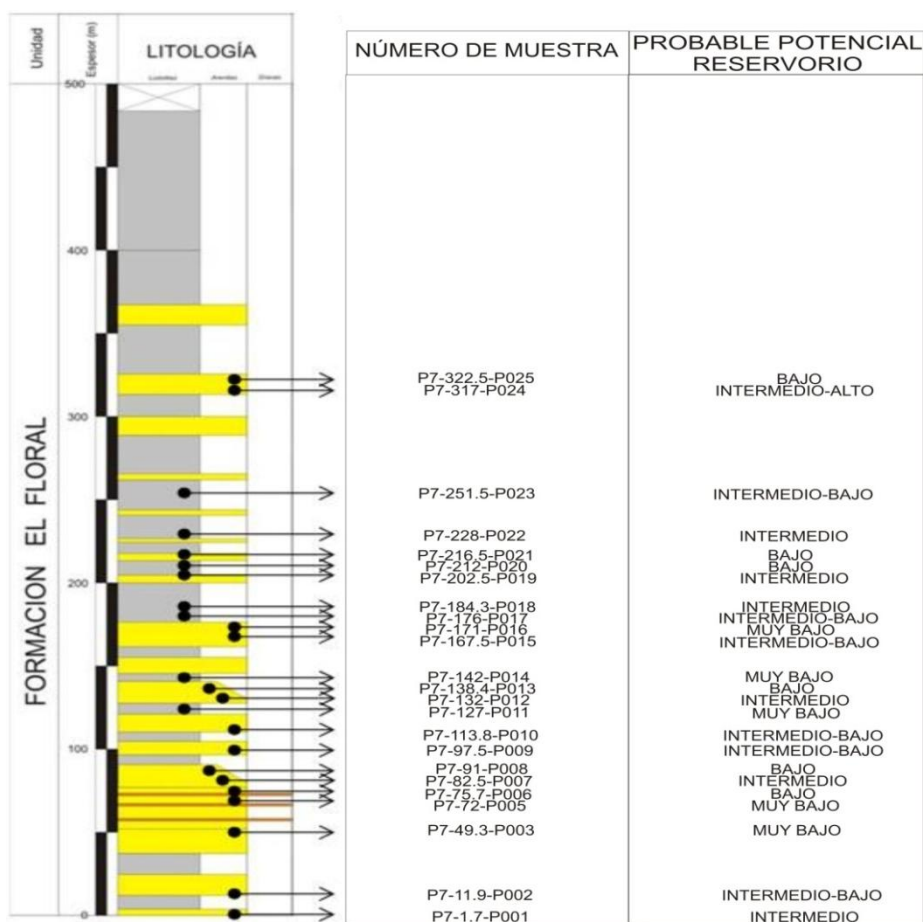


Figura 204. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 7 (modificado de Bermudez, 2008).

En este pozo se analizaron 24 secciones que corresponden en términos generales a arcosas líticas, arcosas, subarcosas, sublitoarenitas y una micrita fosilífera.

Para las arenas tenemos un tamaño de grano entre arena media y gruesa, su selección está entre moderada y bien seleccionada, los granos son subangulares a subredondeados, el contenido de matriz arcillosa esta entre el 2 y 29%. La compactación para las muestras basadas en contactos y deformación dúctil es de moderada a alta, los cementos carbonatados están entre el 1 y el 33%, los cementos de poros silíceos, cloríticos y ferruginosos se presentan con valores entre el 1 y 6% en su mayoría de óxidos de hierro. La porosidad varía entre el 1 y 9%, principalmente intragranular; la porosidad secundaria del tipo vugular por disolución de carbonatos se presenta entre el 1 y 36%; la micrita fosilífera no presenta porosidad. Finalmente con los datos obtenidos se establece un probable potencial reservorio intermedio para las muestras de este pozo (Anexo H).

7.3.4 Pozo 14.

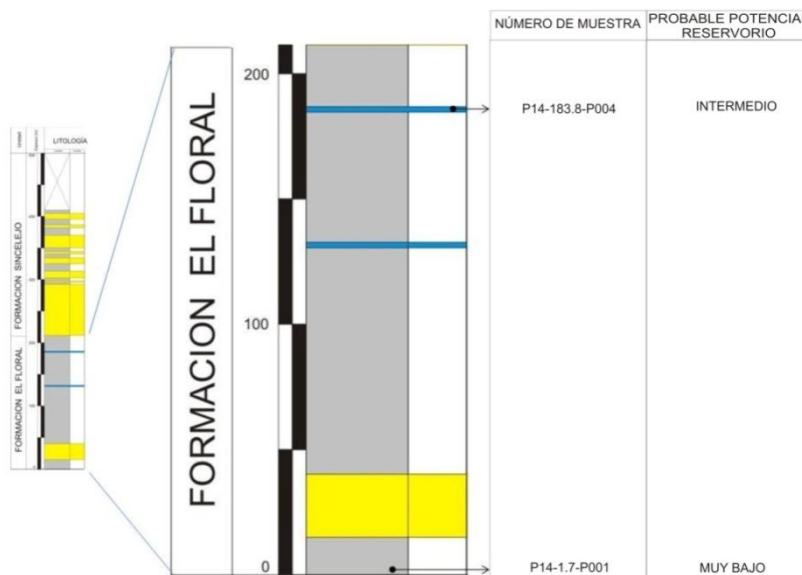


Figura 205. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Floral en el Pozo 14 (modificado de Bermudez, 2008).

Se analizaron dos secciones delgadas para este pozo, una de ellas clasificada como lutita, la otra como una bioesparrudita; en este análisis solo se tendrá en cuenta la caliza. Esta tiene una porosidad primaria del 5% intragranular principalmente, la porosidad secundaria asociada a procesos de disolución se encuentra en un 14%, no se evidencian otros tipos de cementos que hayan destruido esta porosidad.

Por lo tanto basados en estas características se establece un potencial reservorio intermedio para este nivel de calizas en el pozo (Anexo I).

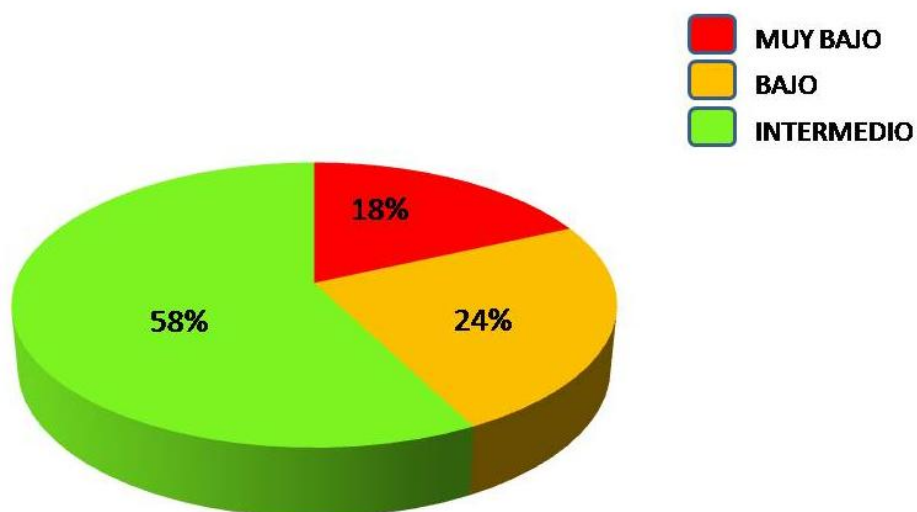


Figura 206. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion El Floral.

7.4 FORMACIÓN CIENAGA DE ORO

7.4.1 Pozo 15

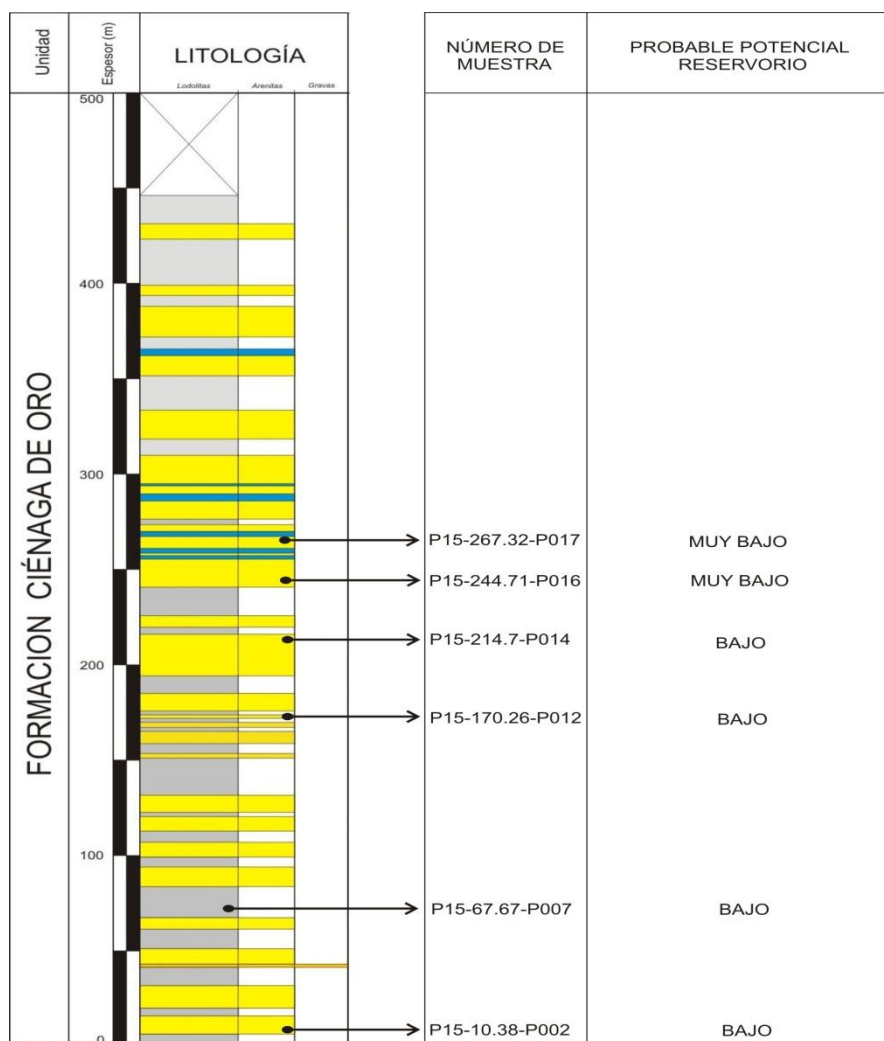


Figura 207. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Ciénaga de Oro en el Pozo 15 (modificado de Bermudez, 2008).

6 secciones se analizaron para este pozo, corresponden a subarcosas y a una bioesparrudita mal lavada.

El tamaño de grano predominante es arena media, moderadamente seleccionado, con fragmentos subangulares a subredondeados. La compactación es baja, los cementos carbonatados se presentan con valores entre el 11 y 26%, la porosidad primaria intragranular se muestra entre el 1 y 5%, la porosidad secundaria está entre el 2 y 13%.

El probable potencial reservorio se determino como bajo (Anexo J).

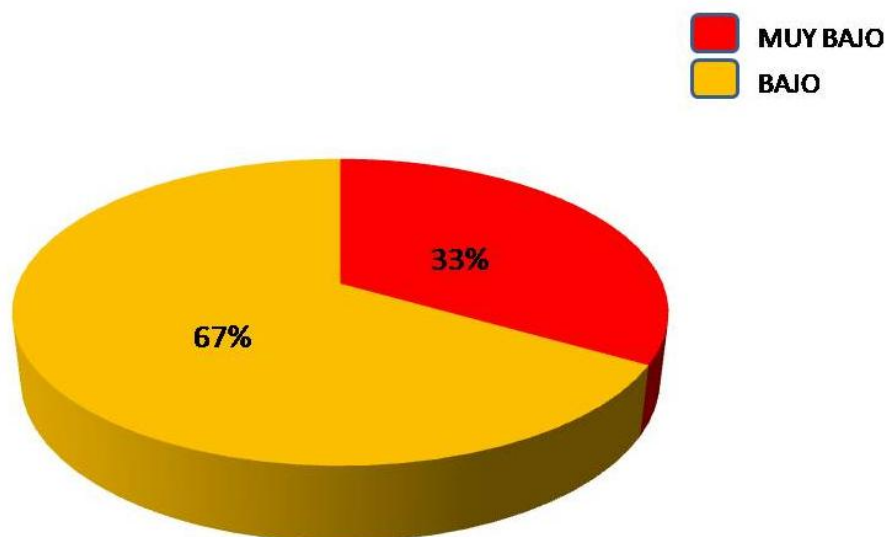


Figura 208. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Cienaga de Oro.

7.5 FORMACIÓN EL CERRITO

7.5.1 Pozo 4A

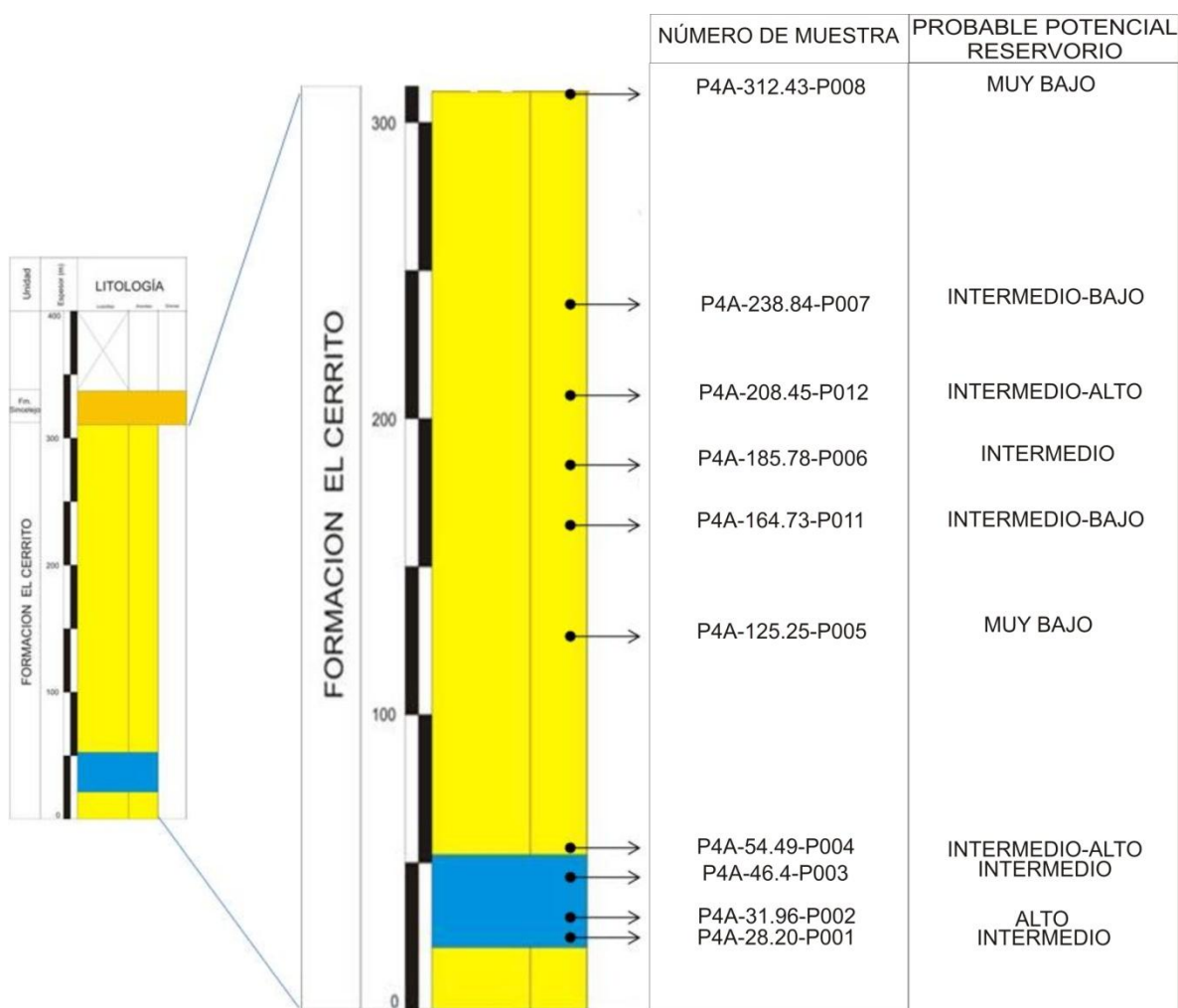


Figura 209. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Cerrito en el Pozo 4A (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 10 muestras, que corresponden a sublitoarenitas, litoarenitas, arenita glauconítica, subarcosa, lutita, biomicrudita y biomicritas arenosas.

Para las arenas el tamaño promedio es arena media, su selección es moderada con granos subangulares a subredondeados; la matriz arcillosa se presenta en 4 de las 6 muestras analizadas con valores entre 2 y 12%. La compactación es moderada, los cementos presentes corresponden a cementos carbonatados, silíceo y de óxidos de hierro, donde el carbonatado presenta un porcentaje entre 1 y 23%, para los demás el porcentaje no superan el 12% y se encuentran destruyendo porosidad secundaria principalmente. La porosidad primaria (intergranular e intragranular) está entre el 4 y 9%, la secundaria entre el 16 y 37%. El potencial reservorio probable de estas muestras según el análisis anterior es intermedio.

Para las calizas arenosas, la porosidad está entre el 2 y 32%, correspondiente a porosidad secundaria por disolución de carbonatos. El probable potencial reservorio de estas es intermedio debido a la alta disolución presente en ellas.

En general el probable potencial reservorio es intermedio a alto, en su mayoría debido a la disolución en las etapas tardías de diagénesis de los cementos carbonatados y a la baja destrucción de esta porosidad por cementos de poros silíceos, cloríticos y ferruginosos (Anexo K).

7.5.2 Pozo 6

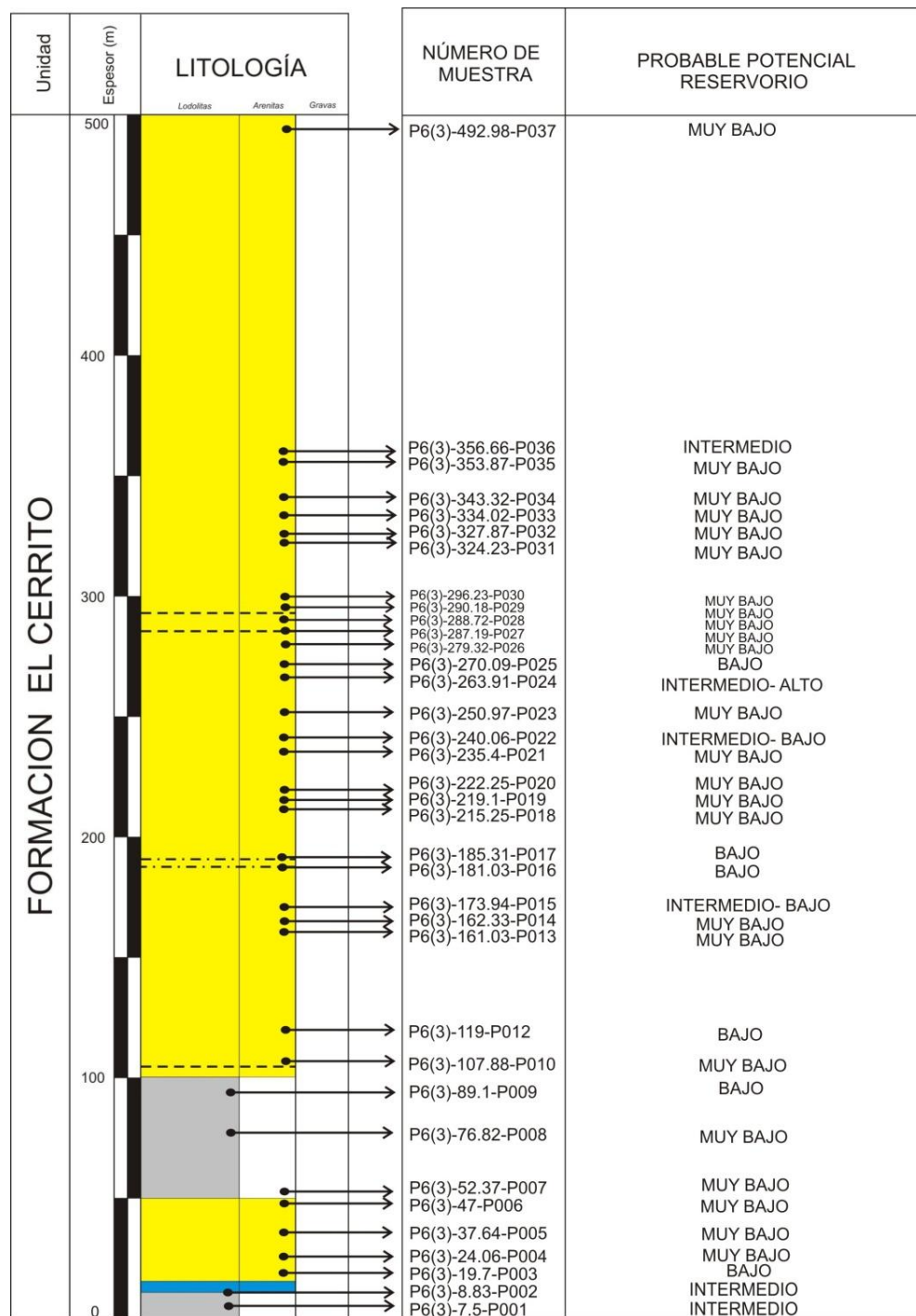


Figura 210. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación El Cerrito en el Pozo 6 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 35 secciones delgadas, principalmente corresponden a subarcosas, sublitoarenitas, litoarenitas, esparitas y micritas fosilíferas, bioesparita y bioesparrudita arenosa.

Para las rocas terrígenas tenemos predominantemente arena media, con selección de mala a moderada y granos subangulares a subredondeados; el contenido de matriz arcillosa es despreciable en las muestras. La compactación es moderada, los cementos carbonatados se presentan con porcentajes entre el 20 y 52%, los cementos de poros ferruginosos se encuentran rellenando porosidad secundaria ya sea en fracturas, estilolitos o en porosidad por disolución con porcentajes entre el 1 y 17%. La porosidad principalmente secundaria varía entre 2 y 21%.

El probable potencial como reservorio para estas muestras es muy bajo, exceptuando unas pocas que son intermedios.

Para las calizas fosilíferas, la porosidad está entre 0 y el 21%, corresponde a porosidad secundaria por disolución. El probable potencial reservorio estimado para estas muestras es de intermedio a muy bajo.

En general, el probable potencial reservorio para el pozo se considera bajo, debido al alto contenido carbonatado y a la presencia de cementos ferruginosos destruyendo porosidad secundaria (Anexo L).

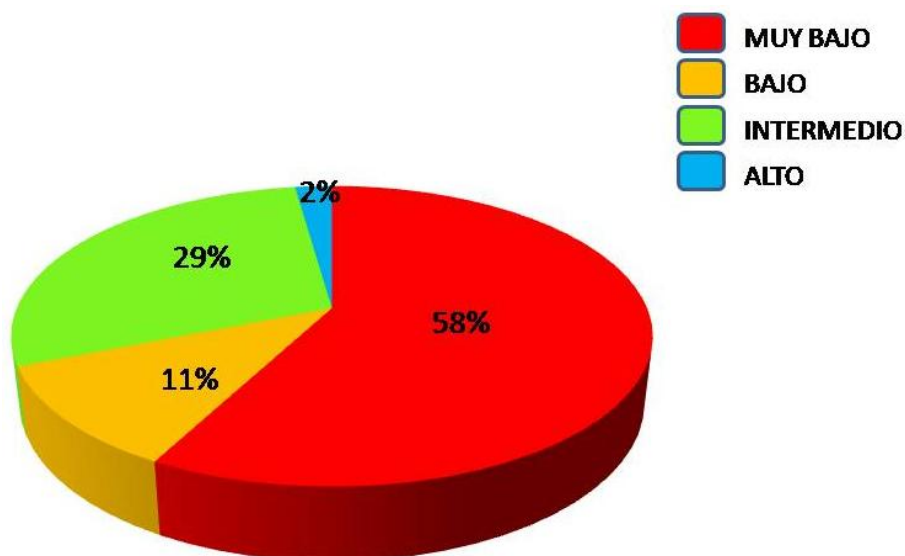


Figura 211. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion El Cerrito.

7.5 FORMACIÓN SINCELEJO

7.5.1 Pozo 4A

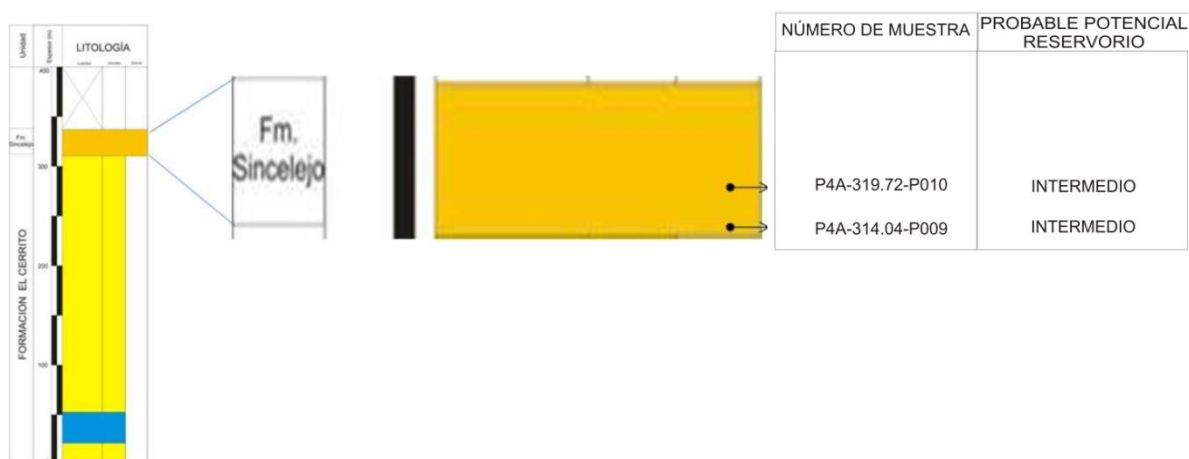


Figura 212. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Sincelajo en el Pozo 4A (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 2 secciones que corresponden a una cuarzoarenita y a una litoarenita, las cuales presentan tamaño de arena fina a media, selección moderada y clastos entre angulares y subangulares; la matriz arcillosa se encuentra con valores entre el 7 y 25%. La compactación para las muestras es alta, los cementos carbonatados se presentan en una de ellas con un porcentaje del 7%. La porosidad presente es alta con valores entre el 23 y 42%. Por lo anterior las muestras para este pozo se consideran como un probable potencial intermedio como reservorio (Anexo K).

7.5.2 Pozo14

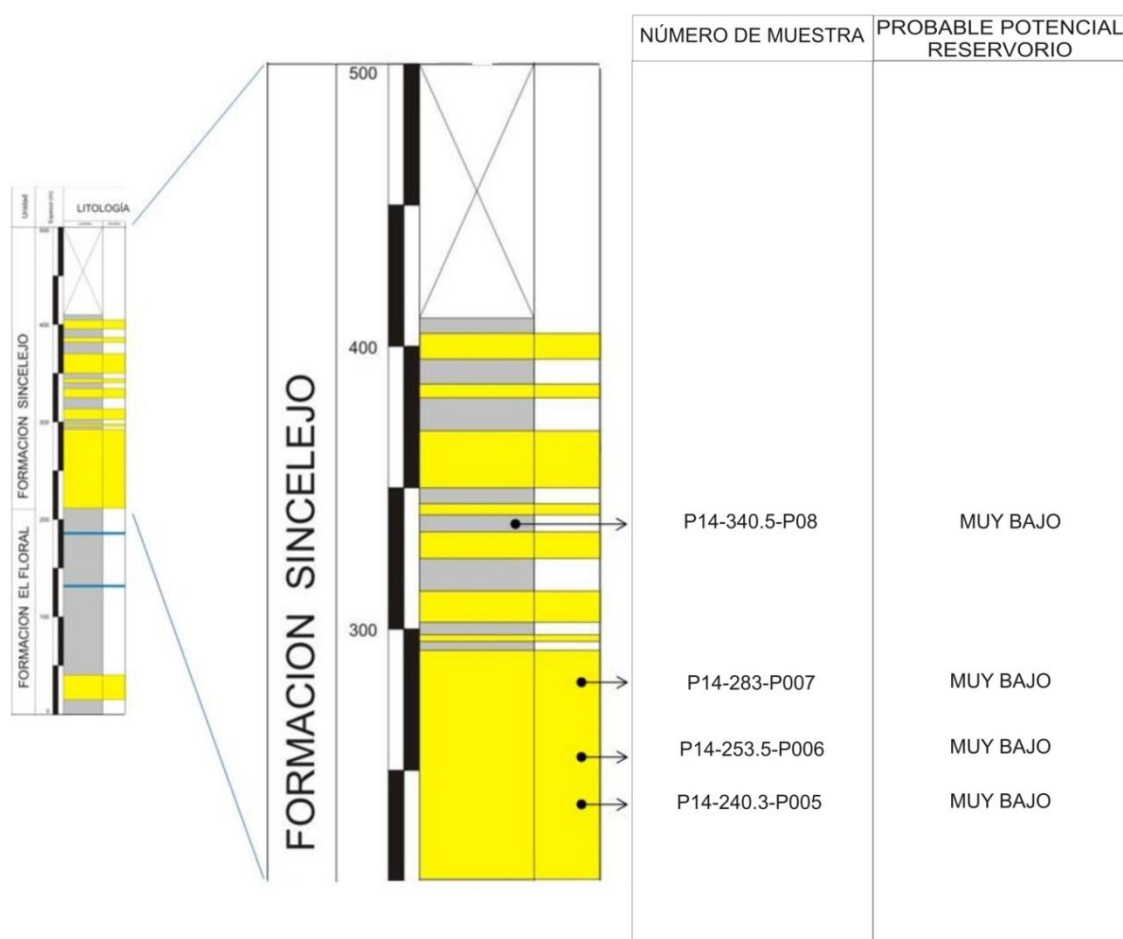


Figura 213. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Sincelejo en el Pozo 14 (modificado de Bermudez, 2008).

Para este pozo se analizaron 4 muestras que corresponden a litoarenitas feldespáticas.

El tamaño de arena se encuentra entre arena fina y arena media con buena selección y clastos subangulares a angulares. La compactación es baja, los cementos carbonatados son lo más importantes con porcentajes entre el 38 y 43%; cementos destruyendo porosidad secundaria como cloríticos y ferruginosos se presentan con valores elevados del 13%. La porosidad es muy baja sin superar el 3%, asociada a la disolución de carbonatos. Por todo lo anterior el potencial reservorio se determina como muy bajo (Anexo I).

7.5.3 Pozo 17

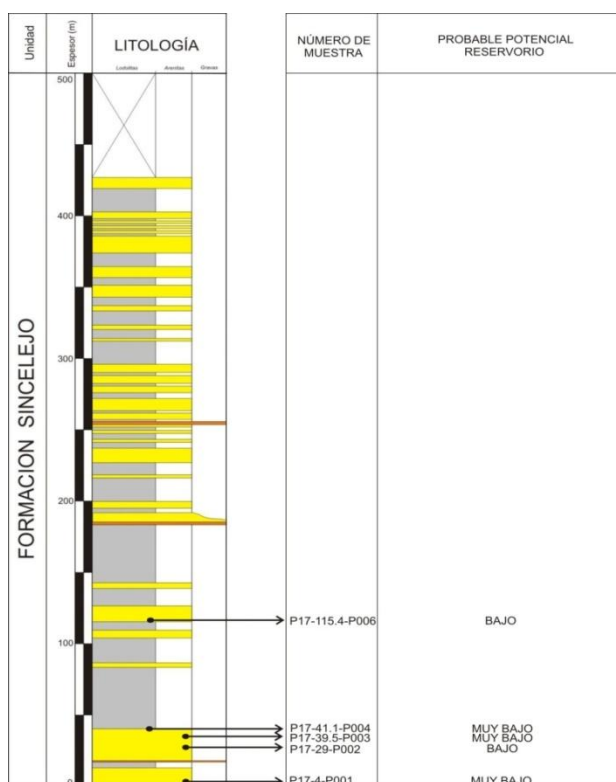


Figura 214. Columna estratigráfica con el probable potencial reservorio para cada una de las muestras de la Formación Sincelejo en el Pozo 17 (modificado de Bermudez, 2008).

Se estudiaron 5 muestras, correspondientes a litoarenitas.

El tamaño de grano promedio es de arena media a gruesa, de moderada a bien seleccionada, los granos predominantemente son subangulares a subredondeados. La compactación es moderada, la presencia de cementos carbonatados es importante con porcentajes entre el 20 y 34%. La porosidad en general es baja, con valores no mayores al 2% para porosidad primaria intergranular y con porcentajes máximos del 9% para la secundaria generada principalmente por disolución de cementos carbonatados.

Basados en el análisis anterior se determina un probable potencial reservorio bajo para las muestras presentes en el pozo (Anexo M).

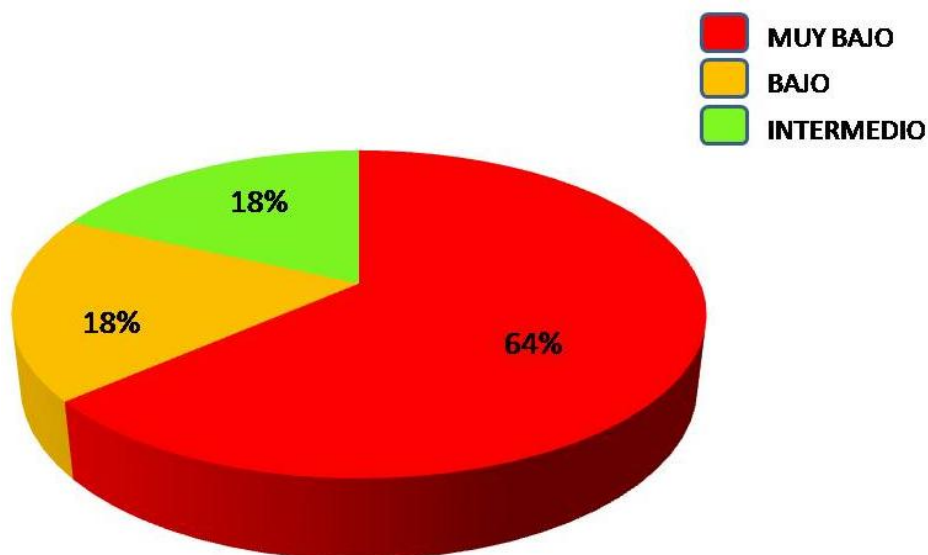


Figura 215. Distribucion según calidad de reservorio preliminar para la Formacion Sincelajo.

8. CONCLUSIONES

- En general las muestras analizadas corresponden a subarcosas, sublitoarenitas y arcosas que varían entre submaduras y maduras. También se tienen en menor proporción micritas, biomicruditas y bioesparruditas arenosas. La Formación Sincelejo es una excepción ya que las secciones analizadas corresponden a litoarenitas feldespáticas.
- En la etapa diagenética marina la deformación mecánica fue leve por lo cual se presentó una rápida precipitación de cementos carbonatados de poros y basales que es el principal proceso en esta etapa; los cementos isópacos hojosos y fibrosos se presentan aisladamente.
- En la etapa meteórica temprana se da la generación de cementos en blocky en varias de las unidades; simultáneamente se da la corrosión de silicatos por carbonatos.
- En la diagénesis de enterramiento se producen principalmente los metasomatismos de silicatos por carbonato y los estilolitos; aisladamente se presenta cementación con texturas en mosaico, neomorfismos agradantes, sobrecrecimientos y dolomitización.
- Los procesos de disolución y cementación de poros ferruginosos y cloríticos suceden en la etapa meteórica tardía.
- Partiendo de la propuesta de Dickinson (1985) se puede plantear para la cuenca una procedencia tectónica asociada con cratón interior y orógenos

reciclados. En el caso de cratón interior se considera asociada con basamentos néisicos y graníticos o del reciclado de estratos mas antiguos. Los orógenos reciclados son principalmente cuarzosos y transicionales originados probablemente a partir de la acreción de una corteza oceánica al continente.

- De las seis unidades litológicas estudiadas, las Formaciones El Floral y El Cerrito poseen las mejores características como posibles reservorios de fluidos.
- La interpretación hecha debe considerarse preliminar. Las conclusiones obtenidas han de ser analizadas de nuevo empleando técnicas más precisas tales como estudios isotópicos, catodoluminiscencia y microscopía electrónica.
- Este trabajo esta sujeto a variaciones en cuanto a su nomenclatura, debido a que actualmente se adelantan estudios palinológicos y petrofísicos en esta cuenca, que en un momento dado pueden variar la edad de las formaciones de acuerdo a los datos arrojados por dichos estudios. Es de anotar que los datos petrográficos y diagenéticos contenidos en este trabajo son concretos y confiables sin importar los posibles cambios que se puedan presentar en la nomenclatura de las unidades.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, A.E.; MACKENZIE, W.S. (1998). A color atlas of carbonate sediments and rocks under the microscope. Londres: Manson publishing.
- ADAMS, A.E., MACKENZIE, W.S. & GUILDFORD, C. (1984). Atlas of sedimentary rocks under the microscope. Londres: Longman scientific & technical.
- BENITO, M.I. y MAS, R. (2002). Evolución Diagenética de los Carbonatos Arrecifales de la Formación Torrecillas en Cameros y de los Carbonatos Continentales Suprayacentes (Kimmeridgiense Inferior - Titónico) en el Sector de Soria. Cuenca de Cameros, N. España. Journal of Iberian Geology 28, p. 65-92.
- BERMUDEZ, H. (2008) Marco Geológico Proyecto “Slim Holes” en la cuenca Sinú – San Jacinto con Datos Actualizados de Campo (No Publicado).
- BOGGS, S. (1987). Principles of sedimentology and stratigraphy. Merrill, Ohio. 784 pp.
- BOGGS, S. (1992). Petrology of sedimentology Rocks. McMillan Publish . Comp, New York, 707p.
- CORRALES, I. et al. (1977). Estratigrafía. ed Rueda, Madrid. 718 p.
- DICKINSON, W.R. (1985). Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. En: Zuffa, G.G., (ed.). Provenace of arenites. Dreidel, p. 333-361.

- FOLK, R. (1974). Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, Texas: Hemphill. 182 p.
- FRED, R. (1985). Carbonate Platform facies models. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin V, 69, N° 1, p. 1-21.
- KENDAL, C. (2005). Geol 751: Carbonate Petrography. University of South Carolina. www.sc.edu.
- MORAD, S. (1998). Carbonate cementation in sandstones: distribution patterns and geochemical evolution. In: Morad, S. (ed.). Carbonate cementation in Sandstones. Spec. Public.Int. Assoc. Sedim. 26, p. 1-26.
- MORAD, S., KETSER, JM. Y DE ROS, F. (2000). Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: implications for mass transfer insedimentary basins. Sedimentology 47 (Supplement), p. 95-120.
- MOSS, S., TUCKER, M. (1995). Diagenesis of Barremian – Aptian platform carbonates (The Urgonian Limestone Formation of SE France). Near - surface and shallow – burial diagénesis. Department of Geological Sciences, University of Durham, Durham DH, 3LE, UK. Sedimentology 42 (Supplement), p. 853-874.
- ROTT, C.M. and QING, H. (2005). Diagénesis of Mississippian Alida Beds, Williston Basin, Southeastern Saskatchewan – Evidence from Petrographic and Fluid- Inclusion Data; in Summary of Investigations, Volume 1,

Saskatchewan Geological Survey, Sask. Industry Resources, Misc. Rep. 4.1, CD-ROM, Paper A-11, 17p.

- SELLEY, RC. (1982). An introduction to Sedimentology. 2nd Edit. Academic Press, London, 417 p.
- TUCKER, M. (1994). Diagenetic processes, products and environments. In: Tucker and Wright. (Eds). Carbonate Sedimentology. Blackwell Sci. Publish, p. 314-362.
- TUCKER, M. (1994). Dolomites and Dolomitization models. In: Tucker and Wright. (Eds). Carbonate Sedimentology. Blackwell Sci. Publish, p. 365-396.
- WRIGHT, P. (1994). Carbonate sediments and limestones constituents. In: Tucker and Wright. (Eds). Carbonate Sedimentology. Blackwell Sci. Publish, p. 1- 27.



ANH
AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS
COLOMBIA

POZO: 12

CUENCA: Sinú - San Jacinto

PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS

ANALIZÓ: Walter Guzmán, Ana Maria García, Carolina Ramirez
FECHA: Abril DE 2009

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDESPATOS			FRAG. LÍTICOS			TOTAL	DÚCTILES				ALOQUÍMICOS				CEMENTOS				MATRIZ				POROSIDAD				CLASIFICACIÓN Folk, 1974	PROBABLE POTENCIAL RESERVORIO					
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTÁSICO	PLAGIÓCLASA	TOTAL	ÍGNEOS	METAMÓRFICO	SEDIMENTARIO	TOTAL	ACCESORIOS	MICAS	INTRACLASTOS	MATORGÁNICA	BITUMEN	TOTAL DÚCTILES	BIÓCLASTOS	OÓIDES	PELLETES	INTRACLASTOS	TOTAL	CARBONATADOS			SILÍCEO	CLORÍTICO	ÓXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSAS	LIMO			ARENA	TOTAL	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL
																							DOLOMITA	ARGONITO	OTROS CARBONATOS													
ARRAYO SECO	P12 - 78.36 - P004	22.48	39.80	62.28	2.52	3.02	5.54	1.75		3.52	5.27													2.52	0.75	2.77	3.02	9.06	4.0			4.0	0.75	13.1	13.85	SUBARCOSA SUBMADURA	BAJO	
	P12 - 104.57 - P005	16.94	13.66	30.6	2.18	10.93	13.11	6.56			6.56	1.09	2.18					2.73					2.18	40.98	0.55			41.53					2.18	2.18	ARCOSA CALCÁREA	MUY BAJO		
	P12 - 187.2 - P009	19	15.5	34.5	1.00	9.00	10.00	5.00		1.5	6.5	4.00	3.5										3.5	32.0		1.00	1.5	34.5					7.00	7.00	ARCOSA SUBMADURA	BAJO		
	P12 - 220.12 - P011	27.16	26.44	53.6	2.40	0.48	2.88	1.44		2.88	4.32	1.92	2.16										2.16	21.4	1.20	0.48	7.45	30.53					4.57	4.57	SUBLITOARENITA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P12 - 310.37 - P014	17.39	20.77	38.16	0.48	2.66	3.14	0.97		1.45	2.42	4.1	4.35										4.35	45.41	0.97	0.97	0.48	47.83								SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO	
	P12 - 341.16 - P017	28.04	23.23	51.27	1.13	5.09	6.22	5.1		1.13	6.23	3.11	3.4										3.4	22.66		0.57	0.85	24.08					5.66	5.66	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P12 - 367.08 - P018	23.92	21.50	45.42	2.69	4.30	6.99	3.76		3.49	7.25	3.76	4.3										4.3	22.58	0.54	2.15	0.54	25.81				0.54	5.92	6.46	6.46	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO	
	P12 - 436.8 - P020	23.17	11.43	34.6	1.3	3.64	4.94	0.78		1.3	2.08	2.08	6.49										6.49	15.59	1.04	3.12	2.6	22.35					27.46	27.46	SUBARCOSA MADURA	INTERMEDIO		
P12-489.96-P022	7.23	0.90	8.13	0.60		0.60	0.90			0.90	1.20						37.64							35.58			1.20	36.78					14.75	14.75	BIOESPARRUDITA NO SELECCIONADA	INTERMEDIO		
TOLLUVIEJO	P12 - 494.5 - P025	23.61	6.79	30.4		4.85	4.85	1.45		0.97	2.42	6.3					9.2							19.66		0.48	12.62	32.76					0.97	13.1	14.07	14.07	SUBARCOSA CALCÁREA	BAJO
	P12 - 592 - P026	27.36	20.89	48.25	1.99	1.99	3.98	0.49		5.47	5.96	4.86	1.48										1.48	19.16	0.75	0.49	11.44	31.84					3.53	3.53	3.53	SUBLITOARENITA SUBMADURA	MUY BAJO	
	P12 - 624 - P028	30.87	10.62	41.49		2.77	2.77	0.46		1.38	1.84	9.24	9.24					1.38	0.46						27.05		2.77	4.61	34.43					1.15	1.15	1.15	SUBARCOSA CALCÁREA	MUY BAJO

Anexo E. Tabla de Datos Petrográficos Pozo 12



POZO: 13

CUENCA: Sinú - San Jacinto

PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS

ANALIZÓ: Walter Guzmán, Ana Maria García, Carolina Ramirez
FECHA : Abril 2009

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDESPATOS			FRAG. LÍTICOS			TOTAL	DÚCTILES					ALOQUÍMICOS					CEMENTOS					MATRIZ				POROSIDAD			CLASIFICACIÓN Folk, 1974	PROBABLE POTENCIAL RESERVORIO						
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTÁSICO	PLAGIOCLASA	TOTAL	ÍGNEOS	METAMÓRFICO	SEDIMENTARIO	TOTAL	ACCESORIOS	MICAS	INTRACLASTOS	MÁTORGÁNICA	BITUMEN	TOTAL DUCTILES	BIOCLASTOS	OOIDES	PELLETS	INTRACLASTOS	TOTAL	CARBONATADOS			SILICEO	CLORÍTICO	ÓXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSAS	LIMO	ARENA	TOTAL			PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL			
																							DOLOMITA	ARAGONITO	OTROS CARBONATOS																
ARROYO SECO	P13 - 115.66 - P001	34.74	7.51	42.25	6.10	0.93	7.03				2.43	11.95				11.95	0.23				0.23							33.78	0.93	34.71								1.40	1.40	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO
	P13 - 184.07 - P004	31.09	4.97	36.06	6.77	0.49	7.26				1.99	12.93				12.93										0.99	3.48	4.47	19.39	8.95	28.34			8.95	8.95	SUBARCOSA INMADURA	MUY BAJO				

Anexo F. Tabla de Datos Petrográficos Pozo 13



POZO: 5

CUENCA: Sinú - San Jacinto

PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS

ANALIZÓ: Walter Guzmán, Ana Maria García, Carolina Ramirez
FECHA: FEBRERO DE 2009

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDESPATOS			FRAG. LÍTICOS			TOTAL	DÚCTILES				ALOQUÍMICOS				CEMENTOS					MATRIZ				POROSIDAD			CLASIFICACIÓN Folk, 1974	PROBABLE POTENCIAL RESERVORIO					
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTÁSICO	PLAGIOCLASA	TOTAL	ÍGNEOS	METAMÓRFICO	SEDIMENTARIO	TOTAL	ACCESORIOS	MICAS	INTRACLASAS	MATORGÁNICA	BITUMEN	DÚCTILES	BIOCLASTOS	OOIDES	PELLETS	INTRACLASTOS	TOTAL	CARBONATADOS			SILÍCEO	CLORÍTICO	ÓXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSA	LIMO			ARENA	TOTAL	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL
																							DOLOMITA	ARAGONITO	OTROS CARBONATOS													
EL FLORAL	P5 - 395.52 - P001	21.38	8.55	29.93	1.31	3.62	4.93				3.95	2.62				2.62	0.66					0.66						11.84	13.81	10.85	3.95		14.8	10.53	18.75	28.28	SUBARCOSA INMADURA	INTERMEDIA-BAJA
	P5 - 446.67 - P002	22.37	5.47	27.84	5.25	6.16	11.41	2.27	1.82	4.09	6.39	8.2				8.2											7.30	7.30	4.10	1.82	5.92	19.2	9.6	28.8	ARCOSA LÍTICA MADURA	INTERMEDIA		

Anexo G. Tabla de Datos Petrográficos Pozo 5



POZO: 14

CUENCA: Sinu - San Jacinto

**PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS**

ANALIZO: Walter Guzmán, Ana María García, Carolina Ramírez
FECHA: ABRIL DE 2009

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDESPATOS			FRAG. LITICOS			TOTAL	GLAUCONITA	DUCTILES				ALOQUIMICOS				CEMENTOS					MATRIZ				POROSIDAD			CLASIFICACION Folk, 1974	PROBABLE POTENCIAL RESERVORIO					
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTASICO	PLAGIOCLA	TOTAL	IGNEOS	METAMORFICO	SEDIMENTARIO	TOTAL		ACCESORIOS	MICAS	INTRACLAS	MATORGANICA	BITUMEN	DUCTILES	BIOCLASTOS	OOIDES	PELLETS	INTRACLASTOS	TOTAL	CARBONATADOS			SILICEO	CLORITICO	OXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSA	LIMO			ARENA	TOTAL	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL
																								DOLOMITA	ARRAGONITO	OTROS CARBONATOS													
EL FLORAL	P14-1,7-P-001	18.18	2.84	21.02	0.57	1.42	1.99				1.99	7.1				7.1											1.99	1.99	58.51			58.51	7.38	7.38	LUTITA ARENOSA	MUY BAJO			
	P14-183,8-P-004	2.10		2.10	1.04	1.56	2.60		0.26	0.26		4.96				4.96	39.93	1.04	7.30		48.27						20.10	20.10	2.10		2.10	5.50	14.09	19.58	BIOESPARRUDITA	INTERMEDIO			
SINCLELEJO	P14-240,3-P-005	18.13	8.06	26.19	0.50	1.0	1.50		9.60	9.60	1.50	7.53				7.53										38.54		12.59	51.13				2.52	2.52	LITOARENITA FELDESPÁTICA MADURA	MUY BAJO			
	P14-253,5-P-006	17.82	6.68	24.50	0.99	1.48	2.47	0.50	7.17	7.67	2.22	1.98	10.41			10.41										43.32	2.72	2.97	49.01				1.73	1.73	LITOARENITA FELDESPÁTICA MADURA	MUY BAJO			
	P14-283-P-007	18.86	7.54	26.40	2.42	1.08	3.50	1.08	7.67	8.75	2.82	2.42	7.82			7.82										43.13	3.23	1.08	47.44				1.35	1.35	LITOARENITA FELDESPÁTICA MADURA	MUY BAJO			
	P14-340,5-P-008	19.36	3.40	22.76	0.53	2.92	3.45		5.30	8.30	7.43	0.53	6.36			6.36										42.16		8.22	50.38				0.79	0.79	LITOARENITA FELDESPÁTICA MADURA	MUY BAJO			

Anexo I. Tabla de Datos Petrográficos Pozo 14

PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDESPATOS			FRAG. LÍTICOS				TOTAL	GLAUCONITA	DÚCTILES				ALOQUÍMICOS					CEMENTOS					MATRIZ				POROSIDAD			CLASIFICACIÓN <small>Folk, 1974</small>	PROBABLE POTENCIAL RESERVORIO			
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTÁSICO	PLAGIOCLASA	TOTAL	IGNEOS	METAMÓRFICO	SEDIMENTARIO	TOTAL	ACCESORIOS		MICA	INTRACLASTOS	MATORGANICA	BITUMEN	TOTAL DUCTILES	BIOLASTOS	OOIDES	PELLETS	INTRACLASTOS	TOTAL	CARBONATADOS			SILICEO	CLORITICO	OXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSA	LIMO	ARENA	TOTAL			PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL
																								DOLOMITA	ARAGONITO	OTROS CARBONATOS													
CIENAGA DE ORO	P15 - 10.38 - P002	31.75	14.48	46.23	2.22	0.6	2.82			1.11	1.11	4.45	5.56			5.56	13.4	1.67			15.07			13.63			1.67	15.3							9.46	9.46	SUBARCOSA CALCÁREA	BAJO	
	P15 - 67.67 - P007	18.46	4.31	22.77	2.9	0.47	3.37					2.9	2.38			2.38	36.9	2.39			39.29			21.58				21.58					1.2	6.42	7.68	BIOESRARRUDITA MAL LAVADA (FLACSTONE)	BAJO		
	P15 - 170.26 - P012	37.33	11.2	48.53	2.13	1.06	3.19	0.53		2.13	2.66	2.66	1.06			1.06	16.24	2.13			18.37			11.18				11.18					4.8	7.45	12.25	SUBARCOSA CALCÁREA	BAJO		
	P15 - 214.7 - P014	23.39	10.94	34.33	2.48	0.49	2.97	0.49		1.99	2.48	1.49	3.98	3.97			3.97	16.4	7.96			24.36			13.0				13.0					13.42	13.42	SUBARCOSA CALCÁREA	BAJO		
	P15 - 244.71 - P016	44.22	9.57	53.79	6.19	1.12	7.31					2.81		6.74			6.74							25.9			0.64	26.54						2.81	2.81	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO		
	P15 - 267.32 - P017	35.05	18.55	53.6	2.57	1.03	3.6	1.03		1.03	2.06	1.63	2.57	4.63			4.63	11.84	3.60			15.44			11.84				11.84				0.6	4.03	4.63	SUBARCOSA CALCÁREA	MUY BAJO		

Anexo J. Tabla de Datos Petrográficos Pozo 15



POZO: 4A

CUENCA: Sinú - San Jacinto

PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS

ANALIZÓ: Walter Guzmán, Ana Maria García, Carolina Ramirez

FECHA: Febrero del 2009

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDESPATOS			FRAG. LÍTICOS			TOTAL		DÚCTILES					ALOQUÍMICOS					CEMENTOS					MATRIZ					POROSIDAD					CLASIFICACIÓN Folk, 1974	PROBABLE POTENCIAL RESERVORIO
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTÁSICO	PLAGIOCLASA	TOTAL	ÍGNEOS	METAMÓRFICO	SEDIMENTARIO	TOTAL	ACCESORIOS	GLAUCÓNITA	MICAS	INTRACLASAS	MATORGÁNICA	BITUMEN	DÚCTILES	MIN.	BIOCLASTOS	OOIDES	PELLETS	INTRACLASTOS	TOTAL	CARBONATADOS			SILÍCEO	ÓXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSA	LIMO	ARENA	TOTAL	PRIMARIA	SECUNDARIA	TOTAL		
																									DOLOMITA	ARRAGONITO	OTROS CARBONATOS												
ELCERRITO	P4A - 28.20 - P001	18.71	12.83	31.54	0.26	0.26	0.80		2.67	3.47	1.87		1.33					1.33							1.33	11.55	0.26	13.14	9.62		17.91	27.53	4.54	16.31	20.85	SUBLITOARENITA INMADURA	INTERMEDIO		
	P4A - 31.96 - P002	10.38	8.90	19.28	5.04	5.04	4.45		3.26	7.71	4.15		1.18					0.30	2.97					2.97	6.82	0.59	2.37	9.78		5.93	5.93	6.23	37.69	43.92	LITOARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA	ALTO			
	P4A - 46.40 - P003	19.74	9.61	29.35	0.52	0.78	1.3	4.41	0.26	3.12	7.79	3.9	2.34	2.08				2.08	9.35	2.34				11.69				23.88				0.26	17.40	17.66	BIOMICRITA ARENOSA	INTERMEDIO			
	P4A - 54.49 - P004	13.04	5.51	18.55	0.58		0.58		0.87	1.45	4.35		4.64					4.64	2.90	0.29				3.19				33.91	0.87		0.87	0.58	31.88	32.46	BIOMICRITA ARENOSA	INTERMEDIO-ALTO			
	P4A - 125.25 - P005	25.20	8.14	33.34	1.31	0.52	1.83		0.79	0.79	2.37	1.05	1.57					1.57	6.82	0.26				7.08				49.61				2.36	2.36	BIOMICRUDITA ARENOSA	MUY BAJO				
	P4A - 185.78 - P006	16.62	18.91	35.53	0.29	0.29	0.86		1.72	2.58	0.56	2.86	0.29					0.29	2.58	0.29				2.87				32.95				0.29	21.77	22.07	BIOMICRITA ARENOSA	INTERMEDIO			
	P4A - 238.84 - P007	2.84	4.54	7.38							0.58	22.44	0.57					0.57	0.85	0.28				1.13				23.29	0.57	3.98	27.84	1.42	9.66	11.08	28.98	28.98	ARENITA GLAUCÓNICA CALCÁREA	INTERMEDIO-BAJO	
	P4A - 312.43 - P008																															37.32	37.32	LUTITA	MUY BAJA				
	P4A - 164.73 - P011	25.83	5.72	31.55	0.90	0.90	1.50		1.20	2.7	0.60	0.30	2.70					2.70	5.1	0.30				5.4			0.60		0.90	1.5	12.9	8.71	21.61	8.71	24.02	32.73	SUBLITOARENITA INMADURA	INTERMEDIO-BAJO	
P4A - 208.45 - P012	25.14	6.91	32.05	1.10	1.38	2.48		0.89	0.89	3.04	1.93	4.7					4.7	3.31	1.93				5.24			1.93	1.93	9.39	3.31	12.7	7.73	27.35	35.08	SUBARCOSA INMADURA	INTERMEDIO-ALTO				
SINCELLEJO	P4A - 314.04 - P009	27.56	1.47	29.03	0.29	0.59	0.88		0.59	0.59	0.88		0.30				0.30											25.51		0.88	26.39	4.10	37.83	41.93	CUARZO ARENITA INMADURA	INTERMEDIO			
	P4A - 319.72 - P010	11.26	6.29	17.55	8.94	1.32	10.26	26.16	5.96	32.12	1.32		0.99					0.99							6.62			6.62	7.61		7.61	2.65	20.86	23.51	LITOARENITA INMADURA	INTERMEDIO			

Anexo K. Tabla de Datos Petrográficos Pozo 4A



POZO: 6(3)

CUENCA: Sinú - San Jacinto

PETROGRAFÍA
TABLA DE DATOS

ANALIZÓ: Walter Guzmán, Ana María García, Carolina Ramírez
FECHA: Marzo de 2009

Fm	MUESTRA	CUARZO			FELDSPATOS			FRAG. LÍTICOS			TOTAL			DÚCTILES					ALOQUÍMICOS					CEMENTOS					MATRIZ			POROSIDAD			CLASIFICACIÓN Folk, 1974	PROBABLE POTENCIAL RESERVIORIO		
		MONOCRISTALINO	POLICRISTALINO	TOTAL	POTÁSICO	PLAGIOLASA	TOTAL	ÍGNEOS	METAMORFICO	SEDI-MENTARIO	TOTAL	ACCESORIOS	GLAUCONITA	MICAS	INTRACLASAS	MATTORGANICA	BITUMEN	DÚCTILES	BIOLASSTOS	OOIDES	PELLETS	INTRACLASSTOS	TOTAL	CARBONATADOS			OXIDOS DE HIERRO	TOTAL	ARCILLOSAS	LIMO	ARENA	TOTAL	PRIMARIA	SECUNDARIA			TOTAL	
																								DOLOMITA	ARAGONITO	OTROS CARBONATOS												
	P6(3) - 7.5 - P001	6.1	11.67	17.77	1.01	1.01	1.52	3.03	4.55	0.86	3.55	0.50					0.50	14.95	1.01	3.55	6.1	25.61	5.58			14.42			4.2	24.2				7.61	14.2	21.81	BIOSPARRUDITA ARENOSA	INTERMEDIO
	P6(3) - 8.83 - P002	4.86	1.14	6.00			1.14	0.57	1.71	0.86	1.14	2.57					2.57	39.42	0.57	2.28	3.43	45.7	1.14			17.41			4.57	23.12				18.85	18.85	BIOSPARRUDITA ARENOSA-RUDSTONE	INTERMEDIO	
	P6(3) - 19.7 - P003	25.85	6.09	31.94	0.48	0.48	0.97	4.87	5.84	1.45	5.85	8.29					8.29	7.79	0.97	0.73		9.49				24.38	0.97	4.39	29.74				0.97	5.84	6.81	SUBLITOARENITA CALCÁREA	BAJO	
	P6(3) - 324.06 - P004	24.11	2.91	27.02	0.41	0.83	1.24	1.24	1.24	0.41	5.40	9.96					9.96	7.06	0.83	1.41		9.30				30.13	0.41	7.48	38.02				1.24	5.17	6.41	SUBARCOSA-SUBLITOARENITA CALCÁREA	MUY BAJO	
	P6(3) - 37.64 - P005	25.0	3.1	28.1	1.97	1.97	0.44	2.19	2.63	3.56	6.36	12.28					12.28	2.63	1.1			3.73	0.22			32.89		5.48	38.59				0.66	2.19	2.85	SUBLITOARENITA CALCÁREA	MUY BAJO	
	P6(3) - 47 - P006	21.48	0.49	21.97	0.49	0.49	0.98				1.47	2.46	14.3				14.3	2.96	1.48			4.44				38.52	0.49	9.38	48.38				5.91	5.91	MICRITA FOSILÍFERA ARENOSA	MUY BAJO		
	P6(3) - 52.37 - P007	22.88	2.28	25.16	0.91	0.91					5.02	12.83					12.83	0.91	0.45			1.36				29.96	1.37	0.45	17.0	48.78			5.94	5.94	SUBLITOARENITA CALCÁREA	MUY BAJO		
	P6(3)-76-82-P008	28.95	9.48	38.43	0.48	2.43	2.91	0.48	0.48	2.9		11.66					11.66	0.48	0.24			0.72				32.11		3.39	35.5				7.29	7.29	SUBARCOSA CALCÁREA	MUY BAJO		
	P6(3)-89.1-P009	31.44	9.18	40.62	0.70	4.24	4.94	1.41	1.41	2.82		9.88					9.88									20.48		3.53	24.01	4.24	0.70	4.94	1.41	9.88	11.29	SUBARCOSA MADURA	BAJO	
	P6(3)-107.88-P010	22.67	21.00	43.67	1.91	4.29	6.2	0.95	0.95	1.9	0.96	11.92					11.92									25.78		4.3	30.08				1.91	3.34	5.25	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO	
	P6(3) - 119 - P012	31.82	15.67	47.49	1.90	1.90	3.8	0.95	3.08	4.03	0.94	7.59					7.59									22.31	0.47	4.27	27.05				5.22	3.8	9.02	SUBLITOARENITA SUBMADURA	BAJO	
	P6(3) - 161.03- P013	20.83	13.02	33.85	4.17	3.64	7.81	2.08	2.08	1.56	5.72	2.08	7.29				7.29									36.97		2.08	39.05				4.16	4.16	ARCOSA LÍTICA MADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 162.33 - P014	21.95	9.75	31.70	1.46	3.41	4.87	0.48	1.95	2.43	6.82	8.28					8.28									41.45			41.45				0.49	3.90	4.39	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO	
	P6(3) - 173.94 - 015	39.01	14.81	53.82	3.46	0.99	4.45	0.99	0.99	1.98	1.48	4.94					4.94									21.24			21.24				12.1	12.1	SUBARCOSA MADURA	INTERMEDIA-BAJO		
	P6(3) - 181.03 - P016	24.36	9.64	34.0	2.03	2.54	4.6	0.51	0.51	2.54		9.14					9.14									34.0	0.51	4.06	38.57				0.51	10.15	10.66	SUBARCOSA SUBMADURA	BAJO	
	P6(3) - 185.31 - 017	29.52	7.63	37.15	2.54	4.07	6.61	1.02	1.02	3.05		10.69					10.69									29.77	1.02	3.56	34.35				7.1	7.1	SUBARCOSA MADURA	BAJO		
	P6(3) - 215.25 - P018	11.79	3.93	15.72	0.56	2.25	2.81	0.56	0.56	1.12		7.29					7.29									52.25		14.6	66.85				5.62	5.62	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 219.1 - P019	17.27	2.09	19.36	2.09	2.09		1.04	1.04	2.09		2.34					2.34	3.13	0.78	1.57		5.48				45.81		21.72	67.53					0.0	0.0	MICRITA FOSILÍFERA ARENOSA	MUY BAJO	
	P6(3)-222.25-P020	17.07	5.89	22.96	0.81	1.63	2.44	0.41	0.81	1.22	1.22	6.5	0.41				6.91	2.84	1.01			3.85				44.51	0.41	13.61	58.53				2.85	2.85	ESPARITA FOSILÍFERA ARENOSA	MUY BAJO		
	P6(3) - 235.4 - P021	26.51	9.40	35.91	1.10	1.10	2.20	0.55	1.10	1.65	0.55	6.10					6.10		0.82			0.82				42.25		5.51	47.76				4.97	4.97	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 240.06 - P022	23.03	10.03	33.06	2.17	3.79	5.96	1.08	2.17	3.25	1.08	5.42					5.42									32.0		4.06	36.06				3.25	11.92	15.17	SUBARCOSA SUBMADURA	INTERMEDIA-BAJO	
	P6(3) - 250.97 - P023	32.14	10.0	42.14	2.38	3.33	5.71	0.95	0.95	4.28		8.58					8.58									38.09			38.09				0.24	0.24	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 263.91 - P024	41.02	8.12	49.14	2.99	0.43	3.42	0.85	0.85			0.43					0.43									25.64			25.64				1.28	19.23	20.51	SUBARCOSA MADURA	INTERMEDIA-ALTO	
	P6(3) - 270.09 - P025	42.86	10.71	53.57	0.97	2.27	3.24	0.97	0.97	0.32		5.2	0.32				5.2	0.32				0.32				29.87	0.97	3.56	30.84				0.32	5.18	5.5	SUBARCOSA CALCÁREA	BAJO	
	P6(3) - 279.32 - P026	25.83	12.5	38.33	2.29	5.42	7.71	2.29	2.5	4.80	1.67	11.67					11.67									24.59		1.87	26.46				1.04	8.33	9.37	ARCOSA-SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO	
	P6(3) - 287.19 - P027	25.48	12.84	38.32	4.28	1.28	5.56	1.28	1.71	3.0		3.85					3.85									43.30		3.41	46.71				0.42	2.14	2.6	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO	
	P6(3) - 288.72 - P028	24.37	12.57	37.0	2.32	2.32	4.64	0.77	1.93	2.70	1.54	5.02	0.77				5.79									38.67		7.72	46.4				0.38	1.16	1.54	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO	
	P6(3) - 290.18 - P029	17.07	3.41	20.48	0.48	1.95	2.43	1.46	1.46	1.94		6.33	0.48				6.81									56.09		6.82	62.91				3.90	3.90	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 296.23 - P030	23.50	9.70	33.2	1.84	3.22	5.06	0.92	0.92	2.76		3.68					3.68						0.46			47.45	0.46	1.84	50.21				4.16	4.16	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 324.23 - P031	25.6	11.84	37.44	2.84	3.8	6.64	2.37	2.37	1.9		7.58					7.58		1.89			1.89				39.79	0.47		40.26				1.90	1.90	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 327.87 - P-032	20.12	10.90	31.02	0.42	3.35	3.77	0.42	0.42	0.84	2.1	8.8	2.1				10.9	0.21				0.21				40.10		10.48	50.60				0.62	0.62	SUBARCOSA CALCAREA	MUY BAJO		
	P6(3) - 334.02 - P-033	29.75	15.31	45.06	3.06	0.87	3.93	0.87	1.30	2.17	1.3	6.57					6.57									37.41			37.41				3.50	3.50	SUBARCOSA SUBMADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 343.32 - P-034	33.56	9.19	42.75	1.38	0.46	1.84	2.30	2.30	2.3		2.53	0.69				3.22									38.83	0.46	5.08	44.37				3.22	3.22	SUBLITOARENITA MADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 353.87 - P-035	22.54	3.92	26.46	2.54	1.47	4.01	0.49	0.49	1.47		1.96					1.96									43.62		13.72	57.34				8.33	8.33	SUBARCOSA MADURA	MUY BAJO		
	P6(3) - 356.66 - P-036	32.94	8.47	41.41	1.41	2.35	3.76	0.47	2.35	2.82	2.84	3.29	1.9				5.19	0.47	0.23			0.70				27.52	0.47	0.47	28.46				14.82	14.82	SUBARCOSA SUBMADURA	INTERMEDIA		
	P6(3) - 492.98 - P-037	22.79	11.51	34.30	3.16	0.45	3.61	2.70	9.02	11.72	0.9	2.70	5.4				5.4	0.22	0.45	4																		

