

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DE FACIES DE SECCIONES
SEDIMENTARIAS UBICADAS EN LOS ALREDEDORES DEL TRAMO DE
LA AUTOPISTA HIGUEROTE - RIO CHICO, SECTOR YAGUAPA, AL
NORESTE DEL ESTADO MIRANDA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. **Nieto O. Ender O.**
Para optar al título de Ingeniero
Geólogo

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Lenin González

Caracas, Mayo 2018

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DE FACIES DE SECCIONES
SEDIMENTARIAS UBICADAS EN LOS ALREDEDORES DEL TRAMO DE
LA AUTOPISTA HIGUEROTE - RIO CHICO, SECTOR YAGUAPA, AL
NORESTE DEL ESTADO MIRANDA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. **Nieto O. Ender O.**
Para optar al título de Ingeniero
Geólogo

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Lenin González

Caracas, Mayo 2018

DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DE FACIES DE SECCIONES SEDIMENTARIAS UBICADAS EN LOS ALREDEDORES DEL TRAMO DE LA AUTOPISTA HIGUEROTE - RIO CHICO, SECTOR YAGUAPA, AL NORESTE DEL ESTADO MIRANDA

Tutor Académico: Prof. Lenin González. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Departamento de Geología.

Año, 2018. 135 p.

Palabras Claves: Cuenca de Barlovento, Formación Mamporal, Facies fluviales, Elementos de arquitectura fluvial, Fotomosaicos, depósitos aluviales.

Resumen: El presente estudio consiste en el levantamiento geológico de ocho afloramientos ubicados en la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho, en sus tramos Caracas-Higuerote y Caracas-Río Chico, estos ocho afloramientos pertenecen a la Formación Mamporal; están ubicados a su vez dentro de la Cuenca de Barlovento, al nor-este del estado Miranda.

Mediante la metodología implementada para el levantamiento geológico en campo, se determinaron las características litológicas y texturales de los sedimentos aflorantes (predominantemente material conglomerático), donde el mineral cuarzo se encuentra con mayor abundancia en todas las localidades; de igual forma, la geometría redondeada de tipo esférica en estos clastos de cuarzo es la que predomina, (el tamaño de dichos clastos, varía desde las decenas de centímetros hasta tamaños menores a un centímetro). Esto indica una alta madurez y procesos de retrabajo del material encontrado en la zona de estudio.

Se logró identificar las distintas facies fluviales de MIALL (1996), nueve, Sh, St, Sl, Sm, Sp, C, Fsm, Gmg y Gmm, donde la facies predominante corresponde a la Gmm (gravas masivas, soportadas por matriz). Las mismas fueron representadas mediante fotomosaicos descriptivos de cada uno de los afloramientos, en los cuales se puede observar de manera directa la relación geométrica- espacial, tanto lateral como vertical que guardan estos cuerpos, notándose que dicha disposición espacial (canales paralelos, sub paralelos y entrelazados entre sí, que varían sus dimensiones desde decenas de centímetros a decenas de metros), fue producto del constante divagar del Río Tuy (ente encargado de la sedimentación en el lugar de trabajo), por la planicie detrítica de la Cuenca de Barlovento, producto del basculamiento que hoy por hoy sufre la cuenca en dirección noroeste sureste a causa de la tectónica activa. Esta evidencia tectónica, se puede evidenciar en la **LOC-6**, mediante la presencia de fallas de reajustes sinsedimentarias y en la **LOC-8** donde se evidencia el basculamiento de la secuencia depositada, sugerida por el cambio de inclinación en la dirección de imbricación de los clastos (en su parte más este) de 34 grados a 16 grados(en su parte oeste), como inclinación predominante del resto de la secuencia. De igual manera también se sugiere depósitos aluviales como proceso de sedimentación, evidenciados en canales entrelazados entre sí, y en el alto valor angular de la línea de canal medido en la parte media de un canal en la **LOC-1** de 41 grados de inclinación.

[Otro aspecto que refleja la depositación bajo régimen aluvial local, es la presencia de cuerpos sedimentados de manera discordantes presentes en las localidades **5 y 6** en su parte más este.

La información levantada permitió realizar un mapa de distribución de facies fluviales y paleo-corrientes, donde se representan las zonas dominadas por los distintos elementos arquitecturales y donde se determinó que los flujos detríticos (SG) son los elementos dominantes en la mayor parte de la zona estudiada. Además se hizo un estudio mineralógico y morfológico de los sedimentos a lo largo de la zona, lo que permitió establecer que la fuente de los sedimentos, son las rocas que conforman la Cordillera de La Costa (flanco sur), pertenecientes a la Asociación Metamórfica Caracas, comprendida por: litodemos Las Mercedes y litodemos Las Brisas). y el complejo metamórfico que aflora en la cabecera del Río Tuy (Valles de Tuy, estado Aragua).

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecer a Dios todo poderoso por permitir haberme dado la paciencia y la fuerza necesaria para poder culminar esta etapa de mi vida, a la Universidad Central de Venezuela por haberme acobijado durante mucho tiempo bajo sus alas y haberme dado tanto; en conocimientos, en momentos buenos y no tan buenos. Orgulloso de poder ser parte de la mejor casa de estudio de este país y poder decir en cualquier parte del mundo lo grande que es ser UCVista.

A mi abuelo que hoy no me acompaña en este plano, pero sé que nunca me dejó sólo en el transitar de mi vida como estudiante universitario. LO LOGRE ABUELO... Promesa cumplida. Gracias por darme fuerzas y por nunca haber permitido q me rindiera. Bendición abuelo.

Gracias infinitas a mi madre Chepina a mi padre Daniel y a mi hermano y colega Helder; nunca será suficiente lo que haga para poder retribuirles todo lo que hicieron por mí en todo este tiempo. Gracias madre por siempre estar ahí dándome ese impulso y esa palabra de aliento cuando lo necesitaba. A mi novia Siurlin por apoyarme incondicionalmente.

Gracias al profesor Ricardo Alezones por tanto, por su incondicionalidad de impartir no sólo el conocimiento académico sino también el conocimiento de la vida. Al profesor Lenin González por permitir ser mi tutor y haberme apoyado en todo este proceso, a la Sra Morela, por su atención, su cariño, su apoyo y por los cafecitos de todas las mañanas. Al resto de los profesores que formaron parte y aportaron para poder alcanzar esta meta.

Gracias, muchas gracias a mis compañeros de batalla, a mi segunda familia, a quienes compartieron conmigo momentos apremiantes pero también muchos momentos buenos, momentos de traspaso, momentos de risa, momentos de nervios, momentos de agasajo. Especialmente a José Miguel Luna (bombero), Carlos Castillo (el compa), Yonathan Gonzalez (el gocho), William Martinez, a mi gran amiga Libia Lopez (mi chivita), Sney John, Reinaldo Gil, a compañeros que hoy ya no están en el país pero igual se les aprecia y se les agradece, Gustavo Valencia, Jefferson Cáceres, José Martínez, Melissa Sanchez, Paola Letta. A todos, gracias por haber formado parte de esta historia que aun no termina, sólo culmina una etapa de muchas que ésta misma casa de estudio me brindó, LA CASA QUE VENCE LAS SOMBRAS.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	1
UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	2
OBJETIVOS.....	3
ALCANCES.....	4
TRABAJOS PREVIOS.....	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	6
SISTEMAS FLUVIALES.....	6
FACIES DE MIALL.....	13
FOTOMOSAICOS DESCRIPTIVOS.....	23
METODOLOGÍA.....	25
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA.....	25
FACIES DE MIALL.....	26
CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y MORFOLÓGICA.....	26
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE FACIES FLUVIALES.....	29
FOTOMOSAICOS DESCRIPTIVOS.....	30
CAPÍTULO III.....	31
GEOLOGIA REGIONAL.....	31
GENERALIDADES.....	31
ESTRATIGRAFÍA REGIONAL.....	32
GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL.....	41
CAPÍTULO IV.....	45
GEOLOGÍA LOCAL.....	45
ESTRATIGRAFÍA LOCAL.....	47
MINERALOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LOS SEDIMENTOS.....	76
CAPITULO V.....	96

ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	96
CAPÍTULO VI.....	118
SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
SUMARIO Y CONCLUSIONES ..	118
RECOMENDACIONES.....	123
CAPITULO VII.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	125
CAPITULO VIII.....	128
ANEXOS.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1. Mapa de la zona de estudio. Tomado de google earth, marzo 2018.....	2
Fig.2. Mapa topográfico de la zona de estudio (tomado y modificado de cartografía nacional hoja 6947-ii-so a escala 1:25.000.....	3
Fig.3. Parámetros característicos de cada régimen de flujo, tomado de swanson.....	7
Fig.4. Gráfico resumen de las principales características de los tres tipos de corrientes. Tomado de Galloway &Hobday, (2000), en Velásquez, (2010).....	11
Fig. 5. Ocho principales elementos arquitecturales en depósitos fluviales. Tomado de Miall, (1978).....	19
Fig. 6. Ejemplo de fotomosaico descriptivo, usado para resaltar los sistemas fluviales .Tomado de Beilinson, (2012).....	24
Fig. 7. Tabla comparativa de redondez vs esfericidad (krumbein, 1973).....	28
Fig. 8. Mapa de la ubicación de la cuenca de barlovento. Tomado de Espínola y Ollarves (2002).....	31
Fig. 9. Formaciones geológicas presentes en la zona y correlaciones establecidas por diferentes autores. Tomado de Hernández y Rojas (2002).....	39
Fig. 10. Tabla de correlación de la cuenca de barlovento propuesta por Hernández & Rojas (2002).....	40
Fig. 11. Mapa neotectónico depara la región nor - oriental de venezuela, (tomado de Beltrán 1993).....	42
Fig.12. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la localidad 1 (LOC-1).....	47

Fig. 13. Leyenda generalizada de los fotomosaicos de la zona de estudio.....	48
Fig. 14. Fotomosaico descriptivo de la localidad 1 (LOC-1), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....	49
Fig. 15. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la localidad 2 (LOC- 2).....	51
Fig. 16. Fotomosaico descriptivo de la localidad 2 (LOC- 2), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....	52
Fig. 17. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la localidad 3 (LOC-3).....	54
Fig. 18. Fotomosaico descriptivo de la localidad 3 (LOC-3), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....	55
Fig. 19. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante (parte más este) en la localidad 4 (LOC-4).....	57
Fig. 20. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante (parte más oeste) en la localidad 4 (LOC-4).....	58
Fig. 21. Fotomosaico descriptivo de la localidad 4 (LOC-4), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....	59
Fig. 22. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la localidad 5 (LOC-5).....	62
Fig. 23. Fotomosaico descriptivo de la localidad 5 (LOC-5), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....	63

Fig. 24. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante tanto en la parte este como oeste en la localidad 6 (**LOC-6**).....66

Fig. 25. Fotomosaico descriptivo de la localidad(**LOC-6**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....67

Fig. 26. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la localidad 7 (**LOC-7**).....69

Fig. 27. Fotomosaico descriptivo de la localidad 7(**LOC-7**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....70

Fig. 28. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la localidad 8 (**LOC-8**).....73

Fig. 29. Fotomosaico descriptivo de la localidad 8 (**LOC-8**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria.....74

Fig. 30. Columna estratigráfica generalizada esquemática de la zona de estudio que muestra los eventos de depositación.....98

Fig. 31. Mapa donde se representan las localidades de estudio y las líneas de perfil (A-A' con orientación (N48W), B-B' con orientación este - oeste) usadas para la elaboración de las correlaciones entre las columnas estratigráficas de cada localidad.....112

Fig. 32. Perfil geológico **AA'** comprendida por las localidades **1, 3, 4, 5** (con dirección **N48W**) que muestra la variación de los distintos cuerpos sedimentarios que conforman el área de estudio.....113

Fig. 33. Perfil geológico **BB'** comprendido por las localidades **6, 7, 2** (con dirección **E-W**) que muestra la variación de los distintos cuerpos sedimentarios que conforman el relleno del área de estudio.....115

Fig. 34. Foto de la muestra **11(LOC-6)(03)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.....130

Fig. 35. Foto de la muestra**12(LOC-3)(01)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.....131

Fig. 36 . Foto de la muestra**13(LOC-7) (01)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.....132

Fig. 37. Foto de la muestra**14(LOC-4) (C2)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.....133

Fig. 38. Foto de la muestra**15(LOC-5) (01)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.....134

Fig. 39. Mapa de distribución de facies sedimentarias y paleocorrientes del área de estudio a través de mediciones en canales a escala 1: 25000.....135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de corrientes fluviales, según la intensidad de la corriente, tomado de RUST (1978).....	8
Tabla 2. Tipos de canales fluviales, con respecto a la composición del canal. Tomado de Galloway & Hobday, (1977), en Velásquez, (2010).....	12
Tabla 3. Clasificación de facies fluviales Miall, (1996).....	14
Tabla4. Elementos arquitecturales en depósitos fluviales. Tomado de Walker&James, (1992).....	18
Tabla 5. Elementos arquitecturales de ambientes de llanuras aluviales. Modificado de MIALL, (1996).....	25
Tabla 6. Tabla de puntos GPS de las localidades en la zona de estudio.....	46
Tabla 7. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 1 (LOC-1).....	84
Tabla 8. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 2 (LOC-2).....	85
Tabla 9. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 3 (LOC-3).....	86
Tabla 10. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 4 (LOC-4).....	87
Tabla 11. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 5 (LOC-5).....	88

Tabla 12. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 6 (LOC-6).....	89
Tabla 13. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 7 (LOC-7).....	90
Tabla 14. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 8 (LOC-8).....	91
Tabla 15. Tabla de la morfología de los clastos y mineralogía predominante en las distintas localidades estudiadas.....	93
Tabla 16. Tabla de distribución de las facies fluviales reconocidas en campo en las distintas localidades.....	101
Tabla 17. Tabla de distribución de elementos de arquitectura fluvial identificados en campo en las distintas localidades estudiadas.....	103
Tabla 18. Tabla de orientación de los ejes mayores de los clastos y líneas de canal en las distintas localidades estudiadas.....	106
Tabla 19. Tabla de distribución porcentual de los elementos de arquitectura fluvial predominante por localidad.....	110

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio pretende realizar la caracterización sedimentológica detallada en la formación Mamporal a través de parámetros descriptivos que involucren: la geometría, tamaño, forma, correlaciones laterales y verticales de las rocas sedimentarias y sedimentos pertenecientes a la dinámica fluvial en la zona de estudio. Con el fin de generar nuevos conocimientos sobre la relación que guardan geoméricamente los cuerpos sedimentados y la diversidad litológica presente, que permitan en la práctica el desarrollo de una mejor interpretación de la cuenca de Barlovento, así como también ayudar a reconstruir la evolución de la misma.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Debido a la reciente construcción de la autopista Gran Mariscal de Ayacucho, específicamente en sus tramos hacia Higuerote y Río Chico, se generaron una serie de taludes de rocas aflorantes los cuales no han sido estudiados sedimentológicamente hasta la fecha, dichos afloramientos permitirán estudiar, evaluar e interpretar desde un punto de vista sedimentológico y estratigráfico las formación Mamporal; las cuales constituyen la cuenca de Barlovento. Por tanto, el desarrollo de este trabajo, contribuirá en el entendimiento de la evolución geológica de dicha cuenca y tendrá relevancia social al delimitar las facies arenosas y gravosas aprovechables en la extracción para la construcción.

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona del estudio se encuentra ubicada en la Cuenca de Barlovento, que a su vez se encuentra en la región nor-central de Venezuela, en la zona oriental del estado Miranda, cuyas coordenadas son (UTM: 1.143.000N, 823.000E) (ver figura 1). Vale destacar que dicha zona consta de ocho localidades comprendidas por taludes de rocas a florantes ubicadas a lo largo de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho, específicamente en la localidad de Yaguapa.

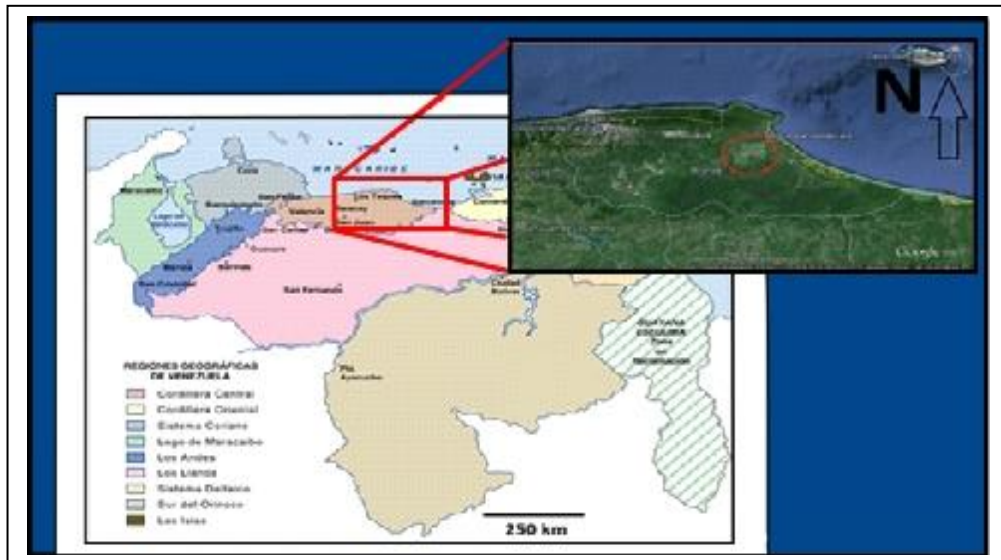


Fig 1. Mapa de la zona de estudio. Tomado de Google Earth, marzo 2018



Fig 2. Mapa topográfico de la zona de estudio (Tomado y modificado de Cartografía Nacional hoja 6947-II-so a escala 1:25.000)

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer la descripción de la arquitectura de facies fluvial de secciones sedimentarias de edades del Mioceno-Pleistoceno ubicadas en los alrededores del tramo de la autopista entre Higuerote - Rio Chico, sector Yaguapa, centro-este del estado Miranda.

Objetivos específicos

- Elaborar fотомosaicos descriptivos de los afloramientos levantados y observados agrupando sus características generales entre ellos
- Realizar las columnas sedimentológicas de cada afloramiento utilizando programas digitales de dibujo (Canvas 14)

- Caracterizar mineralógica y morfológicamente los sedimentos de las litofacies siliciclásticas identificadas
- Relacionar las facies identificadas en este estudio con las facies fluviales propuestas por MIALL, (1996)
- Elaborar un mapa a escala 1: 25000 de distribución de facies sedimentarias y paleocorrientes del área de estudio a través de mediciones en canales y estructuras sedimentarias

ALCANCES

Este trabajo generará un mapa de distribución de facies sedimentarias y de paleocorrientes a escala 1:25.000 de la zona a estudiar además de una serie de fotomosaicos descriptivos de los afloramientos generados por la construcción de la autopista Gran Mariscal de Ayacucho

TRABAJOS PREVIOS

PAPARONI (1993), Caracterizó al sureste de San Pedro del Río (estado Táchira), dos afloramientos del Eoceno mediante fotomosaicos, interpretando los elementos arquitectónicos constituyentes. Determinando que el ambiente de sedimentación en esa localidad, corresponde a un estuario dominado por olas, del tipo somero y lateralmente extenso; e identificando la distribución tripartita característica de ese ambiente, donde coexisten facies costeras, facies mixtas y facies fluviales.

ESPÍNOLA Y OLLARVES (2002), realizaron un estudio tectono-estratigráfico de las formaciones Aramina (Mioceno Medio a Tardío), Caucagua (Plioceno) y Mamporal (Pleistoceno), donde se determinó la edad de las mismas y su extensión.

El levantamiento geológico se realizó en función de diez secciones, distribuidas uniformemente a lo largo del borde norte de la cuenca. Se estudiaron las

formaciones Aramina, Caucagua y Mamporal, definiendo edades, ambientes de depositación contactos y extensión de estas unidades de estas unidades. Y además se ubicaron afloramientos deformados, donde se realizó la medición de poblaciones de fallas para definir las fases de deformación que han afectado a la cuenca, y los tensores de esfuerzos para cada fase.

HERNANDEZ Y ROJAS (2002), realizaron un estudio tectono-estratigráfico donde se definieron dos unidades litoestratigráficas: Formación Caucagua y Formación Mamporal, estas unidades se definieron por medio de su contenido litológico, también se logró definir sus ambientes depositacionales, canales entrelazados y abanicos aluviales respectivamente.

VELÁSQUEZ (2010), realizó un estudio estratigráfico en una sección de la Formación Capiricual, ubicada en una zona de la autopista Barcelona-Anaco, en la cual se estableció la geometría y relación ancho-profundidad de facies fluviales en dos afloramientos (sección “N” y sección “S”), así como también patrones de facies que permitieron interpretar condiciones de sedimentación relacionando estas variables a través de procesamiento estadístico

BIELINSON (2012), determinó que la Formación Punta San Andrés está compuesta principalmente por dos elementos de arquitectura fluvial: Canales y Llanuras de inundación y a su vez fue depositada bajo un sistema fluvial de baja sinuosidad

VALENCIA (2015), realizó un análisis mediante el estudio detallado de parámetros descriptivos sedimentológicos que involucran: la geometría, tamaño, forma, correlaciones laterales y verticales de las rocas sedimentarias y sedimentos pertenecientes a la dinámica fluvial, y una interpretación mediante la realización de fotomosaicos de los paleoambientes presentes en la evolución de la arquitectura fluvial en sucesiones del Mioceno-Pleistoceno del centro-este del estado Miranda, entre las poblaciones Tacarigua de Mamporal Yaguapa abajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

SISTEMAS FLUVIALES

GENERALIDADES

Según GALLOWAY & HOBDAY, (2000), los sistemas fluviales sirven principalmente para transportar y recolectar sedimentos en cuencas lacustres o marinas. Sin embargo, en algunos escenarios como planos costeros subsidentes, cuencas intermontañas, y cuencas tectónicas antepaís (*foreland*), los sistemas de depositación fluvial favorecen la acumulación subareal de sedimentos y pueden ser el mayor componente e inclusive dominante del relleno de la cuenca. De igual manera, estos autores demarcan que los sistemas de depositación fluvial son inicialmente agradacionales, siendo la agradación según SWANSON, (1976), el proceso mediante el cual se acrecienta verticalmente una o varias superficies de depositación.

De acuerdo con SWANSON, (1976), el régimen de flujo en estos sistemas está relacionado con el tamaño de grano, la carga sedimentaria, el nivel del río, el tipo de corriente, la profundidad y radio hidráulico del canal, dando lugar a diversas configuraciones del cauce (Coeficiente de Manning de aspereza de fondo). Estas relaciones pueden observarse en la figura 3. Por su parte, la velocidad del flujo está controlada por la fricción en la superficie de arrastre y las paredes del canal (Coeficiente de Chezy).

Las distribuciones de velocidades y turbulencia en el flujo de un canal, determinan los efectos de la erosión, transporte y deposición de sedimentos. En este sentido, las áreas de mayor velocidad y turbulencia donde la corriente rápida choca contra la orilla, son probablemente sitios de erosión y desviación de sedimentos; por el contrario, las áreas de relativa baja velocidad y turbulencia, es decir, donde hay poca corriente, son probablemente áreas de estabilidad del lecho o deposición GALLOWAY & HOBDDAY, (2000)

Corrientes fluviales

Existen diversos tipos de corrientes que caracterizan el flujo en los sistemas fluviales, dichas corrientes se explican a continuación, en la **Tabla 1**, y una ilustración de las mismas puede observarse en la **Fig. 4**.

Tabla 1. Tipos de corrientes fluviales, según la intensidad de la corriente, tomado de RUST (1978)

Intensidad de la corriente	Unicanal	Multicanal
Baja	Rectos	Entrelazados
Alta	Meándricos	Anastomosados

Corrientes rectilíneas

En segmentos rectilíneos de un canal, el curso de máxima velocidad está cerca del centro del canal, y la erosión probablemente ocurre a lo largo de ambos bancos del canal, donde la turbulencia es alta GALLOWAY & HOBDDAY, (2000). En los lados del canal, estos cauces rectos generalmente toman un curso sinuoso, llegando a producirse pequeñas barras de meandros SWANSON, (1976).

Los cauces rectos normalmente fluyen en valles fácilmente erosionables, y pocas veces llegan a tener más de diez veces el ancho del canal; en valles estrechos los cauces rectos pueden extenderse por varias millas. SWANSON, (1976).

Corrientes de meandros

De acuerdo con SWANSON, (1976), las corrientes que desarrollan meandros son usualmente aquellas de baja pendiente, con moderada carga de sedimentos (una mezcla de varios tamaños de grano) y con fluctuaciones moderadas en la descarga.

La velocidad de la corriente, el transporte de sedimentos y la erosión, son mayores a lo largo del “thalweg” (vaguada, línea que une las partes más profundas del canal), siendo estos factores más activos cuando el río está crecido SWANSON, (1976). Las barras de meandros, características de estos sistemas, se desarrollan al disminuir la crecida del río, en las zonas internas de los meandros. En una barra de meandros existe una reducción en el tamaño del grano desde la base al tope, así como también una disminución en la magnitud de las estructuras sedimentarias, desde estratificación cruzada en gran escala hasta pequeñas rizaduras con láminas entrecruzadas SWANSON, (1976).

La sedimentación se efectúa sobre toda la superficie de la barra y a medida que se acentúa el meandro, las arenas de barra se amplían por un proceso de acreción lateral SWANSON, (1976).

Los afluentes meándricos son la consecuencia natural de la distribución asimétrica de la velocidad y turbulencia del flujo dentro del canal. La turbulencia máxima ocurre cerca de la base del canal que está contra el banco exterior GALLOWAY & HOBDDAY, (2000).

Corrientes entrelazadas

Los canales entrelazados son característicos de las corrientes que tienen grandes fluctuaciones en el flujo y en la carga de sedimentos. El entrelazamiento se inicia al formarse barras sumergidas y bajar el nivel del agua después de una crecida. Tales barras desvían el agua a su alrededor y se convierten en partes estables dentro del canal. SWANSON, (1976).

En los ríos intermitentes, estas barras generalmente cambian de posición durante las crecientes al ser cortadas por nuevos canales. Especialmente en estos ríos, los complejos de corrientes aumentan por el proceso de acreción vertical, ya que después de las crecidas descargan grandes volúmenes de sedimentos y obstruyen los canales.

Al producirse una reducción gradual en la velocidad de la corriente, se inicia una gradación (grosso en la base, fino hacia el tope) de cada unidad sedimentaria, así como también una disminución en la magnitud de las estructuras sedimentarias SWANSON, (1976).

Por su parte, en los ríos perennes las barras crecen por agradación y llegan a ser semipermanentes, aunque también pueden cambiar de forma a causa de una creciente fuerte SWANSON, (1976).

Corrientes anastomosadas

Una acomodación (arreglo) generada rápidamente y manejada por una elevación del nivel base, favorecen la avulsión y el desarrollo de los estilos fluviales anastomosados TORNQVIST (1993), en MIALL (2000). En la **Tabla 2** se sintetizan los tipos de canales fluviales, con respecto a la composición del canal.

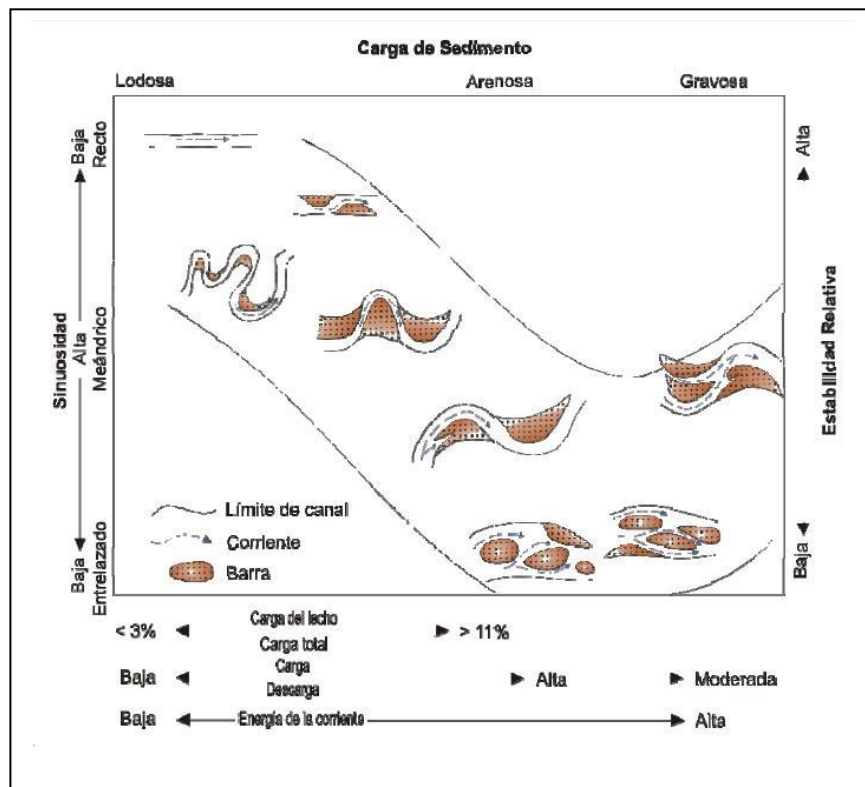


Fig.4. Gráfico resumen de las principales características de los tres tipos de corrientes. Tomado de GALLOWAY & HOBDAY, (2000), en VELÁSQUEZ, (2010)

Tabla 2. Tipos de canales fluviales, con respecto a la composición del canal. Tomado de GALLOWAY & HOBDAI, (1977), en VELÁSQUEZ, (2010)

Tipo de canal	Composición del canal	Sección transversal	Diseño del canal
Dominado por carga del lecho	Dominan arenas o gravas	Relación Ancho/Profundidad Alta	Recto o ligeramente sinuoso
Dominado por carga mixta	Mezcla: arcilla, limo y arena	Relación Ancho/Profundidad Moderada	Sinuoso
Dominado por carga en suspensión	Dominan arcillas y limos	Relación Ancho/Profundidad Baja	Altamente sinuoso o anastomosado

Facies Fluviales

Según MIALI, (2000), el término facies es utilizado actualmente en un sentido tanto descriptivo como interpretativo. Las facies descriptivas incluyen a las litofacies y biofacies, ambos son términos usados para referirse a propiedades observables en los cuerpos de rocas sedimentarias, que pueden ser interpretados en forma de procesos depositacionales o biológicos. Una litofacies individual es una unidad de roca definida basándose en sus características litológicas distintivas, incluyendo composición, tamaño de grano, característica de la estratificación, y estructuras sedimentarias. Cada litofacies representa un evento depositacional individual. El término facies también puede ser utilizado (usualmente para asociaciones litológicas) en sentido interpretativo para grupos de rocas que se supone han sido formadas bajo condiciones similares.

Para el análisis de litofacies, el punto principal debe ser el reconocimiento de las asociaciones de propiedades que están repetidas a lo largo de la sección (o partes de la cuenca completa). Las litofacies pueden ser diferenciadas por la presencia de unidades estratificadas con una o varias estructuras sedimentarias, por un rango limitado en el tamaño de grano, por un cierto espesor en la estratificación, y quizás hasta por alguna textura o color (aunque el color puede estar dominado por los cambios diagenéticos y no debe ser utilizado como criterio principal para la definición) MIALL, (2000).

FACIES DE MIALL

Codificación de Facies de Miall

De acuerdo con MIALL, (2000), el objetivo de un análisis de cuenca debe ser levantar un esquema de facies, que pueda agrupar todos los tipos de rocas presentes en el área en proyecto. Estos esquemas de facies deben ser lo más simples posibles, de otra forma, acaban con todo el propósito de llevar a cabo un análisis de facies.

Según MIALL, (2000), los códigos para litofacies consisten en dos partes, una letra mayúscula para el tamaño de grano modal (G, grava; S, arena; F, finos) y una o varias letras minúsculas escogidas como nemónicas de una textura o estructura distintiva de cada litofacies. Véase **Tabla 3**.

Tabla 3. Clasificación de facies fluviales MIALL, (1996). Tomado de Miall (1996)

Código de facies	Facies	Estructuras sedimentarias	Interpretación
Gmm	Grava masiva, soportada por matriz	Gradación débil	Flujo plástico de detritos (alta potencia, viscosos)
Gmg	Grava soportada por matriz	Gradación normal a inversa	Flujo pseudoplástico de detritos (baja potencia, viscosos)
Gci	Grava soportada por clastos	Gradación inversa	Flujo de detritos rico en clastos (alta potencia), o flujo pseudoplástico de detritos (baja potencia)
Gcm	Grava soportada por clastos, masiva	-	Flujo pseudoplástico de detritos (acarreo inercial, flujo turbulento)
Gh	Grava soportada por clastos, pobremente estratificada	Estratificación horizontal, imbricación	Formas de fondo (barras) longitudinales, depósitos aislados, depósitos cribosos
Gt	Grava estratificada	Estratificación cruzada festoneada	Rellenos menores de canal
Gp	Grava estratificada	Estratificación cruzada planar	Barras transversales, crecimientos deltaicos a partir de antiguas barras remanentes
St	Arena, fina a muy gruesa, a veces con cantos	Estratificación cruzada festoneada, individual o agrupada	Dunas linguiformes con crestas sinuosas (3-D)
Sp	Arena, fina a muy gruesa, a veces con cantos	Estratificación cruzada planar, solitaria o agrupada	Barras linguiformes transversales (dunas 2-D)
Sr	Arena, muy fina a gruesa	Laminación cruzada de rizadura	Rizaduras (régimen de flujo bajo)
Sh	Arena, muy fina a gruesa, a veces con cantos	Laminación horizontal, alineación dividida o creciente	Flujo de lecho plano (flujo crítico)
Sl	Arena, muy fina a gruesa, a veces con cantos	Estratificación cruzada de bajo ángulo (< 15°)	Relleno de cavidades erosivas, dunas lavadas, antidunas
Ss	Arena, fina a muy gruesa, a veces con cantos	Bases erosivas someras y anchas	Relleno de cavidad erosiva
Sm	Arena, fina a gruesa	Masiva o pobremente laminada	Depósitos de sedimentos de flujos gravitacionales
Fl	Arena, limo, arcilla	Laminación fina, rizaduras muy pequeñas	Depósitos de inundación, de desbordamiento o de canal abandonado
Fsm	Limo, arcilla	Masiva	Depósitos de pantano o de canal abandonado
Fm	Arcilla, limo	Masiva, grietas de desecación	Depósito de inundación, de canal abandonado o revestidos
Fr	Arcilla, limo	Masiva, raíces, bioturbaciones	Capas con raíces, suelo incipiente
C	Carbón, lodo carbonáceo	Plantas, laminillas de arcilla	Depósitos de pantano vegetado
P	Paleosol carbonatado (calcita, siderita)	Características pedogénicas	Suelo con precipitación química

Asociación de Facies

MIALL, (2000) expone que el término asociación de facies fue definido por POTTER (1959) como “una colección de atributos sedimentarios asociados comúnmente”, incluyendo “amplia geometría (espesor y extensión areal); continuidad y forma de las unidades litológicas; tipos de rocas, estructuras sedimentarias, y fauna (tipos y abundancia)”. Una asociación (o arreglo) de facies está, en consecuencia, basada en la observación, quizá con alguna simplificación. Un modelo de facies es un mecanismo interpretativo que levanta un geólogo para explicar la asociación de facies observada.

Las litofacies se agrupan juntas en asociaciones, ya que así representan varios tipos de eventos depositacionales que frecuentemente ocurren juntos en el mismo ambiente de depositación. Por ejemplo, un ambiente de abanico submarino generalmente contiene subambientes de cañón, canal, dique, depósito de inundación y de talud proximal, cada uno de ellos produce una litofacies característica. Estas litofacies se apilan en unidades estratigráficas, ya que los ambientes cambian a través del tiempo, permitiendo que diferentes litofacies se acumulen a lo largo de cualquier eje vertical. La naturaleza de estos cambios ambientales es muchas veces predecible, lo que significa que la sucesión de litofacies resultante son igualmente predecibles. Por ejemplo, en el ambiente de abanico submarino, los canales pueden cambiar de posición, y los subambientes dentro de la corriente turbidítica pueden moverse (muy rápidamente) talud abajo. Los deltas y las llanuras de marea progradan hacia el mar, los canales de río y caños de marea migran, y así sucesivamente. Estos procesos pueden repetirse muchas veces. Esta es la base para el principio de sedimentación cíclica; el cual interpreta que las relaciones laterales de las facies pueden ser predichas estudiando sus sucesiones verticales. Secciones estratigráficas, como afloramientos, acantilados medibles o secciones de pozo, comprimen la mayoría de la

información base necesaria. Las relaciones laterales de facies son mucho más difíciles de estudiar, ya que tienden a ser graduales y se extienden por distancias considerables MIALL, (2000).

Elementos de arquitectura de facies fluviales

Según WALKER & JAMES (1992), a pequeña escala, pueden ser reconocidos en depósitos aluviales, varios tipos de estratificación y macroformas. Las barras son grandes unidades depositacionales. Los canales están rellenos por una amplia variedad de barras y macroformas. Se pueden encontrar algunos patrones comunes de geometría y composición en estos depósitos, sin importar el estilo del canal. La escala más pequeña incluye bloques individuales, o facies, del depósito. A una mayor escala, estas asociaciones de facies pueden ser agrupadas en elementos arquitecturales caracterizados por formas y geometrías internas distintivas, que representen algunos de los tipos mayores de formaciones de barra o canal dentro del sistema fluvial. En una escala aún mayor, tradicionalmente ya se han reconocido cuatro estilos de canales fluviales: meándrico, entrelazado, anastomosado y rectilíneo.

Un río consiste de varias trayectorias de canal, desde curvas a rectas, con grandes áreas expuestas de grava, arena o limo, llamadas barras. El desarrollo y distribución de estas características siguen algunos relativamente predictibles patrones, los cuales dejan su registro en los depósitos resultantes. Los canales y las barras son los elementos depositacionales básicos de un río, y pueden ser subdivididos en elementos arquitecturales. Estos elementos están representados por una asociación de facies, una geometría interna, una forma externa y, en algunos casos, un perfil vertical característico WALKER & JAMES, (1992).

MIALL (2000) indicó que la mayoría de los depósitos pueden ser subdivididos en varios tipos de cuerpos tridimensionales caracterizados por asociaciones de litofacies características, geometrías externas, y orientaciones (muchas de las cuales son macroformas). Colocándole el término de arquitectura de facies a estas unidades depositacionales, e intentando sintetizarlas y clasificarlas en el período en que estos

elementos ocurren en depósitos fluviales, sugiriendo que hay como ocho elementos de arquitectura básicos en los sistemas depositacionales. Estos elementos se muestran en la **tabla 4**, y un esquema gráfico de ellos se visualiza en la **figura 5**.

Dos procesos interpretativos intervienen simultáneamente en el análisis de afloramientos que contengan un rango de escalas de unidades depositacionales y superficies limitantes: (1) la definición de varios tipos y escalas de superficies limitantes y (2) la subdivisión de la sucesión dentro de sus elementos de asociaciones de litofacies, con el reconocimiento y definición de macroformas y cualquier otra característica que pueda estar presente MIALL, (2000).

En general, la característica más distintiva de una macroforma es que ésta consiste de litofacies relacionadas genéticamente, con estructuras sedimentarias mostrando orientaciones similares y superficies limitantes menores e internas, que se extienden desde el tope a la base del elemento, indicando que se desarrolló por largos periodos de acreción lateral, oblicua o en profundidad. Una macroforma es comparable en altura a la profundidad del canal en la que fue formada y, en amplitud y longitud, en orden similar a la magnitud de la amplitud del canal. El reconocimiento de una macroforma puede depender, en parte, del tipo de superficie limitante que la envuelva. Sin embargo, la clasificación apropiada de una superficie limitante puede depender de la descripción de la asociación de litofacies y geometría de las capas sobre y por debajo de ésta MIALL, (2000).

Tabla 4. Elementos arquitecturales en depósitos fluviales. Tomado de WALKER & JAMES, (1992).

Elemento	Símbolo	Principal asociación de facies	Geometría y relaciones
Canales	CH	Cualquier combinación	Dedos, lentes o cubierta; base erosional cóncava hacia arriba; escala y forma altamente variable; comúnmente superficies erosivas internas, de 3° orden, cóncavas hacia arriba
Barras y formas de fondo gravosas	GB	Gm, Gp, Gt	Lentes, mantos; usualmente cuerpos tabulares; comúnmente interstratificadas con SB
Formas de fondo arenosas	SB	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Se, Ss	Suceden lentes, cubiertas, mantos, cuña, como rellenos de canal, abanicos de rotura, barras menores
Macroformas de acreción corriente abajo	DA	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Se, Ss	Lentes descansando sobre una base lisa o acanalada, con superficies erosivas internas de 3° orden, convexa hacia arriba, y superficie límite superior de 4° orden
Macroforma de acreción lateral	LA	St, Sp, Sh, Sl, Se, Ss, menos común Gm, Gt, Gp	Cuña, cubierta, lóbulo; caracterizado por superficies internas de acreción lateral de 3° orden
Flujo de detritos (flujo gravitacional de sedimentos)	SG	Gm, Gmm	Lóbulo, cubierta, típicamente interstratificado con GB
Mantos de arenas laminadas	LS	Sh, Sl; menor Sp, Sr	Cubierta, manto
Finos de depósito de inundación	OF	Fm, Fl	Mantos delgados a gruesos; comúnmente interstratificados con SB; puede rellenar canales abandonados

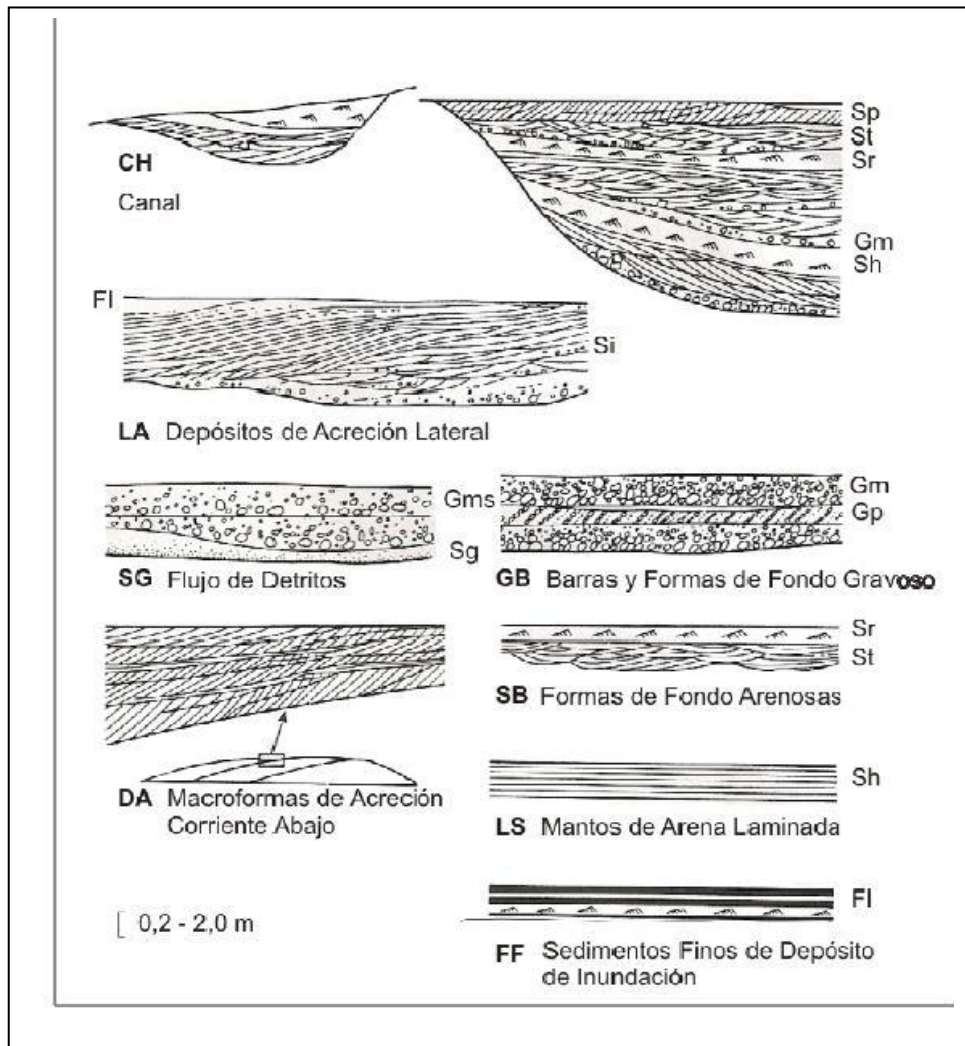


Fig. 5. Ocho principales elementos arquitecturales en depósitos fluviales. Tomado de MIALL, (1978)

Según MELCHOR *et al.*, (2006), los elementos arquitecturales de MIALL (1996), están definidos como:

- **Canales (CH):** el elemento CH es usado cuando el relleno del canal es simple y no puede ser partido en elementos tales como DA y LA. Generalmente (aunque no siempre) limitados por superficies de quinto orden y compuestos por una gran variedad de litofacies
- **Barras y formas de fondo gravosas (GB):** utilizada para macroformas (barras) y mesoformas (dunas) de sistemas fluviales gravosos. Predominan las litofacies Gh, Gp y Gt, formando cuerpos multihistóricos limitados verticalmente por superficies de cuarto orden y lateralmente por superficies de tercer orden.
- **Flujos de detritos (SG):** aparece como capas discretas (muy raramente amalgamadas) interestratificadas con los elementos GB y SB. Predominan las litofacies Gmm, Gmg, Gci y Gcm.
- **Formas de fondo arenosas (SB):** aunque generalmente incluidas en canales, en algunos casos pueden encontrarse en las planicies. Formadas por las litofacies Sp, St, Sh, y Sr. Se encuentran limitadas verticalmente por superficies de segundo orden.
- **Macroforma de acreción corriente abajo (DA):** representa la migración de barras en dirección paralela al flujo principal. Integrada por una gran variedad de litofacies arenosas. Limitada lateralmente por superficies de tercer orden y

verticalmente por superficies de cuarto o quinto orden. En algunos casos puede mostrar intercalaciones de SB.

- **Macroforma de acreción lateral (LA):** formadas principalmente en barras en espolón. Las superficies limitantes laterales son de tercer orden (en ocasiones con participación pelítica) y las verticales de cuarto orden.
- **Mantos de arena laminada (LS):** producidas por depositación en alto régimen de flujo en canales o planicies. Integrada principalmente por las litofacies Sh y Sl. En menor medida se presentan Sp, St o Sr.

Elementos de arquitectura de llanuras aluviales

MIALL (1996) definió cinco elementos de arquitectura de llanuras aluviales como los principales componentes de los depósitos sedimentarios de dichos ambientes:

- **Diques (LV):** Los diques consisten normalmente en unidades rítmicamente bandeadas de arena limosa de unas pocas decenas de centímetros de espesor, con abundante restos fósiles de vertebrados en algunos casos, donde cada secuencia representa un evento de inundación.
- **Canal de desbordamiento (CR):** Los canales de desbordamiento son cuerpos bandeados que consisten principalmente en areniscas de grano medio con estratificación cruzada y rizaduras (St, Sr). las unidades más gruesas son equivalentes en tamaño de grano a los depósitos de canal principal, pero en promedio son facies de grano más fino, ya que estos canales representan una “extracción” de la parte superior del flujo en el canal principal como resultado del desbordamiento del mismo.

- **Abanico de rotura (CS):** Los abanicos de rotura son depósitos tipo delta que se forman junto a los márgenes de los canales principales. De hecho, pueden ser virtualmente indistinguibles de deltas lacustres. Estos depósitos son componentes importantes del medio ambiente fluvial anastomosado, donde la formación de canales de desbordamiento se ensancha y forma un paso intermedio en el desplazamiento de los canales principales a nuevas posiciones en la llanura de inundación. Son cuerpos en forma de lente de hasta 10 km de largo y 5 km de ancho, 2.6 m de espesor. Los depósitos de abanicos de rotura suelen consistir en sedimentos finos a arenas de grano medio con abundante estructuras sedimentarias hidrodinámicas, raíces de plantas, y bioturbación. La estratificación cruzada y rizaduras son las estructuras sedimentarias más comunes en estos depósitos.
- **Llanura de inundación (FF):** Este elemento consiste en unidades laminares con extensiones de cientos de metros o incluso varios kilómetros en lateral, ubicadas en las adyacencias del canal principal. La variación vertical de la litología va a estar sujeta a muchos cambios, esto debido a que es una superficie plana y por ende es muy susceptible a cualquier cambio en el proceso depositacional, la depositación en estos ambientes puede ser continua, en el caso de sedimentos finos en suspensión en pantanos permanentes, o por eventos individuales que representan un periodo de inundación, donde se depositaran arena muy fina, limo y arcillas.
- **Canal abandonado (CH (FF)):** Estos elementos son componentes comunes en sistemas fluviales de grano fino, particularmente los sistemas anastomosados y de meandros, comúnmente estos canales se mantienen como lagos o estanques por un tiempo considerable. Litológicamente se caracterizan por tener cuerpos de arena fina separados por arcillas.

Tabla 5. Elementos arquitecturales de ambientes de llanuras aluviales.

Modificado de MIALL, (1996).

ELEMENTO	SIMBOLO	LITOLOGÍA	GEOMETRÍA	INTERPRETACIÓN
DIQUE	LV	FI	Acuñamiento de hasta 10 m de espesor, 3 km de ancho	desbordamientos producto de inundaciones
CANAL DE DESBORDAMIENTO	CR	St, Sr, Ss	Bandeamientos de unos pocos cientos de metros de ancho, 5 metros de profundidad, 10 km de largo	ruptura del margen del canal principal
ABANICO DE ROTURA	CS	St, Sr, FI	lentes de hasta 10 km de diametro, 2-6 m de espesor	progradacion tipo delta del canal de desbordamiento en la llanura de inundación
LLANURA DE INUNDACIÓN	FF	Fsm, FI, Fm, Fr	Laminas de algunos km de dimension lateral y decenas de m de espesor	depósitos de flujos de llanuras aluviales, pantanos
CANAL ABANDONADO	CH(FF)	Fsm, FI, Fm, Fr	Bandeamientos comparables en escala con canales activos	producto de la interrupción de la fuente de aporte

FOTOMOSAICOS DESCRIPTIVOS

Según BEILINSON (2012), los fotomosaicos descriptivos consisten en una composición digital realizada con varias fotografías de una zona o afloramiento, que se hace con la finalidad de generar una fotografía panorámica, sin ángulos de distorsión, del área de estudio y así poder abarcar dimensiones imposibles de cubrir con una fotografía individual, además de mantener las dimensiones de cada uno de los elementos que contiene la fotografía, lo que es muy importante ya que nos permite resaltar de manera gráfica los elementos geológicos de importancia en el estudio que se esté haciendo, además que nos deja visualizar la relación en el espacio, tanto lateral como vertical, de dichos elementos.

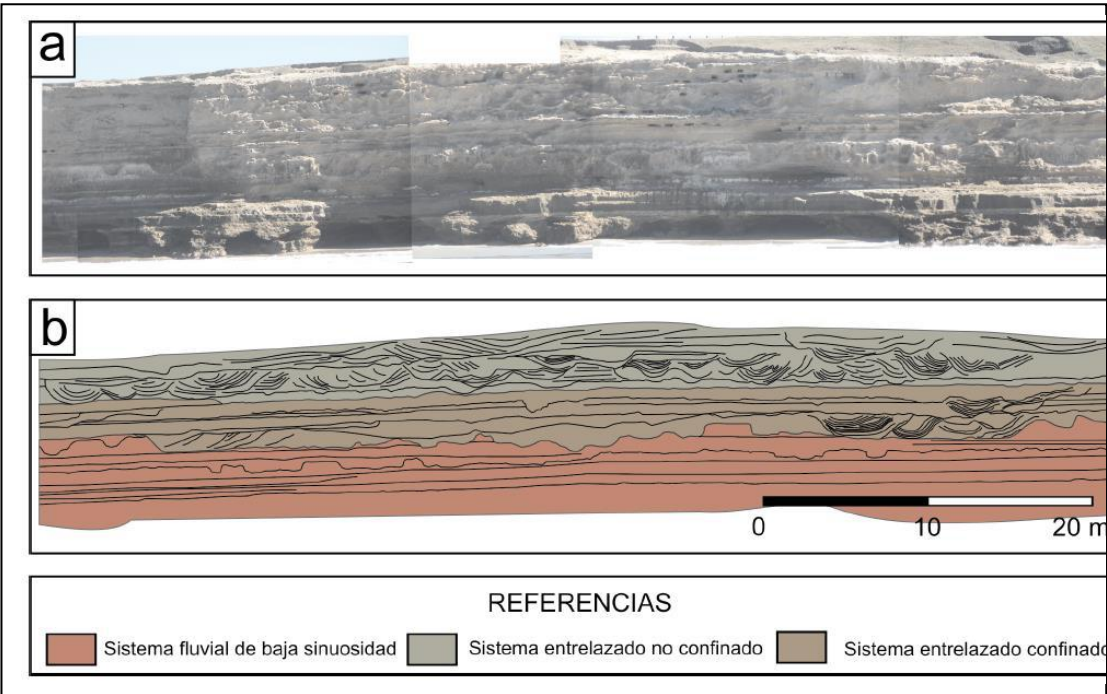


Fig. 6. Ejemplo de Fotomosaico descriptivo, usado para resaltar los sistemas fluviales. Tomado de BEILINSON, (2012)

METODOLOGÍA

Para la ejecución de este trabajo se llevara a cabo una metodología que va a estar dividida según el objetivo específico que se vaya a alcanzar y de esta manera poder lograr el objetivo general propuesto.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

Etapa I: Croquis y elección de las áreas a estudiar

Para llevar a cabo esta etapa se procederá en primer lugar a realizar un croquis del afloramiento, con la finalidad de resaltar los elementos de mayor importancia que lo constituyan, y de esta manera poder visualizar de manera más clara las áreas a estudiar detalladamente; una vez realizado el croquis, sobre él se demarcan las áreas a estudiar, utilizando como fundamento abarcar todas las rocas o sedimentos que afloren a lo largo y ancho del afloramiento.

Etapa II: Descripción detallada de los sedimentos en el afloramiento

En esta etapa se describirán varios aspectos de los sedimentos, en primer lugar se identifica el tamaño de grano, mediante el tacto y las características visibles de los granos, a simple vista o con el uso de una lupa, con aumentos de 10x y 20x; posteriormente se describen los colores de los sedimentos, el color fresco y el color meteorizado, luego se identificara los principales componentes minerales del sedimento, una vez realizado esto se llevara a cabo la identificación y descripción de restos fósiles presentes en el sedimento, y finalmente se identifican las estructuras sedimentarias presentes en el afloramiento, en caso de que las haya.

Etapa III: Graficación digital

Mediante el uso del dibujador digital Canvas 14 se realizara la graficación de las columnas estratigráficas correspondientes a cada uno de los afloramientos estudiados dichas columnas se representaran los espesores reales a escala de las secuencias sedimentarias, la morfología esquematizada de los elementos de arquitectura fluvial y la descripción litológica de los sedimentos que componen la secuencia estratigráfica aflorante.

FACIES DE MIALL

Etapa I: Relacionar facies identificadas con las facies de Miall

Una vez descritas en las columnas estratigráficas las litofacies presentes en los afloramientos, se relacionará cada una de estas con las facies fluviales propuestas por MIALL, (1996), ver **tabla 3**, donde se le asignará, la facies fluvial que reúna las mismas características, tanto litológicas como de estructuras sedimentarias, a cada litofacies identificada y representada en las columnas estratigráficas, y de esta manera englobar la descripción de todos los cuerpos bajo una misma perspectiva, lo que ayudara de manera efectiva a la identificación de elementos de arquitectura fluvial en etapas posteriores del trabajo.

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y MORFOLÓGICA

Etapa I: Selección y toma de las muestras

El criterio que se utilizara para la selección de las muestras, se basa en algunos aspectos fundamentales, en primer lugar está el estudio morfológico de los granos y lo que esto implica, es decir, se van a caracterizar los granos según su redondez y esfericidad, por lo que es conveniente seleccionar muestras con tamaños de grano arena o mayor, ya que estos granos son los que arrojan mayor información en cuanto a este aspecto; por otro lado está la poca consolidación que se puede mostrar en los

sedimentos presentes en toda la zona, lo que puede impedir realizar secciones finas a los mismos para ser estudiados con el microscopio petrográfico, es por ello que se decide estudiar su mineralogía mediante el uso de una lupa, marca Zeiss, modelo Stemi SV 6. Las muestras se tomaran a lo largo de toda la zona, y cada una representara una facies fluvial distinta; al ser sedimentos, se tomaron manualmente aproximadamente entre 300 g y 500 g de muestra de cada facies, los cuales serán resguardados en bolsas plásticas herméticas para su posterior traslado al laboratorio.

Etapa II: Caracterización morfológica de los granos

Para llevar a cabo esta etapa, se toma una pequeña cantidad de cada una de las muestras, haciendo previamente un procedimiento llamado cuarteo (mezclar de manera sistemática dicha muestra); esto se logra colocando el material a mezclar en una superficie flexible plástica cuadrada, se levanta uno a uno cada vértice, haciendo que el material se desplace hacia el centro de dicho plástico (este procedimiento se repite unas cuatro veces), asegurándose de esta manera que dicha muestra este bien mezclada. Luego se toman(50) granos, y a cada uno de ellos se le hace una inspección visualizando una la lupa Stemi SV 6, luego se coteja cada uno de los granos con la **figura 7**,(tabla comparativa de redondez vs esfericidad (Krumbein, 1973), para así dar un valor cuantitativo de estos parámetros. Una vez realizado esta caracterización, se procede a medir las dimensiones de cada grano, tomando en cuenta los ejes mayores de cada grano, con el fin de dar un valor cualitativo mediante el análisis de: (parámetros de **redondez** como: redondeado, sub redondeado, angular, sub angular; parámetros de **esfericidad** como: tipo esférico, discoidal, cilíndrico).

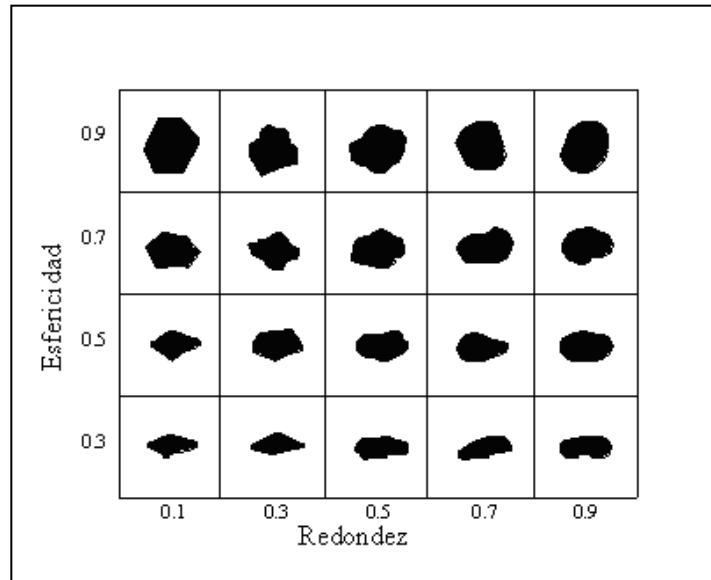


Fig 7.Tabla comparativa de redondez vs esfericidad (KRUMBEIN, 1973)

Etapa III: Identificación de minerales

El objetivo de esta etapa consiste en identificar los minerales que componen cada una de las muestras y determinar la cantidad porcentual en la que se encuentran, para posteriormente realizar tablas con los parámetros de: **litología, mineralogía** (; Esto se lograra mediante la identificación visual de las propiedades físicas distintivas principales de cada mineral, como lo son el hábito, clivaje y color), **morfología de los granos y tamaño de los granos**; vale destacar que se usara la lupa como el instrumento que nos permita observar dichas características, debido al pequeño tamaño de los granos.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE FACIES FLUVIALES

Etapa I: Identificación de paleocorrientes

En esta etapa se identificarán en los afloramientos las diferentes arquitecturas fluviales que nos indique paleocorrientes (canales, estratificación cruzada, estratificación planar, tipos feston y rizadura) y a estas se les medirá el rumbo geográfico de la dirección de la corriente con la brújula. Posteriormente se realizará un diagrama de rosas con todas las mediciones realizadas.

Etapa II: Cartografiar

Una vez definidas las facies sedimentarias y los elementos de arquitectura fluvial que éstas conformen a cada afloramiento, se realizará una estimación visual mediante los fotomosaicos descriptivos, del porcentaje que ocupa cada elemento de arquitectura fluvial en cada afloramiento, y de esta manera se generará una tabla donde se reporte tanto el valor porcentual (escalarmente), como una tabla donde se muestre (por colores) el elemento arquitectural más abundante, el presente y el ausente por cada localidad, una vez obtenidas las tablas, se procederá a digitalizar dicha información en un mapa escala 1:25000 por medio del programa Canvas 14.

FOTOMOSAICOS DESCRIPTIVOS

Etapa I: Ubicación y toma de fotografía panorámica

Para llevar a cabo esta etapa se procederá en principio a obtener la ubicación espacial exacta del afloramiento con el uso de un GPS, el cual proporciona las coordenadas exactas de longitud y latitud del lugar, posteriormente se lleva a cabo la toma de la fotografía Panorámica del afloramiento con el uso de una cámara digital con una resolución mayor a 10 megapíxeles, a una distancia de aproximadamente 20 metros, tomada perpendicularmente al rumbo del afloramiento.

Etapa II: Medición de relaciones espaciales de los sistemas fluviales

Esta etapa se realizara con el uso de una cinta métrica convencional, la cual permitirá medir la longitud del ancho y la profundidad de los sistemas fluviales (Canales) que se identificaran en cada afloramiento.

Etapa III: Digitalización del Fotomosaico

En esta etapa se va a recopilar toda la información tomada en campo y se introducirá de manera esquemática sobre la fotografía panorámica mediante el dibujador digital Canvas 14.

CAPÍTULO III

GEOLOGIA REGIONAL

GENERALIDADES

La cuenca de Barlovento, la cual se ubica en la zona norcentral de Venezuela, en el estado Miranda, está constituida por depósitos aluviales (Reciente) y rocas sedimentarias (poco consolidadas y consolidadas) pertenecientes a los período Terciario – Cuaternario, que corresponden a las formaciones Mamporal, Caucahua, Aramina, Cumaca y Carenero. Estas a su vez, son suprayacente a cuerpos rocosos ígneo – metamórfico – sedimentario que datan del Cretácico – Jurásico, los cuales fueron definidos como: Asociación Metasedimentaria Caracas, Urbani (2000), Asociación Meta-volcano-sedimentaria de Villa de Cura, Urbani(2000) y Formación Guárico (Miembro Río Aragua), Campos et al. (1980). (ver **figura 8**)



Fig. 8. Mapa de la ubicación de la cuenca de Barlovento. Tomado de Espínola y Ollarves (2002).

ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

A continuación se describen las unidades litodémicas y litoestratigráficas de edad Jurásico – Cretácico, sobre las cuales descansan las unidades pertenecientes a los períodos Terciario – Cuaternario.

Asociación Metasedimentaria Caracas

Descripción litológica: La litología característica de esta asociación metasedimentaria, está constituida por: esquisto y/o (filita) cuarzo - muscovítico - feldespático ± clorítico, metaarenisca y metaconglomerado, ambas cuarzo - feldespático – micáceo, y mármol; correspondiente al Esquisto de Las Brisas. Esquisto cuarzo – calcáreo – muscovítico – grafitoso de color gris oscuro y mármol grafitoso; perteneciente al Esquisto de Las Mercedes, que es casi igual para el Esquisto de Chuspita con la diferencia de que hay mayor abundancia de metaareniscas. (Urbani 2000).

Extensión geográfica: La asociación aflora típicamente en la región de Caracas - Los Teques y sus alrededores, y se ha cartografiado como una franja casi continua en sentido este - oeste que se extiende desde el estado Yaracuy, hasta la zona de Barlovento en el estado Miranda. Sus unidades constituyen una franja predominante de La Cordillera de La Costa. (Urbani 2000).

Contactos: Los contactos entre las rocas de esta asociación con la asociación metamórfica Ávila hacia el norte son tectónicos Urbani y Ostos (1989), en (Urbani 2000)., y con las rocas de la faja Caucagua - El Tinaco al sur igualmente son tectónicos Beck (1986), en Urbani (2000). Los contactos entre los esquistos de Las Brisas y Las Mercedes son tectónicos Urbani et al., (1989, en Urbani (2000), mientras que entre los Esquistos Las Mercedes y Chuspita parece ser concordante y transicional Seiders (1965), (Urbani 2000).

Edad: Jurásico – Cretácico. Urbani (2000).

3.2.2 Asociación Metavolcanosedimentaria De Villa De Cura

Descripción litológica: La asociación está constituida por rocas metavolcánicas y metasedimentarias, las cuales se han dividido en cinco formaciones, que son: El Chino, El Caño, El Carmen, Santa Isabel y Las Hermanas. El Caño consiste en metatobasfaníticas finamente laminadas, con cantidades menores de metalavas basálticas y andesíticas. La Formación El Chino contiene metatobas estratificadas de grano fino, con cantidades menores de metabasalto, metaftanita, filita grafitosa, esquistos cuarzo - albítico y granofel cuarzo - albítico. La Formación El Carmen presenta una serie de metalavasbasálticas con fenocristales de augita, intercalados con metatoba, granofel, metaftanitas y filitas grafitosas. La Formación Santa Isabel consiste en granofel cuarzo - feldespático - epidótico con intercalaciones de esquistos clorítico y metalavaspíroxénica y metaftanitas. La Formación Las Hermanas consiste de metatoba, metalava y aglomerados volcánicos. El metamorfismo varía de sur a norte como sigue en las siguientes zonas Navarro (1983), en Urbani (2000): prehnita - pumpellita, barroisita - zoisita/clinozoisita - albita, glaucofano-hornblendabarrosítica, epidota (zoisita/clinozoisita) - glaucofano, lawsonita - glaucofano, lawsonita - albita, pumpellita - actinilota y prehnita - pumpellita.

Extensión geográfica: En el mapa geológico de Bellizzia et al. (1976, en Urbani (2000) la asociación se extiende por más de 250 km de longitud con un ancho medio de unos 25 km, abarcando los estados Cojedes, Guárico, Carabobo, Aragua y Miranda.

Contactos: Los contactos de la asociación con las unidades adyacentes son tectónicos, interpretados por lo general como fallas de corrimiento. Los contactos entre las unidades El Chino, El Caño, El Carmen y Santa Isabel son concordantes, mientras que el contacto entre el Granofel de Santa Isabel y las Metavolcánicas de Las Hermanas ha sido interpretado como tectónico. (Navarro (1983) y Ostos (1990), en Urbani (2000).

Edad: Mesozoico sin diferenciar. Urbani (2000).

A continuación se describen las formaciones sedimentarias que constituyen el relleno de la Cuenca de Barlovento:

Formación Guárico (Miembro Río Aragua)

Descripción litológica: Adicionalmente a los miembros de la Formación Guárico, Campos *et al.* (1980) propusieron como subunidad a un conjunto de paquetes arenáceo-turbidíticos, con intervalos de alternancia rítmica de delgadas capas de areniscas y lutitas, y conglomerados con fragmentos volcánicos. Las areniscas son de color verdoso a gris verdoso, silíceas y algo micáceas, con estructura de carga; las lutitas son gris oscuro a negras y micáceas, y los conglomerados están conformados por ftanita, cuarcitas, lavas andesíticas y granodioritas, entre otros.

Extensión Geográfica: Aflora en gran parte de la "serranía El Guapo- Bachiller". Campos *et al.* (1980)

Contacto: Hacia el sur sobrecorre al Miembro Río Orituco de la Formación Guárico; al norte está en contacto de falla con las formaciones ÑoPedrote y/o El Guapo o bien cubierta discordantemente por la Formación Guatire (?). (Campos *et al.* 1980)

Edad: La secuencia, es considerada de edad Maastrichtiense-? Paleoceno. (Campos *et al.* 1980) Seguidamente a lo antes expuesto, se describen las unidades litoestratigráficas correspondiente al periodo Terciario – Cuaternario, suprayacentes a las previamente mencionadas.

Formación Carenero

Descripción litológica: Lutitas calcárea suave, compacta y maciza, de color gris claro, que meteoriza en tonos castaños. (Bermúdez 1966)

Extensión geográfica: Hasta el presente sólo se reconoce en la localidad tipo, que se ubica en Carenero, estado Miranda. (Bermúdez 1966)

Espesor: Unos 15 metros expuestos, aunque se presume mayor. (Bermúdez 1966)

Contactos: No observados; se presume su discordancia sobre las metamórficas de la Cordillera de La Costa y su posición estratigráfica infrayacente a la Formación Aramina. (Bermúdez 1966)

Fósiles: *Globorotariamenardii*, Bolli Y Bermúdez (1965) y *Globorotariaacostaensis*, (Bermúdez 1966)

Edad: Mioceno Superior.

3.2.5 Formación Aramina

Descripción litológica: (Dusenbury1956), reportó conglomerados basales con fragmentos angulares de esquistos, capas de calizas impuras, seguidos de lutitas arcillosas de color gris verdoso, arcillas, y areniscas, con escasas calizas limosas intercaladas en la parte inferior.

Espesor: Máximo de 1656 m, en la quebrada Aramina. (Dusenbury1956)

Extensión geográfica: Cuenca inferior del río Tuy, Miranda oriental. (Dusenbury 1956)

Contactos: La unidad es discordante sobre rocas metamórficas, y posiblemente descansa sobre la Formación Carenero. Sin embargo, Bermúdez (1966), reporta que un contacto superior con la Formación Mamporal. Al sur de la cuenca, se ha señalado como discordante sobre rocas del Cretáceo, Eoceno e ígneas básicas.

Edad: Mencheret al. (1951) establece el Mioceno inferior; Bucher (1952), Dusenbury (1956) y Young et al. (1956), el Mioceno medio. Bermúdez (1966) la consideró Mioceno superior por su contenido de ostrácodos.

Fósiles: Dusenbury (1956) mencionó los moluscos *Anadara (Larkinia) waringi*, *Chionecancellata*, *Turritella* abrupta, *T. gatunensis*, *T. mimetes* y *Oliva cylindrica*. Bermúdez (1966) mencionó siete especies de foraminíferos de aguas someras reconocidas cerca de Los Fernández.

Formación Cumaca

Descripción litológica: Lutitas grises verdosas, achocolatadas y negras, y arcillas lutíticas con un porcentaje relativamente pequeño de areniscas.

Espesor: Máximo de 100 metros.

Extensión geográfica: La unidad se restringe al extremo oeste de la ensenada inferior del Tuy, Miranda oriental.

Contactos: Inferior, discordante sobre rocas metamórficas; según (DUSENBURY 1956), el contacto superior es discordante debajo de la "Formación Guatire".

Fósiles: (Dusenbury 1956), menciona gasterópodos y pelecípodos de aguas dulces. Bermúdez (1966) reporta ostrácodos relativamente del género *Limnocythere*, dientes y escamas de peces, y oogonios de Chara (alga calcárea).

Edad: (Dusenbury 1956), estableció que la unidad pertenece al Mioceno medio, y Bermúdez (1966) al Mioceno superior.

Formación Caucagua

Descripción litológica: Patrick y Urbani (inéditos en González de Juana et al., cit., describieron a la Formación Caucagua, como sigue: lutitas de color marrón amarillento, gris a rojo, pobremente estratificadas en capa delgadas a masivas, limosas a arenáceas, con guijarros de cuarzo y fragmentos de rocas metamórficas, y algunas capas ligeramente carbonáceas; areniscas rojo oscuro a marrón, marrón amarillento a marrón oscuro, en capas delgada a masivas, irregulares, friables a ligeramente endurecidas, arcillosa a conglomeráticas, a veces carbonáceas; y conglomerado rojo oscuro a marrón amarillento, con estratificación delgada a masiva lenticular, friable a levemente endurecida, con cantos de cuarzo y rocas metamórficas, en una matriz arcillosa; gradan frecuentemente a arenas.

Espesor: SEIDERS (cit.) reportó un espesor de 700 m, sin observar el contacto superior.

Extensión geográfica: Aflora en los valles del bajo Tuy, entre Araguitay Curiepe, en el flanco sur de La Cordillera de la Costa.

Contactos: La Formación Caucagua suprayace discordantemente a la Formación Aramina (Mio-Plioceno), e infrayace con discordancia a la Formación Mamporal (Pleistoceno?) González de Juana *et al.*, (cit). pero localmente, al oeste de la cuenca, la Formación Caucagua es discordante sobre rocas metamórficas.

Fósiles: se reportan macrofósiles no diagnósticos. Wolcott (inédito en González de Juana et al. op. (cit.)

Edad: Por su posición estratigráfica, se considera que la edad de la Formación Caucagua, es Plioceno-Pleistoceno.

Formación Mamporal

Descripción litológica: Ésta formación se caracteriza por presentar lentes de arcillas, areniscas y conglomerados ligeramente consolidados y pobremente estratificados. Los colores típicos de la formación son rojizo, amarillo y gris; las arcillas generalmente son moteadas y los sedimentos clásticos gruesos son ferruginosos. Las arcillas son finamente arenosas; las areniscas son de granos angulares y subangulares de tamaño variable, cementados con arcilla; los conglomerados contienen una mezcla heterogénea de fragmentos subangulares a subredondeados, del tamaño de guijas y peñas, de rocas ígneas y metamórficas, areniscas cuarzosas y ocasionalmente calizas, en una matriz arcillo-arenosa.

Espesor: Patrick (op. cit.), estima un espesor de unos 120 m, aun cuando no ha sido posible medir una sección completa debido a la discontinuidad de los afloramientos.

Extensión geográfica: La Formación Mamporal se extiende por los valles del Bajo Tuy, estado Miranda. L.E.E.V. (1999)

Contactos: Bermúdez (1966) suprayace discordantemente sobre la Formación Aramina en la cuenca del bajo Tuy. Sin embargo González de Juana et al. (1980), consideran que la unidad suprayace discordantemente a la Formación Caucagua, observándose el contacto entre las dos formaciones en la carretera Caracas-Higuerote, a unos 5 km al oeste de Tacarigua de Mamporal, así como en diversos sitios a lo largo de la carretera Higuerote-Curiepe.

Fósiles: no se reportan.

Edad: Se establece que la Formación Mamporal pertenece al Pleistoceno medio, tomando como referencia a la Formación Caucagua.

UNIDAD DE ALUVIÓN

Litología: Está caracterizada por presentar, arcillas, con intercalaciones de grava y arenas no consolidadas.

Extensión geográfica: Cubre la zona oriental de la Cuenca del Bajo Tuy, ya que es el área de menor cota de toda la cuenca; así como en los bordes de los ríos que drenan la región en la parte occidental. ALVARADO *et. al.* (1982)

Contactos: se encuentra principalmente suprayacente en discordancia con las formaciones Mamporal y Caucagua.

Edad: pertenece al Reciente.

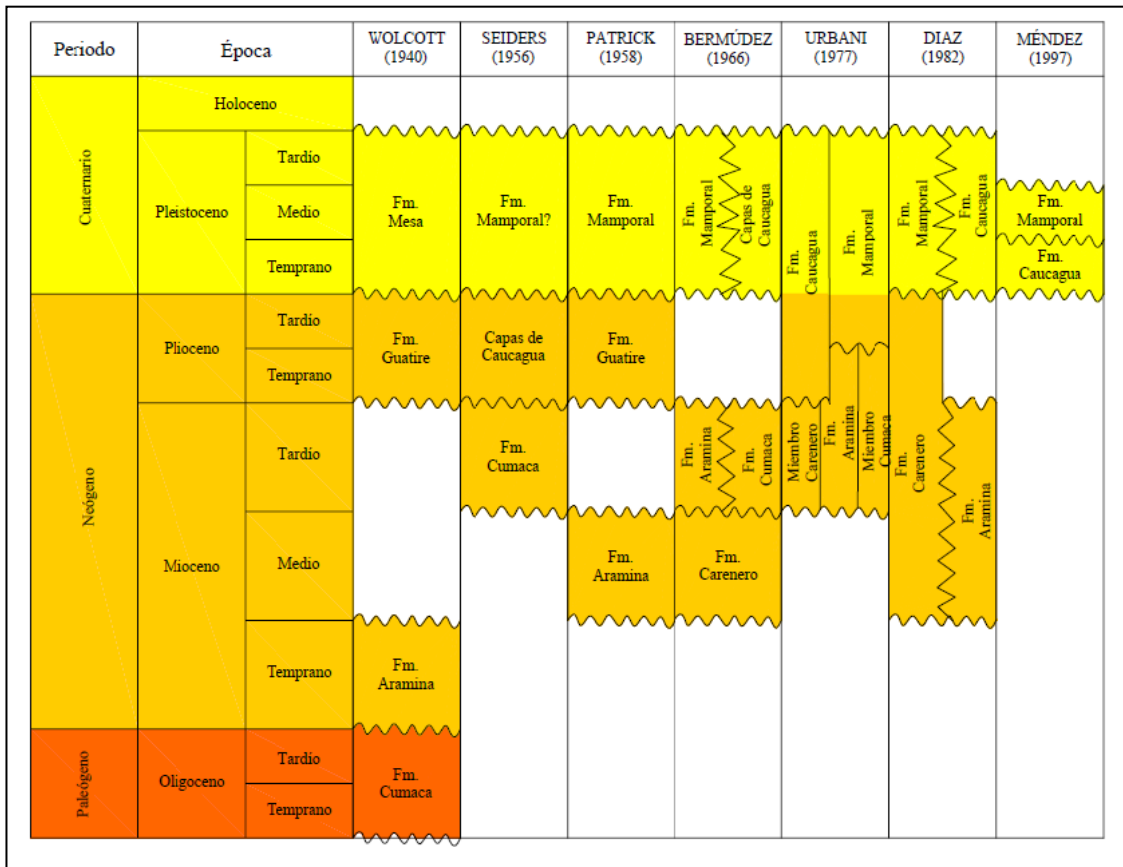


Fig. 9. Formaciones geológicas presentes en la zona y correlaciones establecidas por diferentes autores. Tomado de Hernández y Rojas (2002).

En esta figura 9 se muestra la variación de la definición de las formaciones presentes en la zona por diferentes autores. A la izquierda se muestran las edades propuestas por cada uno de los mismos, quienes se encuentran en el margen superior de la tabla. Dentro de la tabla se observa como varían las definiciones, los contactos y nombres de las formaciones presentes. Tomado de Hernández & Rojas (2002).

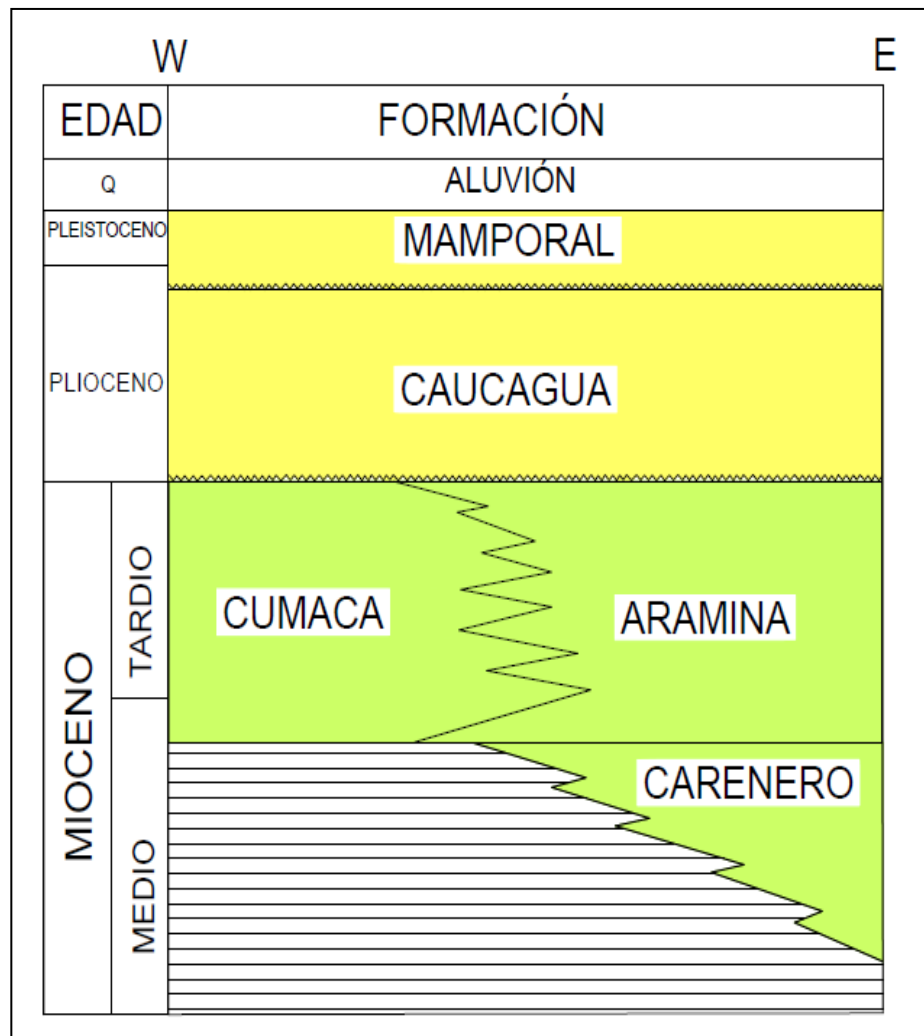


Fig. 10. Tabla de correlación de la Cuenca de Barlovento propuesta por Hernández & Rojas (2002)

Como se puede observar en la **Fig. 9**, ha habido distintas propuestas en cuanto a la concepción estratigráfica de la Cuenca de Barlovento, sin embargo Hernández & Rojas (2002), proponen un modelo más actualizado y el más aceptado hasta ahora (ver **Fig. 10**).

GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL:

A continuación se citarán algunas teorías propuestas por distintos autores, que describen el marco estructural regional:

FEO-CODECIDO (1962), establece que la cuenca continúa por debajo del Mar Caribe, en sentido noreste, hasta la Isla de Margarita y Coche, mientras que **SEIDERS** (1965), menciona que la ensenada mayor del río Tuy, presenta buzamientos suaves que van de horizontales a un máximo de 35°, y una estructura similar a la cuenca de Santa Lucía, donde las rocas presentan forma de sinclinal asimétrico con rumbo N65°E y fallamiento a lo largo del borde norte del flanco norte, y poco control estructural al sur. Por otra parte, menciona que las cuencas sedimentarias dentro de la cordillera, en el Terciario superior, son el resultado de un evento estructural, el cual afectó a la región de Miranda central, generando grandes levantamientos de alto buzamiento en las rocas terciarias.

DÍAZ (1982), estableció a la cuenca de Barlovento, como una cuenca graben que limita al norte con una falla, con rumbo N50°E, que tal vez forma parte del sistema de fallas de La Victoria – Pichao, y al sur limitada por una falla post- Paleoceno, **SEIDERS** (1965), cubierta por sedimentos del Cuaternario; así como también los sistemas de falla de Santa Rosa y parte de la falla de Onoto.

Sobre la base de sus investigaciones, propone que el graben se desarrolló en el Mioceno – Plioceno y que se generaron dos eventos tectónicos: uno distensivo en la época antes mencionada y caracterizado por fallas normales de orientación N80°E; y

el segundo compresivo, durante el Plioceno tardío (?) – Pleistoceno y posiblemente hasta el Holoceno, con fallas conjugadas transcurrentes con rumbo NO- SE.

BELTRÁN Y GIRALDO (1989), a diferencia de los anteriores obtuvieron un campo de esfuerzo durante el Cuaternario para la región nor - oriental de Venezuela, obteniendo como resultado una dirección de esfuerzo principal promedio σ_1 NNO-SSE, el cual corresponde a una fase compresiva. Además, definieron dos fases tectónicas que han actuado durante el Neógeno: La primera corresponde a una fase distensiva, caracterizada por fallamiento normal y en ocasiones sin sedimentaria. La segunda, corresponde a una fase compresiva la cual se iniciaría en el límite Pleistoceno y se mantiene constante hasta nuestros días.

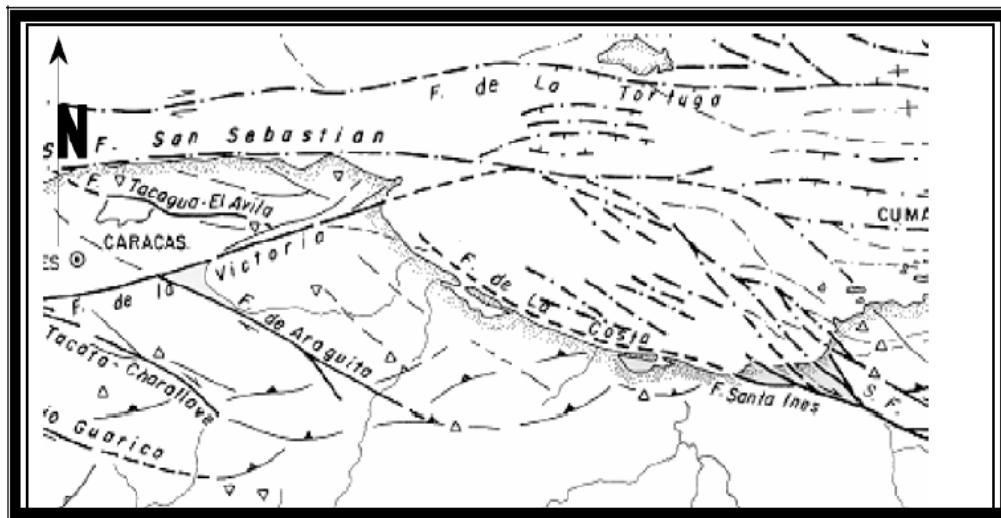


Fig. 11. Mapa Neotectónico depara la región nor - oriental de Venezuela , (Tomado de BELTRÁN 1993)

Para la cuenca baja del río Tuy, se generó un modelo estructural, denominado Riedel, sobre la base de un régimen transcurrente, que está caracterizado por fallas principales con orientación E – O y fallas secundarias sintéticas y antitéticas con rumbo NO – SE y NE – SO, respectivamente. **GIUNTA et. al.** (1990). Por otra parte, **URBANI** (1991), menciona la presencia de fallas normales E–O, que ejercen un control estructural en la vertiente sur de la cuenca barloventeña (frente de montaña). Basado en información geológica, **OSTOS** (1990), propone un modelo tectónico para

explicar la evolución del norte de Sudamérica, el cual se basa en la deformación de cinturones tectónicos este –oeste, autóctonos, del norte de Suramérica, producto de una colisión de un microcontinente y un arco de isla contra el oeste–noroeste de sudamérica durante el Neocomaniense. Los cinturones fueron inicialmente sobrecorridos en el margen oeste – noroeste de la placa Suramericana, pero debido al ángulo alto de oblicuidad en el borde de placas, estos fueron transportados transpresionalmente hacia el noroeste (Santoniense – Campaniense). El transporte de estos cinturones tectónicos y de la placa Caribe de rumbo hacia el Eoceno tardío, como consecuencia de la colisión de la placa Caribe con la plataforma de las Bahamas. Este cambio es evidenciado por una compresión noroeste – sureste y por el desarrollo de cuencas sedimentarias oligocenas *pull – apart* de rumbo este – oeste, en el norte de Suramérica.

AUDEMARD (1993), señala que el mecanismo de subducción y colisión oblicua reinante durante el Terciario y previo al Mioceno medio en el margen meridional caribeño, responsables de acomodar tanto el acortamiento norte – sur generado por la convergencia de las dos Américas como el desplazamiento relativo hacia el este de la placa Caribe, se hace insostenible por los niveles de colisión alcanzados entre ambas placas, dándose inicio (17 – 15 Ma) a una repartición de las deformaciones (“partitioning”): fallas transcurrentes dextrales de orientación este – oeste y estructuras de acortamiento con vergencia SSE preponderante. Aún hoy en día, este mecanismo de repartición de deformaciones es activo a lo largo de la frontera meridional Caribe.

Posteriormente, **AUDEMARD et. al.** (2004), establece que la deformación a lo largo de la costa sur del Caribe, se confirma a través de la compilación de tensores de esfuerzos determinados a partir de indicadores cinemáticos en los planos de falla (microtectónica), y además por las soluciones de mecanismos focales, resultantes de un régimen transcurrente compresivo (transpresional) caracterizado por un esfuerzo máximo horizontal NNO – SSE (σ_1) y/o un mínimo ENE – OSO (σ_3 o σ_2), responsable de la actual actividad y cinemática de un conjunto de seis rasgos frágiles,

como son: fallas laterales - dextrales E-W; fallas laterales – dextrales NO-SE (Riedel Sintético);

Fallas dextrales ENE-OSO a E-O (Cizalla P); fallas normales NNO-SSE; fallas laterales- sinestrales, tendiendo a N-S (Riedel Antitético) y fallas inversas ENE-OSO. Sin embargo acotan que no toda la deformación en la región obedece al modelo de cizalla simple, sino que también actúa la “partitioning”.

Por último, **AUDEMARD** et. al.(2000), en su mapa y base de datos de fallas cuaternarias, indica que la falla de La Victoria tiene un rumbo promedio con un desplazamiento dextral y una tasa de movimiento de 0,55 mm/a, reportan que la falla se extiende desde Las Tejerías hasta Cabo Codera.



CAPÍTULO IV





GEOLOGÍA LOCAL

En este capítulo se describe de manera detallada cada uno de las ocho localidades (afloramientos) estudiadas, mediante el fotomosaico descriptivo de cada uno de ellos y su respectiva columna estratigráfica, dichas herramientas permitirán plasmar una descripción estructurada de parámetros como: litología, espesores de las sedimentos, dimensiones de los canales, estructuras sedimentarias, facies según Miall y elementos de arquitectura fluvial; también es importante destacar que la construcción de los fotomosaicos permitirán observar de manera directa las relaciones laterales y verticales de los elementos de arquitectura fluvial y sus facies constituyentes.

Cada una de las localidades fue referenciada en coordenadas UTM usando un GPS. En la siguiente tabla se muestran cada una de estas, así como también las localidades más hacia el norte, hacia el sur, hacia el este y hacia el oeste.

Tabla 6. Tabla de puntos GPS de las localidades en la zona de estudio.

LOCALIDAD	NORTE	ESTE
1  	1.142.202	818.982
2 	1.140.547	822.094
3	1.141.413	820.568
4	1.141.260	820.840
5	1.140.970	821.165
6	1.140.582	821.504
7	1.140.245	821.779
8 	1.139.287	822.676

LEYENDA	
	Valor más Norte
	Valor más Sur
	Valor más Este
	Valor más Oeste

ESTRATIGRAFÍA LOCAL

Localidad 1 (LOC-1)

Ubicación: Este afloramiento se encuentra ubicado del lado derecho de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho sentido Caracas - Rio Chico, aproximadamente a 5 km del distribuidor las Lapas, y próximo al distribuidor que incorpora dicha autopista con la carretera vieja.

En términos geológicos, este afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig. 39**), modificado de Espínola & Ollarves (2002).

- **Columna estratigráfica:**

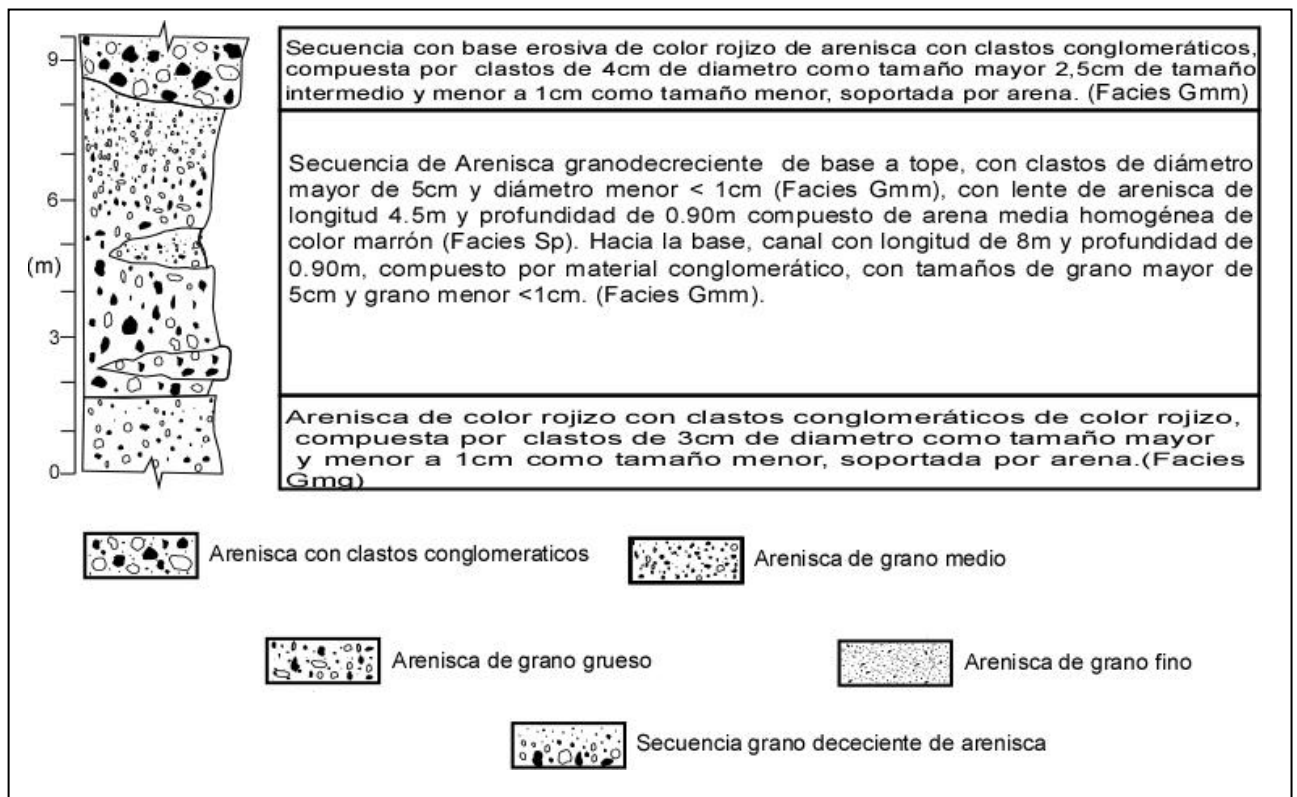


Fig. 12. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la Localidad 1 (LOC-1)



Fig 13. Leyenda generalizada de los fotomosaicos de la zona de estudio

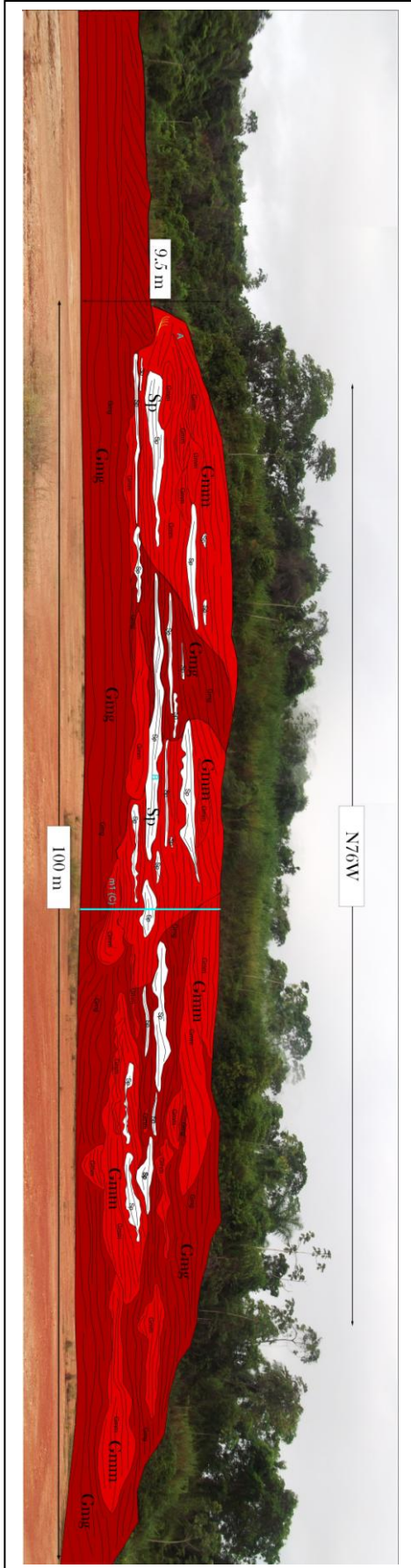


Fig 14. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 1 (LOC-1), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** en este afloramiento se reconocen los siguientes elementos:

A lo largo y ancho del afloramiento se puede observar cómo el material mayoritario (material que soporta la totalidad de la geometría presente), está asociado a un flujo de detritos (SG), constituida por las facies Gmg mayoritariamente, Gmm presentes en rellenos de canales de dimensiones considerables, distribuidos a lo largo y ancho de dicho afloramiento, y Gcm en rellenos de canales de menor dimensión que los antes mencionados, ubicados a la izquierda del afloramiento en su parte media, mostrando un patrón de conectividad lateral entre ellos.

En la parte media y a lo largo del afloramiento, se observa un patrón paralelo de cuerpos alargados, interpretados como fondo de forma arenosa (SB), comprendida por las facies SP.

Localidad 2 (LOC-2):

- **Ubicación:** Este afloramiento se encuentra ubicado por la carretera vieja, a unos 3 km aproximadamente del distribuidor donde se encuentra la localidad dos (LOC 2). Este afloramiento está ubicado específicamente en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002).

- **Columna estratigráfica:**

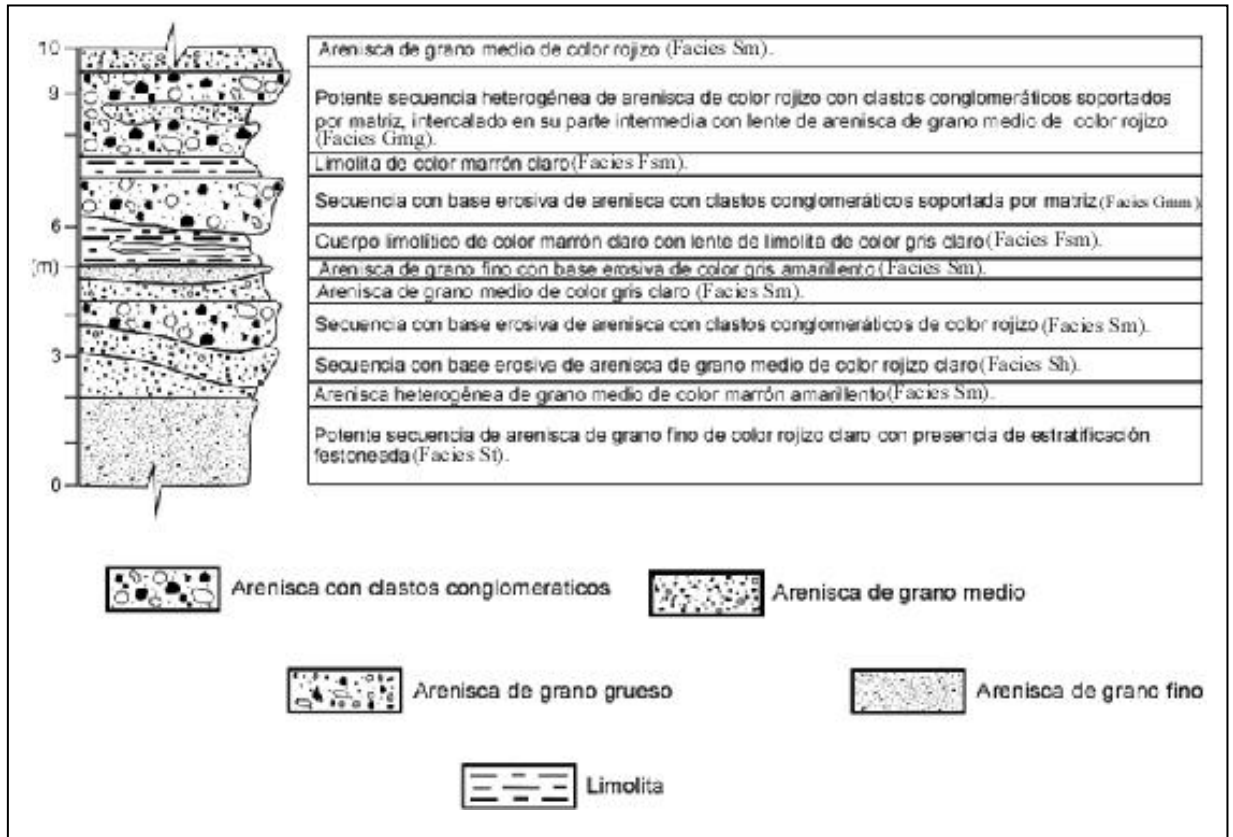


Fig. 15. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la Localidad 2 (LOC-2).

Fig 16. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 2 (LOC-2), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** En este afloramiento se puede observar hacia su parte basal, cuerpos mayoritariamente de areniscas, inclinadas en una dirección preferencial (N85W25N); interpretadas como formas de fondo arenosa (SB), compuestas por facies St, Sm y Sh respectivamente, (esta última facies (Sh), será interpretada posteriormente más a detalle, mediante la fotografía que se observa en el fotomosaico).

Hacia la parte media del afloramiento se observan cuerpos alargados dispuestos de manera horizontal, compuesta de material fino, asociado a la facies Fsm, interpretado como una llanura de inundación (FF). Hacia su parte superior, se observan cuerpos de gran magnitud de material grueso, asociado a flujos de detritos (SG), como elemento arquitectural, comprendido por la facies Gmg. En esta secuencia previamente descrita, también se puede observar un cuerpo alargado, compuesto por material fino de facies (Sm), asociado a forma de fondo arenosa (SB).

Interpretando la fotografía a detalle mostrada en el fotomosaico, asociada a la facies (Sh), se puede observar una secuencia de grano grueso soportada por matriz en su parte basal, seguido por material arcilloso con presencia de huella de disecación, en contacto supradacente con secuencia de base erosiva de arenisca de grano fino a medio con estratificación paralela levemente marcada, en contacto transicional con secuencia de arena granocreciente de base a tope.

Localidad 3 (LOC-3):

- **Ubicación:** Este afloramiento se encuentra ubicado al lado derecho de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho sentido Caracas - Río Chico, aproximadamente a 800 m de la **LOC-1**. Geológicamente el afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002).

- **Columna estratigráfica:**

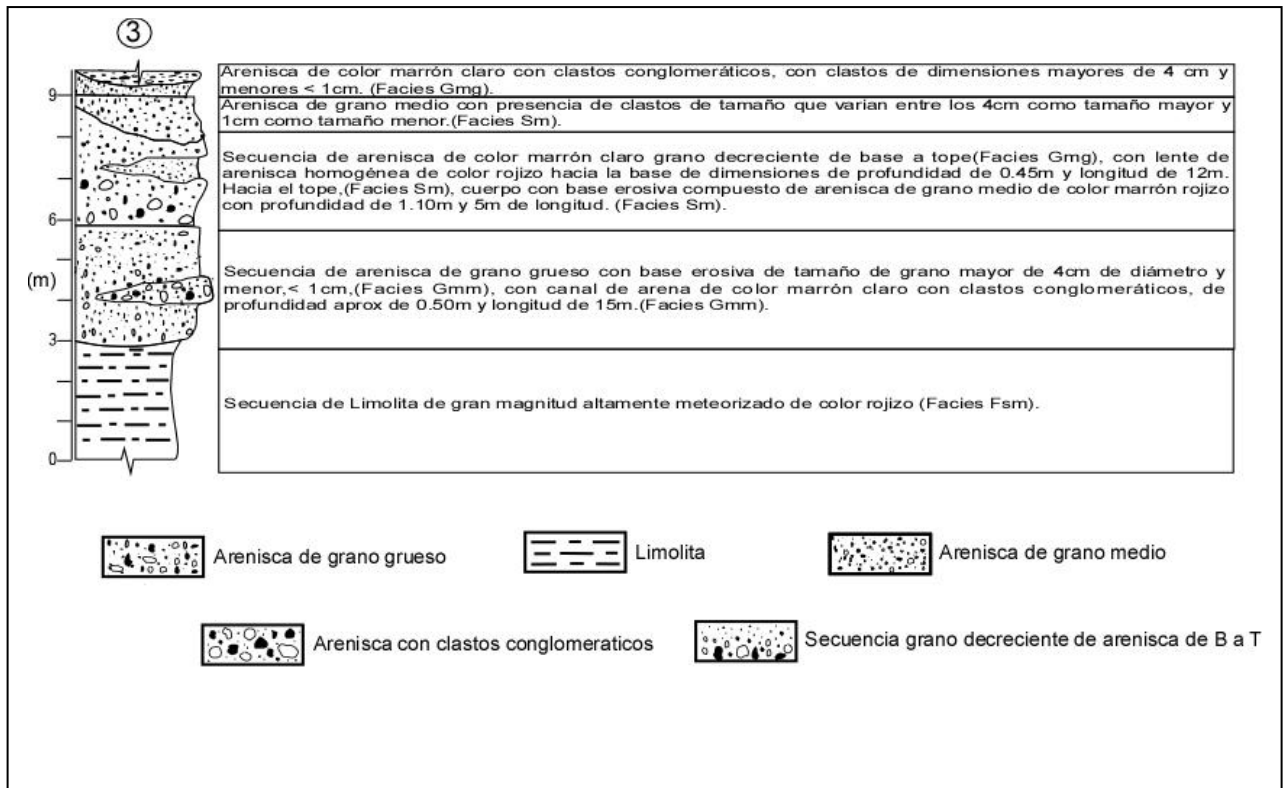


Fig. 17.Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la Localidad 3 (LOC-3).

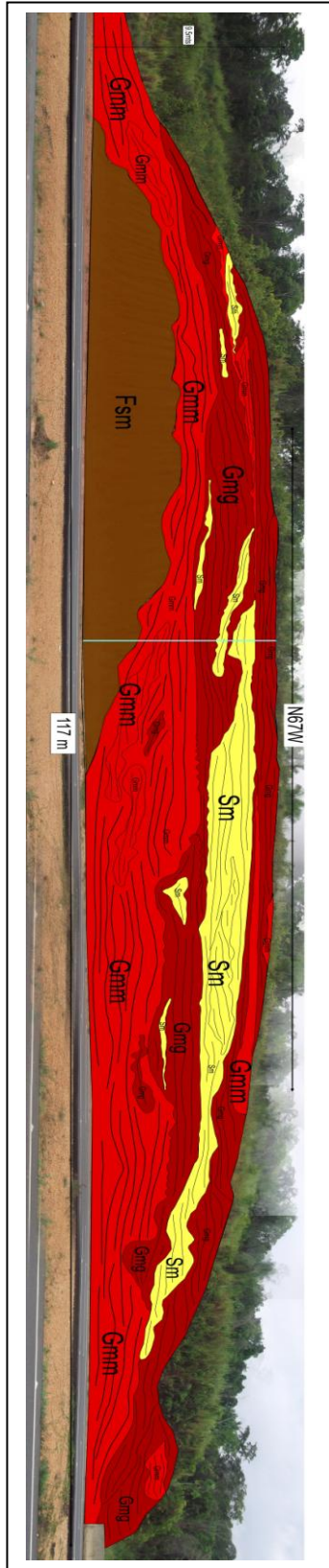


Fig. 18. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 3 (**LOC-3**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** Hacia la base del afloramiento, se observa una potente secuencia de material fino, asociado a la facies Fsm, sugiriendo una llanura de inundación como elemento arquitectural, seguido por una secuencia depositacional con facies Gmm ubicada hacia la parte media del afloramiento, la cual presenta cuerpos alargados (canales) de diferentes dimensiones a lo largo del mismo, comprendido con el mismo material de facies Gmm; esta secuencia puede ser interpretada como flujo de detritos (SG) como elemento arquitectural.

Hacia la parte más alta del afloramiento, a la derecha del mismo (hacia el oeste), se puede observar una potente secuencia de material bajo la facies Sm, q a su vez está comprendida por cuerpos alargados dispuestos de manera horizontal, compuesto por el mismo material, sugiriendo forma de fondo arenosa (SB) como elemento de arquitectura fluvial, y supradyacente a esta secuencia se observan facies Gmg y Gmm asociadas a flujos detríticos (SG). Del mismo modo ahora hacia la izquierda del afloramiento (hacia el este), se puede observar específicamente en la parte media, material de facies Gmg y Gmm asociada a flujo detrítico (SG), compuesta a su vez por cuerpos alargados de dimensiones variables rellenos de material de facies Sm, sugiriendo canales como forma de fondo arenosa (SB), como elemento arquitectural.

Localidad 4 (LOC-4):

- **Ubicación:** Este afloramiento se ubica al lado derecho de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho sentido Caracas - Río Chico, aproximadamente a 300 m de la LOC-3. Geológicamente el afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002).

- **Columna estratigráfica:**

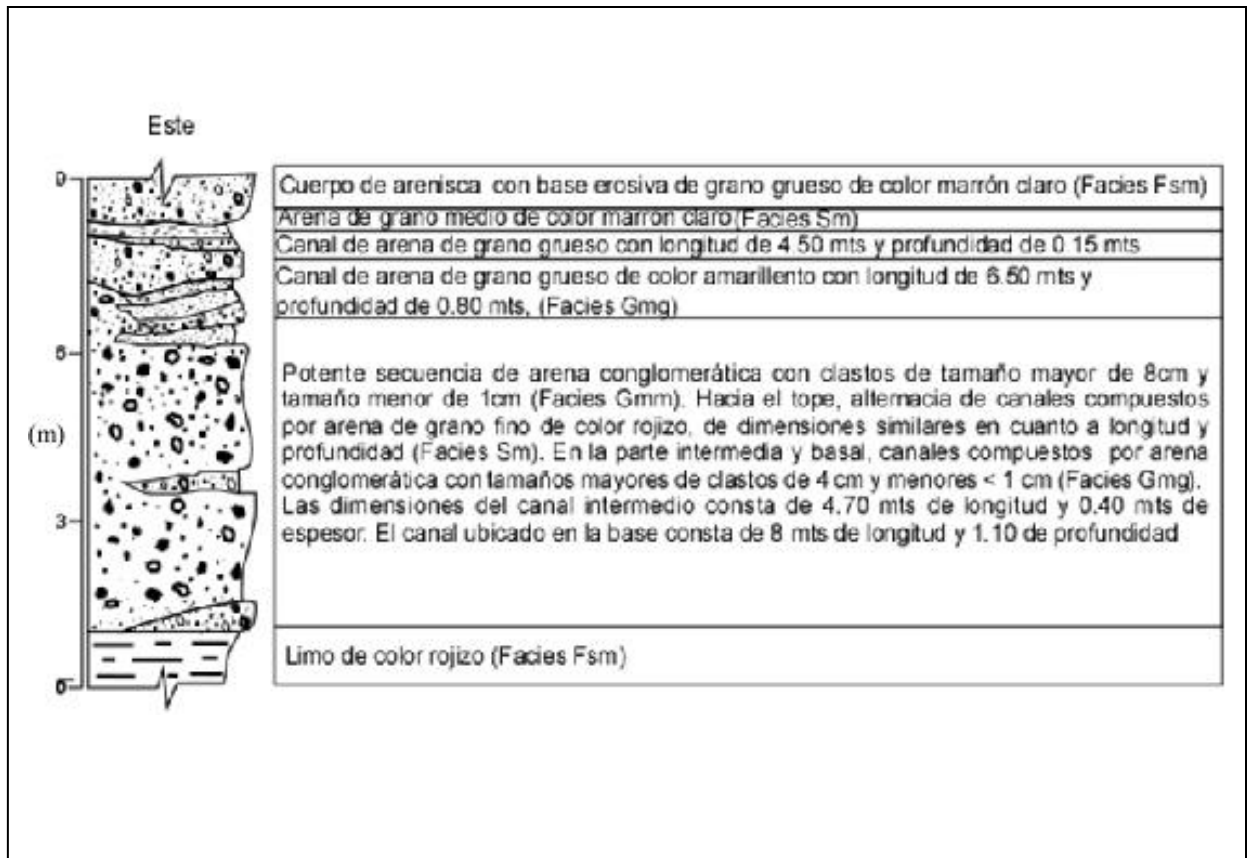


Fig. 19. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante (parte más este) en la Localidad 4 (LOC-4).

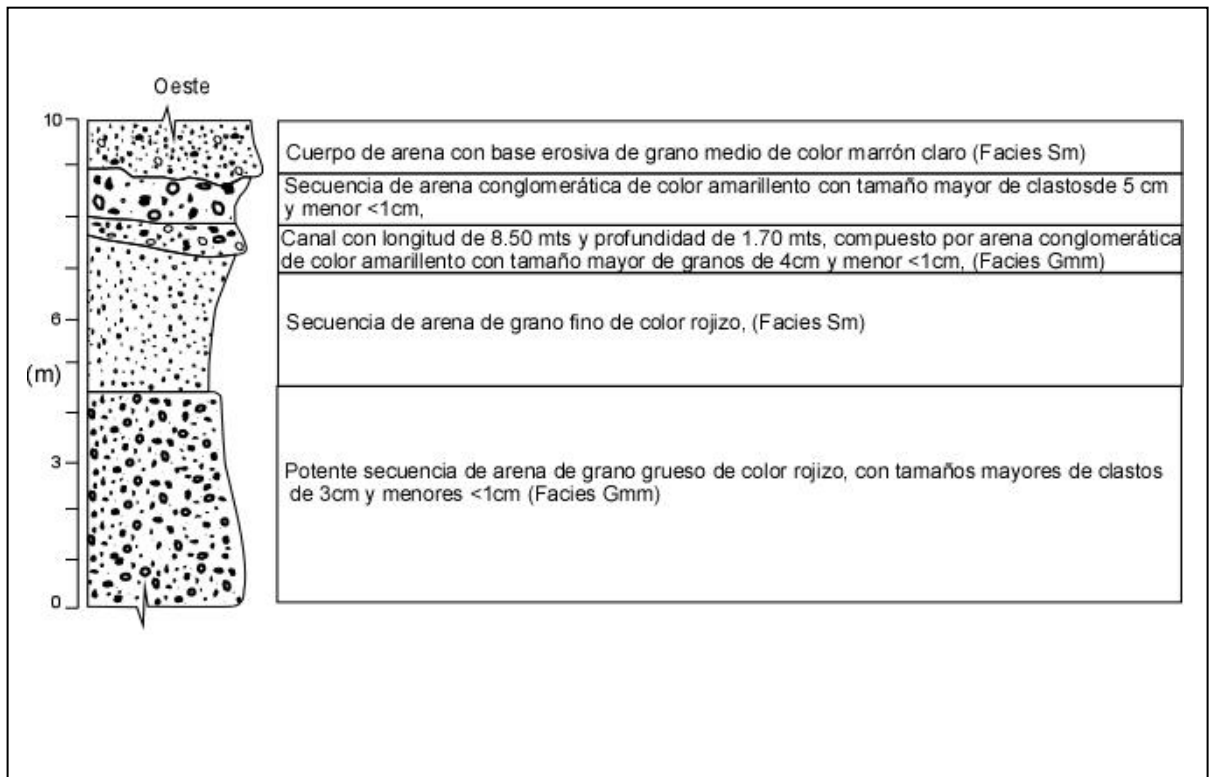


Fig. 20. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante (parte más oeste) en la Localidad 4 (LOC-4)

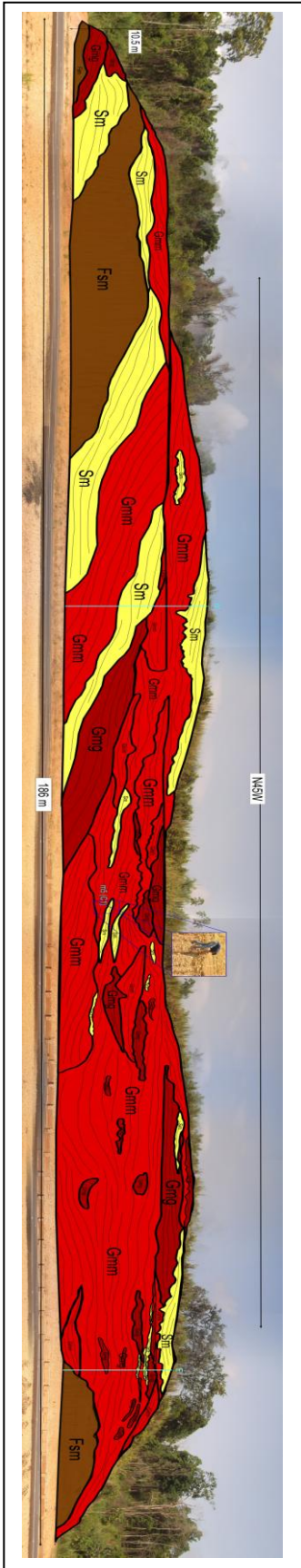


Fig. 21. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 4 (**LOC-4**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** Para la interpretación de este afloramiento, éste se dividirá en dos sectores: un sector hacia la izquierda (parte más este) y un sector hacia la derecha (parte más oeste).

Sector izquierdo: En esta parte del afloramiento se puede observar de izquierda a derecha, cómo hacia la parte basal se encuentra una secuencia horizontal de facies Fsm, indicativo de llanura de inundación (FF) como elemento arquitectural, supradistante a esta secuencia, se observa un cuerpo lateralmente inclinado con dirección preferencial (N5E24N), compuesto por material de facies Gmg, asociado a flujos detríticos (SG). De manera paralela, se observan secuencias depositacionales de mayor envergadura, dispuestas con la misma inclinación antes descrita, compuesta por material de facies Sm, Fsm, Gmm y Gmg respectivamente, su descripción es la siguiente: secuencia de facies Sm de gran envergadura, sugiere formas de fondo arenosa (SG) como elemento de arquitectura fluvial. Secuencia de gran potencia compuesta por material de facies Fsm, interpretado como llanura de inundación (FF) bajo elemento arquitectural. Potentes secuencias de material de facies Gmm y Gmg, la cual sugiere como elemento arquitectural un flujo detrítico (SG). Supradistante a este conjunto de secuencias inclinadas, se puede observar en contacto abrupto, cuerpos de tamaños considerables de material perteneciente a la facies Gmm, y en menor proporción, material perteneciente a la facies Sm bajo cuerpos alargados y homogéneos, asociados a flujos detríticos (SG) y a formas de fondo arenosa (SB) respectivamente.

Sector derecho: desde una visión general, se puede observar un mayor dominio del material perteneciente a la facies Gmm, material que soporta la totalidad de la geometría presente restante, el cual puede ser interpretado como flujo detrítico (SG) en cuanto a elemento arquitectural. Hacia la parte

central del afloramiento, se puede apreciar una mayor densidad en cuanto a cuerpos y su geometría, dispuestos de manera horizontal (canales), variando sus dimensiones tanto longitudinales como de profundidad. Estos cuerpos están compuestos también por material perteneciente a las facies Gmm y Gmg, asociados a flujos detríticos (SG).

Hacia la parte más alta y más oeste del afloramiento, se evidencian de igual manera cuerpos alargados paralelos entre sí, dispuestos de manera horizontal (canales), en su mayoría compuesta por material perteneciente a la facies Sm, asociado a formas de fondo arenosa (SB). En el mismo orden de ideas, se puede observar más hacia la derecha, en la parte basal, una potente secuencia de material correspondiente a la facies Fsm, la cual sugiere como elemento arquitectural una llanura de inundación (FF).

Localidad 5 (LOC-5):

- **Ubicación:** Este afloramiento se encuentra ubicado aproximadamente a unos 200 m de la **LOC- 4.** al lado izquierdo de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho sentido Caracas - Río Chico. Geológicamente el afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002).

- **Columna estratigráfica:**

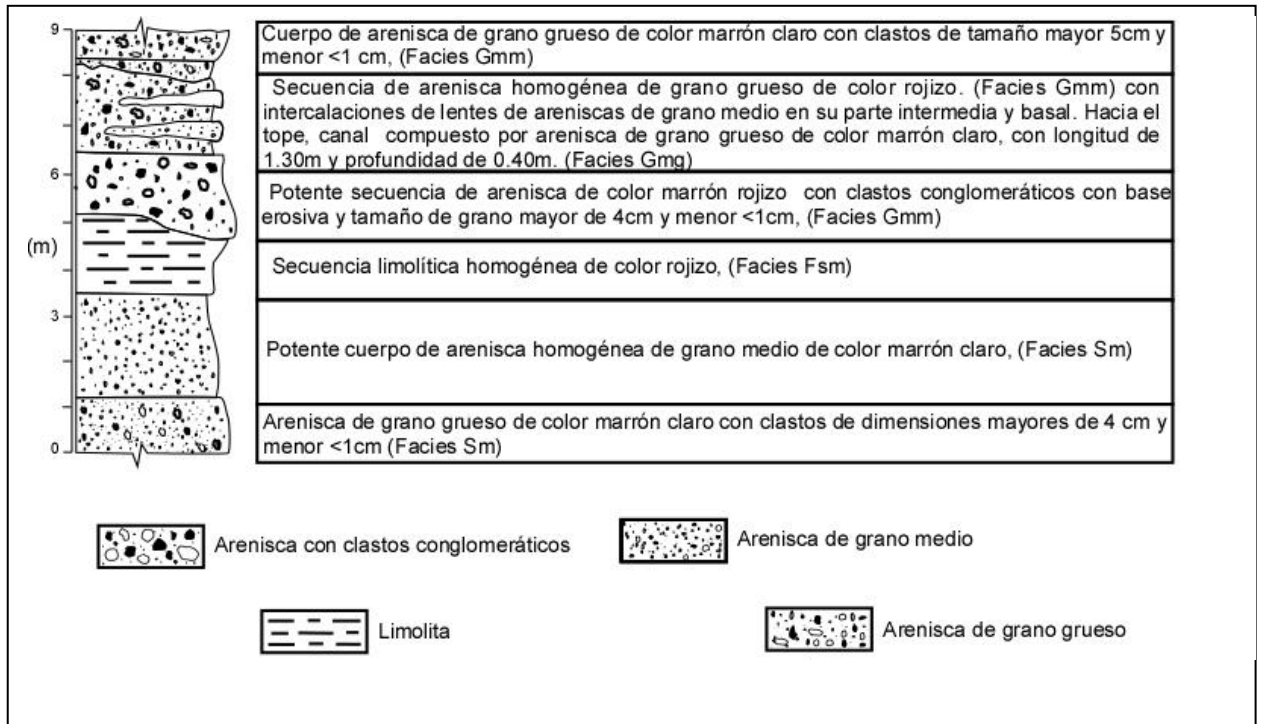
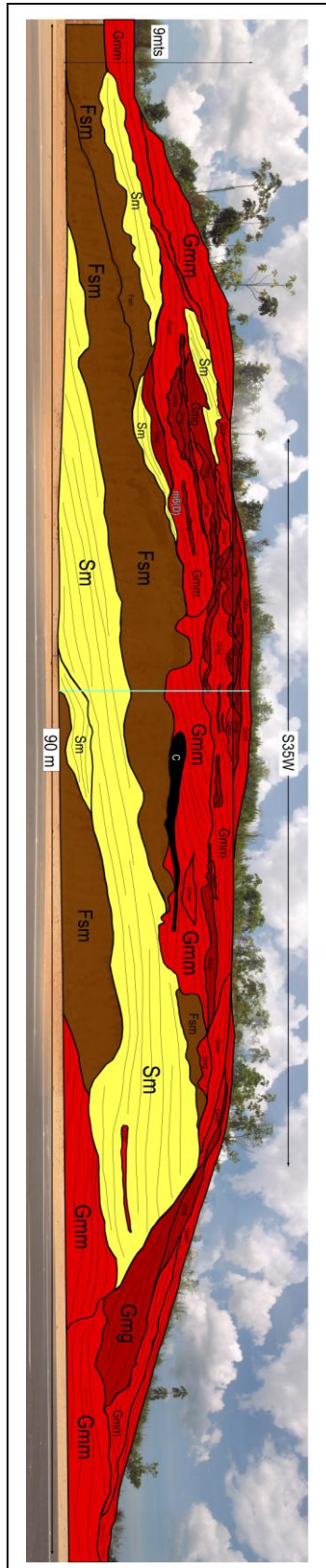


Fig. 22.Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la Localidad 5 (LOC-5)



63



Fig 23. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 5 (**LOC-5**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** Se pudieron identificar cuatro elementos arquitecturales:

1. En la base del afloramiento, hacia su parte izquierda (parte más oeste), se puede apreciar un par de secuencias con una inclinación preferencial (N40W19N), asociadas a llanuras de inundación (FF), compuesta por material correspondiente a la facies Fsm, así como también en la parte media basal de dicho afloramiento.

2. Infradyacente a esta secuencia previamente descrita y manteniendo su inclinación, encontramos a lo largo de todo el afloramiento, potentes secuencias de material correspondiente a la facies Sm, interpretadas como fondo de forma arenosa (SB).

3. Como tercer elemento arquitectural identificado, podemos encontrar hacia la parte derecha del afloramiento en su parte basal, secuencias horizontales de material sedimentario correspondiente a las facies Gmm y Gmg, asociadas a flujos detríticos (SG) como elemento arquitectural; éstas a su vez también pueden ser encontrados en secuencias depositacionales en contactos discordante con el resto del afloramiento, presentando una inclinación (N45E14S) en el mismo lugar.

De igual forma, este último elemento arquitectural descrito, se ubica a lo largo de toda la parte superior del afloramiento, dispuestos bajo las forma de potentes secuencias que a su vez están conformados por cuerpos lenticulares y alargados del mismo material conseguido hacia la parte derecha de dicho afloramiento; estos cuerpos presentan un arreglo paralelo y en menor cantidad, en comparación con la parte izquierda de dicho afloramiento, donde en éste punto, muestran un patrón imbricado.

4. Por último, ubicado en la parte central del afloramiento, se puede observar un cuerpo alargado dispuesto en forma horizontal, sugiriendo un posible depósito de material vegetal, compuesto por material correspondiente a la facies C.

Localidad 6 (LOC-6):

- **Ubicación:** Este afloramiento se encuentra ubicado aproximadamente a unos 500 m de la **LOC- 5**. al lado derecho de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho sentido Río Chico - Caracas. En términos geológicos, el afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002).

• **Columna estratigráfica:**

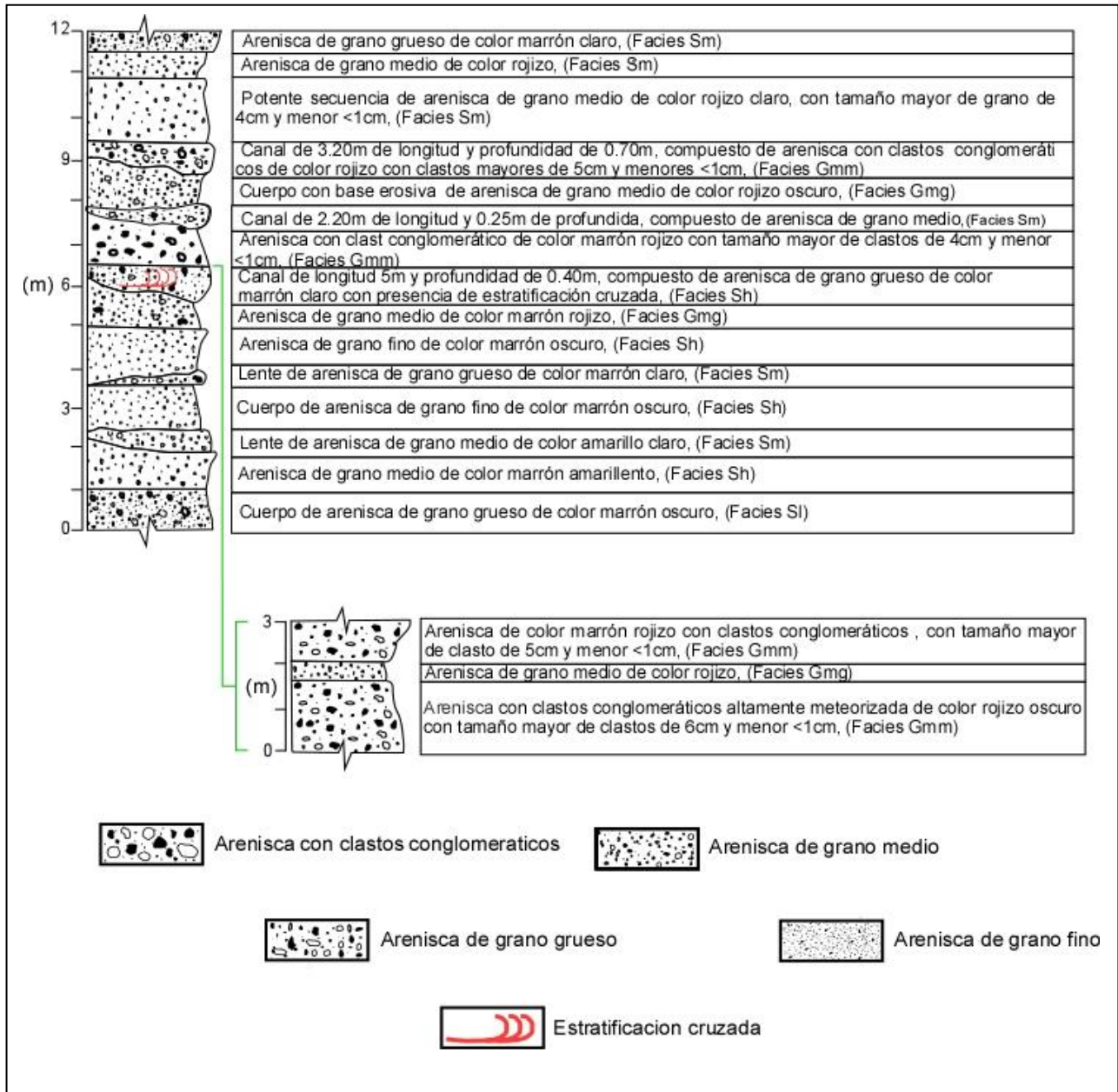


Fig. 24.Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante tanto en la parte este como oeste en la Localidad 6 (LOC-6).

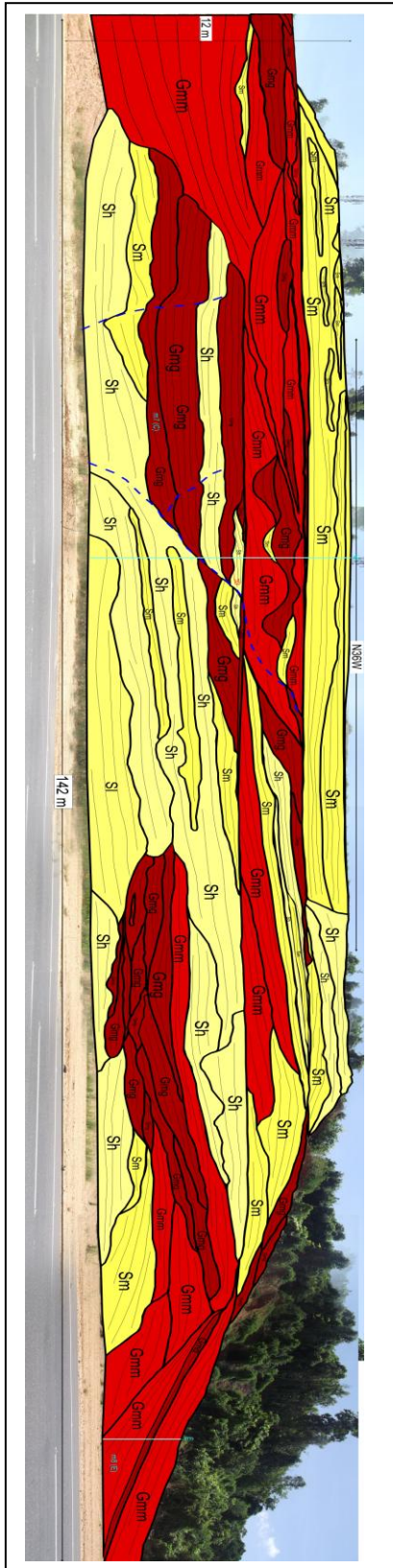


Fig. 25. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 6 (**LOC-6**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** En este afloramiento se logró identificar dos elementos arquitecturales:

El primero, ocupando un 60% aproximado de la totalidad del afloramiento, ubicado mayoritariamente en la parte media y basal bajo la geometría de cuerpos alargados de gran magnitud, y en la parte superior como cuerpos masivos, que a su vez están comprendidos por cuerpos alargados paralelos entre sí con una inclinación preferencial (N67W17N), encontramos forma de fondo arenosa (SB) como elemento arquitectural, comprendida por sedimentos correspondiente a las facies Sh, Sm, St.

El otro 40 % del afloramiento es identificado como flujo detrítico (SG), compuesto por material sedimentario correspondiente a las facies Gmm y Gmg, dispuestas mayoritariamente de la siguiente manera: hacia la izquierda del afloramiento, bajo cuerpos masivos de gran magnitud, comprendidos a su vez por cuerpos lenticulares alargados horizontalmente del mismo material. Hacia la parte media se presenta bajo cuerpos lenticulares de espesores considerables imbricados lateralmente unos con otro. Hacia la parte media inferior, representados por potentes cuerpos estratificados paralelos entre sí dispuestos de manera horizontal, viéndose afectados por posibles fallas sinsedimentarias de reajustes, y hacia la derecha del afloramiento, viene definido mediante una interestratificación paralela con una inclinación (N25E15S), en contacto discontinuo con el resto del afloramiento.

Localidad 7 (LOC-7):

- **Ubicación:** Este afloramiento yace aproximadamente a unos 200 m de la LOC- 6, al lado derecho de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho sentido Caracas - Río Chico. En términos geológicos, el afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002)

- **Columna estratigráfica:**

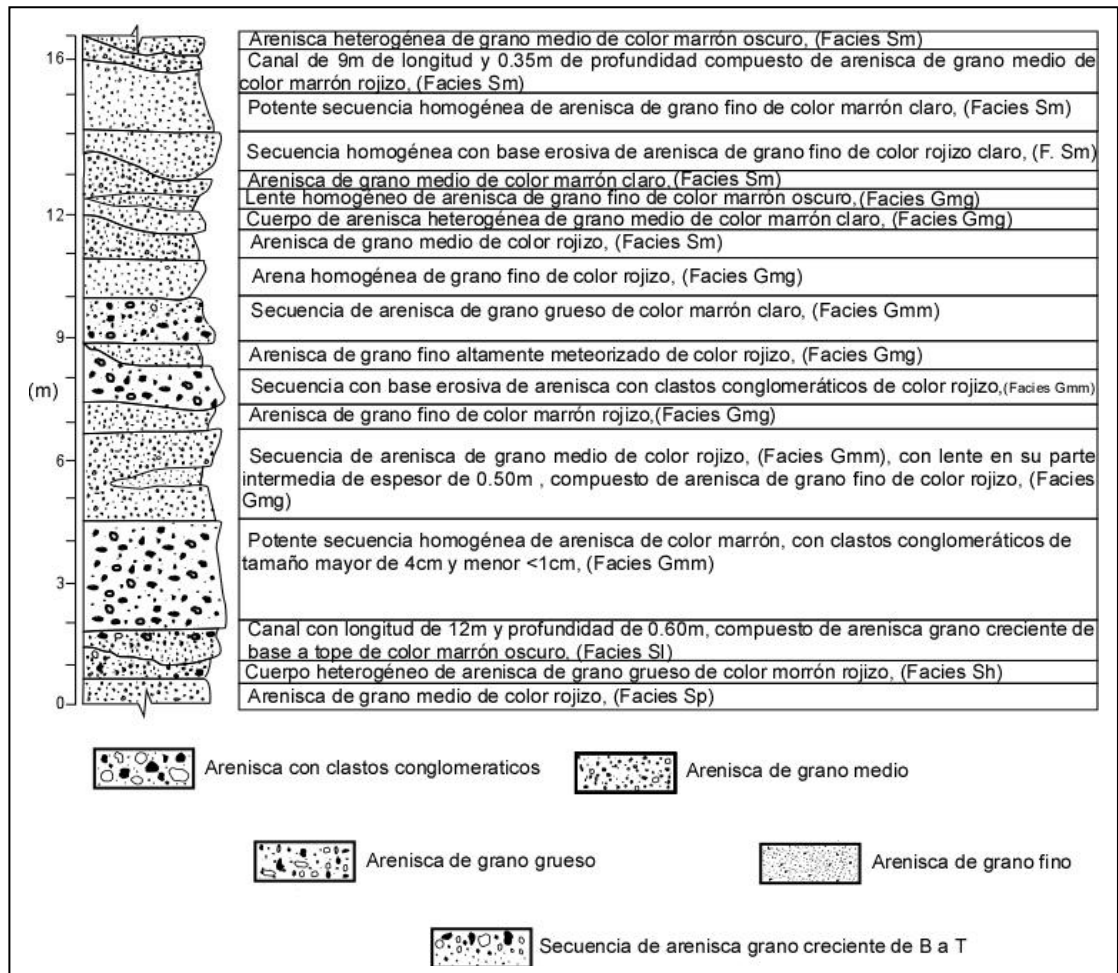
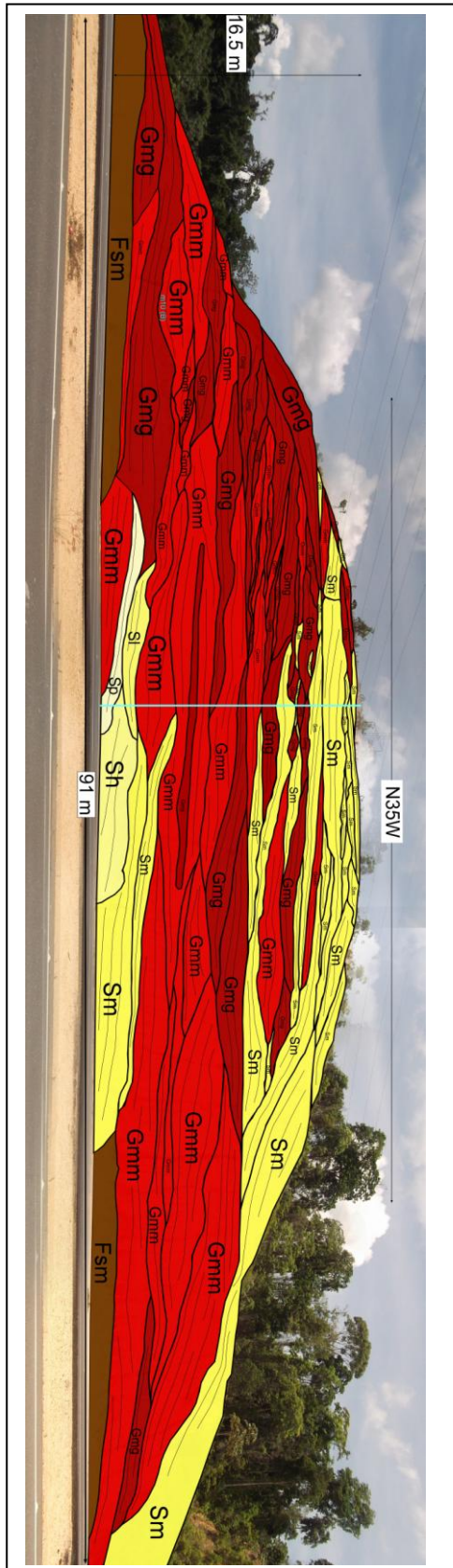


Fig. 26. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la Localidad 7 (LOC-7)



70



Fig 27. Fotomosaico descriptivo de la **LOC-7**, donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** se pueden establecer tres elementos de arquitectura fluvial en este afloramiento, descrito de la siguiente manera:

1. Un primer elemento definido como llanura de inundación (FF), compuesto por material correspondiente a la facies Fsm, ubicado a la izquierda del afloramiento en su parte basal, representado por un cuerpo de longitud considerable y espesor moderado. De igual forma se puede observar un cuerpo de menor dimensión a la derecha de dicho afloramiento con las mismas características litológicas.

2. Un segundo elemento definido como forma de fondo arenosa (SB), compuesta por material correspondiente a las facies Sm, St, Sh, Sp, Sl; ubicado en el medio del afloramiento en su parte basal, dispuestas bajo cuerpos lenticulares alargados interdigitados entre sí, extendiéndose hacia la derecha de dicho afloramiento.

3. Como último elemento, definido como flujo detrítico (SG), ocupando prácticamente la totalidad del afloramiento con un 70%, compuesto por sedimentos correspondientes a las facies Gmm y Gmg, dispuestas a lo largo y ancho del afloramiento bajo formas lenticulares imbricadas, en mayor cantidad hacia la parte media y hacia la izquierda del afloramiento, y en menor cantidad pero en mayor dimensión hacia la derecha y también hacia la parte media, compartiendo espacio con pequeños cuerpos paralelos entre sí, compuesto por material correspondiente a la facies Sm, asociado a una forma de fondo arenosa (SB) antes descrita, donde hacia la parte superior de dicho afloramiento se vuelve a encontrar este material de facies Sm, pero ahora de

forma masiva, en cuerpos de dimensiones considerables en cuanto a su longitud y su profundidad. Por último, estos cuerpos ahora de menor dimensión, adoptan un patrón imbricado dispuestos horizontalmente.

Localidad 8 (LOC-8):

- **Ubicación:** Este afloramiento se encuentra ubicado aproximadamente a unos 700 m de la **LOC- 7**, y a unos 1200 m en sentido este de la culminación de la autopista Gran Mariscal de Ayacucho. Se encuentra a la derecha de dicha autopista sentido Río Chico - Caracas. En términos geológicos, el afloramiento está ubicado en la Formación Mamporal, según el mapa geológico de la zona realizado en este trabajo (ver **Fig.39.**), modificado de ESPÍNOLA & OLLARVES (2002).

• **Columna estratigráfica:**

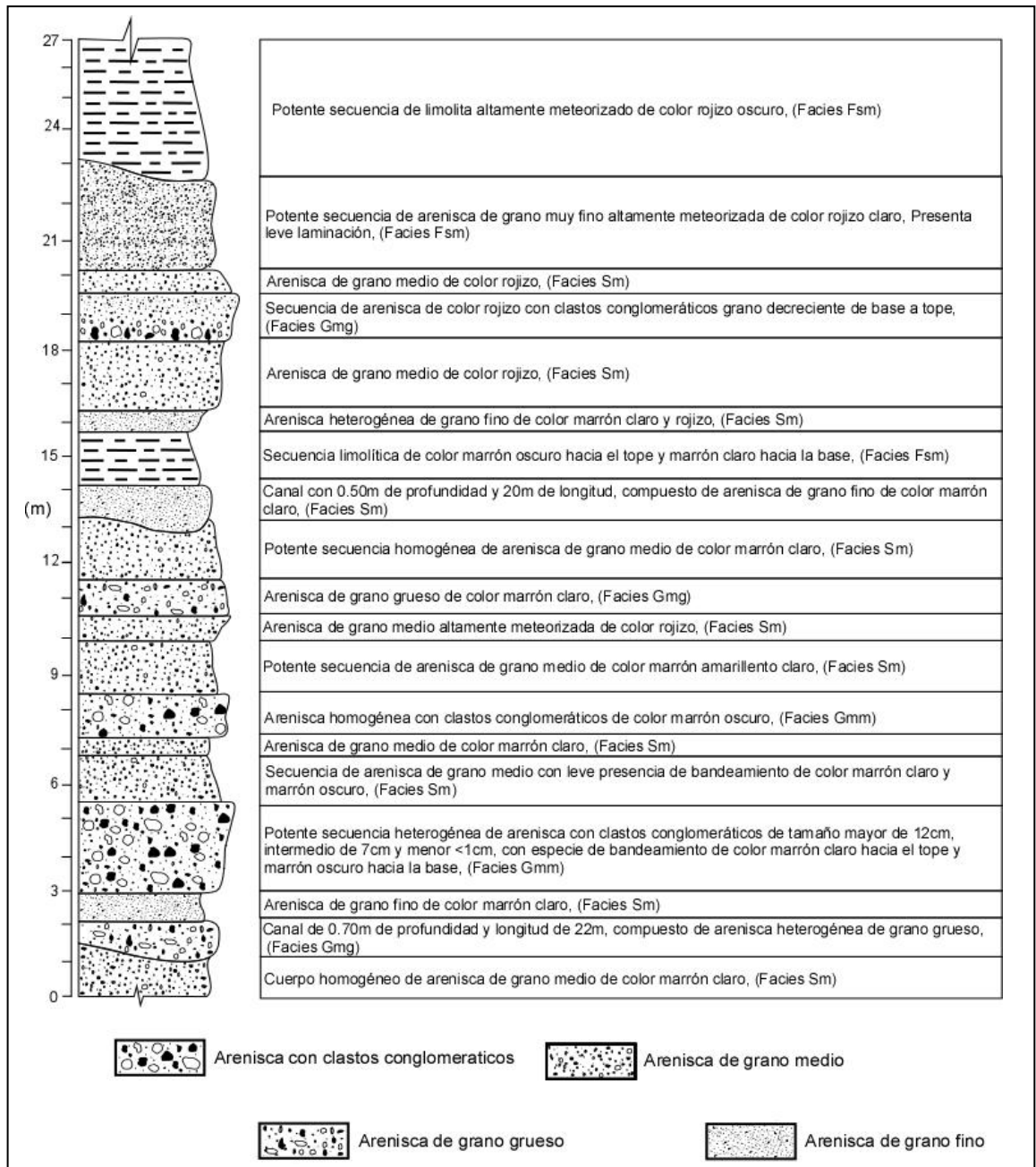


Fig. 28. Columna estratigráfica y descripción litológica de la sección aflorante en la Localidad 8 (LOC-8)

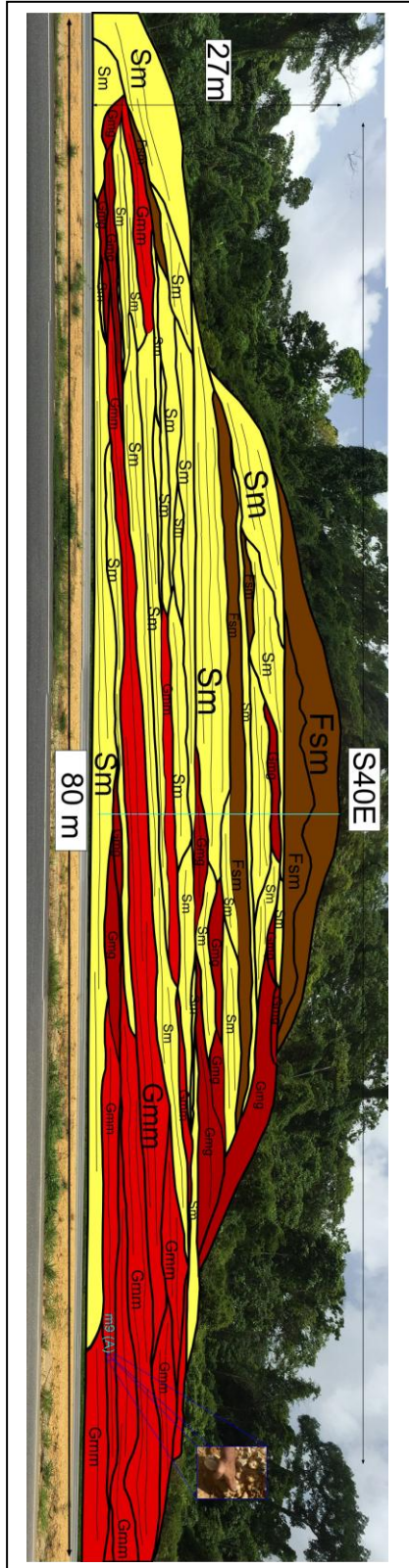


Fig 29. Fotomosaico descriptivo de la Localidad 8 (**LOC-8**), donde están representadas las facies fluviales reconocidas en la secuencia sedimentaria

- **Elementos de arquitectura fluvial:** Se lograron definir tres elementos arquitecturales:

Un primer elemento interpretado como forma de fondo arenosa (SB), compuesta por material correspondiente a la facies Sm. Ésta se encuentra a lo largo y hasta la parte media del afloramiento, partiendo desde la parte basal del mismo, se muestran bajo cuerpos lenticulares de grandes dimensiones en cuanto a su longitud y paralelos entre sí, con una inclinación definida (N32E34N). Ya en la mitad del afloramiento hacia su parte izquierda, se observa este mismo elemento pero dispuesto de manera más masiva, potente y de forma horizontal. No obstante, hacia la parte derecha sobre la misma altura, se aprecia un patrón imbricado de estos cuerpos (canales), ahora de menor dimensión, compartiendo espacio con cuerpos lenticulares de dimensiones similares de un segundo elemento arquitectural interpretado como flujo detrítico (SG), compuesto por material correspondiente de las facies Gmm y Gmg. La disposición de este nuevo elemento se muestra a lo largo y hacia la parte media superior del afloramiento, bajo secuencias lenticulares hacia la base de dimensiones longitudinales considerables, en alternancia con el primer elemento (SB) antes descrito.

Un tercer elemento arquitectural interpretado como llanura de inundación (FF), compuesto por sedimentos correspondientes a la facies Fsm. Se muestra en la parte superior de dicho afloramiento bajo la forma de potentes cuerpos masivos que abarcan la totalidad de la longitud de la zona de estudio. También se muestra en la parte media, como cuerpos de longitud de dimensiones considerables, en contacto supra e infradyacente con cuerpos de dimensiones menores, compuestos de material sedimentario correspondiente a la facies Sm. Y

en menor escala hacia la izquierda del afloramiento, bajo cuerpo lenticular con leve inclinación (N35E16N), en contacto infradyacente con cuerpos de material de la facies Gmm y supraduyente con cuerpos masivos compuesto por material correspondiente a la facies Sm.

MINERALOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LOS SEDIMENTOS

Analizar y caracterizar los sedimentos que conforman una cuenca en cuanto a su mineralogía y a la morfología de sus clastos, es de suma importancia para establecer de manera acertada la proveniencia de dichos sedimentos y qué tan distantes están éstos de su fuente de aporte. Es por esta razón que en este trabajo se realizó la adquisición o toma de muestras a lo largo de toda la zona de estudio, 26 en total, de las cuales fueron seleccionadas 15 muestras para su posterior estudio granulométrico y mineralógico, éstas presentan la diversidad tanto en facies como en litología encontrada en la zona de estudio; estos resultados se mostraran a continuación de manera detallada y por medio de tablas. Cinco de estas muestras se caracterizaron mediante la carta morfológica de redondez vs esfericidad de krumbein (1942)

Estas muestras están representadas en los fotomosaicos, distintivas con su respectiva simbología de color azul, ubicadas en el lugar donde fueron adquiridas.

Muestra 1 (LOC-1): m1(C)

- **Litología:** Conglomerado de color rojizo con 60% de clastos y 40% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 95% cuarzo, 5% fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo)
- **Facies:** Gmm (grava masiva soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** clastos de cuarzo redondeado altamente esférica, clastos de esquisto cuarzo-micáceo con redondez de tipo angular y forma discoidal.

Muestra 2(LOC-2): m2(A)

- **Litología:** Conglomerado de color marrón rojizo granodecreciente de tope a base con 60% de clastos y 40% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 75% cuarzo, 20% chert, 3% metarenisca, 2% fragmento de roca (esquisto cuarzo micáceo)
- **Facies:** Gmg (grava soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** clastos de cuarzo redondeado con 70% de forma esférica, 25% de forma discoidal y 5% de forma cilíndrica, chert redondeado de forma esférica, fragmento de roca de esquisto cuarzo micáceo subangular de forma cilíndrica y metarenisca sub redondeado de forma esférica.

Muestra 3 (LOC-2): m3(C)

- **Litología:** Arenisca masiva de color marrón claro, granodecreciente de base a tope, con buen escogimiento en nivel medio e inferior, definida como arenisca lítica hacia la base con 15% de matriz(arena muy fina)
- **Mineralogía:** 60% cuarzo, 25% chert, 15% micas hacia su parte intermedia con un 15% de matriz. Hacia el tope: 60% cuarzo, 10% chert y 30% de matriz
- **Facies:** St (arena, fina a muy gruesa, a veces con canto)
- **Morfología de los granos:** hacia la parte intermedia: clastos de cuarzo redondeados de forma esférica, chert sub redondeado de forma esférica, mica angular de forma cilíndrica. Hacia el tope: cuarzo redondeado de forma esférica, chert sub redondeado de forma esférica.

Muestra 4 (LOC-3): m4(A)

- **Litología:** Conglomerado de color rojizo con 40% de clastos y 60% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 60% cuarzo, 20% chert, 5% fragmento de roca (esquisto sericítico), 5% fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo), 5% fragmento de roca, 5% arenisca
- **Facies:** Gmg (grava soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** clastos de cuarzo redondeado con 70% esférica, 30% discoidal, chert redondeado de forma discoidal, fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo) angular de forma discoidal, fragmento de roca (esquisto sericítico) sub angular de forma discoidal, fragmento de roca (arenisca) redondeada de forma esférica, fragmento de roca redondeada de forma esférica.

Muestra 5 (LOC-4): mb (C1)

- **Litología:** Conglomerado de color marrón claro con 60% de clastos y 40% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 70% cuarzo, 10% chert, 20% fragmento de roca (metarenisca)
- **Facies:** Gmm (grava masiva soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** Clastos de cuarzo redondeados de forma: 80% esférica, 20% discoidal, chert redondeado de forma esférica, fragmento de roca (arenisca) sub redondeado de forma discoidal.

Muestra 6 (LOC-5): m6 (D)

- **Litología:** Conglomerado de color marrón claro con 40% de clastos y 60% de matriz(arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 70% cuarzo, 15% chert, 10% fragmento de roca (esquisto), 5% fragmento de roca (arenisca)
- **Facies:** Gmm (grava masiva soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** Clastos de cuarzo redondeados de forma: 60% esférica, 30% cilíndrico y 10% discoidal, chert redondeado de forma esférica, fragmento de roca (esquisto) sub redondeado de forma 70% discoidal, 30% cilíndrica, fragmento de roca (arenisca) sub redondeada de forma cilíndrica.

Muestra 7 (LOC-6): m7(C)

- **Litología:** Arenisca con niveles Conglomeráticos grano decreciente de base a tope con 70% de clastos y 30% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 60% cuarzo, 15% chert, 10% fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo), 15% fragmento de roca (arenisca)
- **Facies:** Gmg (grava soportada por matriz)

- **Morfología de los granos:** Clastos de cuarzo redondeados de forma: 70% esférica, 30% discoidal, chert redondeado de forma esférica, fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo) sub redondeado de forma discoidal, fragmento de roca (arenisca) sub redondeada de forma 70% cilíndrica, 30% discoidal.

Muestra 8 (LOC-6): m8 (E)

- **Litología:** Conglomerado de color rojizo con 40% de clastos y 60% de matriz (óxido de hierro)
- **Mineralogía:** 70% cuarzo, 15% chert, 5% fragmento de roca (esquisto sericítico), 5% fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo), 5% fragmento de roca (arenisca)
- **Facies:** Gmm (grava masiva soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** Clastos de cuarzo redondeados de forma: 70% esférica, 15% cilíndrico y 15% discoidal, chert redondeado de forma esférica, fragmento de roca (esquisto sericítico) sub redondeado de forma discoidal, fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo) sub redondeado de forma discoidal, fragmento de roca (arenisca) sub redondeada de forma discoidal.

Muestra 9 (LOC-8): m9 (A)

- **Litología:** Conglomerado de color marrón claro con 70% de clastos y 30% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 60% cuarzo blanco, 10% cuarzo con vestigios de foliación con grafito y mica, 20% chert negro ligeramente foliado, 5% chert verde oliva muy meteorizado con apariencia granular (metarenisca), con costra de oxidación, 5% cuarzo de aspecto jaspe homogéneo
- **Facies:** Gmm (grava masiva soportada por matriz)

- **Morfología de los granos:** Clastos de cuarzo blanco redondeado de forma esférica, cuarzo con vestigios de foliación, grafito y mica redondeado de forma discoidal, chert negro sub redondeado de forma esférica, chert verde oliva sub redondeado de forma discoidal, cuarzo con aspecto jaspe sub angular de forma esférica.

Muestra 10 (LOC-7): m10 (B)

- **Litología:** Conglomerado de color rojizo claro con 60% de clastos y 40% de matriz (arena de grano medio)
- **Mineralogía:** 65% cuarzo, 20% chert, 5% fragmento de roca (esquisto sericítico), 5% fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo), 5% fragmento de roca (arenisca)
- **Facies:** Gmm (grava masiva soportada por matriz)
- **Morfología de los granos:** Clastos de cuarzo redondeados de forma: 70% esférica, 20% cilíndrico y 10% discoidal, chert sub redondeado de forma esférica, fragmento de roca (esquisto Sericítico) sub redondeado de forma discoidal, fragmento de roca (esquisto cuarzo-micáceo) sub redondeado de forma discoidal, fragmento de roca (arenisca) sub redondeada de forma discoidal.

Para la caracterización de las siguientes muestras (cinco en total); éstas fueron caracterizadas directamente en su ubicación de origen, dentro de cada localidad, arrojando como resultado según su tamaño de grano, arenas gruesas con niveles conglomeráticos. Una vez analizadas en campo dichas muestras, y luego de haber sido lavadas previamente cada una de ellas, se utilizó la carta comparativa de redondez vs esfericidad de Krumbein (1942), aplicada a un total de (50) granos por muestra (granos elegidos aleatoriamente de una muestra de dos kilogramos), con el objeto de caracterizar de una mejor manera los guijarros encontrados en cada una de las muestras de arena y la

clasificación de éstos según su tamaño (tamaño mayor(**M**), intermedio (**Int**) y menor (**m**)). Ver **Figuras 33, 34, 35, 36, 37** respectivamente.

Muestra11 (LOC-6) (03)

- **Litología:** Arenisca de grano grueso con niveles conglomeráticos de color rojizo con presencia de clastos de tamaños mayores a 2,5 cm, con 40% de clastos y 60% de matriz (arena de grano grueso)
- **Mineralogía:** 98% cuarzo, 2% chert
- **Facies:** Sm (Arena, fina a gruesa)
- **Morfología de los granos:** 50% de esfericidad (**0.7**), 40% de redondez (**0.5**)
- **Tamaño de grano:** **M:** 2,5 cm, **Int:** 1cm **m:** <1 cm.

Muestra12 (LOC-3) (01)

- **Litología:** Arenisca de grano grueso con niveles conglomeráticos de color rojizo con presencia de clastos de tamaños mayores (4,5 cm) con 40% de clastos y 60% de matriz (arena de grano grueso)
- **Mineralogía:** 95% cuarzo, 3% chert, 2% fragmento de roca (esquistos)
- **Facies:** Sm (Arena, fina a gruesa)
- **Morfología de los granos:** 40% de esfericidad (**0.5**), 44% de redondez (**0.5**)
- **Tamaño de grano:** **M:** 4,5 cm, **Int:** 1.5 cm **m:** <1 cm.

Muestra13 (LOC-7) (01)

- **Litología:** Arenisca de grano grueso con niveles conglomeráticos de color marrón claro con presencia de clastos de tamaño mayores de 2cm, con 50% de clastos y 50% de matriz (arena de grano grueso)
- **Mineralogía:** 95% cuarzo, 5% chert
- **Facies:** Sp (Arena, fina a my gruesa, a veces con cantos)
- **Morfología de los granos:** 48% de esfericidad (**0.7**), 38% de redondez (**0.5**)
- **Tamaño de grano:** **M:** 2 cm, **Int:** 1cm **m:** <1 cm.

Muestra14 (LOC-4) (C2)

- **Litología:** Arenisca de grano grueso con niveles conglomeráticos de color amarillo claro con presencia de clastos de tamaño mayores de 2 cm, con 60% de clastos y 40% de matriz (arena de grano grueso)
- **Mineralogía:** 100% cuarzo
- **Facies:** Sm (Arena, fina a gruesa)
- **Morfología de los granos:** 46% de esfericidad (**0.7**), 32% de redondez (**0.5**)
- **Tamaño de grano:** **M:** 2 cm, **Int:** 1cm **m:** <1 cm.

Muestra15 (LOC-5) (01)

- **Litología:** Arenisca de grano grueso con niveles conglomeráticos de color marrón claro con clastos de magnitud 4 cm con 60% de clastos y 40% de matriz (arena de grano grueso)
- **Mineralogía:** 97% cuarzo, 1% feldespatos, 2% fragmento de roca (arenisca)
- **Facies:** Sm (Arena, fina a gruesa)
- **Morfología de los granos:** 54% de esfericidad (**0.7**), 34% de redondez (**0.5**)
- **Tamaño de grano:** **M:** 4 cm, **Int:** 1cm **m:** <1 cm.

A continuación se muestra mediante tablas esquemáticas la descripción detallada de otra serie de muestras recogidas en campo (representadas en los respectivos mosaicos de las localidades donde fueron tomadas, mediante la simbología de números en color azul)

Tabla 7. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 1 (LOC-1)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/ Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
1	A	Conglomerado	80 20	6 3 <1	Cuarzo 78 Chert 5 Fr.esqQz-Mc 15 Fr. Arenisca 2	Redondeado Sub. Redon Sub. Ang Sub. Redon	Esférico Discoidal Cilíndrico Discoidal
	B	Arenisca	75 25(FeO2)		Cuarzo 75 Fr. Chert 25	Sub. Redon	
	C	Conglomerado	60 40	6 2 <1	Cuarzo 95 Fr. EsqQz-Mc 5	Redondeado Angular	Esférico Discoidal

Tabla 8. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 2 (LOC-2)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>		<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
2	A	Conglomerado	60 40	4 2 <1	Cuarzo 75 Chert 20 Fr.esqQz-Mc 2 Fr. Arenisca 3		Redondeado Redondeado Sub. Ang Sub. Redon	Esf(70),Dis(25),C lid(5) Esférico Cilíndrico Esférico
	B	Conglomerado	30 70	5 3 <1	Cuarzo 80 Met.Arenisca 3 Chert 15 Esq. Grafitoso 1		Redondeado Sub. Redon Redondeado Laminar	Esférico Esférico Esférico Discoidal
	C	Arenisca Lítica	85 15		Cuarzo 60 Chert 25 Mica 15 Cuarzo 60 Chert 10	Int Matriz 15% Tope 30% Matriz	Redondeado Sub. Redon Angular Redondeado Sub.redon	Esférico Esférico Cilíndrico Esférico Esférico

Tabla 9. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 3 (LOC-3)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
3	A (Af03-01)	Conglomerado	40 60	7 3 <1	Cuarzo 60 Chert 20 Fr. Esq Ser 5 Fr. EsqQz-Mc 5 Fr. Arenisca 5 Fr 5	Redondeado Redondeado Sub. Ang Angular Redondeado Angular	Esf(70), Disc(30) Discoidal Discoidal Discoidal Esférico Discoidal
	B	Limolita Altamente oxidada					
	C (Af03-03)	Limolita					
	D	Conglomerado	40 60	18 7 2	Cuarzo 70 Chert 15 Fr. EsqQz-Mc 10 Fr. Arenisca 5	Redondeado Redondeado Sub. Redon Redondeado	Disc(60), Esf(40) Discoidal Esférico Esférico

Tabla 10. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 4 (LOC-4)

<i>Localidad</i>	<i>Nro muestra de descripción</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
4	A	Conglomerado	70 30	11 6 <1	Cuarzo 70 Chert 25 Fr. EsqQz-Mc 10 Fr 5	Redondeado Sub. Redon Sub. Redon Sub. Redon	Esf(60),Disc(40) Esférico Disc(70),Ciln(30) Discoidal
	B (Af04-01)	Limolita					
	C1 (Af04-02)	Conglomerado	60 40	10 4 1	Cuarzo 70 Chert 10 Fr.Arenisca 20	Redondeado Redondeado Sub. Redon	Esf(80), Disc(20) Esférico Ciln(70),Esf(30)
	C2 Contacto C2,C3 (FeO2)	Arena Gruesa	30 70	2 1 <1	Cuarzo 90 Chert 10	S. Ang(60) S. Red(10) Angular	Cilíndrico Discoidal
	C3	Conglomerado	80 20	7 3 <1	Cuarzo 75 Chert 5 Fr.Arenisca 20	Redondead Sub. Redon Sub. Redon	Esf(70), Cln(10),Disc(20) Discoidal Esf(60), Cln(20),Disc(20)
	D1	Limolita					
	D2 (Af04-02)	Conglomerado	30 70	2.5 1 <1	Cuarzo 70 Chert 25 Fr. Esquisto 5	Redondeado Sub. Redon Sub. Redon	Discoidal Esf(70),Ciln(30) Discoidal
	D3 (Af04-03)	Conglomerado	30 70	4 2.5 <1	Cuarzo 70 Chert 25 Fr. Esquisto 5	Redondeado Sub. Redon Sub. Redon	Discoidal Esf(70),Ciln(30) Discoidal
	D4	Conglomerado	60 40	6 3 <1	Cuarzo 70 Chert 25 Fr. EsqQz-Mc 5	Redondeado Sub. Redon Sub. Redon	Esf(60) Ciln(40) Discoidal Discoidal

Tabla 11. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 5 (LOC-5)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
5	A (Af05-01)	Conglomerado	70 30	3 2.5 1	Cuarzo 80 FrEsqQz-Mc 10 Fr.Arenisca10	Redondeado Sub. Redon Sub. redon	Esf(80), Ciln(20) Cilíndrico Cilíndrico
	B (Af05-02)	Arena	30 70				
		Conglomerado	70 30	3 1.5 <1	Cuarzo 70 Chert 25 Fr. EsqQz-Mc 5	Redondeado Sub. Redon Sub. redon	Esférico Esf(70), Disc(30) Discoidal
	C (Af05-03)	Limolita					
	D (Af05-04)	Conglomerado	40 60	4 2.5 <1	Cuarzo 70 Chert 15 Fr. Esq 10 Fr.Arenisca 5	Redondeado Redondeado Sub. Redon Sub. Redon	Disc(10), Esf(60), Ciln(30) Esférico Disc(70), Cil(30) Cilíndrico
E	Conglomerado	40 60	12 7 1	Cuarzo	Redondeado	Esférico	

Tabla 12. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 6 (LOC-6)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
6	A	Limolita					
	B	Arena de grano fino					
	C	Arena conglomerática	70 30	2 1.5 <1	Cuarzo 60 Chert 15 Fr. EsqQz-Mc 10 Fr. Arenisca 15	Redondeado Redondeado Sub. Redon Sub. Redon	Esf(70), Disc(30) Esférico Discoidal Ciln(70), Disc(30)
	D	Arena de grano fino	20 80				
	E	Conglomerado	40 60(Fe)	5 2 1.5	Cuarzo 70 Chert 15 Fr. Esq Ser 5 Fr. EsqQz-Mc 5 Fr. Arenisca 5	Redondeado Redondeado Sub. Redon Sub. Redon Sub. Redon	Ciln(15), Disc(15), Esf(70) Esférico Discoidal Discoidal Discoidal

Tabla 13. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 7 (LOC-7)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/Matriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
7	A	Limolita					
	B	Conglomerado	60 40	8 3.5 <1	Cuarzo 65 Chert20 Fr. Esq Ser 5 Fr. EsqQz-Mc 5 Fr. Arenisca5	Redondeado Sub. Redon Sub. Redon Sub. Redon Sub. Redon	Esf(70), Ciln(20), Disc(10) Esférico Discoidal Discoidal Discoidal
	C	Conglomerado	60 40	8 2.5 <1	Cuarzo 65 Chert20 Fr. Esq Ser 5 Fr. EsqQz-Mc 5 Fr. Arenisca 5	Redondeado Sub. Redon Sub. Redon Sub. Redon Sub. Redon	Esf(70), Ciln(20), Disc(10) Esférico Discoidal Discoidal Discoidal
	D	Limolita					
	E	Limolita					

Tabla 14. Descripción mineralógica y morfológica de muestras adquiridas en la localidad 8 (LOC-8)

<i>Localidad</i>	<i>Descripción Nro de muestra</i>	<i>Litología</i>	<i>Clastos/M atriz (%)</i>	<i>Tamaño Grano M Int m (cm)</i>	<i>Composición Clastos (%)</i>	<i>Redondez</i>	<i>Esfericidad (%)</i>
8	A	Conglomerado	70 30	12 7 1	Cuarzo blanco 60 Cuarzo .grf-mic 10 Chert negro 20 Chert verde 5 Cuarzo jaspe 5	Redondeado Redondeado Sub.Redon Sub. Redon Sub. Angular	Esférico Discoidal Esférico Discoidal Esférico


En las tablas anteriormente descritas, se puede observar como el material sedimentado predominante es el conglomerado. Material perteneciente a la facies Gmm y Gmg. De igual forma se puede observar la variación en el tamaño de los clastos encontrados, es decir, clastos de tamaños considerables de 18cm hasta clastos menores a 1 cm. El promedio en cuanto al tamaño, se ajusta a valores que van entre los 3 cm a 1.5cm.


Respecto a la variedad mineralógica, se puede decir que el cuarzo es el mineral que más abunda en todas las localidades y tomando en cuenta la forma redondeada también como forma más predominante, sugiere una alta madurez bajo procesos de retrabajo de este material depositado.


Tabla 15.Tabla de la morfología de los clastos y mineralogía predominante en las distintas localidades estudiadas.


LOCALIDAD	MINERALOGÍA				REDONDEZ				FORMA		
	Cuarzo	Chert	Fr. Esquisto	Fr. Arenisca	Redon	Sub Redon	Sub Angular	Angular	Esférico	Cilíndrico	Discoidal
1	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente y menos abundante	Presente
2	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante
3	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente	Presente y mas abundante	Ausente	Presente
4	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Ausente	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente y menos abundante	Presente
5	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Ausente	Ausente	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante
6	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Ausente	Ausente	Presente y mas abundante	Presente y menos abundante	Presente
7	Presente y mas abundante	Presente	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Presente y mas abundante	Presente	Ausente	Ausente	Presente y mas abundante	Presente y menos abundante	Presente
8	Presente y mas abundante	Presente	Ausente	Ausente	Presente y mas abundante	Presente y menos abundante	Presente y menos abundante	Ausente	Presente y mas abundante	Ausente	Presente

LEYENDA

 Presente

 Presente y mas abundante

 Presente y menos abundante

 Ausente

Haciendo una interpretación de la morfología de los clastos presentes en la zona de estudio, en relación directa con la mineralogía asociada a los mismos (**Tabla 15**), se puede inferir lo siguiente:

El mineral mayoritario encontrado bajo la forma de clastos es el cuarzo, mineral más resistente antes los agentes exógenos modificadores del relieve; el cual se presenta predominantemente a lo largo de todas las localidades estudiadas de manera redondeada y con una alta esfericidad, y en menor proporción, se encuentran fragmentos rocas de areniscas, esquistos cuarzo-micáceos, esquistos sericíticos y esquistos grafitosos. Estos fragmentos de rocas se presentan en su mayoría redondeados a sub redondeados y con forma de tipo discoidal predominantemente y en menor proporción de tipo cilíndrico, aunque en la localidad tres (**LOC-3**), éstos presentaron redondez de tipo angular y forma discoidal. Otros fragmentos de rocas encontrados como micas(**LOC-2**), fragmentos de esquistos cuarzo-micáceo(**LOC-1**), fragmentos de roca de esquistos sericíticos y cuarzo-micáceo (**LOC-3**), chert(**LOC-4**) y cuarzo tipo jaspe (**LOC-8**), se presentan de manera sub angulares y angulares de forma cilíndrica predominantemente y algunos de tipo discoidal.

Tomando en cuenta los datos de la (**tabla 15**), se puede observar que la geometría redondeada de tipo esférica en los clastos más resistentes y más abundantes en la zona de estudio, como lo son los clastos de cuarzo (con tamaños que van desde las decenas de centímetros hasta tamaños menores a un centímetro), es la que prevalece; esto sugiere que dicho material proviene de distancias relativamente retiradas de la fuente de aporte (distancia mayor a dos kilómetros), siendo transformados desde su lugar de origen hasta su lugar de depositación por saltación y rotación en fondos de canales, atribuidos a flujos detríticos viscosos de alta energía en corrientes de flujos de ríos, lo cual concuerda con el elemento arquitectural que prevalece en la zona (SG), asociado a flujos detríticos donde el material predominante pertenece a las facies Gmm y Gmg.

Por otro lado, la presencia de clastos de origen metamórfico como lo son los fragmentos de rocas de esquistos sericíticos, esquistos grafitosos y esquistos cuarzo-micáceos, sugieren que estos sedimentos provienen de la Cordillera de La Costa (flanco sur) en su parte central. (Estos esquistos pertenecen a la Asociación Metamórfica Caracas, comprendida por: litodemos Las Mercedes y litodemos Las Brisas); y del complejo metamórfico ubicado al occidente de la Cuenca de Barlovento específicamente en los valles del Tuy, (cabecera del Río Tuy). Por lo que es válido decir que el mecanismo de transporte responsable del acarreo y de la constante depositación y retrabajo del material sedimentario encontrado en la zona de estudio es el sistema fluvial tanto del Río Guaire como del Río Tuy; ambos ríos confluyen hacia el sur de la Cuenca de Barlovento específicamente en (Santa Teresa de Tuy), teniendo dirección en ese punto (oeste - este); éste cambia su dirección próximo a la zona de estudio en sentido (sureste- noroeste), y por último, mantiene una dirección (suroeste- noreste) lo que concuerda con la tendencia de dirección de paleocorrientes medidas en la zona de trabajo.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El desarrollo geológico de este trabajo se encuentra enmarcado en el levantamiento de ocho afloramientos o localidades ubicadas en las adyacencias de la Autopista Gran Mariscal de Ayacucho, en su tramo Caracas- Río Chico. Cabe destacar que los afloramientos pueden estar a ambos lados de la autopista a según la calidad de los mismos. Estos afloramientos estratigráficamente pertenecen a la Formación Mamporal, la cual se depositó dentro de la cuenca para el tiempo geológico Mioceno – Pleistoceno.

Las características litológicas de los afloramientos estudiados, destaca por orden de abundancia, conglomerados, areniscas con niveles conglomeráticos, areniscas de grano medio, fino y limos, y en cantidades menores lutitas. Las características texturales de estos litotipos permitieron identificar las distintas facies fluviales según MIALL (1996) y representar la geometría de las mismas mediante fotomosaicos descriptivos de cada uno de los afloramientos, además se identificó los elementos arquitecturales que conformaban a cada localidad levantada.

Para establecer un análisis generalizado, y lograr comprender los procesos y sistemas de sedimentación que prevalecieron en toda la zona de estudio, se realizó esquemáticamente una columna estratigráfica generalizada (**figura 30**); ésta muestra los eventos sedimentológicos predominantes (cuatro en total), así como también la elaboración de una tabla de distribución de las facies fluviales reconocidas en campo en las distintas localidades (**tabla 16**). Se elaboró una tabla de distribución de los elementos de arquitectura fluvial (**tabla 17**), también se realizó una tabla de orientación de los ejes mayores de los clastos y líneas de canal en las distintas localidades (**tabla 18**), y una correlación entre las columnas que se realizaron en cada una de las localidades estudiadas; dividido en dos tramos, es decir, una correlación

entre las localidades **1, 3, 4, 5** y otra correlación entre las localidades **6, 7, 2** (ver mapa geológico de la zona de estudio). Esta división se realizó tomando en cuenta la cercanía entre localidades y la semejanza litológica que guardan entre ellas, ya que no se encontraron evidencias ni relaciones cronoestratigráficas.

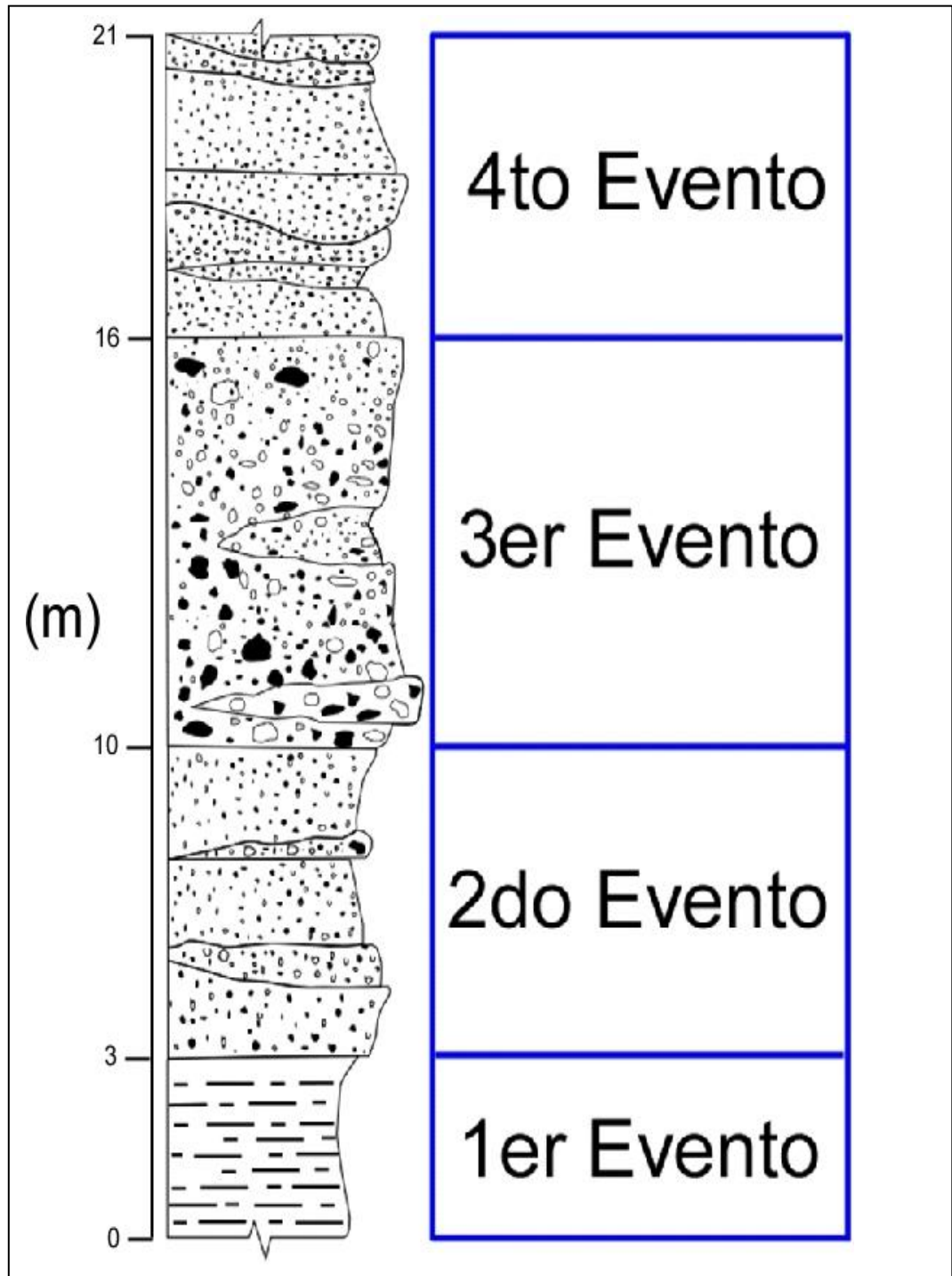


Fig. 30. Columna estratigráfica generalizada esquemática de la zona de estudio que muestra los eventos de depositación

En la columna estratigráfica generalizada, se pueden observar cuatro eventos depositacionales, evidenciados en todas las columnas estratigráficas caracterizadas y desarrolladas en cada una de las localidades, estos eventos concuerdan con la historia evolutiva a finales del Pleistoceno medio donde se genera el cuarto evento depositacional y la colmatación de la cuenca. Para efectos prácticos los eventos son distinguidos por cambios significativos en la sedimentación, los cuales responden a cambios en procesos de precipitación o sequía o también tectónica local en la cuenca, en función de levantamientos estructurales. La Formación Mamporal se caracteriza por depósitos de limos grises, arenas poco consolidadas y mal estratificadas, conglomerados rojizos, los cuales son de ambiente continental fluvial y están representados en los sedimentos que afloran en las localidades estudiadas. A continuación se describen los eventos citados:

Se puede observar en el **primer evento**, un espesor promedio de tres metros, correspondiente a material lutítico, indicativo de un ambiente depositacional de baja energía de poca pendiente, atribuible a una zona de planicie detrítica aluvional. Este material se encuentra dispuesto en canales de dimensiones longitudinales variables que van desde pocos metros a decenas de metros y espesores no mayores a un metro; y en cuerpos masivos con dimensiones considerables y espesores no mayor a tres metros (ver columnas estratigráficas **figuras 17, 20, 22**). Este evento, comprendido por material de facies Fsm, sugiere depositación de llanura de inundación (FF), asociado a sedimentación de flujos fluviales meandriformes del Río Tuy en la planicie detrítica en la cuenca. Un **segundo evento** con espesor promedio de siete metros, correspondiente a material más grueso (arenas poco consolidadas) pertenecientes a las facies Sm, Sh, St, Sl, Sp correspondiente a formas de fondo arenosa (SB); sugiriendo un régimen de sedimentación bajo a intermedio, producto de las variaciones en periodos de precipitación, correspondiente a zona de planicie detrítica de bajo ángulo. Este material se presenta en campo, bajo cuerpos de magnitudes considerables, mayoritariamente en las **LOC-2, LOC-6, LOC-8**(ver **figuras 16, 25, 29**) bajo cuerpos alargados (canales) de dimensiones longitudinales

que van desde las decenas de metros hasta 60 centímetros, con espesores que varían desde los 4 metros hasta los 30 centímetros. La depositación de este material sobre superficies erosivas en canales paralelos a subparalelos entre sí, sugiere que la misma es atribuible a flujos fluviales en cauces de ríos divagantes en la planicie de la cuenca (Río Tuy). Un **tercer evento** depositacional, con espesor promedio de seis metros, compuesto por material conglomerático, indicando un régimen de sedimentación de alta energía atribuido a periodos de precipitación más marcados, cuya ubicación corresponde a planicies con pendientes significativas. Este material es el que más predomina en la zona de estudio, presentándose bajo la geometría de cuerpos masivos que soporta la mayor parte de la otra geometría existente (**ver figura 14**). También se presenta bajo cuerpos alargados (canales) con dimensiones longitudinales que varían desde las decenas de metros hasta un metro y espesores que van desde los tres metros hasta 30 centímetros. (**ver figura 14**); respecto a este material de facies Gmm, Gmg correspondiente a flujos detríticos (SG), al alto valor angular medido en campo de la línea de canal (41 grados) en la parte media en la **LOC-1**, y a la sedimentación de manera discordante de cuerpos (canales) en la parte más este de las **LOC-5 y LOC-6** (**ver figuras 23 y 25**), sugiere que la depositación corresponde a episodios locales de abanicos aluviales en su parte proximal producto de la colmatación del espacio. Un **cuarto y último** evento con espesor promedio de cinco metros, compuesto por arenas con niveles conglomeráticos, indicativo de un régimen de sedimentación intermedio a alto, atribuido a fluctuación en periodos de precipitación, correspondiente a planicie detrítica. El material correspondiente a las facies Gmg, asociado a flujos detríticos (SG), se presenta bajo la geometría de cuerpos alargados (canales) de dimensiones variantes en longitud, desde pocos metros a centímetros, y espesor de pocos centímetros, distribuidos con mayor frecuencia de forma paralela entre ellos. (**ver figuras 27, 29**). Esta depositación corresponde a flujos bajo sedimentación fluvial, sugiriendo procesos de depósitos aluviales. En total, la secuencia depositada comprendida por estos cuatro eventos antes mencionados, comprende un espesor total promedio de 21 metros.

Una vez fluviales reconocidas en cada una de las localidades, se procedió a la elaboración de una tabla esquemática de distribución de las mismas que a continuación es mostrada.

Tabla 16. Tabla de distribución de las facies fluviales reconocidas en campo en las distintas localidades.

FACIES	LOCALIDADES							
	LOC-1	LOC-2	LOC-3	LOC-4	LOC-5	LOC-6	LOC-7	LOC-8
C	□	□	□	□	■	□	□	□
Fsm	□	■	■	■	■	□	■	■
Fl	□	□	□	□	□	□	□	□
Sh	□	■	□	□	□	■	■	□
St	□	■	□	□	□	□	□	□
Sl	□	□	□	□	□	■	■	□
Sp	■	□	□	□	□	□	■	□
Sm	□	■	■	■	■	■	■	■
Gp	□	□	□	□	□	□	□	□
Gh	□	□	□	□	□	□	□	□
Gmm	■	□	■	■	■	■	■	■
Gmg	■	■	■	■	■	■	■	■
Gcm	□	□	□	□	□	□	□	□

LEYENDA	
■	Presente
■	Presente y mas abundante
□	Ausente

En la **tabla 16** se puede observar que las facies Gmm y Gmg son las más abundantes en la zona estudiada, caracterizadas por ser de flujos de detritos viscosos de alta y baja potencia respectivamente, cuya característica litológica viene representada por gravas masivas soportadas por matriz (MIALL, 1996). Esto coincide con la alta presencia de elementos arquitecturales de flujos detríticos (SG) encontrados.

A continuación se muestra una tabla con el orden de abundancia de los elementos de arquitectura fluvial encontrados en cada una de las localidades

Tabla 17. Tabla de distribución de elementos de arquitectura fluvial identificados en campo en las distintas localidades estudiadas.

E.A.F	LOCALIDADES							
	LOC-1	LOC-2	LOC-3	LOC-4	LOC-5	LOC-6	LOC-7	LOC-8
FF	□	■	■	■	■	□	■	■
SB	■	■	■	■	■	■	■	■
SG	■	■	■	■	■	■	■	■
C	□	□	□	□	■	□	□	□
CH	■	■	■	■	■	■	■	■

LEYENDA

FF: Llanura de inundación

SB: Forma de fondo arenosa

SG: Flujo detrítico

C: Depósito de pantano vegetado

CH: Canal

■ Presente

■ Presente y mas abundante

□ Ausente

En la **tabla 17** se observa como el elemento de arquitectura fluvial más predominante en toda la zona de estudio es SG, asociado a flujos detríticos donde el material predominante pertenece a las facies Gmm y Gmg. Esto guarda relación con el medio en que se deposita el material dentro de la Cuenca de Barlovento que es producto del acarreo de sedimento por flujo gravitacional del Río Tuy

La evolución de la Cuenca de Barlovento desde sus inicios según ESPÍNOLA & OLLARVES (2002) empieza en el Mioceno Medio con la depositación de ambientes de aguas dulces y salobres de la Formación Aramina sobre las rocas metamórficas de edad pre-Oligoceno, en el extremo occidental de la actual cuenca. Esta sedimentación consistió en conglomerados basales, lutitas grises intercaladas con areniscas estratificadas, posteriormente en el Mioceno Tardío se generó la primera fase de deformación frágil, en la que la región nor-central de Venezuela, sufrió una tectónica distensiva, generando la apertura y subsidencia de la Cuenca de Barlovento, provocando el avance progresivo de la línea de costa sobre la plataforma de Barlovento, siendo los ambientes de depositación para ésta marino somera. Para el Plioceno Tardío, ocurrió un cambio en el régimen tectónico, lo que produjo el levantamiento progresivo de la Cuenca de Barlovento de oeste a este, con lo que la línea de costa retrocedió progresivamente. Junto con la retirada del mar, la cuenca fue basculada hacia el sur nuevamente, producto del continuo levantamiento de la Cordillera de La Costa. En consecuencia, la cuenca quedó expuesta a procesos erosivos, y los ambientes continentales dominaron la región de Barlovento para el Pleistoceno Temprano.

Para el Pleistoceno Temprano se deposita la secuencia sedimentaria encontrada en la zona de estudio. Por otro lado, la ausencia de contenido fósil marino en el lugar de trabajo, nos permite entender de manera clara que los procesos depositacionales que capitalizaron el lugar, corresponden a procesos erosivos continentales posterior al levantamiento en dirección norte-sur progresivo y constante de la Cordillera de La Costa. Evidencia que podemos corroborar en todos las localidades analizadas y

caracterizadas, donde el material mayoritario corresponde a las facies Gmm y Gmc (gravas masivas soportadas por matriz),

Por otra parte, conocer la ubicación geográfica y topográfica de la zona de estudio dentro de la Cuenca de Barlovento (al noreste de la misma, entre la población de Tacarigua de Mamporal y el tramo final de la Autopista entre Higuerote y Río Chico), permitió tener una visual más clara y coherente de todos los datos recopilados mediante la aplicación sistemática de la metodología, en este mismo orden de ideas, se ratifica, el por qué la facies que mas predomina es la Gmm, Esto coincide con la alta presencia de elementos arquitecturales de flujos detríticos (SG) encontrados, ya que la zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la Cuenca de Barlovento en su parte más noreste (en la culminación de la Cordillera de La Costa), en la zona de contacto transicional del pie de monte y la planicie detrítica, en el flanco norte de dicha cordillera, siendo ésta la fuente de aporte de material, es por esta razón la presencia predominante de material conglomerático con clastos que van desde los 12 cm en su eje mayor, hasta granos menores a un centímetro), distribuidos a lo largo de todas las localidades estudiadas pertenecientes a la Formación Mamporal.

ANÁLISIS DE MEDICIONES DE PALEOCORRIENTES

Para analizar la procedencia de la carga sedimentaria depositada en la zona de estudio se realizó una tabla simplificada de las direcciones de paleocorrientes, tomando en cuenta los ejes mayores de los clastos y líneas de canal medidas en ciertas localidades.

Tabla 18.Tabla de orientación de los ejes mayores de los clastos y líneas de canal en las distintas localidades estudiadas.

LOCALIDAD	ORIENTACION	DESCRIPCION	LINEA DE CANAL
1	N27E23S N26E15S	Canal parte media Canal parte Oeste	N5W41 N35W13
2	N85W25N	Imbricación de clastos	N70E27
3	N50E21S N15W33S	Canal	S37E35
4	N63W14N N5E24N	Canal parte Oeste Secuencia depositada parte Este	N30E31
5	N40W19N	Parte Oeste Secuencia depositada parte Este	N45E14
6	N67W17N	Parte media basal Secuencia depositada parte Este	N25E15
7	N70E12N N30E19S N45E16N N45E11S	Canal parte Oeste Canal parte Central	N55E19 N50E23
8	N35E16N	Parte Oeste inclinación de clastos	N32W34

En la **tabla18** se puede observar la variación en cuanto a las direcciones de líneas de canal, indicativo de que la sedimentación, aunque proviene de la misma fuente de aporte, varía debido a parámetros tectónicos (levantamiento progresivo de la cuenca en dirección noroeste - sureste), erosivos (sistema de estribaciones en la superficie piemontina y a lo largo de la planicie detrítica), topográficos (solapamiento de canales, sujeto a la ubicación en la planicie detrítica y divagación del sistema fluvial Río Guaire- Río Tuy) el cual es controlado a su vez por el parámetro antes descrito (tectónica), los cuales capitalizan la geometría y disposición del material encontrado en la zona de estudio.

Realizando estas medidas de paleocorrientes, incluyendo estructuras sedimentarias (estratificación cruzada) y líneas de canales, se pudo corroborar por medio de las distintas direcciones de las líneas de canal medidas en ciertas localidades (**ver tabla 18**), y por medio de la depositación de material clástico de manera discordante las cuales pueden ser apreciadas en las **LOC-5y LOC-6 (ver figuras 23, 25)**, la variación en la dirección de las distintas fuentes de sedimentación en la zona de trabajo, lo que indica abanicos aluviales bajo régimen de sedimentación distintos, que a su vez sugiere que la ubicación espacial de la zona de estudio concuerda con lo antes descrito, es decir, en una zona de transición piemontina, la cual hasta nuestros días continua su constante y progresivo levantamiento producto de la tectónica asociada en el lugar. Modificando en el tiempo el transitar del afluente principal (Río Tuy).

Por otra parte, la variación de inclinación de la dirección de canal encontrada en la **LOC-8**, tomando como comparación los datos medidos en la parte este (N32W34) y la oeste (N35E16N), muestra una diferencia de 18 grados, valor angular que se adapta a la tendencia de buzamiento que prevalece en dicha localidad; esto sugiere que hubo un cambio en la pendiente durante procesos de depositación sinsedimentario, producto del basaculamiento (por tectónica) progresivo de la cuenca en ese sector; evidencia que también es corroborable en la **LOC-6** mediante la presencia de fallas de reajuste.

Estudios de la misma naturaleza de investigación, realizados en las cercanías de la zona de estudio hacia la parte occidental, muestran según VALENCIA(2015), En cuanto a las características litológicas de la mayoría de los afloramientos, destaca la presencia de arenas y limos asociados a la facies Fsm, y en menor grado la de conglomerados, así como la presencia de restos fósiles en dicho material sedimentario; lo que es importante analizar debido a la cercanía de la zona de estudio, lo cual sugiere un dominio tectónico, en principio protagonizado por la interacción entre la Placa Caribe y la Placa Suramericana, esto afecta de manera directa la zona de estudio, mediante el dinamismo del sistema de falla que controla dicha zona (hacia el norte la falla de La Victoria y hacia el noreste el sistema de falla Píritu). Todos estos factores deformantes corroboran la influencia tectónica que dictamina la disposición de la diversidad del material que se depositó, al tener constante cambios de pendiente en las laderas y modificando el régimen hidráulico de sedimentación. Ésto sugiere dos márgenes que pueden ser definidos por bloques, es decir, un bloque deprimido que según ESPÍNOLA & OLLARVES(2002) en el Mioceno Tardío se generó la primera fase de deformación frágil, en la que la región nor-central de Venezuela, sufrió una tectónica distensiva, generando la apertura y subsidencia de la Cuenca de Barlovento, provocando el avance progresivo de la línea de costa sobre la plataforma de Barlovento, siendo los ambientes de depositación para ésta marino somera; y posteriormente, un segundo bloque que según ESPÍNOLA & OLLARVES (2002) para el Plioceno Tardío, ocurrió un cambio en el régimen tectónico, lo que produjo el levantamiento progresivo de la Cuenca de Barlovento de oeste a este, con lo que la línea de costa retrocedió progresivamente. Junto con la retirada del mar, la cuenca fue basculada hacia el sur nuevamente, producto del continuo levantamiento de la Cordillera de La Costa. Estudios previos en las cercanías de la zona de trabajo, según VALENCIA (2015), corrobora mediante evidencias litológicas, contenido fósil, estructuras sedimentarias halladas; la presencia de un bloque deprimido con influencia marina, el cual permitió el ordenamiento geométrico y la disposición espacial de estos cuerpos sedimentados bajo este régimen. Mientras que el análisis de

los datos recopilados en la zona de trabajo, muestra solo influencia aluvial continental, evidencia que sugiere la presencia del bloque levantado descrito por ESPÍNOLA & OLLARVES (2002) .Este último episodio corresponde y se ajusta con el material predominante de facies Gmm encontrado. De igual manera en la localidad seis (**LOC-6**), se encuentra evidencia de esa dinámica tectónica mediante una serie de fallas de reajuste sinsedimentaria ubicadas en la parte media de dicho afloramiento (**ver figura 25**).y con la dirección predominante de las líneas de canal medidas en ciertas localidades, la cual corresponde con la dirección de levantamiento y basculamiento de la cuenca en dirección sur sugerida por ESPÍNOLA & OLLARVES(2002).

Se muestran a continuación los valores porcentuales de cada uno de los elementos arquitecturales por localidad. Vale destacar que el elemento arquitectural CH, se dividió en dos partes: CHa (representando canales de dimensiones menores, es decir, de longitud menor a 10 m y espesor menor a un metro), y CHb (representando canales de dimensiones mayores, es decir, de longitud mayor a 10 m y espesor mayor a un metro). Éstos se encuentran presentes en todas las localidades estudiadas, lo cual no quiere decir que sea el elemento arquitectural que domine la cuenca, es decir, es el elemento más abundante mas no el de mayor magnitud. Estos canales están compuestos por diversos materiales que conforman diferentes facies, por esta razón sólo se nombran mas no se cuantifican.

Tabla 19. Tabla de distribución porcentual de los elementos de arquitectura fluvial predominante por localidad.

E.A.F	LOCALIDADES							
	LOC-1	LOC-2	LOC-3	LOC-4	LOC-5	LOC-6	LOC-7	LOC-8
FF	—	10%	10%	10%	25%		10%	15%
SB	5%	60%	10%	20%	25%	60%	30%	50%
SG	95%	30%	80%	70%	49%	40%	60%	35%
C	—	—	—	—	1%	—	—	—
CHa								
CHb								

LEYENDA

E.A.F: Elemento de arquitectura fluvial

FF: Llanura de inundación

SB: Forma de fondo arenosa

SG: Flujo detrítico

C: Depósitos de pantano vegetado

CHa: Canales con longitud menor a 10 m y espesor menor a un metro

CHb: Canales con longitud mayor a 10 m y espesor mayor a un metro

Presente

Presente y mas abundante

Ausente

Se puede observar como prevalece el domino como elemento arquitectural SG (flujos detríticos), en la mayoría de las localidades estudiadas, excepto en las **LOC-2, LOC-6 y LOC-8**, donde prevalece SB como elemento arquitectural (forma de fondo arenosa), lo que sugiere que durante el periodo de depositación, la energía disminuyó, bien sea por fluctuación en periodos de lluvia, por cambio de inclinación en la pendiente de la planicie, producto de la sedimentación o colmatación del espacio, por su lejanía con la fuente de aporte; depositando este tipo de material de grano más fino (arenas). Vale destacar que en la **LOC-8** hacia su parte más este, (parte basal); la inclinación en cuanto a la imbricación de los clastos (N32E34N), varía en relación con la inclinación de depositación predominante en dicha localidad (N35E16N), una variación de (18 grados), lo que indica un basculamiento posterior, asociada a la tectónica presente, que a su vez se refleja en la **LOC-6 (ver Fig. 25)**, mediante fallas de reajuste sinsedimentarias.

Por otro lado, observando la **Tabla 19**, se puede decir que en base al porcentaje y al escogimiento de las facies arenosas y gravosas, asociadas a los elementos arquitecturales descritas en cada una de las localidades, y tomando en cuenta la relevancia desde el punto de vista social para un potencia l aprovechamiento en la extracción para material de construcción; las localidades con mayor características para tal fin referente a la facies gravosa (Gmm y Gmg) son: **LOC-1, LOC-3, LOC-4 y LOC-7**, y para la facies arenosa (Sm) la **LOC-2, LOC-6 y LOC-8**.

En el siguiente mapa **Fig. 31**, se muestra la orientación de los dos perfiles utilizados (A-A'; B-B') para la correlación de parámetros geométricos, tanto laterales como verticales, así como también del contenido litológico mediante las columnas estratigráficas de las distintas localidades.

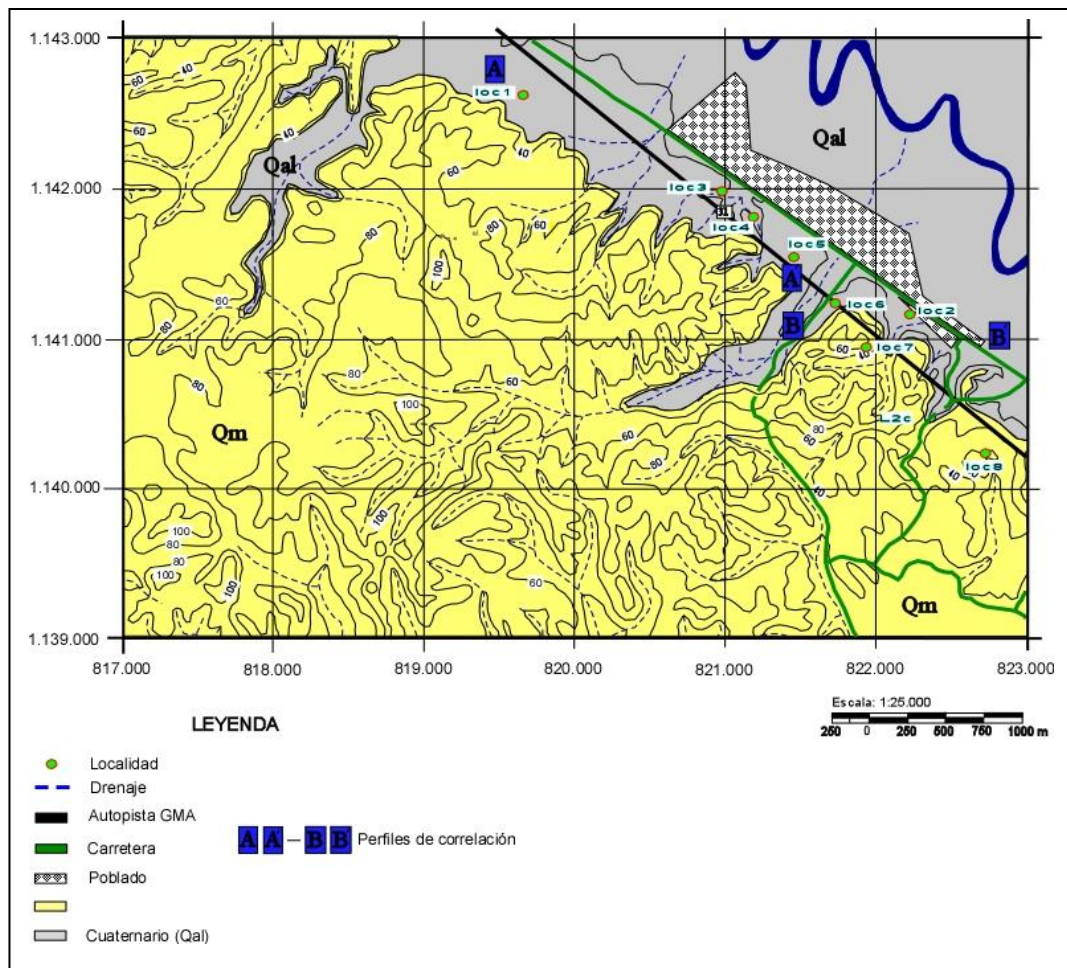


Fig. 31. Mapa donde se representan las localidades de estudio y las líneas de perfil (A-A' con orientación (N48W), B-B' con orientación este - oeste) usadas para la elaboración de las correlaciones entre las columnas estratigráficas de cada localidad.

A continuación se muestran las correlaciones entre las columnas estratigráficas divididas en dos grupos, una primera correlación entre las columnas de las localidades **1, 3, 4, 5**; y una segunda correlación entre las localidades **6,7,2**. Esta división se realizó tomando en cuenta la cercanía entre localidades y la semejanza litológica que guardan entre ellas, ya que no se encontraron evidencias ni relaciones cronoestratigráficas.

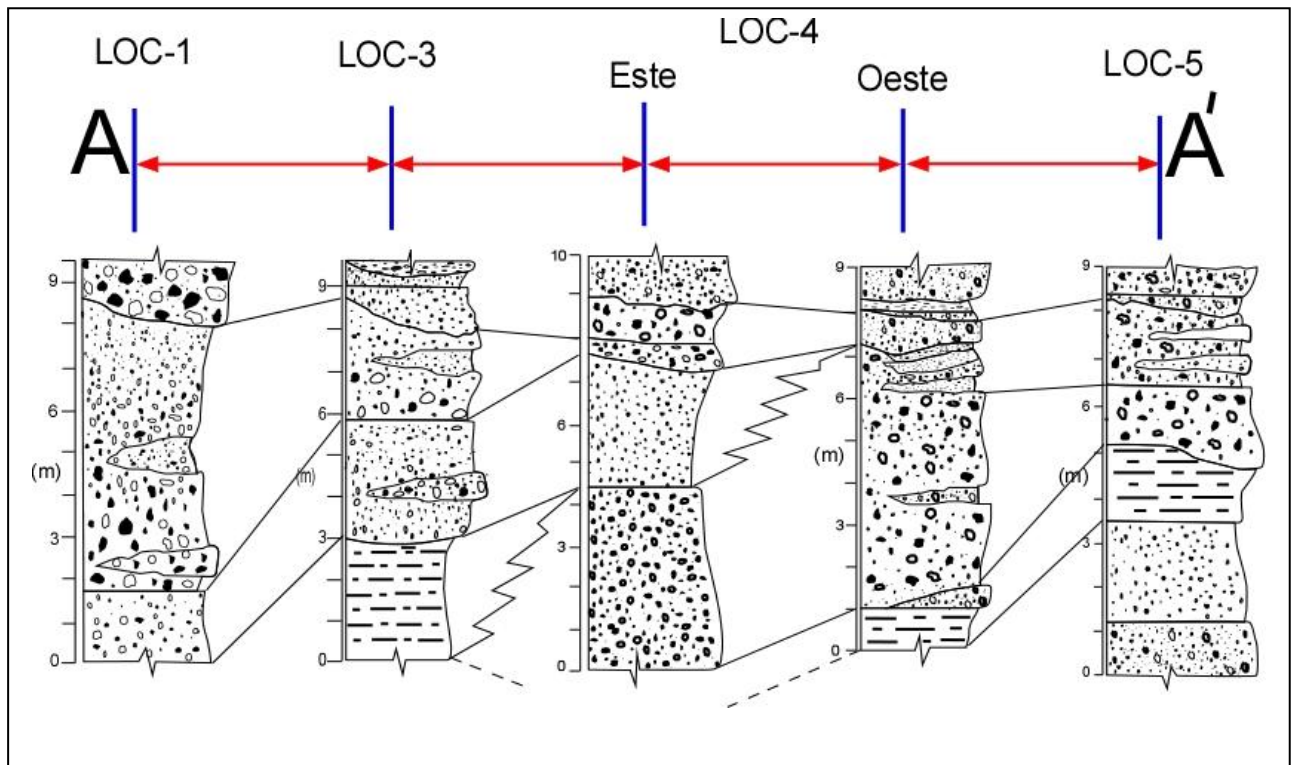


Fig. 32. Perfil geológico AA' comprendida por las localidades **1, 3,4,5**(con dirección N48W) que muestra la variación de los distintos cuerpos sedimentarios que conforman el área de estudio.

En la correlación mostrada en la **Fig. 32**, podemos observar como varían lateralmente los espesores de un conjunto de cuerpos sedimentados, diferenciados por características propias entre cada una de ellas (litofacies), a lo largo de la línea de perfil A-A' (sentido N48W), entre las localidades **1, 3, 4, 5**. En la **LOC-1**, se aprecia cómo un primer material compuesto por arenisca con niveles conglomeráticos con base erosiva aumenta su espesor de manera gradual hasta la **LOC-4** en su parte más este, luego en la misma localidad, éste se acuña hacia su parte más oeste hasta desaparecer, sugiriendo canal. Un segundo material depositado, conformado por areniscas con clastos conglomeráticos granodecrecientes de base a tope; muestra como se acuña lateralmente hacia la **LOC-2** y cada vez más hasta la **LOC-3**. El resto del material presente en las columnas estratigráficas que forman parte de esta correlación, no guardan una conectividad lateral entre sí, posiblemente se deba a procesos erosivos actuantes de manera local, o también se puede inferir que son procesos de depositación aislados.

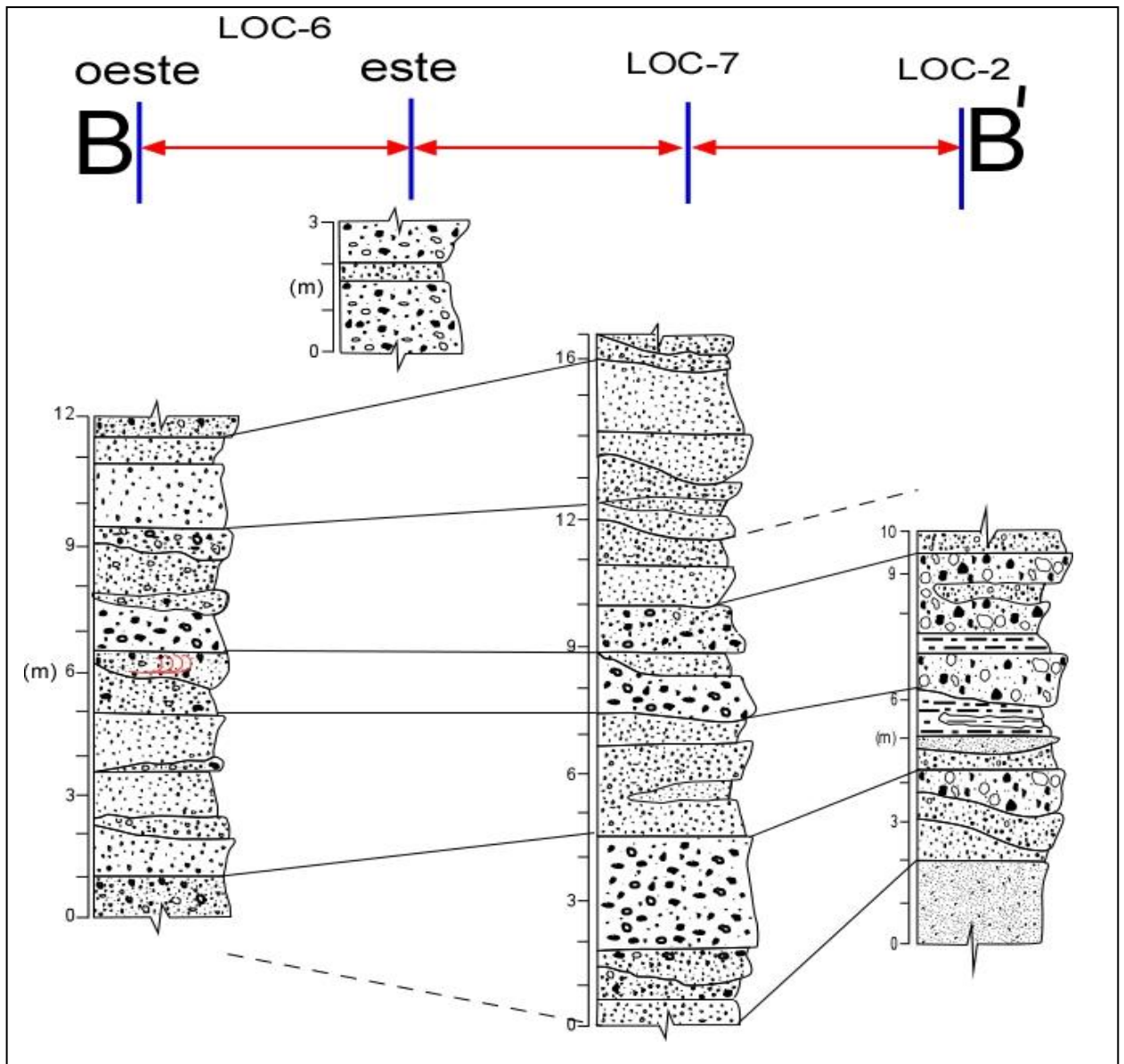


Fig. 33. Perfil geológico BB' comprendido por las localidades 6,7,2 (con dirección E-W) que muestra la variación de los distintos cuerpos sedimentarios que conforman el relleno del área de estudio.

En el mismo orden de ideas de la descripción y análisis hecho en la correlación en la **Fig.32**, podemos observar como en esta secuencia de correlación entre las columnas estratigráficas pertenecientes a las localidades **6, 7, 2**, con línea de perfil B B' (sentido oeste este) (**Fig.33**), existen cuatro episodios correlacionables entre sí. El primero, compuesto por areniscas de grano medio, con intercalación de lentes de arenisca de grano grueso definidos en la **LOC-6**, en su parte más oeste. Éste se acuña gradual y lateralmente hacia la **LOC-7** disminuyendo su espesor a la mitad, de unos cuatro metros en la **LOC-6** a unos dos metros en la **LOC-7**, luego en la **LOC-2**, la misma se presenta con espesores menores a dos metros con presencia de material lutítico hacia el tope. Podemos inferir que la ausencia de dicho material en las localidades **6** y **7** es producto de procesos erosivos actuantes localmente o ausencia de conectividad lateral. Un segundo evento compuesto por lentes de areniscas de grano grueso soportado por material conglomerático, incrementa su espesor, manteniendo la disposición de canales hasta la **LOC-7**, luego en la **LOC-2**, se incrementa lateralmente aún más dicha disposición, siendo más notorio la cantidad de canales paralelos entre sí indicando desplazamiento lateral por acomodación en sedimentación. Un tercer evento compuesto por material conglomerático en la base y disminuyendo su tamaño de grano hacia el tope, con disposición de canales paralelos entre sí, de bases erosivas; incrementa lateralmente unos 50cm su espesor hasta la **LOC-7**, ya en la **LOC-2**, ésta no aparece, sugiriendo acuñamiento de canales. Y por último, un cuarto evento compuesto por arenisca de grano medio, el cual duplica lateralmente su espesor hasta la **LOC-7** y no aparece en la **LOC-2** indicando canales de magnitud considerables.

Haciendo el análisis de estos dos perfiles de correlación que cubre toda la zona de estudio, podemos decir, en relación a la disposición espacial (canales de dimensiones y materiales variados), lateral (incremento, disminución y acuñamiento de los canales y su diversidad litológica) y geométrica (disposición paralela y entrelazada de canales, cuerpos masivos de grandes dimensiones indicativos de barras), que el proceso que capitaliza la depositación de todo este material encontrado en la zona de

estudio, es la sedimentación por flujo detrítico fluvial (SB), que acarrea el Río Tuy, aunado también a la constante evolución de la cuenca que con el tiempo ha sido basculada producto de la tectónica local (falla De La Victoria hacia la parte norte de la cuenca y el sistema de fallas de Píritu hacia su parte oriental). La sedimentación de la diversidad litológica indica el constante al divagar del mismo a lo largo del tiempo, producto de la constante evolución de la cuenca. Podemos decir también que en base a las características cualitativas descritas anteriormente, (parámetros geométricos descritos en cada localidad), éstos no guardan una conectividad lateral ni vertical entre sí.

CAPÍTULO VI

SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

SUMARIO Y CONCLUSIONES

- La elaboración de fotomosaicos como herramienta interpretativa fue efectiva, ya que abarca de manera clara y visual la relación geométrica que guardan los elementos arquitecturales de gran envergadura encontrados en cada localidad de la zona de estudio con la clasificación de las facies de MIALL(1996),sin embargo para las formas geométricas de menor dimensión, se dificultó el análisis y la interpretación bajo esta metodología implementada, ya que fue complicado la visualización clara para la escala a la cual fueron tomadas las fotos, para la posterior realización de los mosaicos de las distintas localidades.
- La clasificación de facies de MIALL (1996), utilizada en este trabajo para codificar las facies fluviales, fue una herramienta indispensable, la cual definió de forma eficiente las características (litológicas, composicionales, texturales, y de estructuras sedimentarias) reportadas en los depósitos de la zona de estudio; no necesitándose una nueva codificación o ajuste de las mismas.
- A largo de la zona de estudio, se pudieron identificar nueve distintas facies fluviales de la clasificación de MIALL (1996); las facies son las siguientes: C, Fsm, Sl, Sm, Sh, Sp, St, Gmg y Gmm; siendo la facies Gmm (gravas masivas soportadas por matriz) la más abundante en la zona, estando presente en todas las localidades, y siendo además la más abundante en cinco de las ochos localidades (**LOC-3, LOC-4, LOC-5, LOC-7, LOC-8**).

- En los ocho afloramientos estudiados se pudo confirmar la presencia de distintos elementos de arquitectura fluvial, lo que evidencia la naturaleza fluvial de la mayoría de los eventos depositacionales que rellenaron la Cuenca de Barlovento.
- Del total de elementos arquitecturales identificados a lo largo de la zona estudiada, se pudieron distinguir cinco clases de los mismos: Canales (CH), llanuras de inundación (FF), formas de fondo arenosa (SB), flujo de detritos (SG) y depósitos de pantano vegetado (C).
- El elemento arquitectural de mayor abundancia son los canales (CH), éstos se encuentran presentes en todas las localidades estudiadas, lo cual no quiere decir que sea el elemento arquitectural que domine la cuenca, es decir, es el elemento más abundante mas no el de mayor magnitud. Estos canales están compuestos por diversos materiales que conforman diferentes facies.
- El elemento de arquitectura fluvial más predominante en toda la zona de estudio es SG, asociado a flujos detríticos viscosos de alta potencia, donde el material predominante pertenece a las facies Gmm y Gmg. Esto guarda relación con la ubicación pie montina de la zona de estudio dentro de la Cuenca de Barlovento. Siendo el Río Tuy, el principal contribuyente y controlador de toda la geometría arquitectural y facies presentes en la zona. Producto del variable y evolutivo transitar del mismo por la planicie detrítica de dicha cuenca.

- Mediante el análisis y correlación de todas las columnas estratigráficas hechas en cada localidad, se logró evidenciar cuatro eventos depositacionales en la zona de trabajo: un **primer evento** comprendido por material de facies Fsm, lo que sugiere depositación de llanura de inundación (FF); un **segundo evento**, correspondiente a material más grueso (arenas poco consolidadas) pertenecientes a las facies Sm, Sh, St, Sl, Sp correspondiente a formas de fondo arenosa (SB); un **tercer evento**, compuesto por material conglomerático correspondiente a las facies Gmm, Gmg, atribuible a flujos detríticos (SG); y un **cuarto evento**, compuesto por arenas con niveles conglomeráticos, pertenecientes a la facies Gmg, asociados a flujos detríticos (SG).
- Respecto a la morfología y la mineralogía encontrada en la zona de estudio:

El mineral mayoritario encontrado bajo la forma de clastos es el cuarzo, el cual se presenta predominantemente a lo largo de todas las localidades estudiadas de manera redondeada y con una alta esfericidad, lo que indica una alta etapa de madurez mediante procesos de retrabajo del material sedimentario encontrado en la zona

La ausencia de contenido fósil marino en el lugar de trabajo, nos permite entender de manera clara que los procesos depositacionales que capitalizaron el lugar, corresponden a procesos erosivos continentales, posterior al levantamiento constante en dirección noroeste -sureste de la Cordillera de La Costa, predominantemente (depósitos aluviales).

La presencia de clastos de origen metamórfico como lo son los fragmentos de rocas de esquistos sericíticos, esquistos grafitosos y esquistos cuarzo-micáceos, sugieren que estos sedimentos provienen

de la Cordillera de La Costa (flanco sur) en su tramo más noreste, los cuales han sido transportados por el Río Guaire hasta confluir con el Río Tuy, encargado de la depositación final. Estos esquistos pertenecen a la Asociación Metamórfica Caracas, comprendida por: litodemos Las Mercedes y litodemos Las Brisas.

En base al porcentaje y al escogimiento de las facies arenosas y gravosas, asociadas a los elementos arquitecturales descritas en cada una de las localidades, y tomando en cuenta la relevancia desde el punto de vista social para un potencial aprovechamiento en la extracción para material de construcción; las localidades con mayor características para tal fin referente a la facies gravosa (Gmm y Gmg) son: **LOC-1, LOC-3, LOC-4 y LOC-7**, y para la facies arenosa (Sm) la **LOC-2, LOC-6 y LOC-8**.

- Mediante la realización de los perfiles geológicos, se pudo observar la distribución de los canales a lo largo de la cuenca, tanto lateral como verticalmente, observándose un patrón paralelo, sub paralelos y entrelazados entre ellos, con dimensiones variables (**Cha, Chb**), que guardan relación con la sedimentación mediante el proceso de traslado horizontal del Río Tuy. De igual forma los perfiles demostraron como el material predominante de facies Gmm se mantiene constante a lo largo de toda la zona de estudio. Estos procesos de sedimentación no guardan (en cuanto a su geometría) una relación lateral ni vertical entre las localidades estudiadas.
- La elaboración del mapa a escala 1: 25000 de distribución de facies sedimentarias y paleocorrientes, permitió mostrar mediante las mediciones de líneas de canales, como las direcciones de aporte sedimentario varían, producto de la evolución dinámica (levantamiento

progresivo de la cuenca), lo que ha ocasionado la reubicación progresiva del Río Tuy como ente aportador de la carga sedimentaria en la zona de estudio, aunado a la ubicación topográfica de la misma. Ésta se encuentra en una zona transicional pie montina - planicie detrítica del flanco sur de la Cordillera de La Costa (en su parte más noreste).

- Mediante la recopilación de todas las mediciones de líneas de canal, representadas en un diagrama de rosas, se determinó la dirección predominante de flujo fluvial (paleo Tuy), mostrando una dirección preferencial sureste – noroeste, y una en segundo orden, en dirección prácticamente perpendicular a esta, es decir, dirección suroeste – noreste. Ésta sugiere un sistema de depositación aluvial que alimenta al sistema principal.
- La variación de inclinación de la dirección de canal encontrada en la **LOC-8**, tomando como comparación los datos medidos en la parte este (N32W34) y la oeste (N35E16N), muestra una diferencia de 18 grados, valor angular que se adapta a la tendencia de inclinación que prevalece en dicha localidad; esto sugiere que hubo un cambio en la pendiente durante procesos de depositación sinsedimentario, producto del basaculamiento (por tectónica) progresivo de la cuenca en ese sector; evidencia que también es corroborable en la **LOC-6** mediante la presencia de fallas de reajuste.
- Otra evidencia de la dinámica tectónica involucrada, es el trazado del Río Tuy en su parte más sureste respecto a la zona de estudio, éste cambia abruptamente (un codo de 90 grados) de dirección suroeste – noreste, a una nueva dirección sureste – noroeste. Luego aguas abajo vuelve a cambiar su curso. Estas evidencias sugieren drenajes desviados.

- En localidades como la LOC-5 y LOC-6 se puede observar una sedimentación discordante hacia la parte más este de dichas localidades, evidenciando depósitos aluviales; son depósitos de flujos laterales producto de la falta de espacio para dicha sedimentación.

RECOMENDACIONES

- Al momento de tomar las fotos para la elaboración de los fotomosaicos, es importante tomar en cuenta la distancia a la cual se toma, se recomienda hacerlo a una distancia donde se pueda definir claramente los parámetros geométricos y texturales de menor dimensión, para que no se pierdan detalles a la hora de la elaboración de dichos mosaicos y su posterior descripción y análisis.
- Es importante continuar con esta línea de investigación hacia la parte este de la zona estudiada (hasta la proximidad de la costa), para establecer de manera completa el estudio referente a la facies y a la geometría de estos cuerpos sedimentados, y como afectó la constante actividad tectónica (basculamiento) a lo largo de toda la cuenca.
- Se recomienda implementar en la metodología, parámetros para la caracterización de minerales pesado en la zona de estudio, para un mayor entendimiento de los procesos de sedimentación y su proveniencia.
- Para una mayor comprensión de la geometría y la sedimentación presente en la zona, se sugiere realizar un levantamiento areal que cubra gran parte de la misma, haciendo levantamientos no sólo a lo largo de la

Autopista Gran Mariscal de Ayacucho, sino en poblaciones cercanas, en drenajes secundarios que alimentan al Río Tuy, en estribaciones, etc.

- Hacer microzonificación de las fallas sinsedimentarias aflorantes, para tener un mejor entendimiento respecto a la dinámica tectónica de la zona.
- Implementar en la metodología, parámetros para la caracterización de minerales pesados en la zona de estudio, para un mayor entendimiento de los procesos de sedimentación y su proveniencia, así como también, hacer análisis sedimentológicos a detalle para definir cuantitativamente las facies sedimentarias (tamizado).

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, J. *ET AL.*(1982). Diagnostico hidrogeológico de la región de Barlovento. MARNR, Dirección de Hidrogeología. Caracas. Informe técnico DGSIIA / IT / 116. 93p.

ANDREWS, P. (1930). *A geological reconnaissance of eastern Miranda, Venezuela*, S.A. Informe inédito, Richmond Petroleum Co., Archivos LAGOVEN. Informe 2100.11-1.

ASUAJE, L. (1972). Geología de la región de Guatire-Cabo Codera. *Mem. IV Congr. Geol. Venezolano, Bol. Geol.*, Publ Esp. V, 3:1289-1290.

Audemard, F. & C, Giraldo. (1997). Desplazamientos dextrales a lo largo de la frontera meridional de la placa Caribe, Venezuela Septentrional. VIII Cong. Geol. Venezolano, Porlamar, 1:101-108.

Audemard, F. *et al.* (2000). *Map and database of quaternary faults in Venezuela and its offshore regions*. USGS. Reporte 00-018.82 p.

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

Beilinson, E. (2012). "Evolución de la arquitectura fluvial en sucesiones del Plioceno-Pleistoceno del centro-este de Argentina" (Aloformación Punta San Andrés). Buenos Aires, Argentina.

Bellizzia, A. & D, Rodríguez. 1976. Geología del estado Miranda. *Bol. Geol.*, Caracas, Public. esp. 5, 6: 3317-3417.

Beltran, C. & Giraldo, C. 1989. Aspectos neotectónicos de la región nororiental de Venezuela. *Mem. VII Congr Geol Venezolano*, Barquisimeto, 3:1000- 1021.

Bermúdez, P. 1966. Consideraciones sobre los sedimentos del mioceno medio al reciente de las costas central y oriental de Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 7 (14): 333-441.

BOLLI, H. M. & P. J. BERMÚDEZ, (1965). *Zonation based on planitonic foraminifera of Middle Miocene to Pliocene warm-water sediments. Asoc. Venez. Geol., Min. yPetról., Bol. Inform., 8(5): 121-149.*

Bucher, W. (1952). Geologic structure and orogenic history of Venezuela, *Geol. oc.Am., Mem. 49, 113 p.*

Conde, R. & L, Schmidt.(2006). “Estudio y caracterización de los acuíferos recientes; ubicados al norte de El Guapo, entre los ríos Tuy y Guapo, Municipio Brión y Páez del Estado Miranda”. Trabajo Especial de Grado, Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV. Inédito.

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

Diaz, I. (1982). Geología del mioceno-plioceno en el flanco sur de la Cordillera de La Costa, entre Mesa de Urape (SW) y Cabo Codera (NE), NE del Estado Miranda. UCV. Depto. de Geología, Trabajo Especial de Grado. Inédito. 392 p.

Dusenbury, A. (1956). Aramina, Formación. Léxico Estratigráfico de Venezuela, Ira. Ed., *Bol. Geol., Publ, Esp. I:78-79.*

Espínola, E. & Ollarves, R. (2002) Estudio Tectono-Estratigráfico del Margen Meridional de la Cuenca de Barlovento, Estado Miranda: Implicaciones Neotectónicas. U.C.V. Departamento de Geología. Trabajo especial de Grado. 240 p.

Feo-Codecido, G. (1962). “*Contribution to the geology of north-central Venezuela*”.*Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol., Bol. Inf. 5(5): 119-142.*

Foix, N. (2013). *Fluvial architecture variations linked to changes in accomodation space: Río Chico Formation (Late Paleocene), Golfo San Jorge basin, Argentina.*

Furrer, M. & Urbani, F. (1973). Nuevas localidades fosilíferas en las formaciones Las Mercedes y Guárico, Estado Miranda. *Bol. Soc. Ven. Espel., 4 (2): 135- 139.*

GALLOWAY, W.E. & D. HODBAY, (2000). “*Terrigenous Clastic Depositional Systems.Applications to Petroleum, Coal, and Uranium Exploration*”.Springer-erlag.423p.

Garcia, G. (1977). Geología del área de Cabo Codera, Estado Miranda. UCV. Depto. de Geología. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 172 p.

GIUNTA, G., S. CARNEMOLLA, R. CUSIMANO & R. DI NATALE. (1990). La Cuenca hidrográfica del río Tuy. Norte de Venezuela. Instituto Italo-Latino Americano. Serie 2.

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

HERNÁNDEZ, J. & E. ROJAS. (2002). Estudio tectono-estratigráfico del borde meridional de la Cuenca de Barlovento, Estado Miranda: Implicaciones neotectónicas. UCV. Depto. de Geología. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 200 p.

KEHRER, L. (1930) Report covering the geological exploration of the Tuy area and adjacent regions, State of Miranda, Venezuela, S.A. The Carribean Petroleum Co., La Rosa. *Archivos LAGOVEN*. Informe 2100.11-0.

MENCHER, E., E. FICHTER, H. RENZ, E. WALLIS, O. RENZ, J. PATTERSON & R. ROBIE. (1951). Texto de las monografías presentadas en la Convención Nacional del Petróleo. Ofic. *Técnicas de Hidrocarburos*. Min Minas e Hidrocarburos. p 1- 80.

MIALL, A.D., (1996). “*The Geology of Fluvial Deposits*”. Springer, 2 edition, 582 p.

MIALL, A.D., (2000). “*Principles of Sedimentary Basin Analysis*”. Springer, 3 edition, 616 p.

MOORE, G.(1931). *Geology and oil possibilities of the Río Tuy and Cupira Basins, Districts of Acevedo, Paez and Brion.State of Miranda, Venezuela. Archivos LAGOVEN*, Informe 2100.109-2.

OPLUSTIL *et al.* (2005). “*Facies and architectural analysis of fluvial deposits of the Nýřany Member and the Týnec Formation (Westphalian D – Barruelian) in the Kladno-Rakovník and Pilsen basins*”. Charles University Prague, Institute of Geology and Paleontology, Czech Republic.

OSTOS, M. (1990). Evolución tectónica del margen sur-central del Caribe basado en datos geoquímicos. *Geos*, Caracas, 30: 1-294.

PAPARONI P., GUIDO(1993). “Análisis y caracterización de litofacies pertenecientes a parasecuencias de edad Eoceno (ambientes de transición). Formación Mirador de Venezuela Occidental”. Informe inédito. Universidad Central de Venezuela. 301 p.

PATRICK, H. (1958). *Geology of the CariacoBasin*. *Archivos LAGOVEN*, informe 2000.11-2. Ponte, G. (1952). Estudio de ocho muestras de arcilla, tomadas de la Quebrada Yaguapa. *Min de Minas e Hidrocarb*. Informe Inédito.

Powers, M. C. (1982). "Comparison charts for estimating roundness and sphericity". AGI Data Sheets, American Geological Institute, Alexandria, Va, USA.

Rust, B. (1978). "Depositional models for braided alluvium" in A.D Miall. (ed.) *Fluvial sedimentology, Memoir Canadian Society for Petroleum Geology*, 605-628 p.

Ramos, C. (1977) *Geología de la región de Curiepe-Birongo. Estado Miranda*. UCV. Depto. de Geología. Trabajo Especial de Grado Inédito.

Schwarck, A., L. PONTE, C. PONTE, EVANOFF, G. RIVERO, A. BALDA & R. PÉREZ. (1951). Mapa geológico generalizado de la zona costanera de Barlovento, Estado Miranda. Para fines especiales. *Min de Energía y Minas*. Mapa 00189.

Seiders, V. 1965. Geología de Miranda Central. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(12): 289-416. V F. 1977. *Geología de la zona Birongo-Capaya, Estado Miranda*. UCV. Depto. de Geología. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 299 p.

Swanson, D.C. (1976). "Manual de Facies Clásticas". Creole Petroleum Corporation y Exxon Production Research Company, EPRco. USA.

Tarache, C. (1975). "Secuencia sedimentaria Terciaria del área de La Sabana (Franja costanera norcentral de Venezuela)". UCV. Depto. de Geología. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 213 p.

Urbani, F. (1969). Mineralogía de algunas calizas en la parte central de la Cordillera de La Costa. *Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. y Petrol.* 12 (11): 417-423.

Urbani, F. (1977). Geología del área de Oritapo-Cabo Codera- Capaya, D.F. y Estado Miranda. UCV. Depto. de Geología. Trabajo Especial de Grado. Informe 77-1, Caracas, 191 p.

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

Velásquez, M. (2010). Arquitectura de facies fluviales y análisis estadístico de una sección de la Formación Capiricual, al sur de Barcelona, Estado Anzoátegui. . U.C.V. Departamento de Geología. Trabajo Especial de Grado. 174 p.

WALKER, R. & N.P. JAMES, (1992). "Facies models. Response to sea level change". Geological Association of Canada. 406 p.

WOLCOTT, P. (1940). Report on the geology of the Tuy Valley Miranda. *Archivos LAGOVEN*, Informe 2100.11-2. 15 p.

YOUNG, G. A., BELLIZIA, A., RENZ, H., JOHNSON, F., ROBIE, R. Y MASVALL, J., (1956). Geología de las cuencas sedimentarias de Venezuela y de sus campos petrolíferos. Bol. Geol., Caracas, Publ. Esp. N° 2, 140 p.

CAPITULO VIII

ANEXOS

A continuación se muestran una serie de fotos pertenecientes a un grupo de muestras tomadas en ciertas localidades; caracterizadas directamente en campo y posteriormente tratadas en el laboratorio para su respectivo análisis mineralógico y morfológico. La simbología en color azul indica el lugar donde fue tomada la muestra, representada en los fotomosaicos correspondientes.



Fig. 34. Foto de la muestra **11(LOC-6)(03)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.



Fig. 35. Foto de la muestra **12(LOC-3)(01)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.



Fig. 36. Foto de la muestra13(LOC-7) (01), una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.



Fig. 37. Foto de la muestra14(LOC-4) (C2), una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.



Fig. 38. Foto de la muestra **15(LOC-5) (01)**, una vez que fue caracterizada directamente en campo y lavada previamente en el laboratorio, ésta refleja una porción de los 50 clastos tomados de dicha muestra.

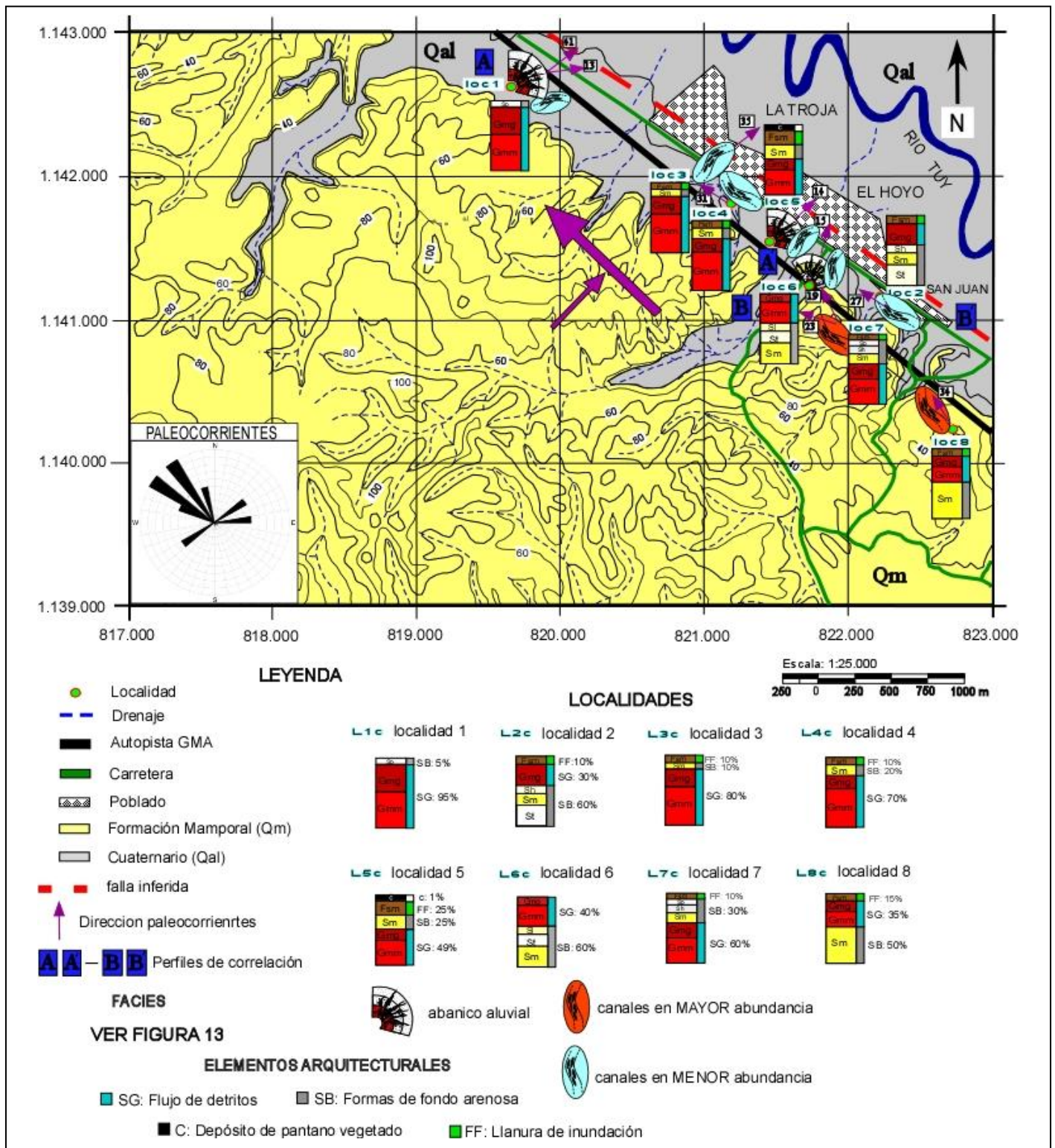


Fig. 39. Mapa de distribución de facies sedimentarias y paleocorrientes del área de estudio a través de mediciones en canales a escala 1: 25000

Este mapa (**fig. 39**) a escala 1:25000, muestra la disposición espacial de todas las localidades estudiadas en campo y en cada una de ellas se evidencian de una manera sintetizada toda la información recopilada en la investigación. Es decir:

- Se muestran mediante simbologías tipo abanicos, los procesos de sedimentación atribuibles a depósitos aluviales. Estas se encuentran ubicadas en las localidades **1, 5 y 6**, donde en las dos últimas se representan de manera solapada con otro tipo de simbología (paleocanales), esto se debe a que en dichas localidades, la presencia de estos depósitos aluviales se observan de manera discontinuas, específicamente al este de los mismos, sobre la secuencia mayoritaria depositada. Vale destacar que esta simbología también muestra la depositación correspondiente al material encontrado, en base a la zona en dicho sistema aluvial (zona proximal, zona media o zona distal).
- Mediante la simbología de recuadros rectangulares dispuestos en forma vertical ubicadas en cada uno de las localidades, se representan las facies fluviales descritas por MIALL (1996), y en el mismo (en el lateral derecho), se representan los elementos arquitecturales correspondientes a cada facies. Estos elementos se muestran en la leyenda de manera cuantificables (porcentualmente), por abundancia encontrada en cada localidad.
- En recuadro azul, se observan cuatro elementos correspondientes a la orientación de las líneas de perfil (A-A'), (B-B'), usadas para la elaboración de la correlación de todos los elementos geométricos y litológicos entre las columnas estratigráficas de todas las localidades, el perfil (A-A') corresponde a la correlación de las columnas estratigráficas entre las localidades **1, 3, 4, 5** con orientación (N48W), de igual forma el perfil (B-B'), corresponde a la correlación entre las columnas estratigráficas de las localidades **6, 7, 2** con orientación este- oeste.
- Mediante la simbología descrita en forma de elipse de coloración azul y naranja, se representan las direcciones de flujo depositacional, para el momento en que se depositó el material encontrado en cada una de las

localidades, nótese que en todas las localidades se encuentra dicha litología, pero en la localidad **7** y **8**, la misma es de color naranja, lo que indica la presencia de canales como elemento arquitectural con mayor abundancia, mientras que en el resto de las localidades, ésta simbología se muestra de color azul, indicativo de presencia de canales pero en menor abundancia.

- Se observan dos fronteras diferenciadas con el color amarillo y el color gris, indicando las formaciones geológicas encontradas en la zona de estudio, una zona de color amarillo correspondiente a la Formación Mamporal (Qm) y la otra de color gris, correspondiente a sedimentos del Cuaternario (Qal).
- En cada localidad están representadas las direcciones de las líneas de canal medidas en campo mediante flechas de color morado, éstas a su vez reportan la inclinación de dichas líneas mediante la simbología de un número enmarcado en un recuadro blanco. La flecha de mayor magnitud del mismo color con orientación sureste - noroeste, indica la dirección preferencial de paleocorriente a lo largo de toda la zona de estudio, esta tendencia se muestra en el diagrama de rosas que agrupa todas estas mediciones, ubicada en la esquina inferior izquierda. También se puede observar una flecha de menor magnitud perpendicular a la descrita anteriormente, la cual muestra la tendencia en segundo orden de esta dirección de paleocorrientes. La dirección principal sugiere un sistema fluvial (Paleo Tuy), mientras que la de segundo orden indica un sistema de abanicos aluviales que alimentan al sistema principal.