

CAPITULO 4: GEOLOGÍA LOCAL DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MOTOZINTLA DE MENDOZA, CHIAPAS.

El panorama geológico que se observa en la cuenca de Motozintla es el resultado de los procesos geodinámicos compuestos. En ella se aprecian excelentes ejemplos de depósitos fluviales, sobre los cuales se localiza la zona urbana de Motozintla. Para cumplir con las metas de este trabajo se realizó un análisis de la geología a nivel local del 28 de marzo al 1 de abril, 2011. El objetivo fue caracterizar las formas acumulativas del relieve y de las facies que la constituyen.

4.1 Terminología.

Facies descriptivas: Se refieren al aspecto o atributos externos cualitativos del estrato. La determinación de las facies descriptivas debe realizarse a partir de los rasgos observables en la roca (composición litológica, textura, color, estructura, geometría y fósiles), destacando aquellos que puedan ser útiles para su interpretación genética (Vera, 1994).

Litofacies: Comprenden exclusivamente las características litológicas de un conjunto de estratos (Vera, 1994).

Unidad litoestratigráfica: Es un cuerpo definido de estratos sedimentarios, ígneos metasedimentarios o metavolcánicos. Se distinguen y delimitan por sus características líticas y su posición estratigráfica (Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica, 1983).

La unidad litoestratigráfica se caracteriza por estar compuesta predominantemente por un determinado tipo litológico, por una combinación de ellos, o por poseer características importantes en común que sirven para agruparlos en estratos. Una unidad litoestratigráfica puede estar formada por rocas sedimentarias, ígneas, metamórficas, asociaciones de ellas, o por sus sedimentos (Hedberg, 1980).

Abanico aluvial: Forma acumulativa con aspecto de medio cono recostado, con el ápice hacia arriba. Se origina en la desembocadura de una corriente montañosa en una superficie plana o de poca inclinación. Está compuesto por material detrítico mal clasificado, el tipo de sedimento

varía, de esta forma los materiales gruesos se acumulan en la parte superior y los finos predominan hacia el exterior del abanico (Lugo, 1989).

Terraza: Superficie plana o poco inclinada delimitada por cambios bruscos de pendiente. Se origina por la acumulación y erosión de sedimentos, es producto del régimen hidrológico, o por movimientos tectónicos. Las terrazas fluviales sobresalen respecto al cauce de un río por movimientos tectónicos o durante el descenso del nivel base provocado por la erosión (Lugo, 1989).

Rampa: Coalescencia de abanicos.

La clasificación sedimentológica (Tabla 4) está basada en la escala granulométrica de Wentworth (1922).

Tabla 4. Escala granulométrica de Wentworth (1922).

Límite de la partícula (mm)	Clase de Partícula.	Límite de la partícula (mm)	Clase de Partícula.	Límite de la partícula (mm.)	Clase de Partícula.
4095	Bloques	16	Cantos rodados	1/16	Arena muy fina
2048		8	Guijarros	1/32	Limo grueso
1024		4	Guijas	1/64	Limo medio
512		2	Gránulos.	1/128	Limo fino
256	Guijas	1	Arena Muy Gruesa	1/256	Limo muy fino
123		1/2	Arena Gruesa	1/512	Arcilla gruesa
64		1/4	Arena Media	1/1024	Arcilla media
32	Cantos rodados	1/8	Arena fina	1/2040	Arcilla fina

Se denomina flujos gravitacionales a una mezcla de agua y detritos, que fluyen pendiente abajo, por efecto de la gravedad (Sarocchi, 2007), se clasifican de acuerdo a la relación existente entre; agua- sedimento y su comportamiento reológico en: flujos de agua, hiperconcentrados, escombros y avalanchas de escombros (Pierson y Costa, 1987).

4.2 Flujo de escombros (FE).

Los flujos de escombros contienen aproximadamente un volumen de sedimentos entre 50-80%. En relación a la masa, presentan un gran cantidad de detritos mal clasificados y saturados de agua (Costa, 1988).

Pierson y Scott (1985) dividieron a los flujos de escombros en cohesivos no cohesivos, la diferencia entre esta clasificación es la cantidad de arcilla presente en la matriz, característica que influyen en sus propiedades físicas (viscosidad, esfuerzo de cizalla, densidad, entre otros).

Las características y resultados más importantes de los dos variantes de los flujos de escombros son: (Tabla 5) (Sarocchi, 2007).

Tabla 5. Características de los flujos de escombros cohesivos y no cohesivos (Modificada de Sarocchi, 2007).

	Flujos de Escombros No cohesivos (El contenido de arcilla es < 5 %)	Flujos de Escombros Cohesivos (El contenido de arcilla es >5 %)
Material solido	Representa entre el 70- 90 % en peso de la masa total (50-80 % en volumen).	
Origen	Incorporación progresiva de materiales acumulados en las laderas por flujos de agua intensos.	Por el derrumbe de un sector de una montaña en presencia de una gran cantidad de agua.
Erosión	Los flujos de escombros erosionan e incorporan gran cantidad de materiales a lo largo de su trayecto.	

Transporte	Choque constante de clastos.	El choque de clastos es reducido.
	Son más lentos que los flujos cohesivos.	Son más rápidos que los flujos no cohesivos.
	Viajan grandes distancias (decenas de km).	Viajan grandes distancias (hasta cientos de km).
	Debido al incremento o disminución del material transportado respecto al agua pueden pasar gradualmente a flujos hiperconcentrados o viceversa.	La relación agua-sedimentos se mantiene por largos trayectos, no se transforma en flujos hiperconcentrados.
Velocidad	Varia de un mínimo de 5-10 m/s hasta 25 m/s.	
Depósito	Gradación inversa en la base.	
	Distribución de los clastos de acuerdo a su densidad o tamaño, formación de lentes y alineación de clastos gruesos.	
	Presentan diques y frentes lobulados ricos en clastos grueso grano-sostenido.	Los diques están menos desarrollados, son generalmente anchos, bajos y con la superficie superior plana.
	Presencia de canales en el depósito que varían de trapezoidal a forma de U.	
	Espesores parcialmente uniformes.	
	La superficie es suave con presencia de grandes bloques que sobresalen.	
	Puede mostrar una gradación inversa, normal o tal vez simétrica (inverso en la base y normal en la parte superior).	Puede mostrar una gradación normal.
	La parte superior por lo general esta enriquecida con materiales finos, debido a la expulsión del agua al momento de la	

	compactación.	
	Generalmente es granosoportada.	Puede ser granosoportada.
	Los clastos pueden mostrar una orientación preferencial según la dirección del flujo.	Los clastos están orientados al azar.
	Los clastos presentan una forma angulosa.	Los clastos presentan una forma sub angulosa.
	Los depósitos son bastante compactos.	Los depósitos son muy compactos.
Estructura	Masiva con una pobre estratificación.	Masivo, generalmente sin estructuras.
	Por lo general se distinguen los contactos entre diferentes unidades.	
Dimensiones	Las áreas cubiertas pueden ser muy grandes, un ejemplo son los flujos del volcán de Colima que han ocupado áreas de 10 m ² a 17 km ² .	Las áreas cubiertas pueden ser muy grandes, un ejemplo son los flujos de Osceola Mudflow que cubrió 550 km ² .
	Su espesor raramente es mayor de 1 a 2 metros	

4.3 Flujos Hiperconcentrados.

El aumento o decremento de los sedimentos transportado con relación al agua conduce a la transformación de los FE no cohesivos a flujos hiperconcentrados. El material sólido que constituye a este flujo gravitacional es de 55 -80 % (35- 60 % en volumen) con respecto al peso total de la masa (Costa, 1988). La Tabla 6 presenta las características más importantes de flujos hiperconcentrados (Sarocchi, 2007).

Tabla 6. Características principales de los flujos hiperconcentrados.

Flujos Hiperconcentrados.	
Origen	Dilución de flujos de escombros no cohesivos o por el incremento de sedimentos en las corrientes fluviales.
Erosión	Su capacidad erosiva es muy alta, sobre todo cuando se encuentra encausado y en grandes pendientes.
	Tiene mayor capacidad de erosión que los FE.
	Originan canales en forma trapezoidal o de U.
	La erosión ocurre en la base y lateralmente.
Transporte	Su velocidad es 2.75 – 2.49 m/s.
	Al disminuir su velocidad los clastos gruesos se depositan.
	En la parte baja puede arrastrar guijarros y cantos.
	En concentraciones bajas de sedimento, este se mantiene en suspensión debido a la turbulencia. Para concentraciones altas de arena, limo y arcilla la turbulencia disminuye, ocurre la suspensión de sedimentos (choque y flotación de clastos).
Sedimentación	Principalmente presenta gradación inversa en la base.
	Están empobrecidos de partículas finas (arcillas y limos), debido a que tienden a quedarse en suspensión y no se depositan con la componente más gruesa.
	Los clastos están granosportados.
	Los intersticios no presentan partículas finas.
	El espesor de una unidad puede variar de decenas de centímetros a algunos metros. Los espesores de cada nivel que forman a la unidad pueden ir desde pocos milímetros hasta decenas de centímetros.
	La superficie esta enriquecida de granos finos.
	El diámetro promedio del sedimento varía de arena mediana gruesa a grava fina.

	La distribución granulométrica es unimodal.
	Son depósitos pobremente clasificados.
	Los sedimentos por lo común son menos compactos que los FE.
	Los clastos gruesos pueden presentar imbricación.
Estructura	Generalmente masiva o burdamente estratificados.
	No presenta estratificación cruzada ni superficie erosiva.
	Puede tener gradación inversa o normal dependiendo de la concentración de sedimento.

4.4 Metodología del Trabajo de Campo.

Las etapas utilizadas para el establecimiento de la geología local de la zona urbana de Motozintla, Chiapas, fueron las siguientes:

- a) Delimitación de unidades morfológicas: Consistió en establecer los límites de los diversos abanicos, terrazas y rampas sobre los cuales se han edificado las viviendas de esta localidad, mediante el análisis de las curvas topográficas establecidas en la carta D15B33-Motozintla, esc1:50 000, y de las fotografías aéreas escala 1:37 500 y 1:8 000 de INEGI.
- b) Salidas a campo: Su finalidad fue establecer los principales atributos de los afloramientos (depósitos) distribuidos a lo largo de la zona urbana de Motozintla. Los trabajos de campo se realizaron del 24 al 30 de enero, 2010; del 28 de marzo al 3 de abril, 2010; y del 28 de marzo al 1 de abril, 2011.
- c) Caracterización de la geología local: Es el objetivo más importante del estudio estratigráfico. Se logra mediante la interpretación, construcción de las columnas sedimentológicas y correlación de las unidades morfológicas (establecidas en la etapa 1) y las unidades litoestratigráficas.

4.5 Caracterización de las unidades litoestratigráficas.

- a) Delineación de los depósitos (delimitación de facies): Basado en el análisis de campo se establecen los principales atributos o características líticas (composición, textura, arreglo espacial, orientación de los componentes, estructura y color) de los depósitos (Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica, 1983).

Clasificación de facies e interpretación genética: Miall (1996) propuso una clasificación e interpretación sobre el origen de facies detríticas de medios fluviales (Tabla 7), en la cual, la letra en mayúscula del código de facies corresponde al tamaño de grano dominante.

G: Gravas.

S: Arenas.

F: Corresponde a la parte fina (incluye arena muy fina, limo y arcilla).

La letra minúscula, indica las características texturales y estructuras sedimentarias que presentan las litofacies (p: estratificación cruzada planar; ms: matriz soportada).

Tabla 7. Clasificación de facies (Miall, 1996)

Código	Facies	Estructuras sedimentarias	Interpretación
Gmm	Grava masiva, soportada por matriz	Gradación pobre	Flujo plástico de detritos (viscoso, alta densidad)
Gmg	Grava soportada por matriz	Gradación normal a inversa	Flujo de detritos pseudoplástico (viscoso, baja densidad)
Gci	Grava soportada por clastos	Gradación inversa	Flujo de detritos rico en clastos (alta densidad) o flujo de detritos pseudoplástico (viscoso, baja densidad)
Gcm	Grava masiva soportada por clastos	-----	Flujo de detritos pseudoplástico (carga de fondo inerte, flujo turbulento)
Gh	Grava estratificada burdamente, soportada por clastos	Estratificación horizontal, imbricación	Barras longitudinales, depósitos por rezago, depósitos clasificados
Gt	Grava estratificada	Estratificación cruzada curvada	Rellenos de canales menores
Gp	Grava estratificada	Estratificación cruzada planar	Barras transversales, crecimientos deltaicos, de antiguas barras remanentes
St	Arenas finas muy gruesas, pueden ser guijarros	Estratificación cruzada curvada solitaria o en grupo	Dunas linguoidales (3-D) y crestas sinuosas
Sp	Arena fina muy gruesa, pueden ser guijarros	Estratificación cruzada planar solitaria o en grupo	Lechos en forma linguoidal (dunas 2-D) y transversa
Sr	Arena muy fina a gruesa	Rizaduras, laminación cruzada	Rizaduras (régimen de flujo menor)
Sh	Arena muy fina a gruesa, pueden ser guijarros	Laminación horizontal, lineación por corrientes	Flujo de placas planas (flujo crítico)
Sl	Arena muy fina a gruesa, pueden ser guijarros	Estratificación cruzada de bajo ángulo (< 15°)	Rellenos de cavidades erosivas, montecillos, dunas agotadas, antidunas
Ss	Arena muy fina a gruesa, pueden ser guijarros	Cavidades erosivas someras y amplias	Rellenos de cavidades erosivas
Sm	Arena, fina a gruesa	Masiva o laminaciones débiles	Depósito de flujo gravitatorio
Fl	Arena, limo, arcilla	Laminación fina, rizaduras muy pequeñas	Planicie de inundación, canales abandonados, o depósitos de inundación menguantes
Fsm	Limo, arcilla	Masiva	Depósitos de marismas o canales abandonados
Fm	Arcilla, limo	Masiva, grietas de desecación	Planicie de inundación, canales abandonados, o depósitos de desborde
Fr	Arcilla, limo	Masiva, raíces, bioturbación	Suelo insipiente
C	Carbón. Arcilla carbonosa	Plantas, lodo carbonosa	Depósitos pantanosos con vegetación
P	Paleosuelos carbonatados	Rasgos pedogénicos	Suelo con precipitación química

- b) Elaboración de la columna sedimentológica. La secuencia y las características líticas (composición, coloración, textura, arreglo espacial, orientación, estructura) observadas los de los depósitos sedimentarios, se representación a escala de forma gráfica en una columna, basada en el principio de superposición, indicando la clasificación genética (Miall, 1996) y el tipo de contacto entre los depósitos fluviales.

4.6 Interpretación geológica local.

El estudio de la carta topográfica D15B33-Motozintla, esc1:50 000, y de las fotografías aéreas escala 1:37 500 y 1:8 000 de INEGI, permitió determinar que la zona urbana de Motozintla se localiza sobre abanicos, rampas y terrazas (Figura 8), conformadas por detritos que provienen de las rocas (granitos, areniscas, conglomerados, rocas metamórficas) ubicadas en las partes altas de la cuenca.

Bajo las viviendas de la ciudad de Motozintla se identificaron 21 abanicos 15 terrazas y 6 rampas. Sin embargo, a lo largo de la cuenca existe un mayor numero de estos depósitos fluviales, algunos de ellos presentan paleosuelos, que contienen materia orgánica, los cuales han sido muestreados y fechados por medio del método ^{14}C , que arrojó distintas edades de formación de suelos (para cada deposito aluvial), siendo la más antigua de 1840 ± 65 años y el más reciente de 165 ± 60 años (J.M. Sánchez, comunicación personal, 2011).

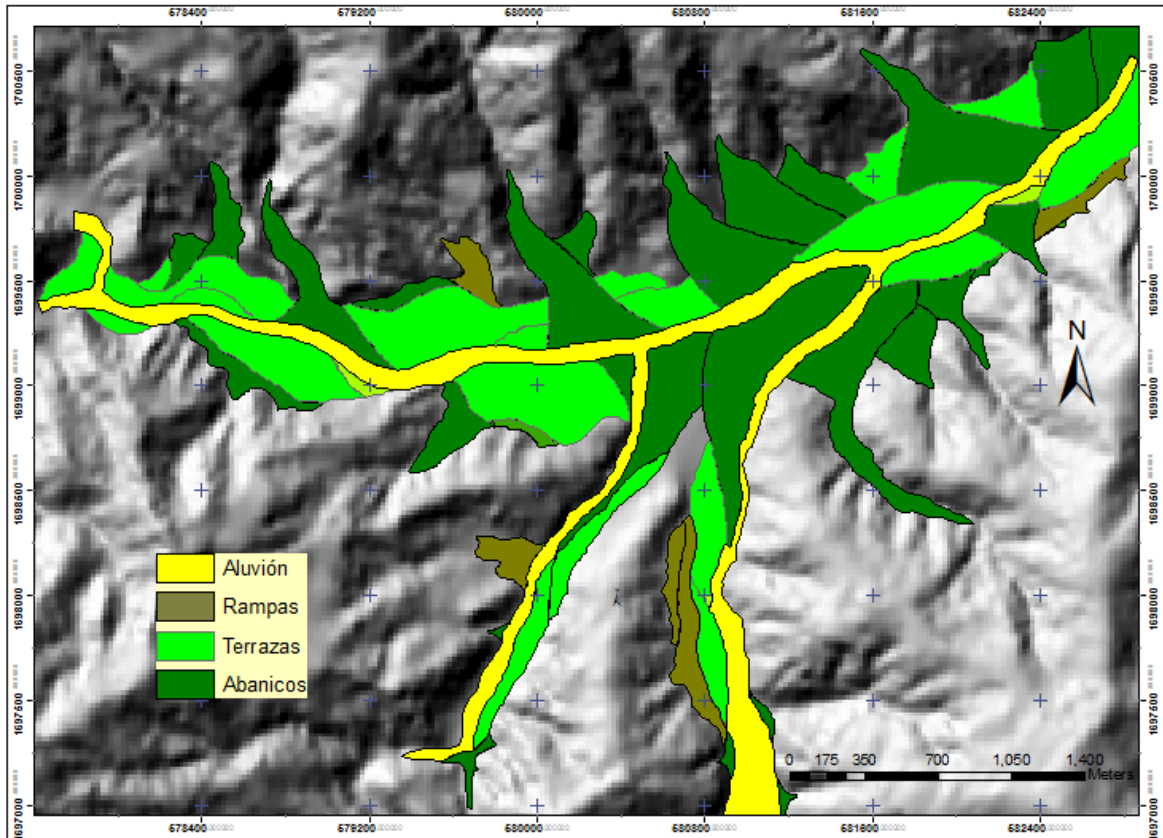


Figura 8. Morfología de la zona urbana de Motozintla, Chiapas.

4.6.1 Descripción de los depósitos aluviales (registro geológico reciente).

Para determinar las características de los depósitos ubicados en el área de estudio, cada unidad morfológica ha sido estudiada bajo el contexto litológico. Con este objeto se analizaron y describieron 19 cortes geológicos distribuidos a lo largo de la zona urbana de Motozintla. Del total de afloramientos descritos se eligieron 14 depósitos considerados los más representativos de las unidades geomorfológicas existentes en el área.

Las Tablas 8 a la 23 muestran los atributos (clasificación genética, columna sedimentológica, descripción de facies) de los abanicos, terrazas y rampas fluviales sobre los cuales se ha edificado la ciudad de Motozintla.

4.6.1.1 Abanicos fluviales.

Tabla 8. Descripción del abanico ubicado en el Barrio Milenio I.

Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, compacto, de composición polimicticos (granito rosa, blanco y andesitas), mal seleccionado, clastos subangulares, soportado por una matriz de arena media que representa el 25% del volumen total, el límite inferior no se observa, el límite superior es de carácter erosivo. Espesor máximo observado 3 m (Imagen 1).</p>	<p>esc.1: 33.3</p> <div data-bbox="594 726 800 1056" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Gmm (Grava masiva, soportada por matriz)</p> <p>Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div> <div data-bbox="813 569 1336 1297" style="text-align: center;"> </div>
<p>Imagen 1: Deposito masivo (grava masiva, soportada por matriz).</p>	

Tabla 9. Descripción del abanico ubicado en el Barrio Milenio I.

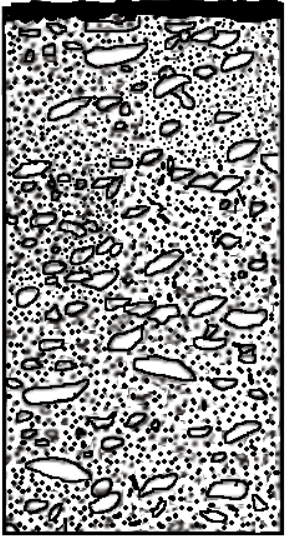

Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, compacto, composición oligomictica (granito), polimétrico, de coloración rosa, clastos subangulares, soportado por una matriz de arena media a fina que representa un 40-45% del volumen total. El límite inferior no se observa y el límite superior muestra un suelo pobremente desarrollado. Espesor máximo observado 5 m (Imagen 2).</p>	<p>esc1:50</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Fr (Arcilla, limo) Interpretación: Suelo incipiente</p> </div> <div style="margin-right: 10px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Gmm (Grava masiva, soportada por matriz) Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
	
<p>Imagen 2: Deposito masivo (grava masiva, soportada por matriz). La línea amarilla marca el límite entre el depósito sedimentario y un suelo pobremente desarrollado.</p>	

Tabla 10. Descripción del abanico ubicado en el Barrio Milenio II.

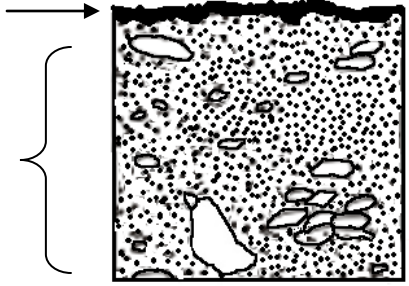
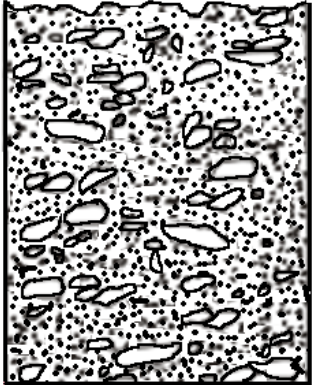
Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, poco compacto, oligomictico (granito), de coloración rosa, polimétrico, clastos subangulosos, soportado por una matriz de arena media que constituye el 40-45% del volumen total (Imagen 3). El límite inferior no se observa. En el límite superior se aprecia un suelo incipiente. El máximo espesor observado es de 1.60 m.</p>	<p>esc. 1: 33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p>Fr (Arcilla, limo) Interpretación: Suelo incipiente</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p>Gmm (Grava masiva, soportada por matriz) Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>



Imagen 3: Deposito masivo (Grava masiva, soportada por matriz). La línea amarilla representa el límite entre el depósito sedimentario y un suelo insipiente.

Tabla 11. Descripción del abanico ubicado en el Barrio Milenio III.

Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, compacto, polimictico (granito rosa, arenisca, conglomerado y fragmentos de rocas metamórficas), coloración café y rosa claro, mal seleccionado, clastos subangulares, soportado por una matriz de arena media que representa 20-25% del volumen total. El límite inferior no se observa y el límite superior es erosivo. Máximo espesor observado es 2.20 m (Imagen 4).</p>	<p>esc. 1:33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p style="text-align: center;">Gmm (Grava masiva, soportada por matriz)</p> <p>Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div> <div style="font-size: 4em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; position: relative;">  </div> </div>

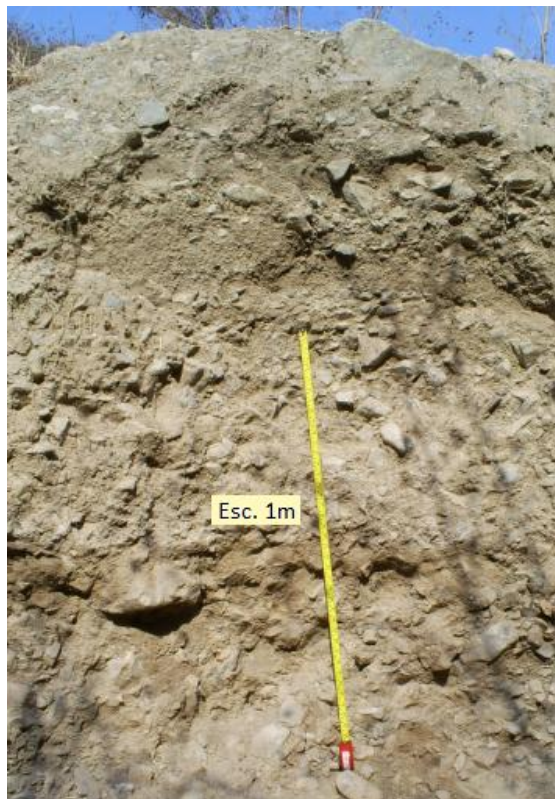
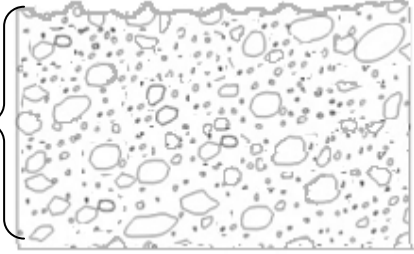


Imagen 4: Deposito masivo (Grava masiva, soportada por matriz).

Tabla 12. Descripción del abanico ubicado en el Centro de la ciudad.

Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, poco compacto, polimictico (andesita, granito, rocas metamorficas, arenisca), coloración café clara a oscura con tonalidades gris claro, polimétrico, fragmentos subredondeados, soportado por una matriz de arena media a gruesa que representa 45% del volumen total. El contacto inferior no se observa, el contacto superior presenta depósitos de origen antrópico (escombros). Presenta gradación normal, clastos flotantes, lentes de guijas y clastos rodados, algunos clastos muestran una orientación preferencial. Espesor observado 90 cm, espesor calculado 8 m (Imagen 5).</p>	<p>esc.1: 33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Gmg (Grava soportada por matriz.)</p> <p>Interpretación: Flujo plástico (viscoso, baja densidad)</p> </div>  </div>

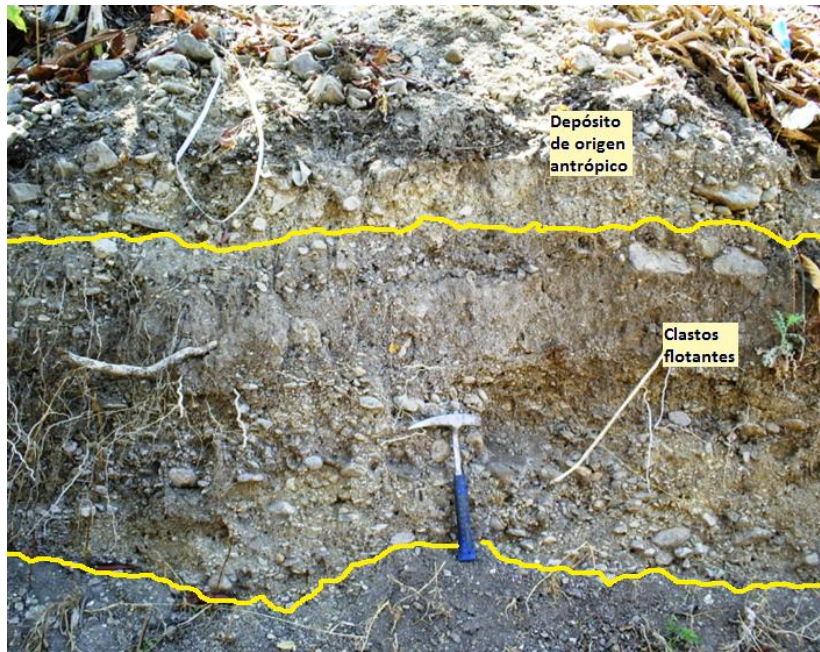


Imagen 5: Depósito masivo. Las línea amarilla inferior indica el material que se ha desprendido del depósito, la línea superior marca el límite entre el depósito masivo y otro, de origen antrópico.

Tabla 13. Descripción del abanico ubicado en el Barrio San Antonio.

Características.
<p>Facies A: Estructura masiva, deleznable, de composición polimictico (rocas metamórficas con distinto grado de alteración, rocas graníticas, fragmentos de cuarzo), coloración crema con tonalidad café, mal seleccionado, gradación normal, clastos subangulosos, soportado por arena media a gruesa que representa un 35% del volumen total. Se observan varias pulsaciones con gradación normal. El contacto inferior no se observa y el superior es de carácter erosivo. Espesor máximo observado 4 m (Imagen 6a).</p>
<p>Facies B: Estructura masiva, deleznable, su composición es homogénea, bien seleccionado, de coloración café clara, constituido en su mayoría de material fino. Presenta clastos esporádico de pómez, granito y cuarzo, subredondeados que van desde 3.5 cm hasta 6.5 cm. Su contacto inferior es de carácter erosivo y el superior es gradual. El maximo espesor observado es de 65 cm (Imagen 6b).</p>
<p>Facies C: Depósito de ceniza, compacto, de coloracion blanca, con gradacion normal, con forma de cuña. Su posicion actual se debe a que son flujos piroclasticos retrabajados (J.M.Sánchez,comunicacion personal, 2011). Posiblemente esta capa es producto de un retabajo. El maximo espesor observado es de 1.30 m (Imagen 6c).</p>
<p>Facies D: Estructura masiva, muy compacta, heterolitológica, coloración café claro, mal seleccionado, forma de los clastos subangulosa y subredondeada, soportado por una matriz de arena media que representa un 60-65% del volumen. Ambos contactos son erosivos. Espesor máximo observado de 7 m (Imagen 6d).</p>

Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).

esc1:100

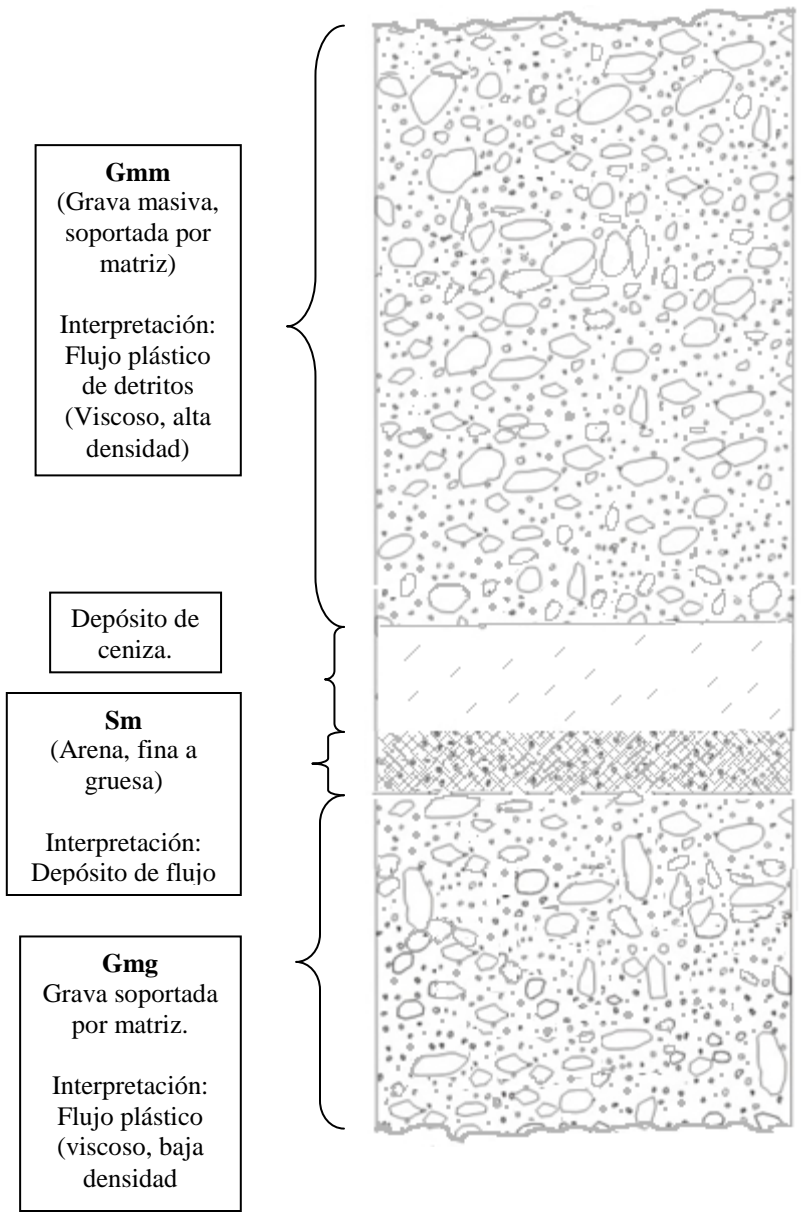


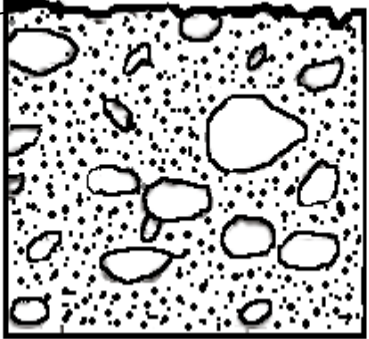


Imagen 6: Las letras mayúsculas indican las diferentes facies del afloramiento, sus límites se señalan con líneas punteadas rojas, de esta forma las letras A, B, C y D representan: Depósito de grava soportado por una matriz, flujo hiperconcentrado, depósito de ceniza y otro depósito de grava soportado por una matriz respectivamente.

La línea verde muestra un lente de clastos rodados y guijas.

4.6.1.2 Terrazas fluviales.

Tabla 14. Descripción de la terraza ubicada en el Barrio El Cerezo.

Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, poco compacto, composición heterolitológica (arenisca, granito con diversos grados de alteración, rocas metamórficas, fragmentos de cuarzo) coloración café claro, polimétrico, clastos subredondeados, soportado por una matriz de arena media – fina, que representa el 20% del volumen total. El límite inferior no se observa, el límite superior muestra un suelo incipiente. Los clastos de mayor tamaño se encuentran en la base. Espesor máximo observado 1.20 m (Imagen 7).</p>	<p>esc.1: 33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Gmm (Grava masiva, soportada por matriz)</p> <p>Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div>  </div>

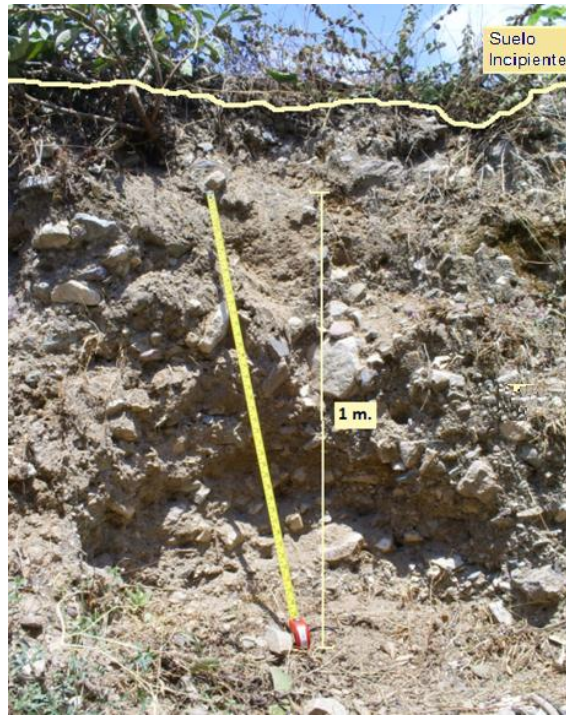
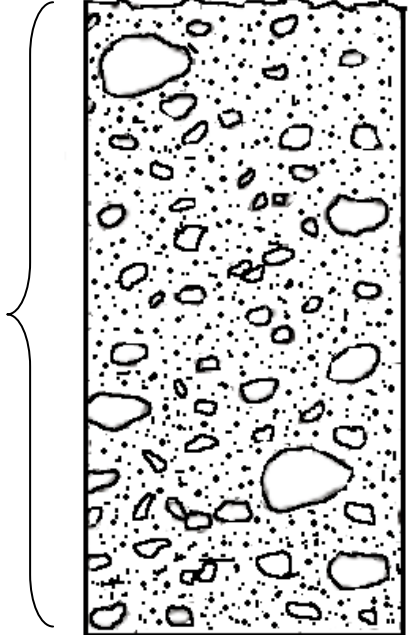


Imagen 7: Depósito masivo (Grava masiva, soportada por matriz). La línea amarilla marca el límite entre el depósito sedimentario y un suelo incipiente.

Tabla 15. Descripción de la terraza ubicada en el Barrio Emiliano Zapata.

Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Depósito masivo, poco compacto, polimictico (arenisca, conglomerado, rocas metamórficas, granito con distintas grados de alteración y tonalidades), de coloracion café claro, heterometrico, clastos sub angulosos, subredondeados a redondeados (su presencia indica una menor y mayor distancia de transporte, respectivamente) soportado por una matriz de arena media, que equivale al 30% del volumen total. El límite inferior no se observa y el límite superior es de carácter erosivo. Espesor máximo observado 2.80 m. (Imagen 8).</p>	<p>esc 1: 33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p>Gmm (Grava masiva, soportada por matriz)</p> <p>Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div>  </div>

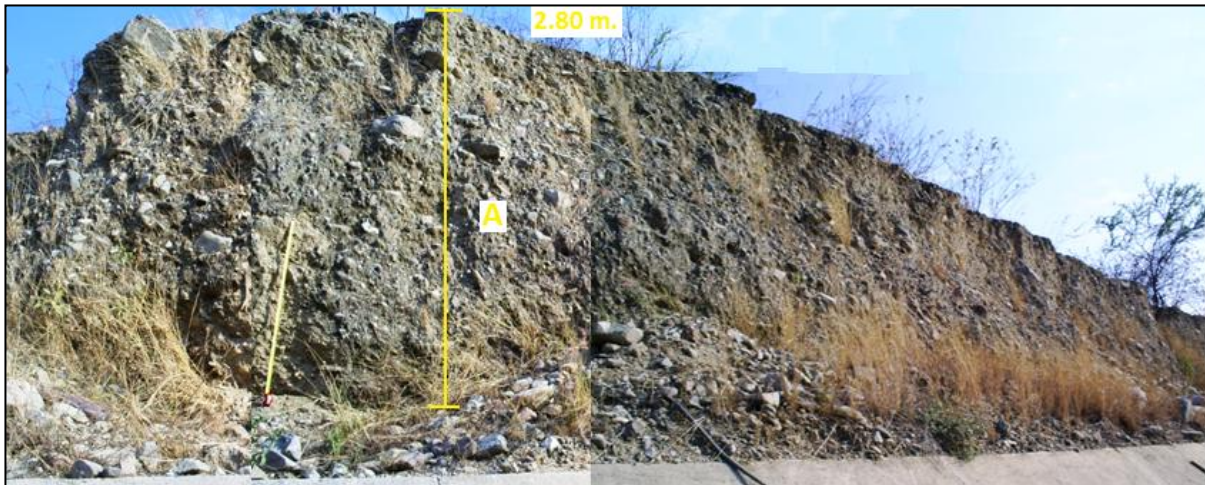


Imagen 8: Deposito masivo (Grava masiva, soportada por matriz).

Tabla 16. Descripción de la terraza ubicada en el Barrio San Miguel.

Clasificación.	
<p>Facies A: Estructura masiva, el material del que esta constituido es del tamaño de limo, muestra una coloración café oscuro, una buena seleccion, el límite inferior no se observa y el superior es de carácter erosivo. Presenta asimilacion de clastos que van de 4.5 a 10 cm. El espesor máximo observado es de 25 cm (Imagen 9a).</p> <p>Facies B: Depósito masivo, polimictico (andesita, granito con diferentes grados de alteración, rocas metamórficas, esporádicamente se presentan clastos de arenisca y de piroclastos), coloración gris claro, mal seleccionado, fragmentos subredondeados, soportado por una matriz de arena media a fina, que representa un 40% del volumen total, ambos límites son de carácter erosivo. Presenta clastos flotantes, lentes con tamaño de arena gruesa y de guijas. Espesor maximo observado 57 cm (Imagen 9b).</p> <p>Facies C: Depósito masivo, deleznable, polimictico (arenisca, rocas metamórficas, granito), de coloración café claro, heterométrico, clastos subredondeados, soportado por una matriz de arena media, que representa un 50 % del volumen total, el límite inferior es erosivo y el superior muestra un suelo incipiente. Espesor máximo observado 6 m (Imagen 9c).</p>	
Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).	
<p>esc.1: 100</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">Gmm</p> <p>(Grava masiva, soportada por matriz)</p> <p>Interpretación: Flujo plástico de detritos (Viscoso, alta densidad)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;"> <p>Gmm</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Sm</p> <p>(Arena, fina a gruesa)</p> <p>Interpretación: Depósito de flujo</p> </div> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;"> </div> </div>	

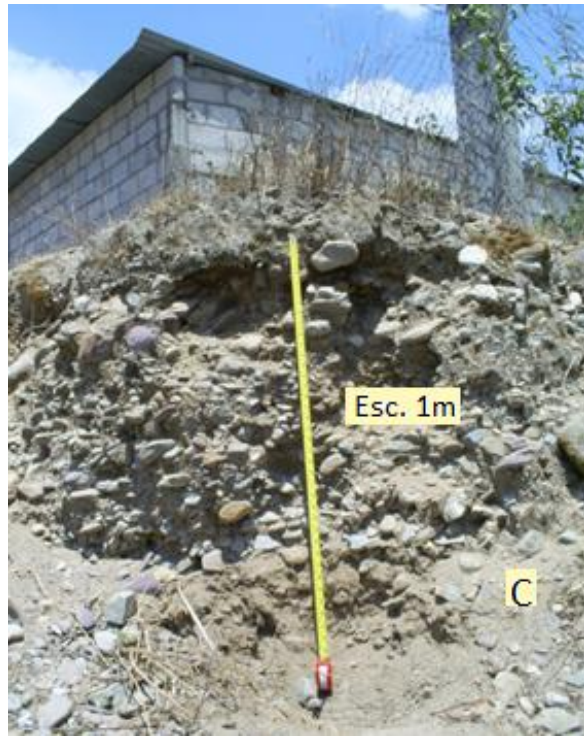


Imagen 9: Las letras mayúsculas indican las diferentes facies del afloramiento, la línea amarilla indica el límite entre ellas. Las letras A, B y C representan: flujo hiperconcentrado, depósito de grava soportado por una matriz y otro depósito de grava soportado por una matriz respectivamente. La línea verde muestra un lente del tamaño de guijas.

Tabla 17. Descripción de la terraza ubicada en el Barrio San Lucas.

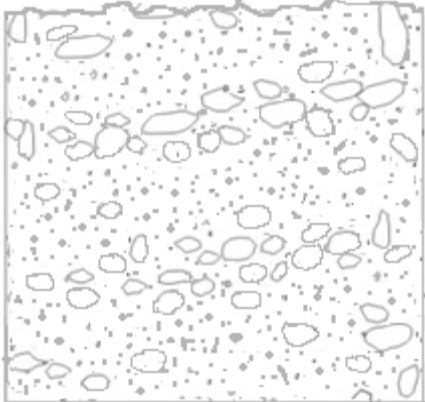
Características.	Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).
<p>Facies A: Depósito masivo, de compactación media, heterolitológico, (granito con diferentes grados de alteración, fragmentos de cuarzo), coloración café clara, heterométrico, clastos subangulares y subredondeados, soportado por arena media que representa un 40% del volumen total, ambos contactos no se observan. Presenta gradación normal, lentes de cantos rodados y arena muy gruesa, clastos flotantes. En la base existe acumulación de clastos con tamaño de guijas (6-25 cm). Espesor máximo observado 1.50 m (Imagen 10).</p>	<p>esc.1: 33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Gmg Grava soportada por matriz.</p> <p>Interpretación: Flujo plástico (viscoso, baja densidad)</p> </div>  </div>



Imagen 10: Depósito masivo (Grava soportada por matriz). Las líneas verdes señalan un lente de clastos rodados, las líneas azules indican un lente de arenas gruesas.

4.6.1.3 Rampas fluviales.

Tabla 18. Descripción de la rampa ubicada en el Barrio Luis Donaldo Colosio (bodega Aurrera).

Características.
<p>Facies A: Depósito de estructura masiva, compacta, de composición oligomictica, de coloración crema, mal seleccionado. La forma de los clastos es subangulosa a redondeada, es soportado por una matriz de arena media que representa 70% del volumen total. El contacto inferior no se observa y el superior es gradual, debido a que le subyace un paleosuelo de 20 a 30 cm de espesor. Espesor máximo observado es de 3 m (Imagen 11a).</p>
<p>Facies B: Estructura masiva, de composición oligomictica (granito), coloración gris oscuro, mal seleccionado, la forma de los clastos es subangulosa y subredondeada, soportado por una matriz de arena media a fina que representa un 35-40% del volumen total. El contacto inferior no se aprecia y el contacto superior es de carácter erosivo. El máximo espesor observado es de 35 cm (Imagen 11b).</p>
<p>Facies C: Estructura masiva, de composición oligomictica (granito) con mala selección, clastos subangulosos a subredondeados, la matriz corresponde a un 35% de arena media. Presenta un lente de 70 cm compuesto por cantos rodados, con una incipiente compactación. En su base se encuentran fragmentos de residuos sólidos urbanos, también se observan diferentes pulsaciones, las cuales se manifiestan con intercalación de material grueso y fino cuyo espesor varía de los 3 a los 12 cm. Ambos contactos son erosivos. El máximo espesor observado es de 4 m (Imagen 11c).</p>
Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).

esc.1: 100

Gmg
Grava
soportada por
matriz.

Interpretación:
Flujo plástico
(viscoso, baja
densidad)

Gmm
(Grava masiva,
soportada por
matriz)

Interpretación:
Flujo plástico
de detritos
(Viscoso, alta
densidad)

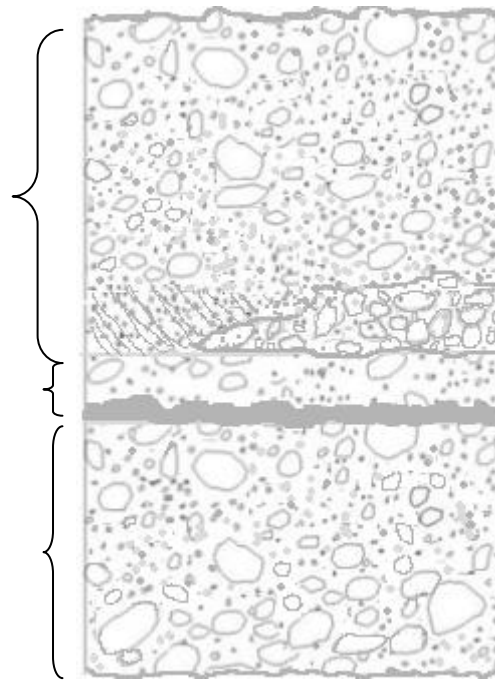
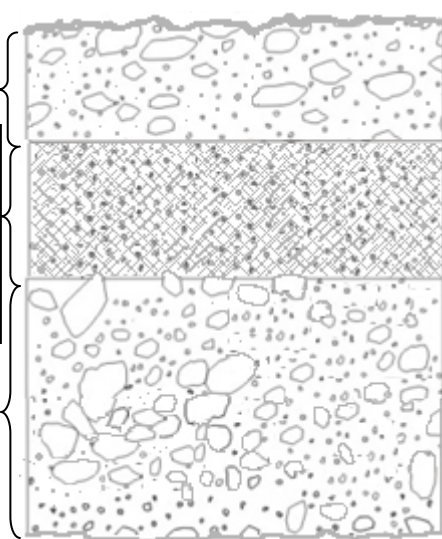
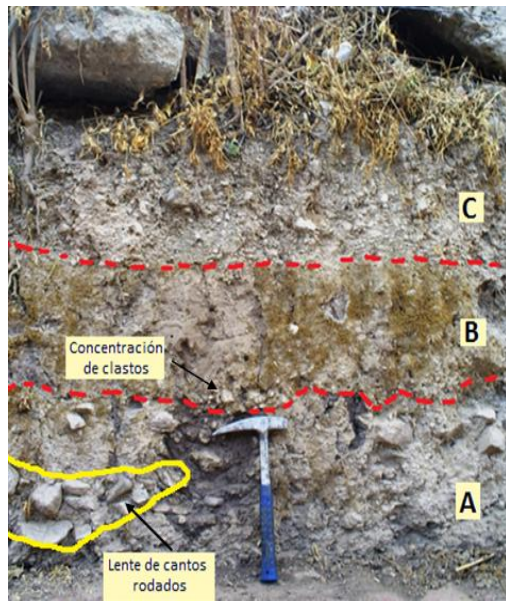




Imagen 11: Las letras A, B y C indican las diferentes facies del afloramiento, que corresponde a los tres depósitos de grava masiva soportada por matriz. La línea verde muestra un lente de clastos rodados que contiene residuos sólidos urbanos. Las líneas azules señalan un paleosuelo.

Tabla 19. Descripción de la rampa ubicada en el Barrio Luis Donaldo Colosio.

Características.	
<p>Facies A: Estructura masiva, de composición oligomictica (granito), coloración gris oscuro, mal seleccionado, con gradación normal. La forma de los clastos es subangulosa y subredondeada, soportado por una matriz de arena media que representa un 80% del volumen total. Presenta lentes de fragmentos con un tamaño de cantos rodados y guijas. El contacto inferior no se aprecia y el contacto superior es de carácter erosivo. El máximo espesor observado es de 38 cm (Imagen 12a).</p> <p>Facies B: Estructura masiva, bien seleccionado, de coloración café clara, formado por un 95% de arena fina. En la base se concentran los clastos de mayores dimensiones. En la parte superior esporadicamente se presentan clastos de cuarzo y granito de forma subredondeada. Sus dimensiones oscilan entre los 1.8 cm y 4.5 cm. Sus contactos son erosivos. El máximo espesor observado es de 47 cm (Imagen 12b).</p> <p>Facies C: Estructura masiva, compacta, de composición oligomictica, de coloración crema, mal seleccionado, con gradación normal. La forma de los clastos es subangulosa, soportado por una matriz de arena fina que representa un 20-25% del volumen total. El contacto inferior es erosivo y en el contacto superior se esta desarrollando un suelo. El espesor máximo observado es de 1 m (Imagen12c).</p>	
Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).	
<p>esc.1: 33.3</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>Gmg</p> <p>Sm (Arena, fina a gruesa)</p> <p>Interpretación: Depósito de flujo gravitatorio.</p> <p>Gmg Grava soportada por matriz.</p> <p>Interpretación: Flujo plástico (viscoso, baja densidad)</p> </div>  </div>	 <p>Imagen 12: Las letras A, B y C indican: Flujo hiperconcentrado, y dos facies de grava soportada por matriz respectivamente, limitados por líneas punteadas rojas. La línea amarilla muestra un lente de clastos rodados.</p>

4.6.1.4 Eventos recientes.

Algunas formas del relieve han sido cubiertas a causa de la expansión de la mancha urbana. Sin embargo, en las últimas décadas se ha acumulado nuevo material, lo que permite conocer la litología e inferir algunas características de las geoformas ocultas bajo el asfalto.

En las Tablas 17-20 se presenta la descripción de los depósitos más recientes; esto permite caracterizar hasta cierto punto los abanicos aluviales A1, A7 y A8.

Tabla 20. Ubicado en el Barrio San Antonio.

Características.
<p>En el barrio San Antonio avenida 10 sur número 235, en el patio trasero de una vivienda se encuentra un depósito de más de 2 m. de espesor, originado por el huracán Stan en el año 2005. Las facies que presenta este depósito son:</p> <p>Facies A: Estructura masiva, semi-compacta, de composición polimictica (andesita, granito, rocas metamórficas), coloración crema y café claro, mal seleccionado, fragmentos sub redondeados, soportado por una matriz de arena media a gruesa que representa 25- 30% del volumen total. El contacto inferior no se observa y el superior es de carácter erosivo. Espesor máximo observado 50 cm (Imagen 13a).</p> <p>Facies B: Estructura masiva, deleznable, de composición heterolitológica con (granito con diferentes grados de alteración y rocas metamórficas), mal seleccionado, con gradación normal, fragmentos subangulosos y subredondeados, soportado por una matriz de arena fina a media que representa un 40% del volumen total. Se identificaron ocho pulsaciones de intercalación de clastos gruesos y finos, en la parte superior se observan flotación de clastos de composición granítica con tamaño de guijas. Espesor máximo observado 2.60 m (Imagen 13b).</p>



Imagen 13: Las letras A y B indican dos facies de grava masiva soportada por matriz, la línea amarilla indica el límite entre ellas.

Tabla 21. Ubicado en el Barrio Emiliano Zapata (antigua gasolinera y el DIF)

Características.

En el año 2010 ocurrió un importante proceso de remoción en masa (PRM) el cual cubrió la antigua gasolinera, y las instalaciones de las oficinas del DIF de esta ciudad. El depósito originado por un PRM, tiene una estructura masiva, deleznable, de composición heterolitológica (granito, andesita, augengneis), de coloración café claro, mal seleccionado, fragmentos angulares, soportado por una matriz de arena gruesa que representa entre un 40-45 % del volumen total. Espesor máximo observado 2.70 m (Imagen 14).

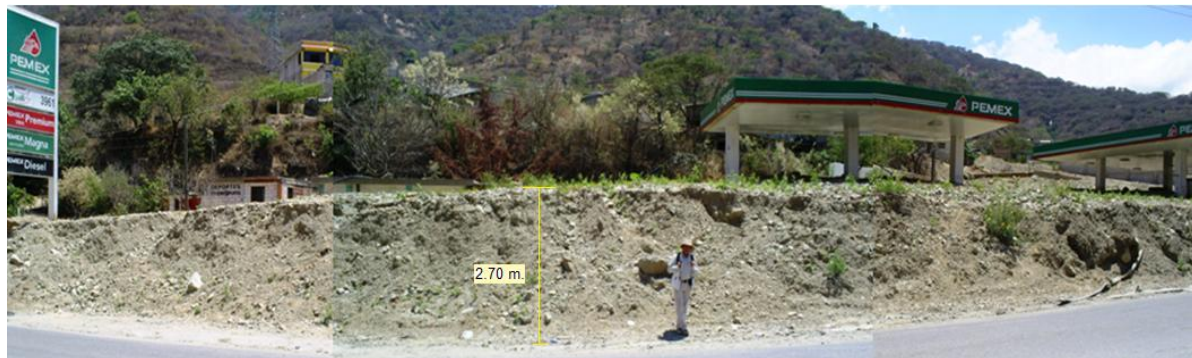


Imagen 14: Deposito reciente, originado por un proceso de remoción en masa.

Tabla 22. Ubicado en el Barrio Fransisco Sarabia 1.

Características.
<p>El huracán Stan fue el agente que originó la acumulación de estos sedimentos en el año 2005 (comunicación personal con los habitantes de la ciudad). Corresponde a un depósito masivo, de compactación media, polimictico (arenisca, granito de coloración rosa, blanca y fragmentos de rocas metamórficas), de coloración café claro, polimetrico, clastos subredondeados, soportados por una matriz de arena media que equivale a un 35-40% del volumen total. El límite inferior no se observa y el límite superior presenta un suelo incipiente. Espesor máximo observado 1.67 m.</p>

Tabla 23. Ubicado sobre el cauce del rio Mina (Barrio Tejería).

Características.
<p>Facies A: Estructura masiva, poco compacta de composición polimictica (granito rosa, blanco, rocas metamórficas, conglomerado, arenisca), coloración café claro a oscuro, polimétrico, forma subangulosa y subredondeado de los clastos, soportado por arena fina que representa 45% de volumen total. Presenta estructuras de carga, lentes de grava y arena gruesa, clastos flotantes de tamaño de guijas. El límite inferior no se aprecia, el superior es de carácter erosivo. El máximo espesor observado es de 55 cm (Imagen 20a).</p> <p>Facies B: Estructura masiva, deleznable, composición polimictico (granito de coloración rosa, blanco, arenisca, conglomerado, fragmentos de rocas metamórficas), coloración café claro, polimétrico, fragmentos subangulares y subredondeados, soportado por arena media que representa 40-45% del volumen total. Ambos contactos son erosivos. Presenta clastos flotantes con tamaño de bloques (55-80 cm), lentes de clastos con tamaño de cantos rodados. El depósito contiene materiales urbanos sólidos inmerso en él. Máximo espesor observado 2.80 m (Imagen 20b).</p>
Columna sedimentológica, clasificación e interpretación de facies Miall (1996).

Esc.1: 33.3

Gmm
(Grava masiva,
soportada por
matriz)

Interpretación:
Flujo plástico
de detritos
(Viscoso, alta
densidad)

Gmm

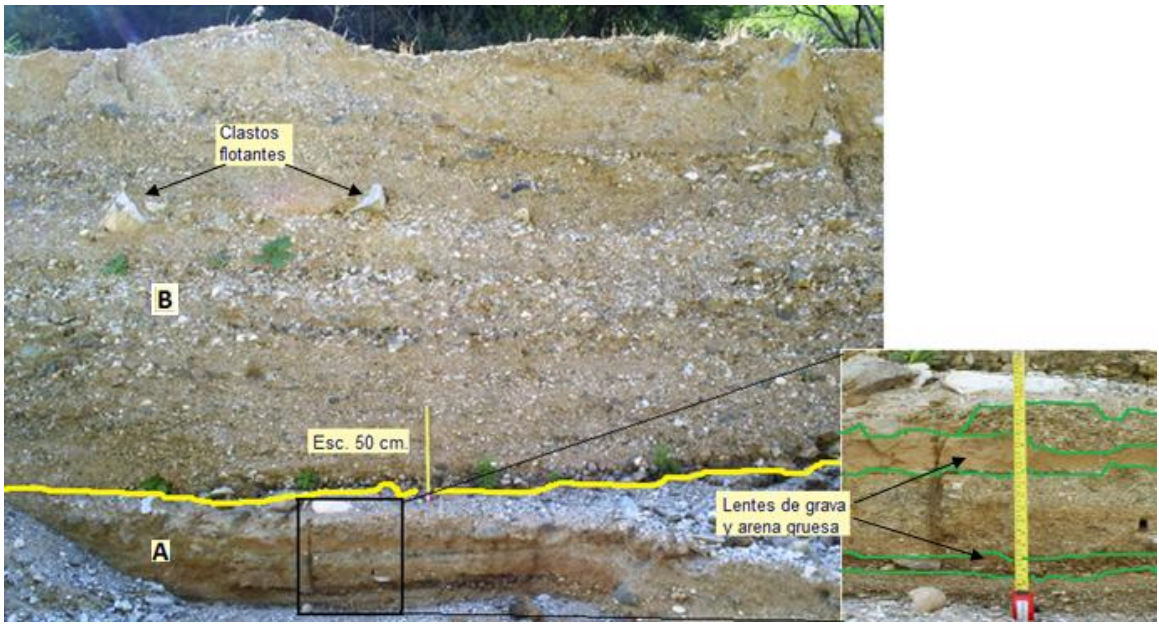
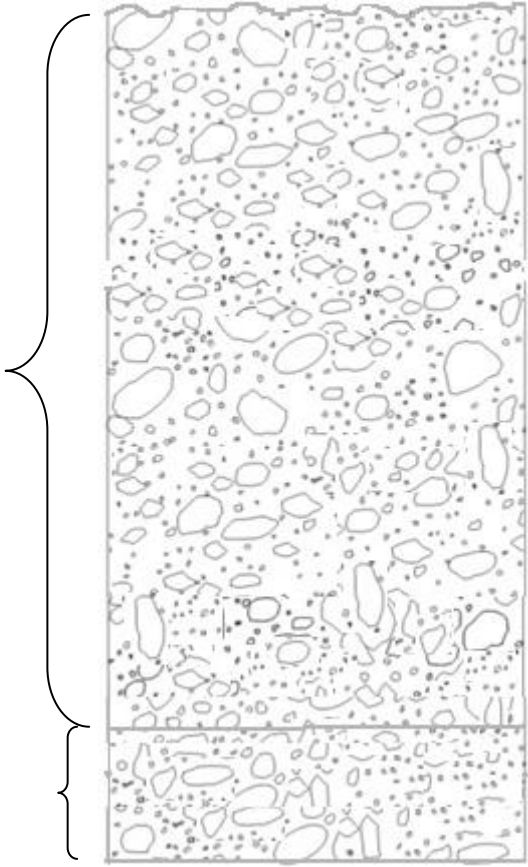
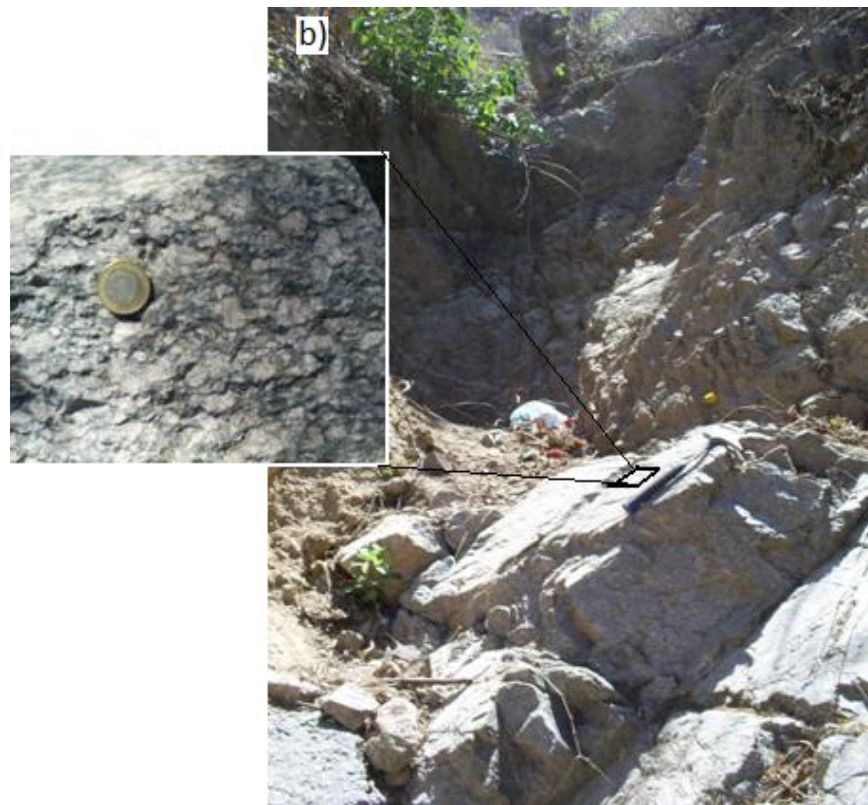




Imagen 20: Las letras A y B indican dos facies de grava masiva, soportada por matriz. La línea amarilla señala el límite entre las dos facies, la línea de color verde claro muestra una estructura de carga y las líneas verdes señalan lentes de grava y arena gruesa.

4.7 Basamento.

De acuerdo al mapa geológico de la cuenca de Motozintla (presentado en el capítulo anterior) la roca que subyace a todo el cúmulo de material sedimentario en el lado sureste de esta ciudad es el Tronco de Amatenango (Figura 9a). La existencia de este cuerpo intrusivo fue corroborada en el flanco derecho (dirección sur-norte) del río Allende en las coordenadas 15P0580943, 1697611 a una altitud de 1361 msnm, al observar a un granitoide coloración verdosa producto de cloritización, con textura fanerítica que presenta alineación de los feldespatos, segregaciones de cuarzo, diferentes grados de alteración y múltiple fracturamiento. Sobre el mismo flanco del río se ubica un afloramiento de augen-gneis (Figura 9b) que presentan una coloración verdosa, fenocristales de feldespatos, cuarzo diseminado y múltiple fracturamiento; su presencia corrobora la existencia del Tronco de Amatenango.



Fotografía 9. a) Granito perteneciente al Troco de Amatenango, b) afloramiento de augen-gneis.

En el lado opuesto de este río (lado suroeste de la ciudad) en las coordenadas 15P0580661, 1697715, Barrio 12 de Octubre, se aprecia un granito de color rosado de grano grueso fuertemente alterado, presenta alto intemperismo mecánico, sus componentes se disgregan dando como resultado arenas gruesas ricas en cuarzo y feldspatos. Su coloración en las áreas alteradas se torna parda con tonalidades rojizas y motes verdes producto de la cloritización. Esta roca corresponde al tronco de Buenos Aires (Figura 10) y forma el basamento del flanco izquierdo del río Allende.

Los cuerpos ígneos descritos anteriormente se encuentran divididos por una falla que rige la trayectoria del río Allende y que está asociada a la falla Polochic.



Fotografía 10. Granito rosado con fuerte grado de intemperismo mecánico ubicado en la calle San Fernando, Barrio 12 de octubre (corte inducido por la construcción de una vivienda).