

para las pruebas. Estratigrafía muy similar a la de los sondeos N° 1 y 2, el nivel de aguas freáticas aparece a una profundidad de 22.0 m.

Entre las cosas 785 y 810 (sondeos N° 3 y 4) aparecen depósitos de metales en los cuales predomina la arcilla producto de la intemperización de las rocas arcillosas, los cuales cubren a depósitos profundos de gravas calizas, por lo general presentan alta resistencia al esfuerzo cortante, bajo la grava se detecta la arcilla con arena y arena con arcilla producto de la intemperización de las rocas arcillosas que aparecen a continuación, el nivel freático en estos sondeos se encuentra entre 24.2 y 25.2 m.

En la parte alta del fraccionamiento se efectuó el sondeo N° 5 en la zona 546, en esta zona es posible detectar que en los taludes de los cerros aparecen grandes lagunas de rocas calizas con juntas de conglomerado en bolsas de gravas arenosas. Particularmente en esta zona, las bolsas de gravas arenosas presentan baja resistencia al esfuerzo cortante debido a la gran cantidad de huecos que aparecen en los fragmentos de roca, como se puede apreciar con las pruebas de penetración efectuadas en donde la resistencia a la penetración varía entre 2 y 12 golpes (0.4 a 0.93 Kg/cm<sup>2</sup>) y al conglomerado con bolsas de caliza presentan resistencias entre 60 y 200 Kg/cm<sup>2</sup>, conforme se incrementa la profundidad, el grado de acomodo de las gravas arenosas es más alto con lo que la resistencia a la penetración estándar es mayor de 60 golpes (4.8 Kg/cm<sup>2</sup>). El espesor de estos depósitos es de 39.5 m y descansan sobre la roca arcillosa clasificada como pizarra.

La estratigrafía a detalle de cada sondeo aparece en las Figs. 5.3, 5.7 y 11 del Anexo A, así como las profundidades a que aparece el nivel de aguas, el cual se considera como un nivel colgado local debido a la impermeabilidad de la roca arcillosa que aparece a continuación.

En la zona Cumbres se efectuó un sondeo (N° 7) en un terreno Municipal ubicado entre las calles Paso de los Navagantes y Pedro de Urdía, talda norte del Cerro de las Mitras, detectándose depósitos de metales en el que predomina el carbonato de calcio, el cual atraviesa el tiempo ha permitido la cementación de las arcillas y gravas formando conglomerados, los cuales presentan el comportamiento de un concreto pobre, el problema es que se presentan en forma discontinua en forma de lentes de arcilla café rojiza y lutita café, con gravas empacadas en arcilla y bolsas aisladas, en la parte superior esta zona constituye un depósito de talud que se ha ido deteriorando lentamente, topográficamente no presenta grandes problemas.

En la zona Mitras (Sondeo N° 8) talda sur del Cerro Mitras, se hacen depósitos de material cementado muy similares a los de la talda norte, detectándose en la parte superior depósitos de arcilla con gravas y bolso, y gravas y bolso arenosas con arcilla hasta 2.0 m de profundidad, bajo estos aparecen los depósitos de conglomerados constituidos por gravas arenosas y bolso cementados por el carbonato de calcio. Depósitos estables que presentan la apariencia de un concreto pobre (60 a 150 Kg/cm<sup>2</sup>).

La estratigrafía a detalle de este sondeo aparece en la Fig. N° 18 del Anexo A.

En la zona del Cerro de la Silla, el sondeo se realizó en un área municipal (zoneta) entre las calles El Greco y Lauro de Vinal, en la Colonia Contry, esta área está formada por depósitos de talud en los cuales predomina en la parte superior las gravas y bolso empacadas en arcilla, arcilla con gravas y bolso con resistencia a la penetración estándar entre 25 y 50 golpes; en la parte intermedia, aparece un depósito de arcilla café rojiza con arena que resiste de 12 a 48 golpes, un lente de caliza gris obscura

y a continuación la pizarra gris obscura la cual se detectó hasta la máxima profundidad explorada.

Es importante destacar el hecho de que en la mayor parte del fraccionamiento afloran calizas, conglomerados y caliches y en las áreas de las cañadas se tienen depósitos de gravas y bolso empacados en arcilla, geológicamente esta área no presenta problemas aun cuando en algunas zonas las pendientes son fuertes debido a la cementaciones que proporciona el carbonato de calcio.

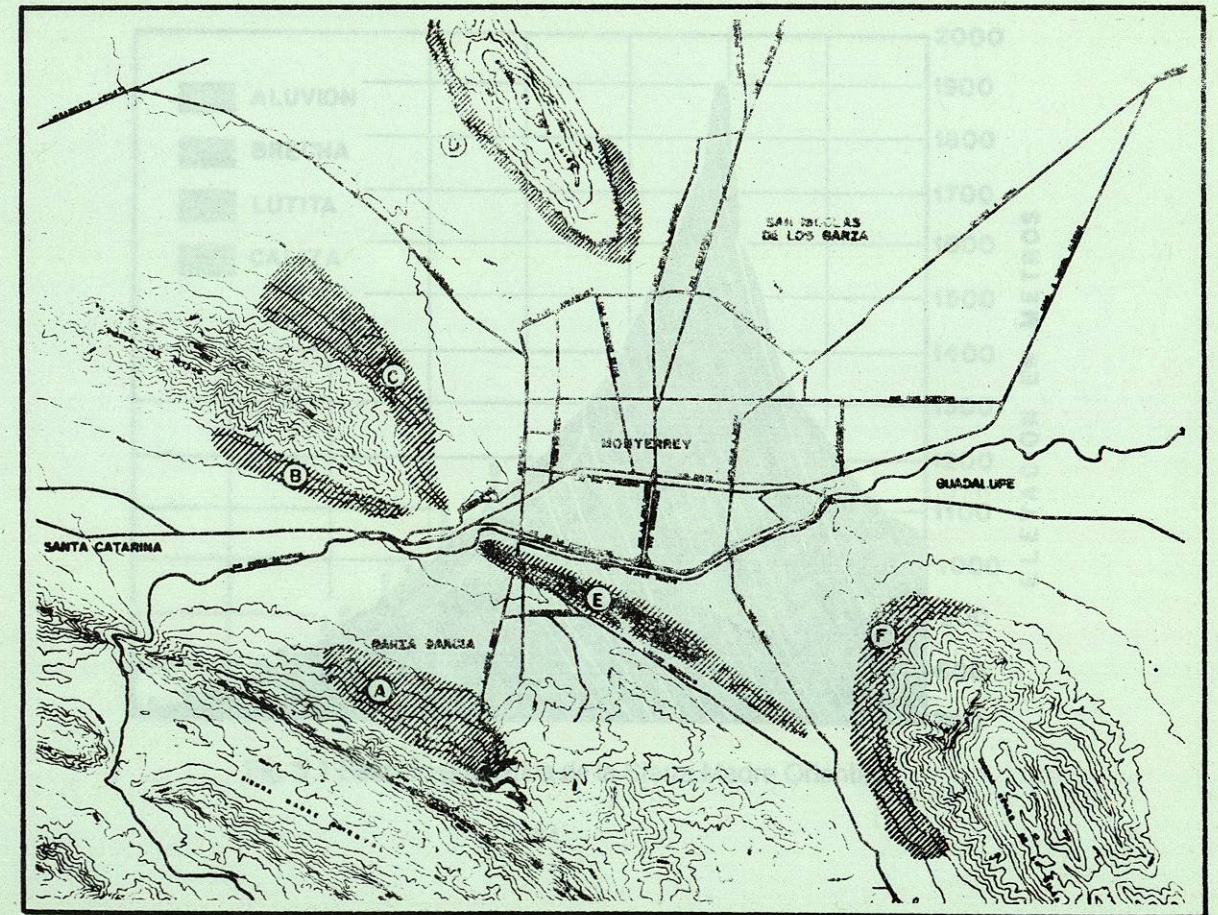
La estratigrafía a detalle de este sondeo aparece en la figura N° 9 del Anexo A.

### 8.- ZONIFICACION URBANA MONTAÑOSA.

Considerando los factores topográficos e hidrológicos se pueden distinguir las siguientes zonas:

- A) Valle
- B) Mitras
- C) Cumbres - San Jerónimo
- D) Topo Chico
- E) Loma Larga
- F) Silla

Su ubicación se muestra en la Figura 5.

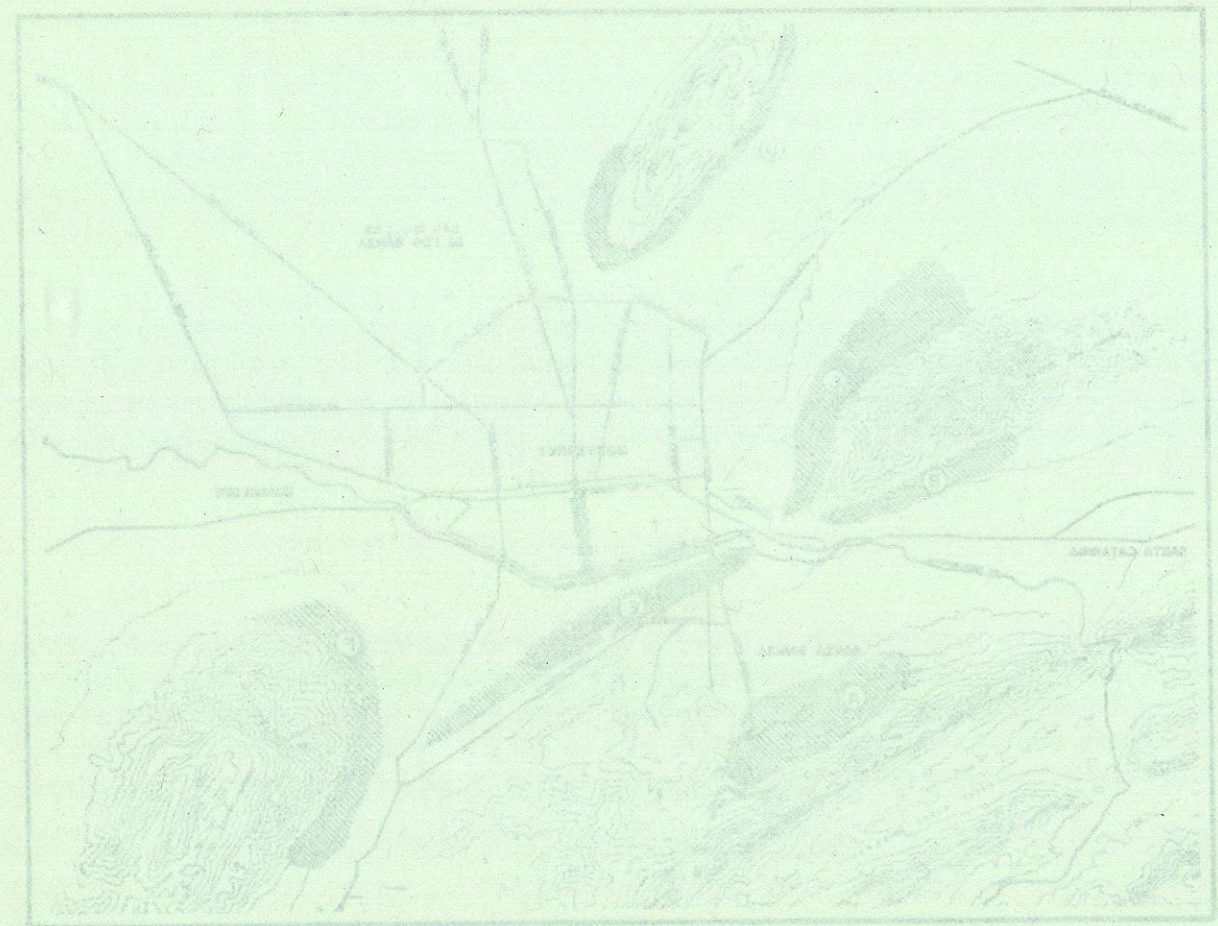


Es importante destacar el hecho de que en la mayor parte del fraccionamiento existen calzadas, conglomerales y cimientos y en las áreas de las cañadas se tienen depósitos de gravas y bolsones empacados en arcilla. Geológicamente estas áreas no presentan problemas aun cuando en algunas zonas las pendientes son fuertes debido a la cementación que proporciona el espaldado de caliza.

8.- ZONIFICACION URBANA MONTAÑOSA

Considerando los factores topográficos e hidrológicos se pueden distinguir las siguientes zonas:

- A) Valle
- B) Miras
- C) Cumbrera - San Jerónimo
- D) Topo Chico
- E) Loma Larga
- F) Sierra



A) ZONA VALLE.

Se sitúa a lo largo del frente Noreste de la Sierra Madre Oriental, entre las elevaciones 640 y 1200 metros, comprende los fraccionamientos Villa Montaña, La Cima, Mirasierra, El Rosario, Pedregal del Valle, Villa del Pedregal, Balcones del Valle, Sierra del Valle, San Angel, Residencial Chipinque y Olinalá, entre otros. Son colonias residenciales que revelan un alto nivel económico de sus pobladores. Las construcciones son casas unifamiliares y edificios de departamentos de seis pisos en promedio, principalmente. La dificultades topográficas e hidrológicas han sido resueltas mediante la construcción de calles con desarrollos sinuosos, a base de cortes de elevados taludes, terraplenes, muros de contención y puentes. Las áreas urbanizadas incluyen tanto, lomeríos de la falda de la Sierra, como cañadas o cauces de arroyos de elevadas pendientes. La pendiente topográfica varía desde 5% en la parte baja hasta un máximo de 33% en la parte alta.

A.1) DIVISION DE LA ZONA VALLE.

A nivel local, las rocas aflorantes están representadas por lutita, de las formaciones Parras e Indidura, que son cubiertas por materiales granulares tales como brecha sedimentaria constituida por grandes bloques de caliza y conglomerado fracturados que, en algunas partes, presentan boleos y gravas con cementación parcial y en otras una mezcla de arcilla y gravas en estado suelto. La Fig. 5.1 muestra la sección geológica esquemática.

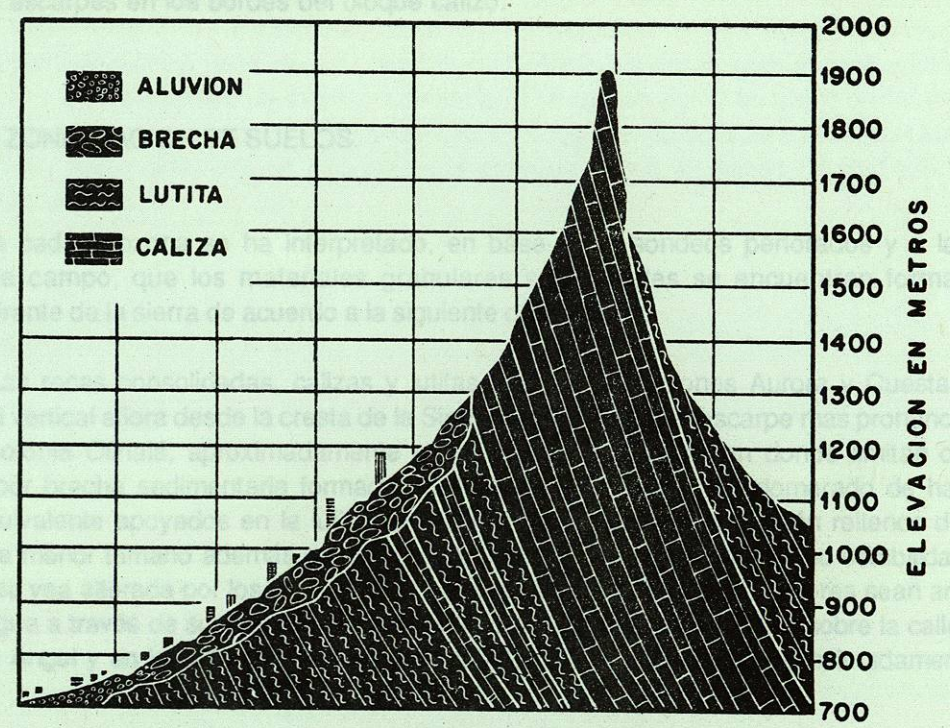


Fig. 5.1 Sección geológica de la Sierra Madre Oriental

A) ZONA VALLE

Se sitúa a lo largo del frente Norte de la Sierra Madre Oriental, entre las elevaciones 640 y 1200 metros, comprende los fraccionamientos Villa Montaña, La Cima, Miraflores, El Rosario, Pedregal del Valle, Villa del Pedregal, Balcones del Valle, Sierra del Valle, San Ángel, Residencial Chipinque y Olinalá, entre otros. Son colonias residenciales que revelan un alto nivel económico de sus habitantes. Las construcciones son casas unifamiliares y edificios de departamentos de seis pisos en promedio. Las dificultades topográficas e hidrológicas han sido resueltas mediante la construcción de calles con drenajes sinuosos, a base de cortes de taludes taludes, terrazas, muros de contención y puentes. Las áreas urbanizadas incluyen tanto, terrenos de la sierra, como cañadas o cauces de arroyos de elevadas pendientes. La pendiente topográfica varía desde 25° en la parte baja hasta un máximo de 55° en la parte alta.

A.1) DIVISION DE LA ZONA VALLE

A nivel local, las rocas aflorantes están representadas por lutita, de las Formaciones Parras e Indidura, que son cubiertas por materiales granulares tales como brecha sedimentaria consolidada por grandes bloques de caliza y conglomerado testáceos que, en algunas partes, presentan bloques y gravas con cementación parcial y en otras una mezcla de arcilla y gravas en estado suelto. La Fig. 5.1 muestra la sección geológica esquemática.

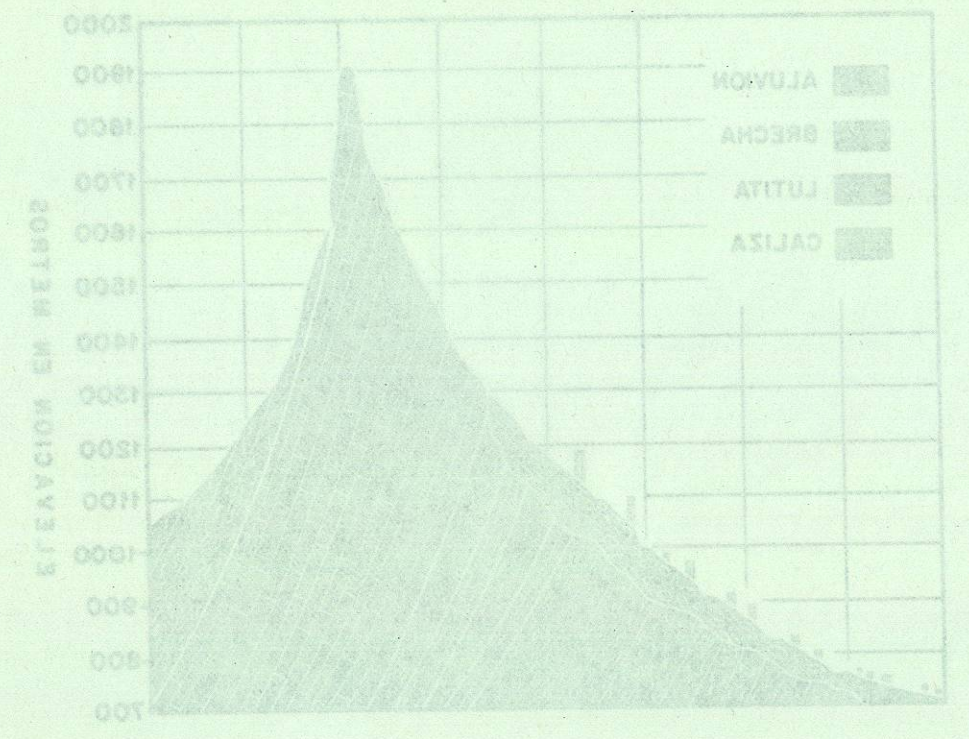


Fig. 5.1 Sección geológica de la Sierra Madre Oriental

caliza de diámetros hasta de 2.0 m cuyos huecos están rellenos de gravas angulosas y arenas principalmente, además de arcillas. El alboramiento típico de esta unidad se presenta en la Colonia San Ángel en las calles Espinal, Alhambra y Aranzuez. Esta unidad se ha identificado en el Sondeo N° 5 y en el Sondeo N° 4.

La distribución superficial de los materiales granulares esta condicionada por los patrones de drenaje antiguos, es decir que estos depósitos se encuentran ocupando las depresiones de los cauces de arroyos que drenaban las faldas de la sierra en épocas geológicas pretéritas, por lo cual su distribución horizontal no es uniforme en toda el área pero que en términos generales se pueden distinguir las siguientes SUBZONAS:

- a).- San Ángel
- b).- Balcones del Valle
- c).- Villa Montaña

Estas subzonas están limitadas por afloramientos de lutita que forman los parteaguas de los arroyos. Algunos de estos afloramientos están constituidos por grandes bloques de lutita y caliza superpuestos a las rocas consolidadas "in situ", mismos que se han deslizado desde las partes altas al desprenderse de su posición original y que en la actualidad están en proceso de desintegración por intemperismo y erosión. Esta situación se ha interpretado en la lutita que aflora en las calles de Janitzio, Tajín y Uxmal de la Colonia San Ángel, a la que subyacen gravas empacadas en arcilla bajo las cuales aparece nuevamente la lutita como pizarra gris y sus productos de alteración como son la almendrilla y sus fragmentos con arcilla, este hecho se comprueba en el perfil estratigráfico del Sondeo N° 4. Los bloques de caliza se encuentran expuestos en el Cerro de la Cachucha, situado al oriente del Centro Cultural Alfa y del Fraccionamiento Residencial Chipinque, donde además existen bloques de lutita que subyacen a la caliza y son discordantes de la roca consolidada "in situ" de la Fm Parras; en este caso, la caliza por ser mas resistente a la erosión y al intemperismo protege a la lutita, que se desintegra como almendrilla produciendo escarpes en los bordes del bloque calizo.

A.2) ZONIFICACION DE SUELOS.

Para cada subzona se ha interpretado, en base a los sondeos perforados y a la exploración geológica de campo, que los materiales granulares superficiales se encuentran formando bandas paralelas al frente de la sierra de acuerdo a la siguiente distribución:

1º Las rocas consolidadas, calizas y lutitas, de las Formaciones Aurora y Cuesta del Cura en posición casi vertical aflora desde la cresta de la Sierra hasta la base del escarpe mas pronunciado en límite Sur de la Colonia Olinalá, aproximadamente en la elevación 1200 m, en donde limitan con la unidad constituida por brecha sedimentaria formada por bloques de caliza y conglomerado de hasta 10 m de diámetro equivalente apoyados en la lutita de la Fm Indidura; sus huecos están rellenos de fragmentos angulosos de menor tamaño además de gravas y arcilla. Tiene alta porosidad y su estabilidad es buena a menos que se vea alterada por los cortes en las calles y que los fragmentos menores sean arrastrados por el flujo del agua a través de sus huecos. El límite inferior de esta unidad se ubica sobre la calle Uxmal en la Colonia San Ángel y en la calle Monte Olimpo de la Colonia Villa Montaña aproximadamente en la cota 900 m.

2º Topográficamente inferior a la anterior se identifica una unidad de bloques de conglomerado y

caliza de diámetros hasta de 2.0 m cuyos huecos están rellenos de gravas angulosas y arenas principalmente, además de arcillas. El afloramiento típico de esta unidad se presenta en la Colonia San Angel en las calles Escorial, Alhambra y Aranjuez. Esta unidad se ha identificado en el Sondeo N° 5 y en forma aproximada se ubica entre las cotas 800 y 900 m. Este material se encuentra en estado de reposo con un ángulo de 30° y son muchos los problemas que presenta en los taludes para alojar las calles y las excavaciones realizadas para el desplante de las cimentaciones.

3° La unidad mas baja de materiales granulares esta constituida por arcilla con gravas, además de bloques de lutita, caliza y conglomerado distribuidos erráticamente, en algunas áreas existe una capa de conglomerado que cubre las arcillas dando la impresión de ser un material altamente resistente a profundidad pero que en realidad solo aparece en los primeros metros; tiene una cementación variable, desde un estado suelto hasta una consolidación total. El afloramiento típico de este conglomerado se encuentra en la Colonia Sierra del Valle, entre las calles Sierra Nevada y Sierra del Valle, en los alrededores del sitio donde se colapso el Edificio de 6 pisos el 26 de Septiembre de 1988. Esta unidad se ha detectado en los Sondeos N°s 1, 2, 3 y 6 en los cuales se determinó un espesor promedio de 26.0 m hasta la lutita franca.

### A.3) PROBLEMÁTICA HIDROLÓGICA.

Hidrologicamente esta zona presenta una problemática compleja derivada de la gran cantidad de arroyos que drenan el agua de lluvia en el flanco de la Sierra. Estos arroyos tienen longitudes reducidas y cuencas pequeñas pero con grandes pendientes lo que ocasiona un drenaje a alta velocidad produciendo erosión de los materiales finos. Además de lo anterior, la urbanización se ha desarrollado en algunas áreas ocupando los cauces naturales de los arroyos cuyos ejemplos típicos se presentan en las Colonias Barrancas de Tampiquito, Balcones del Valle, Villas del Valle, Villa Montaña, Hacienda el Rosario y Residencial Chipinque entre otras; las obras de canalización de los arroyos son, generalmete, insuficientes para drenar el agua durante lluvias extraordinarias como quedó comprobado durante el Huracán Gilberto en Septiembre de 1988, problema que se agrava por el depósito de materiales pétreos en alcantarillas y canales reduciendo el área hidráulica y produciendo en consecuencia desbordamiento e inundaciones de áreas urbanizadas con los consiguientes daños en casas habitación, pavimentos y demás estructuras.

### A.4) TIPOS DE CIMENTACION.

Las cimentaciones han sido resueltas a base de zapatas aisladas y cimientto continuo con muro de block, reforzados ligeramente para solucionar los desniveles. Normalmente se desplantan en brechas sedimentarias, aprovechando la relativa estabilidad de los bloques de caliza que en ocasiones, llegan a tener dimensiones hasta de 10 m o más. La profundidad de desplante de estas cimentaciones es mínima llegando a ser superficial cuando los bloques de caliza se encuentran aflorando en la superficie. Estas condiciones se llegan a presentar no solo para construcciones ligeras de 1 ó 2 niveles, si no también en edificios de departamentos de hasta 8 niveles.

En los lugares donde la lutita aflora, la cimentación se desplanta a 1 ó 2 metros de profundidad, dependiendo de su grado de alteración, o bien en forma superficial.