

## **Facies Sedimentarias del Abanico de Caraballeda y su relación con la Licuación de Suelos durante el sismo de Caracas de 1967**

*Raymi A. Castilla\* & Franck Audemard\*\*.*

*\*Estudiante Universidad Central de Venezuela*

*\*\*Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas  
Caracas D.F.*

*Email: [rcastilla@reacciun.ve](mailto:rcastilla@reacciun.ve)*

### **RESUMEN**

La concentración de daños alrededor de una marina en la zona de Caraballeda durante el sismo de Caracas de 1967 permite suponer que las condiciones de sitio fueron condicionantes de primer orden en la distribución de pérdidas, tanto humanas como materiales, durante el desarrollo del evento. Sobre la base de esta hipótesis se desarrolla un análisis de las relaciones entre los procesos de licuación ocurridos durante el sismo y la distribución de facies sedimentarias en el abanico de Caraballeda. Para tal fin, se realizó la fotointerpretación de parte de la misión 8 (Escala 1:18.000; año 1936) y se analizaron las columnas sedimentarias levantadas por la Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo de Caracas (CPESC) a partir de cuatro perforaciones cometidas en el área en #####. Además, se revisaron los reportes de daños realizados por esta comisión y las causas atribuidas. Los resultados fueron plasmados en un mapa que muestra los depósitos y cuerpos fluvio-aluviales que conformaban la superficie del abanico para el año 1936 producto de eventos de inundaciones de alta energía y en un bloque diagrama interpretado a partir de las perforaciones realizadas por la CPESC. Además del lateral spread que afectó la playa del hotel Macuto Sheraton y algunos asentamientos diferenciales reportados, no se encontraron pruebas contundentes que indiquen que durante el sismo de 1967 ocurrió licuación de suelos como un proceso generalizado en la zona de Caraballeda. Sin embargo se encontraron todas las condiciones necesarias para que este fenómeno tuviera lugar, por lo que no se descarta la posibilidad de que haya ocurrido o de que se presente en eventos sísmicos del futuro.

### **INTRODUCCIÓN**

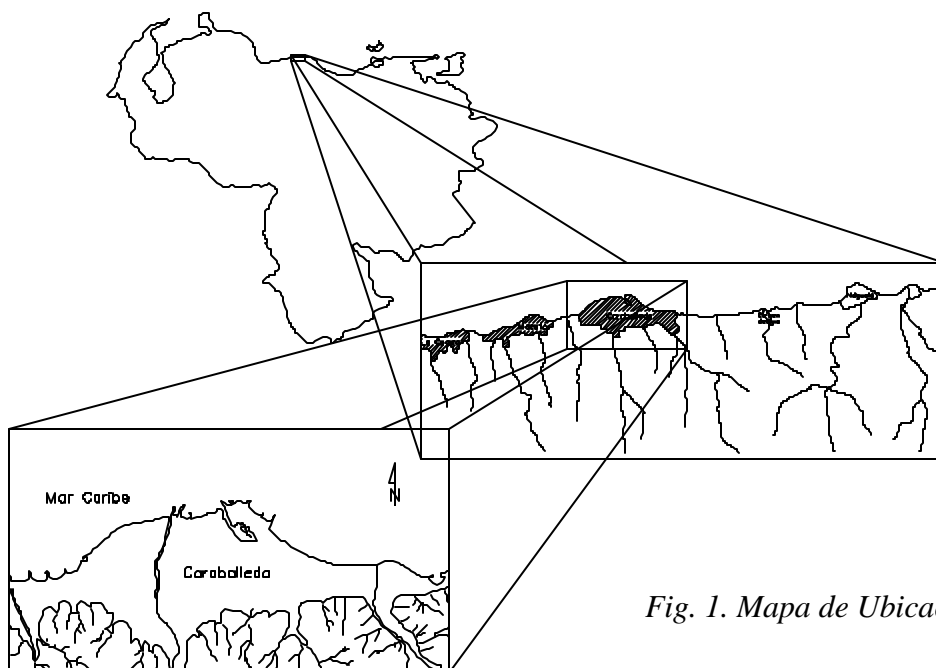
El desarrollo de la Geotecnia como disciplina independiente ha permitido el establecimiento de conceptos, técnicas y metodologías que le son inherentes y de su uso casi exclusivo. Esta especificación ha contribuido con el distanciamiento entre la Geotecnia

y una de sus ciencias madres, la Geología, descuidándose así en algunas ocasiones los procesos naturales que controlan la configuración del medio que nos rodea. Dentro de este panorama ha surgido una nueva disciplina conocida como Geología Ambiental que se ocupa de las influencias, oportunidades y limitaciones que ofrece e impone el medio natural al Hombre que lo ocupa y pretende modificarlo. De manera general el objeto de estudio de la Geología Ambiental es el riesgo geológico, natural o inducido, como factor que controla la calidad de vida y permanencia de comunidades en un sitio determinado.

Es así como la Geología Ambiental toma conceptos y disciplinas geológicas clásicas (Sedimentología, Estratigrafía, Geología Estructural, etc) y los aplica al desarrollo de planes de prevención y mitigación de daños. En esta tendencia el presente trabajo se plantea a partir de una revisión del tipo de daños y su distribución dentro de la zona de Caraballeda durante el sismo de Caracas de 1967. Esta revisión permite establecer la hipótesis de que las condiciones de sitio fueron la causa de la concentración de daños alrededor de una marina que se encuentra en la zona norte del Abanico de Caraballeda. Así, el objetivo que se plantea es el de determinar la distribución de facies sedimentarias presentes, su origen y su influencia en los procesos de licuación que pudieron haber ocurrido durante el evento.

El área de estudio se ubica en el Litoral Central venezolano entre las poblaciones de Macuto y Naiguatá, a unos 12 Km. lineales al norte de la ciudad de Caracas en lo que se conoce como el Abanico de Caraballeda. (Fig. 1)

El problema de la licuación de suelos en Venezuela ha sido tratado por Audemard (1998) quien analizó la dispersión o difusión lateral (lateral spread) desarrollada durante el terremoto de 1967 en el delta lacustre de Güigüe y la costa de Caraballeda así como la licuación extendida en Boca del Tocuyo por los sismos de 1989. En este trabajo se hace mención al movimiento traslacional sufrido por la playa del Hotel Macuto Sheraton durante ese evento, por lo cual se produjo una grieta de 30 cm. de profundidad paralela a la orilla.



*Fig. 1. Mapa de Ubicación*

Audemard & De Santis (1991) estudiaron la licuación de suelos en las poblaciones de Boca del Tocuyo y Tocuyo de la Costa, Edo. Falcón, ocurrida durante los terremotos de 1989. Por medio de observaciones de campo, tanto de caracteres superficiales como de trincheras paleosísmicas, se determinó una relación directa entre los fenómenos de licuación y los depósitos fluvio-deltáicos, además de la influencia de estructuras preexistentes como madrigueras de cangrejos y grietas en el suelo. Conclusiones similares son formuladas por Beltran & Rodriguez (1995) para la ciudad de Cumaná, encontrándose una íntima relación entre los procesos de licuación ocurridos en los eventos de 1530, 1684, 1766, 1797, 1853 y 1929 y las facies fluvio-deltáicas y meandriiformes del Río Manzanares.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó la fotointerpretación de las franjas 500-506 y 537-543 (escala aprox. 1:18.000) de la misión 8 volada en el año 1.936, esto con el objeto de caracterizar la distribución de sedimentos por medio de la identificación de elementos morfológicos que pudieran ser asociados con facies características (ej: meandros abandonados, planicies de inundación, terrazas fluviales, abanicos aluviales, etc.)

Se utilizaron los datos de cuatro perforaciones acometidas por la Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo de Caracas y se realizó la correlación estratigráfica de los horizontes reportados. Esta tarea permitió inferir parte de la evolución geológica de esa zona del Abanico de Caraballeda.

La revisión de los reportes de daños tanto de la Comisión, como de Hanson y Degenkolb (1967) se hizo con el objeto de buscar evidencias que permitieran la identificación de procesos de licuación en la zona.

## **EL SISMO DE 1967 EN CARABALLEDA**

El 29 de Julio de 1967 a las 20:05h un sismo de magnitud 6,3 (Richter), profundidad  $28 \pm 3$  Km y duración de 35 segundos, se sintió en la zona centro-norte de Venezuela. El epicentro fue ubicado en el fondo del Mar Caribe (long  $67^{\circ}25'$ ; lat  $11^{\circ}00'$ ), aproximadamente a 70 Km al NW de la ciudad de Caracas. Las zonas más afectadas fueron la Urb. Los Palos Grandes (Caracas) con intensidad Mercalli modificada VIII, Caraballeda con intensidad similar y la ciudad de Caracas en general con intensidad VI-VII (CPESC, 1968).

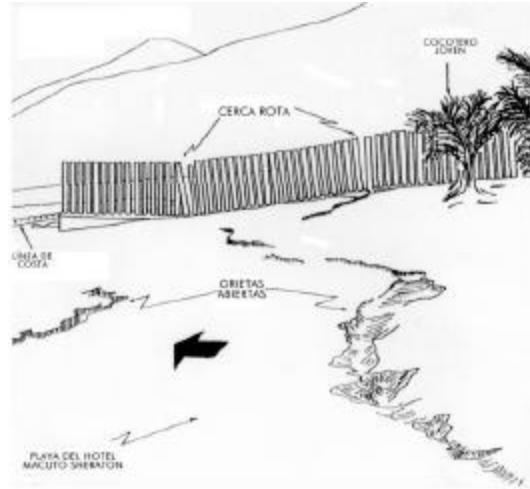
En 1968, el MOP publica el informe de daños realizado por la Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo de Caracas (CPESC). En éste se indica que los edificios más afectados en la zona de Caraballeda (Fig. 6) fueron:

- Mansión Charaima: Los cuatro pisos superiores se derrumbaron hacia el sur. La placa 11 con la sala de máquinas de los ascensores se desprendió y cayó al sur del edificio. La placa 10 se derrumbó, quedando volada hacia el sur en forma de visera. Las placas 9 y 8 se derrumbaron totalmente una sobre otra con desplazamiento hacia el sur. La destrucción legó hasta la rotura de una columna entre las placas 4 y 5. Fig 2 y 5.
- Bloque 38 (4 pisos): se derrumbó totalmente.

- Bloque 32, parcela 21-A, 21-D y 22 (3 pisos): se derrumbó totalmente.
- Hotel Macuto Sheraton: daños menores en columnas, pasillos, etc. Grietas de 45 a 60 cm. de profundidad y 15 a 20 cm de ancho en la playa del hotel (Fig. 3).
- Quinta frente al Macuto Sheraton: basculamiento hacia el SSW. Fig. 4.
- Edificios Laguna Beach y Bahía del Mar: daños menores. Fig. 5



*Fig. 2. Edificio "Mansión Charaima".  
Tomado de Hanson (1967)*



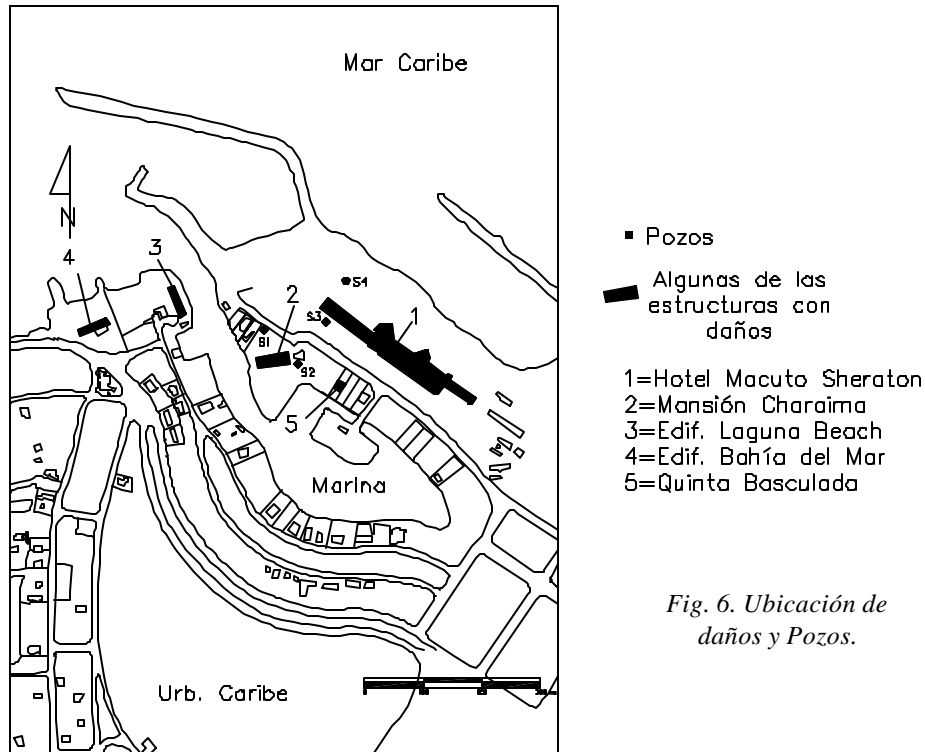
*Fig. 3. Grietas abiertas en la playa del Hotel Macuto Sheraton. Modificada de Audemard (1998).*



*Fig. 4. Quinta basculada.  
Tomado de Hanson (1967)*



*Fig. 6. Edificios afectados. De derecha a izquierda, Laguna Beach, Bahía del Mar, Mansión Charaima.  
Tomada de Hanson (1967).*



*Fig. 6. Ubicación de daños y Pozos.*

El basculamiento de la Quinta frente al Macuto Sheraton, las grietas desarrolladas en la playa y los asentamientos diferenciales del suelo en algunos sitios del hotel reportados por Hanson (1969) son de especial importancia para el presente trabajo pues, aunque no sean concluyentes, representan evidencias de la ocurrencia de procesos de licuación durante el sismo.

En 1978, FUNVISIS publica la segunda fase del informe de la Comisión en el cual se analizan las causas de los daños a raíz del terremoto. Las conclusiones de este informe indican la relación casi directa entre las zonas de mayor espesor de sedimentos y la concentración de daños en estructuras tanto en Caracas como en el Litoral Central. Específicamente en el área de Caraballeda los daños se concentraron en una zona cercana a la playa donde el espesor de sedimentos alcanza los 90 mt. La aceleración máxima calculada en superficie se ubicó entre 0,10 y 0,11 g, valor 60% mayor que el de los Palos Grandes, hecho que adjudican a la mayor cercanía con el epicentro y al espesor de suelos.

En la descripción de las condiciones del suelo se hace referencia a una laguna que existió originalmente al norte y que luego fue dragada para convertirla en marina (Figs 6 y 7). También fue presentada la información de cuatro perforaciones realizadas en las cercanías del área con mayores daños en Caraballeda (Fig. 6), área que coincide con la zona donde existió la antigua laguna. No se hace mención a procesos de licuación.

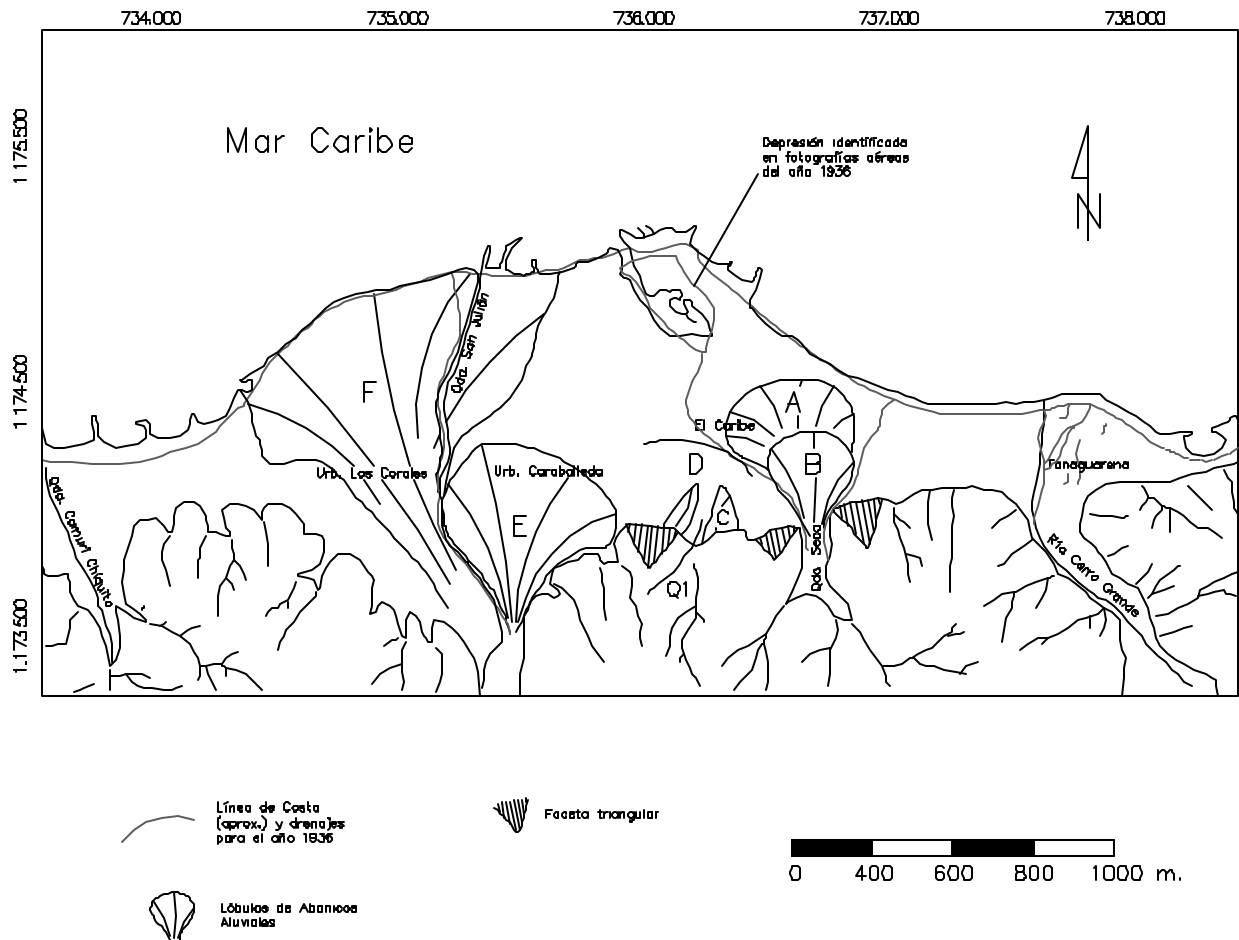
## RESULTADOS

La distribución sedimentaria en la zona de Caraballeda incluye una variada serie de facies en donde se observa la interacción entre sistemas de depositación distintos. Esta combinación integra depósitos fluviales, proximo-costeros y aluviales que resultan en la conformación de un complejo abanico en la costa del litoral central. La Fig. 7 muestra la fotointerpretación realizada con las diferenciación de las distintas facies sedimentarias.

Se identificaron, en superficie, 6 abanicos aluviales (A, B, C, D, E y F), una laguna costera, la barra litoral asociada a la playa y un sistema fluvial de canales entrelazados con algunos cursos abandonados cerca de la desembocadura de la Qda. Cerro Grande. La presencia y distribución de estas características morfológicas permiten su asociación con ambientes de depositación específicos, pero su distribución en subsuelo es incierta por lo que las interpretaciones que de aquí se extraen son de carácter netamente superficial. No obstante las cuatro perforaciones realizadas por la Comisión permiten, de manera local, extender las interpretaciones en profundidad.

Los seis abanicos aluviales están distribuidos en tres cursos de agua de la siguiente manera:

- Qda. San Julián: Abanicos E y F.
- Qda. de nombre desconocido (Qda.1): Abanicos C y D.
- Qda. Seca: Abanicos A y B.



La línea de costa frente al Río Cerro Grande presenta la morfología típica de abanico y está claro que esto se debe a la ocurrencia de procesos aluviales, sin embargo debido a que no se identificaron los desniveles típicos que caracterizan los límites de un evento no se incluye dentro de las morfologías precisadas.

La Fig. 8 muestra las columnas sedimentarias de las perforaciones tal cual como fueron descritas por la Comisión. La distribución de facies en profundidad interpretada a partir de esta información permitió la identificación de dos intervalos con potencial de licuación (Fig. 9). El primero, depositado en una laguna de marea, se encuentra a una profundidad variable de 0-4 m en las inmediaciones del pozo S4 y el segundo, depositado en un ambiente tipo estuario, se encuentra a 9 m de profundidad en el pozo S1. En esta figura se puede observar el límite norte de la laguna donde las capas se acuñan contra la isla de barrera.

Durante la búsqueda de evidencias de la ocurrencia de licuación, se supo por comunicación personal de Grases a Audemard (1999) que el basculamiento de la quinta se debió a la falla en una de sus columnas. Por lo tanto, las evidencias encontradas (grietas en la playa del Macuto Sheraton y subsidencia diferencial reportada en algunos sitios de este hotel) sólo permiten asegurar la ocurrencia de este fenómeno de manera local y no extendida. No obstante, y esto se discute en la siguiente sección, se encontraron todas las condiciones necesarias para que la ocurrencia del proceso sea más generalizada.

## DISCUSIÓN

### **Modelo de constitución sedimentaria**

La distribución y las relaciones de corte de los aspectos morfológicos identificados en la superficie del Abanico de Caraballeda (Fig. 7) permiten proponer una evolución de carácter superficial y de manera independiente para cada curso de agua ya que se carece de relaciones claras de corte entre eventos de distintos cursos.

En Qda. Seca se identificó un primer evento que depositó el abanico A y desvió el curso de la quebrada hacia el NE debido a su bajo poder erosivo. Un segundo evento deposita B, cuerpo que tampoco es cortado por la quebrada y la desvía hasta la posición que muestra en la fotointerpretación.

La cuenca de la “Qda.1” es la responsable de la depositación del cuerpo C, en el cual se identifica claramente un canal de unos 50 mts de ancho que corta al abanico en dos mitades. El bajo caudal de la quebrada en condiciones normales inferido a partir del reducido tamaño de su cuenca permite suponer que el canal no fue abierto por el curso regular y que se necesitó otro evento de flujos compulsivos para realizar esa incisión. Este otro evento pudiera estar representado por el abanico D, del cual sólo se identificó el límite distal.

La Qda. San Julián fluía en un curso más rectilíneo desplazado hacia el este. La depositación del abanico E provocó su desvío hacia el oeste y ejerció un fuerte control luego en la depositación del abanico F. Este último de mayor tamaño y con grandes bloques inclusive en las partes distales, resulta de un evento de torrentes instantáneos de mayor energía que aquél que depositó al cuerpo E. No obstante la alta energía, este evento en vez

de cortar al abanico preexistente (E) se desvía hacia el oeste para formar un cuerpo asimétrico con respecto al curso regular de la quebrada.

En la zona norte del Abanico de Caraballeda se identificó una depresión que abarca un área aproximada de 45.000 m<sup>2</sup> (4½ha). Sus márgenes norte y nororiental son paralelos a la línea de costa, hecho que permite suponer que tal depresión fué una laguna costera que se formó por la migración lateral de islas de barrera (promontorios de arena paralelos a la costa que se encuentran dentro del agua). La migración de estas islas de barrera permitió la desaparición del canal que conectaba la laguna con el mar (canal de marea) y para 1936 ya la laguna se había secado y las islas de barrera formaban parte de la playa (barra litoral). Sobre esta depresión la Comisión realizó cuatro perforaciones

El resto del Abanico de Caraballeda está compuesto de intercalaciones de facies aluviales y marinas. Estas intercalaciones se forman debido a que entre un evento de depositación aluvial y otro se desarrollan espesores importantes de sedimentos marinos en las zonas cercanas a la costa (arenas, limos y ciertas cantidades de arcillas). La repetición de este ciclo es lo que permite la progradación general del abanico y la repetición de estas intercalaciones constituyéndose así el abanico complejo al que ya se ha hecho mención.

### **Relación Sedimentación-Tectónica Activa local**

Hasta el momento no se han realizado estudios en el área tendientes a evaluar el potencial sismogénico de la zona de fallas de Macuto y aunque un enfoque de este tipo está fuera del alcance del presente trabajo se han notado ciertas relaciones que deben ser mencionadas. Existen algunos indicios que permiten suponer que esta zona de fallas constituye un rasgo tectónico activo y que ha jugado un importante papel en la conformación del Abanico de Caraballeda.

Todo depósito sedimentario necesita de los siguientes factores para su desarrollo: a) Fuente de aporte y transporte de los sedimentos. b) Creación de espacio para la depositación de los mismos y c) La existencia de un mecanismo que permita la preservación de los sedimentos ya depositados. En el caso del Abanico de Caraballeda está claro que la fuente y el transporte los constituyen la Cordillera de la Costa y la gran cantidad de cursos de agua que de ella descienden y la preservación es provista por el Mar Caribe, mientras que la creación de nuevo espacio ha sido provista por la zona de fallas de Macuto, la cual ha permitido que se depositen espesores de hasta 90 m de sedimento en las zonas distales del Abanico (CPESC, 1978). Esta estrecha relación entre grandes espesores de depósitos aluviales y actividad tectónica ha sido ilustrada por Reineck (1975) y analizada por diversos autores.

Otro indicio es la marcada lineación que constituye el frente de montañas con preservación inclusive de diversas facetas triangulares producto de la degradación de un posible escarpe de falla.

### **Licuación de suelos durante el Sismo de 1967**

Aunque con toda seguridad se puede afirmar la ocurrencia de procesos de licuación en el área de Caraballeda durante el sismo de 1967, no se puede, con las evidencias aquí consideradas, concluir que los daños y su magnitud tuvieron relación directa con la ocurrencia de este proceso. No obstante, existen condiciones que permiten y hasta favorecen la ocurrencia de licuación de suelos en un futuro.



Perforación S1

Unidad	Espesor (mts)	Litología		N	Descripción Litológica
		0	Nº de golpes 10		
I	3,00		>30	2-7	Relieve. Limo arenoso con materia orgánica.
H	8,00			2-9	Limo arcilloso arenoso, micáceo, con materia orgánica.
F	10,75			5-50	Área fina a gruesa algo limosa. Incluye a laminaciones de limo arcilloso con materia orgánica y coqueas marinas. Zonas de guijeros duros de grava. Grés negruzco.
D	6,00			>100	Áreas gruesas a media algo limosa, con fragmentos de cuarzo, lavas de fino plástica muy densa con materia orgánica.
C	3,00			35-50	Área fina finosa muy micacea.
B	3,25			50-10	Limo arenoso fino, muy micáceo, zonas algo plásticas. Mardón.
B	6,00			15-100	Área fina a media limosa y arcillosa, con fragmentos de grava. Mardón grisáceo.
A	32,00				Áreas finas a gruesas algo arcillosas, con guijeros y pedregos de grava limosa, zonas de pedregos duros. Mardón grisáceo y arenoso.

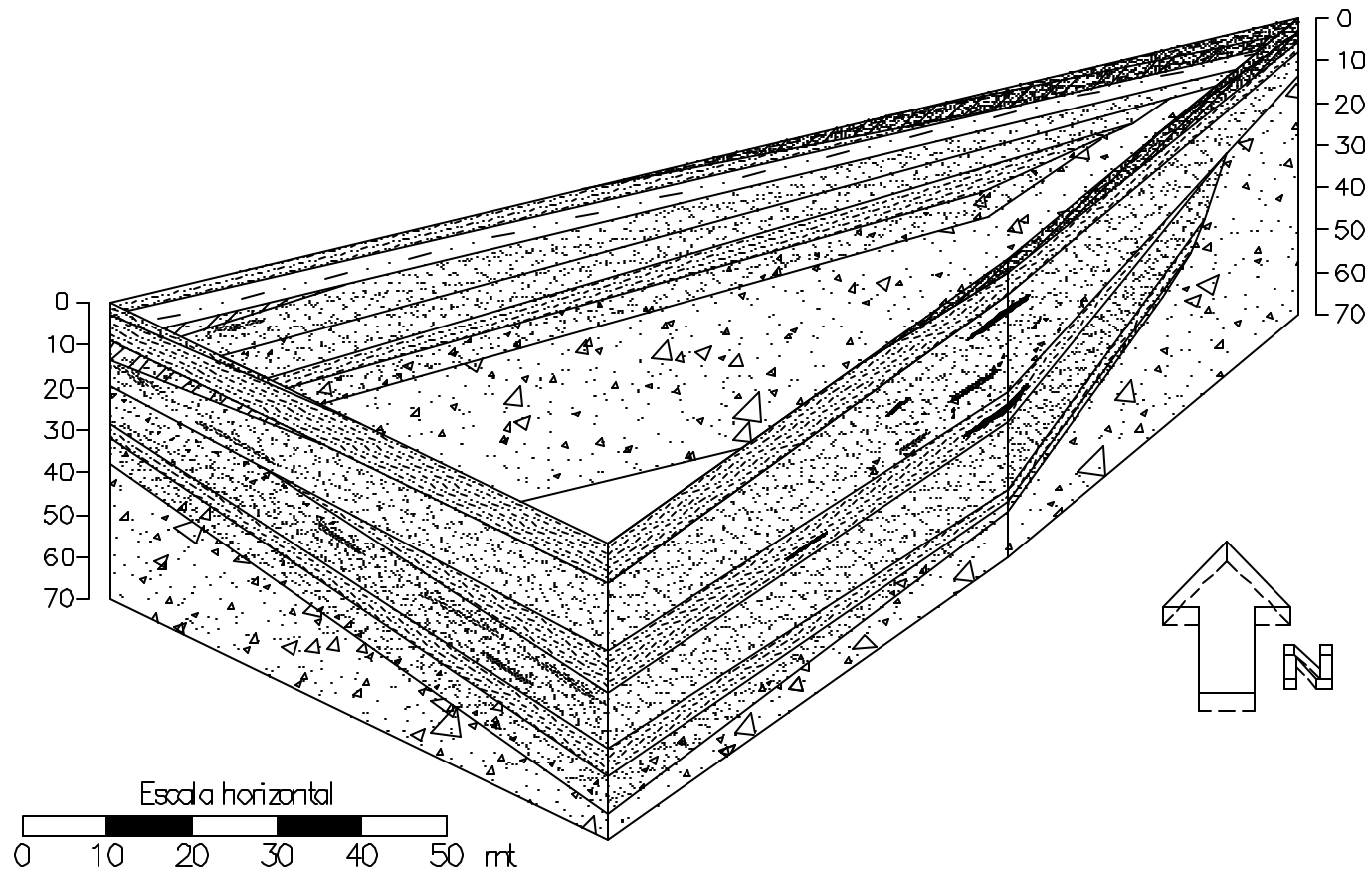
Perforación S2

Unidad	Espesor (mts)	Litología		N	Descripción Litológica
		0	Nº de golpes 10		
H	8,50			0-5	Limo arcilloso plástica con materia orgánica. Zonas de turba, blanca e muy blanca. Grés oscuro e negro.
F	18,75			20-50	Área fina y gruesa a media, limosa, gruesa regular, zonas muy micáceas, relieve de materia orgánica y coqueas marinas. Grés y grava oscura.
E	15,00			8-11	Limo arcilloso y silíceo. Incluye, además, con materia orgánica de color característico. Grés azulado.
D	13,25			40-100	Área fina a media limosa, lavas y zonas de fino arcilloso con materia orgánica. Grés oscuro y negro.
C	6,50			15-30	Limo arcilloso y silíceo, duro a blando, estaca zona de turba y coqueas marinas. Grés negruzco.
B	5,00			>100	Área fina finosa con grava y fragmentos de grava y cuarzo, muy densa.
A	5,00			>100	Deposito sedimentario formado por pedregos y guijeros de grava dura con relieves de arena arcillosa. Mardón arenoso.

Perforación S3

Unidad	Espesor (mts)	Litología		N	Descripción Litológica
		0	Nº de golpes 10		
I	3,25			10	Área fina poco limosa. Mardón grisáceo.
H	8,50			0-5	Limo arcilloso micáceo, con materia orgánica y zonas de turba. Grés y grava.
F	11,50			15-50	Área fina, media limosa, micacea, zonas con guijeros limosa, lavas de turba. Grés oscuro y negro.
F	1,80			12-25	Área fina finosa, micacea, con fragmentos de cuarzo. Zonas muy micáceas. Grés oscuro.
E	7,00			12-25	Limo arenoso plástica, con materia orgánica y zonas de turba. Grés oscuro y negro.
D	15,75			40-60	Área fina finosa micacea, con materia orgánica, zonas de arena gruesa y media. Grés oscuro, zonas micáceas arenosas.

Fig. 8. Columnas Sedimentarias de los pozos acometidos por la comisión. El informe de la Comisión carece de la información sedimentaria del pozo S4. La línea vertical segmentada corresponde al valor de N máximo considerado para establecer los intervalos licuables (F en S1).



### Leyenda

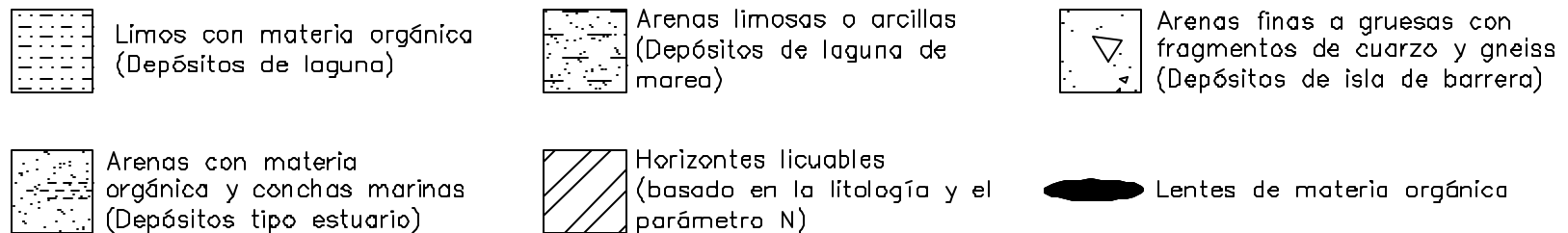


Fig. 9 Correlación Estratigráfica e interpretación de ambientes de sedimentación con los datos de las cuatro perforaciones. Para la información correspondiente a la perforación S4 se usó un corte publicado por la Comisión en su segundo informe.

La configuración de los depósitos en el área de la antigua laguna costera presenta las tres características fundamentales que caracterizan a todos los suelos licuables:

1. Sedimentos jóvenes producto de procesos de depositación reciente y con poca o ninguna cementación: Los depósitos de la laguna de edad holoceno (<10.000 ma) arrojaron, en general, bajo número de golpes indicativo de la poca cementación.
2. Sedimentos saturados: No sólo la cercanía con la línea de costa permite que estos depósitos presenten altos índices de saturación, la existencia misma de la marina también es un factor que favorece esta condición.
3. Disposición de los sedimentos arenosos en intercalaciones con arcillas, las cuales representan sellos para el escape de los fluidos en el momento de la licuación, aumentando así el confinamiento del estrato afectado: En la Fig. 9 se observa esta disposición de los sedimentos finos y gruesos en la zona de las perforaciones, configuración típica de los depósitos de lagunas costeras.

Aunque las perforaciones se concentraron en la zona norte de la antigua laguna, la interpretación ambiental permite la extrapolación de las condiciones antes mencionadas a toda la zona deprimida identificada en la fotointerpretación (Fig. 7).

## CONCLUSIONES

Una caracterización general de los depósitos sedimentarios en el Abanico de Caraballeda y la revisión de los daños ocasionados por el Sismo de Caracas de 1967 han permitido correlacionar los procesos naturales de sedimentación y la constitución geológica y morfológica del Abanico con la ocurrencia de licuación durante el evento.

Se ha llegado así a la proposición de un modelo generalizado de sedimentación en el cual el Abanico de Caraballeda resulta de la interacción y combinación de procesos sedimentarios fluvio-aluviales y marinos. Estos depositan facies de cono aluvial que se combinan y gradan a complejos de barrera y lagunas costeras en sus partes distales. La morfología del abanico está fuertemente controlada por la dinámica sedimentaria en combinación con procesos tectónicos, conformando así una configuración típica de frentes de montaña asociados a fallas activas.

Los depósitos jóvenes de lagunas costeras presentan condiciones favorables para el desarrollo de procesos de licuación de suelos. Inclusive la disposición intercalada de estratos de arenas y limos (o arcillas) y la presencia de una fracción importante de finos en la composición de las arenas son factores que contribuyen a que alta la presión de poros desarrollada se mantenga por más tiempo. Así, los depósitos sedimentarios en los alrededores de la marina reúnen todas las condiciones que un suelo debe cumplir para desarrollar procesos de licuación. Esto no significa que los daños asociados al evento de 1967 y su concentración en la zona hayan sido el producto de efectos de este tipo. Sin embargo, no puede descartarse su ocurrencia y debe considerarse la posibilidad de que se produzcan durante eventos en el futuro.

El resto del Abanico de Caraballeda, debido al predominio de sedimentos tipo gravas, no califica como zona de riesgo por ocurrencia de licuación. Sin embargo se hace necesaria la realización de estudios con herramientas que permitan resolución a mayor profundidad (Ej:

sísmica de reflexión y/o de refracción) a fin de poder establecer modelos de sedimentación más detallados ubicados en tiempo y espacio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Audemard, F. (En prensa). "Soil liquefaction during the Caracas 1967 and Boca de Tocuyo 1989 earthquakes, Venezuela: its significance for human settlements on active alluvial areas and coastlands". XV Caribbean Geological Conference.; Kingston, Jamaica jun. 1998.
- Audemard, F. & De Santis, F. (1991). "Survey of liquefaction structures induced by recent moderate earthquakes". *Bull. Of International Association of Engineering Geology*. N° 44. Pp 5-16.
- Beltran, C. & Rodriguez, J.A. (1995). "Ambientes de sedimentación fluvio-deltáica y su influencia en la magnificación de daños por sismos en la ciudad de Cumaná, Venezuela". *II Col. Internacional de Microzonificación Sísmica*.
- Catt J.A. (1986) Soils and Quaternary Geology. A handbook for field scientists. Clarendon Press. Oxford. 267 pp.
- Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo (1968). "Primera fase del estudio del sismo ocurrido en Caracas el 29 de Julio de 1967. Informe de los edificios derrumbados.". Libro A. MOP. FUNVISIS.
- Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo (1978). "Segunda fase del estudio del sismo ocurrido el 29 de Julio de 1967.". Volumen A. MOP.
- Hanson, Robert, & Degenkolb, H. (1967). *The Venezuela Earthquake*. American Iron and Steel Institute. 176 pp.
- Keller, Edward A. & Nicholas Pinter (1996). Active Tectonics, earthquakes, uplift and landscape, Prentice Hall, New Jersey. 338 pp.
- National Academy Press. Liquefaction of soils during earthquakes. Washintong D.C. 1985. 239 pp.
- Prothero, R. D. Y Schwab, F. 1996; Sedimentary Geology. W. H. Freeman and Company. New York.
- Reineck H. E. Y Singh I. B. Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York. 1975. 439 pp.
- Rust, B., (1979). "Facies Models 2: Coarse alluvial deposits" en Walker, R. Facies Models. 1ª Edición. Geoscience Canada Reprint Series 1. P 1014.