

LIMITES Y POSIBILIDADES DE LA EXPLORACION GEOTECNICA EN EL CASO DE LA FALLA DEL MURO COLADO ANCLADO EN LA TRINCHERA PETARE DE LA LINEA 1 DEL METRO DE CARACAS

Gianfranco Perri
Piero Feliziani

Ingeniero Consultor
Geólogo del M.E.M.

Durante la excavación de la Trinchera Petare, en la Línea I del Metro de Caracas, se produjo una importante falla de carácter global y que interesó un total de seis paneles de muro colados en concreto armado y anclados, que se habían construido con el objeto de sostener temporalmente las paredes verticales de la excavación.

La falla se produjo cuando la excavación había alcanzado algo más que 12 m de profundidad y había descubierto el pie de los paneles, que en cota -11.80 se habían apoyado sobre un esquisto duro impenetrable con la almeja utilizada en la excavación. Los paneles de 5.86 m de largo y 0.63 m de espesor, habían sido anclados en dos hileras con dos anclajes por panel de 75 t y 58 t según el esquema de la figura anexa.

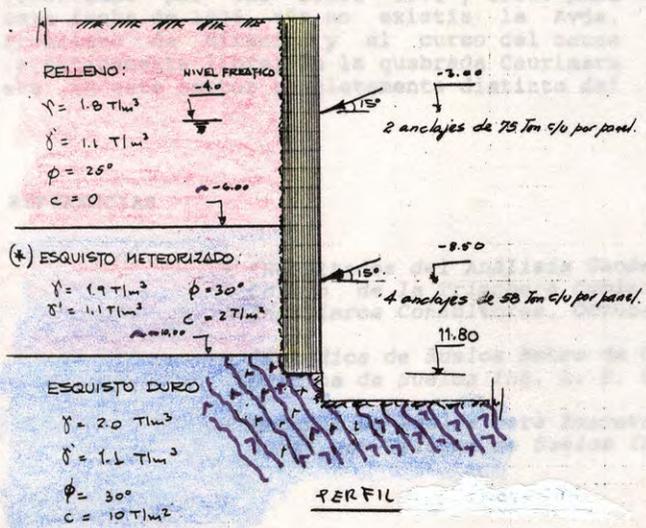
Evidentemente se trató inicialmente de una falla por desequilibrio entre las fuerzas activas y fuerzas resistentes en la dirección vertical (el peso del panel más la componente vertical de la fuerza de anclajes, superó la resistencia al corte por fricción y cohesión en la interfase terreno muro, más la eventual

capacidad de soporte de la roca de apoyo en la base). Una vez desencadenada la falla vertical esta evolucionó en falla pseudo rotacional debido a la rotura de los anclajes con la consecuente pérdida de su función estabilizante y debido al empuje horizontal del terreno ya no equilibrado.

En cuanto a las causas que determinaron el fenómeno, las evidencias observadas después de haber ocurrido la falla demostraron que la situación estratigráfica del subsuelo local se diferenciaba de la supuesta en el proyecto y deducida de los estudios de suelos, toda vez que el primer horizonte de relleno se profundizaba hasta los 10 m, faltando de hecho el horizonte intermedio de esquistos meteorizados dentro del cual se suponía haber excavado una buena parte de los 11 m de altura de los paneles.

Esta situación, en primera aproximación, implicó una disminución en la fuerza resistente disponible, toda vez que a lo alto de 4 m se perdió la supuesta contribución de la cohesión ($2 \text{ t/m}^2 \times 4 \times 5.86 = 47 \text{ t}$) y disminuyó la contribución de la fricción (al bajar el ángulo de fricción movilizable de 30° a 25°) y estas disminuciones de hecho resultaron importantes toda vez que las fuerzas activas en juego eran de orden de magnitud comparables a tales disminuciones. Adicionalmente la situación geoestructural de la roca dura de base, localmente se presentó con una foliación buzando abiertamente hacia la excavación, impidiendo este hecho toda posibilidad de soporte por parte de la base rocosa a las cargas activas verticales (lo cual a nivel de proyecto se había considerado como reserva eventual adicional, no tomada en cuenta a nivel de cálculos).

Como parte de los análisis y cálculos de diagnóstico, se llevó a cabo un estudio de la situación geomorfológica del sector para entender las razones por las cuales el perfil estratimétrico local había resultado ser distinto del inducido por los detallados estudios de suelos realizados en los que, aunque en el sitio de falla no se habían ejecutado perforaciones, se disponía de resultados en áreas bastante próximas sin que de ellos pueda inferirse la anomalía encontrada en los espesores locales del relleno. El análisis geomorfológico del área se basó en la interpretación de fotografías aéreas en pares estereográficos y correspondientes a fechas lo suficientemente alejadas como para seguir la evolución de la



(*) Inexistente en la realidad

SECCION REPRESENTATIVA AL MOMENTO DE LA FALLA

geomorfología del área, responsable obviamente de la situación estratimétrica final.

Concretamente, una vez analizados los planos de topografía actual (hoja L-35 del Plan Caracas a Escala 1:1000 y planimetría del Metro de Caracas) se procedió a recopilar las fotos aéreas disponibles para el área afectada, pudiéndose finalmente disponer de las siguientes:

- Fotos del año 1983: a escala aproximada 1:15000, Misión 0304167, pares estereográficos N°029 y 030.
- Fotos del año 1971: a escala aproximada 1:15000, Misión 030491, pares estereográficos N°054 y 055.
- Fotos del año 1936: a escala aproximada 1:20000, Misión 8, pares estereográficos N°420 y 421.

Las fotos del 1983 mostraron que el área de emplazamiento de la trinchera cubierta Petare era prácticamente igual a la situación inmediatamente precedente al comienzo de las labores de excavación y allí pudo observarse que una quebrada de cierta importancia (Quebrada Caurimare) aportaba desde el norte aguas hacia el Río Guaire, atravesando sucesivamente la autopista (en canal) y luego la Avda. Francisco de Miranda (en embaulamiento), con un alineamiento que para la fecha de la construcción interesaba el extremo oeste de la trinchera cubierta.

Las fotos del 1971 mostraron una situación superficial ya diferente, faltando la autopista, mientras que el curso del cauce de la Quebrada Caurimare coincidía aproximadamente con el del año 1983, interceptando la Avda. Francisco de Miranda a la misma altura.

Las fotos del 1936 finalmente, mostraron una situación muy distinta de las más recientes ilustradas por las fotos 1971 y 1983: para esta fecha de 1936, aún no existía la Avda. Francisco de Miranda y el curso del cauce (prácticamente libre) de la quebrada Caurimare era en este sector completamente distinto del

ilustrado en las fotos 1971 y 1983; este curso bajando desde el norte tenía un recorrido que lo llevaba hacia el sureste, luego al sur y finalmente al nor-oeste para (después de un pronunciado retorno) reencausarse hacia el sur-sur oeste.

Lamentablemente la calidad gráfica de las fotos no permite su eficiente reproducción, pero en el plano anexo se han fielmente recogido las más importantes evidencias de estas fotos y su interrelación con la obra del metro en el lugar de la falla en referencia.

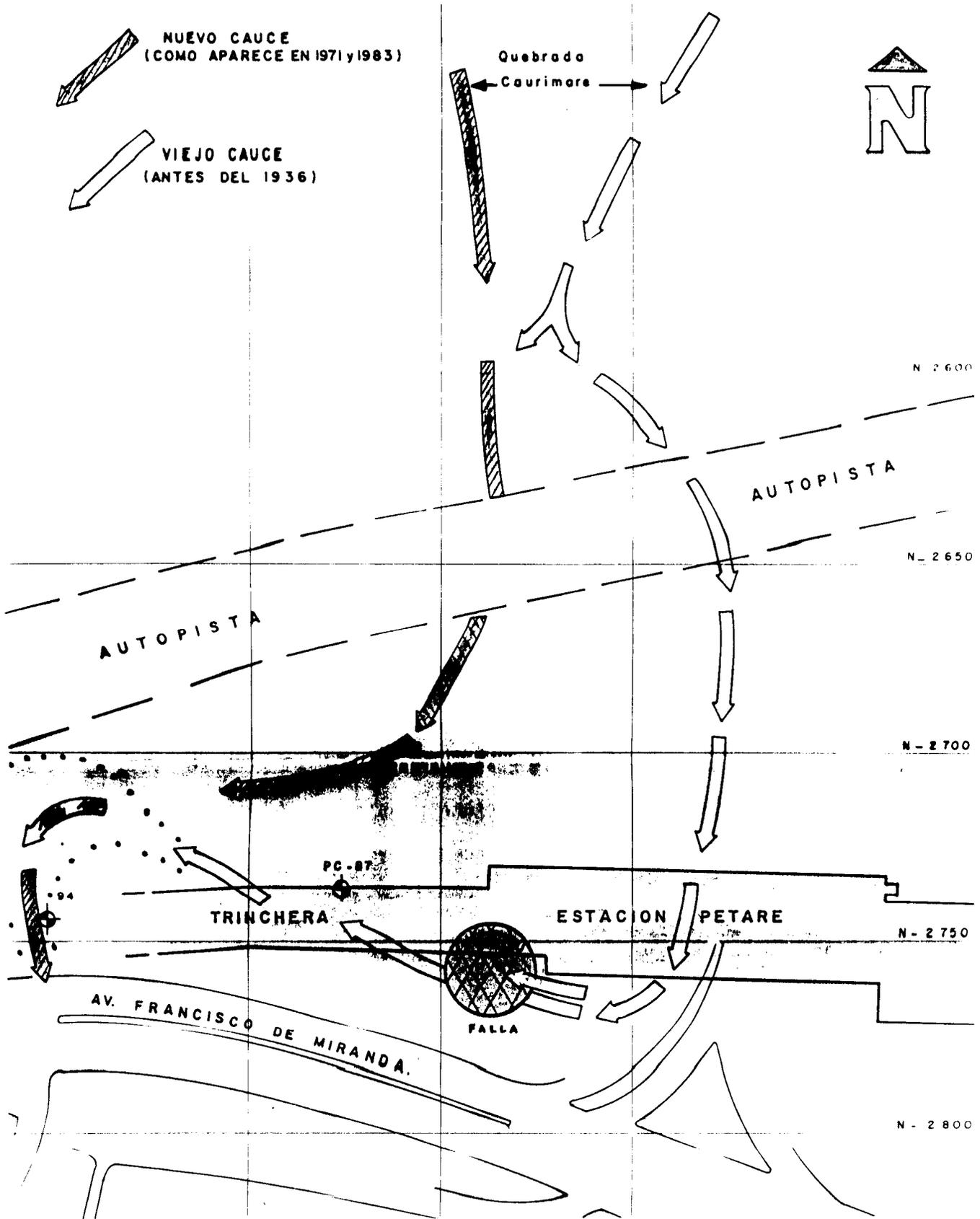
La trinchera cubierta Petare, en correspondencia del lado sur y en el sector ya próximo a la Estación Petare (sitio de ubicación de los paneles de muro colado fallados), se localiza en casi perfecta coincidencia con el viejo y desaparecido tramo (identificado como orientado al noroeste) de la Quebrada Caurimare y tal circunstancia explica claramente las condiciones geológico-geomorfológicas que caracterizaron el accidente en referencia.

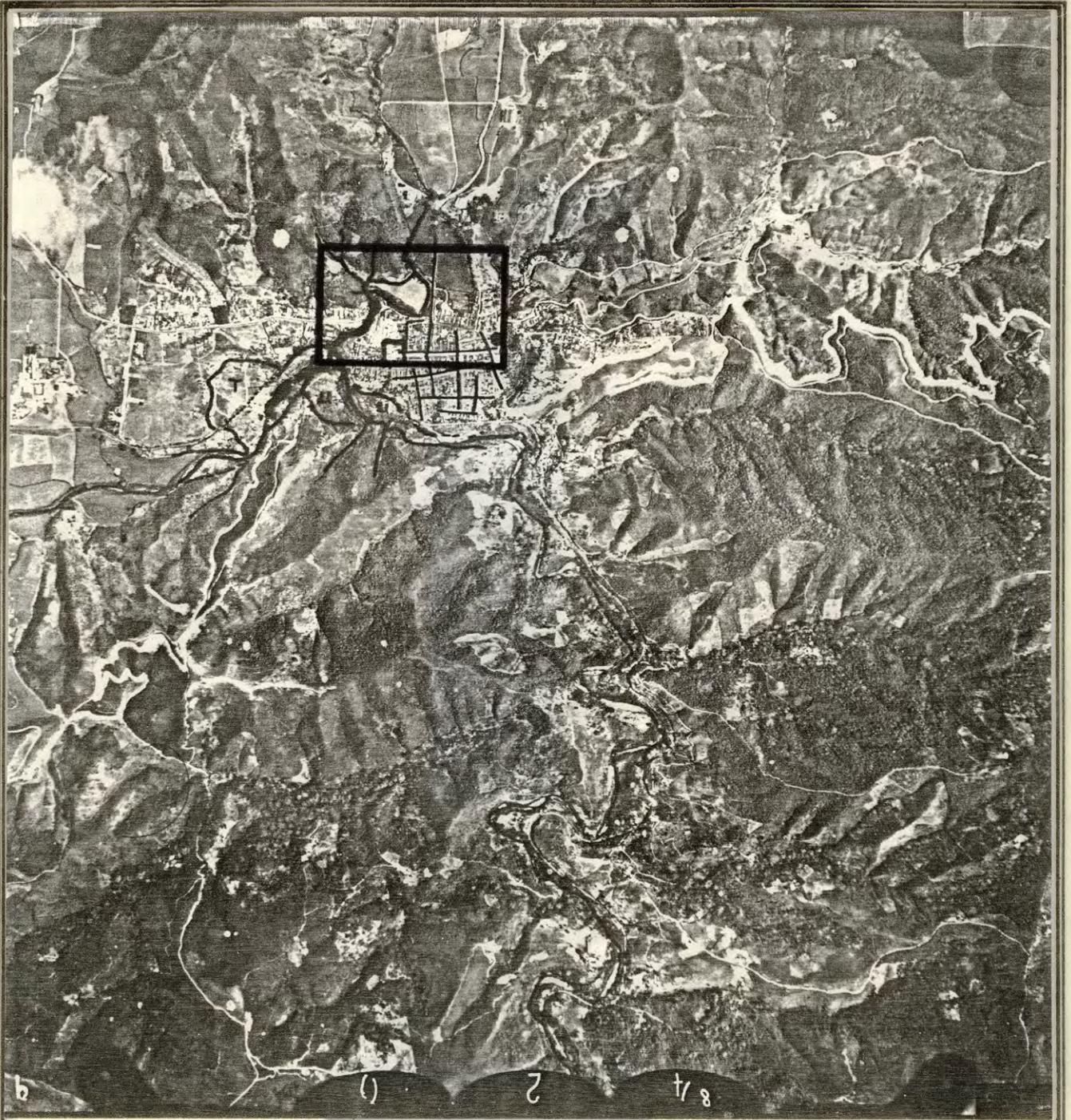
Por otro lado, la perforación más próxima al área de la falla, identificada como Pc-87, estaba ubicada en lo que ya era la rivera norte del cauce antiguo de la Quebrada Caurimare y por lo tanto la misma no pudo detectar los elevados espesores de relleno que vinieron a reemplazar en plano el original cauce de la quebrada; ni mucho menos pudo esta perforación detectar la singularidad y criticidad de una situación creada por la existencia de un antiguo fondo de quebrada.

Este breve relato, para un problema que pudo revestir magnitudes mayores y consecuencias peores, representa un ejemplo típico que evidencia la importancia y conveniencia de complementar los estudios de suelos clásicos, con análisis geológicos y en particular geomorfológicos con los cuales, a un costo realmente bajo en relación con el costo de la exploración directa mediante perforaciones, optimizar el conocimiento de la situación geotécnica de las áreas a ser intervenidas, superficialmente y subsuperficialmente.

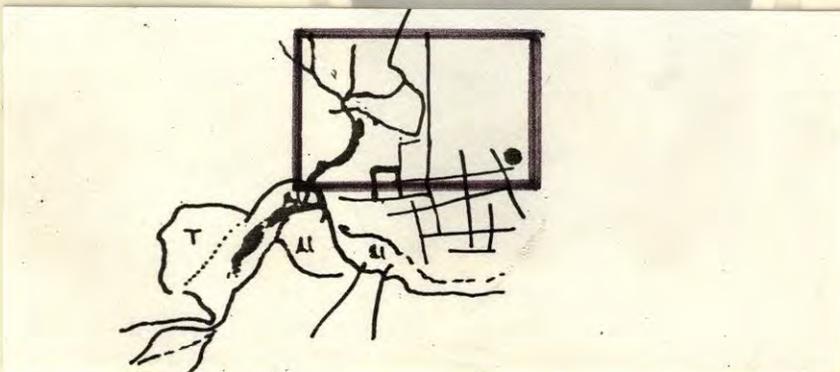
REFERENCIAS

- "Resultados del Análisis Geomecánico relativo a los Paneles (21-26) de Muro Colado de la Trinchera Cubierta Petare del Metro de Caracas" por Geomecánica Ingenieros Consultores, Octubre 1986.
- "Estudios de Suelos Metro de Caracas tramo Chacaíto-Petare Sección CP003" por Oficina de Suelos Ing. L. E. Galavis, Junio 1977.
- Estudio de Suelos para Excavación del Sistema de Sostenimiento Estación Petare" por Oficina de Suelos Ing. L. E. Galavis, Mayo 1986.



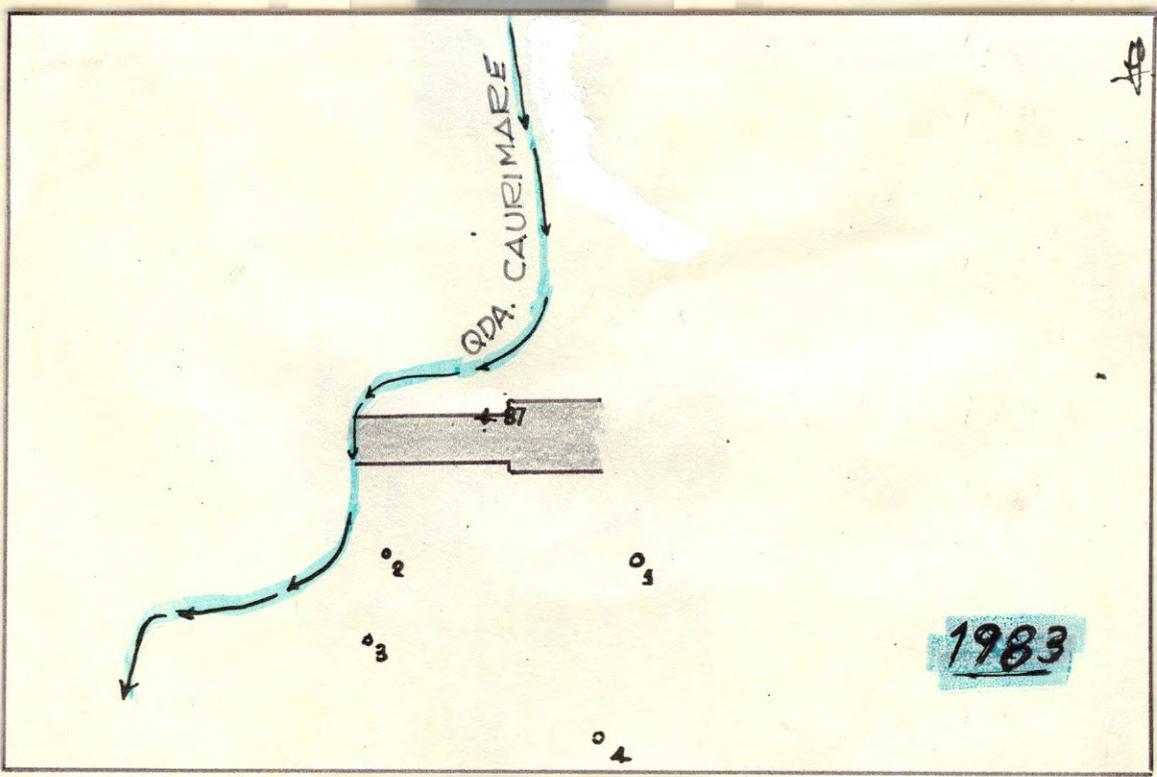
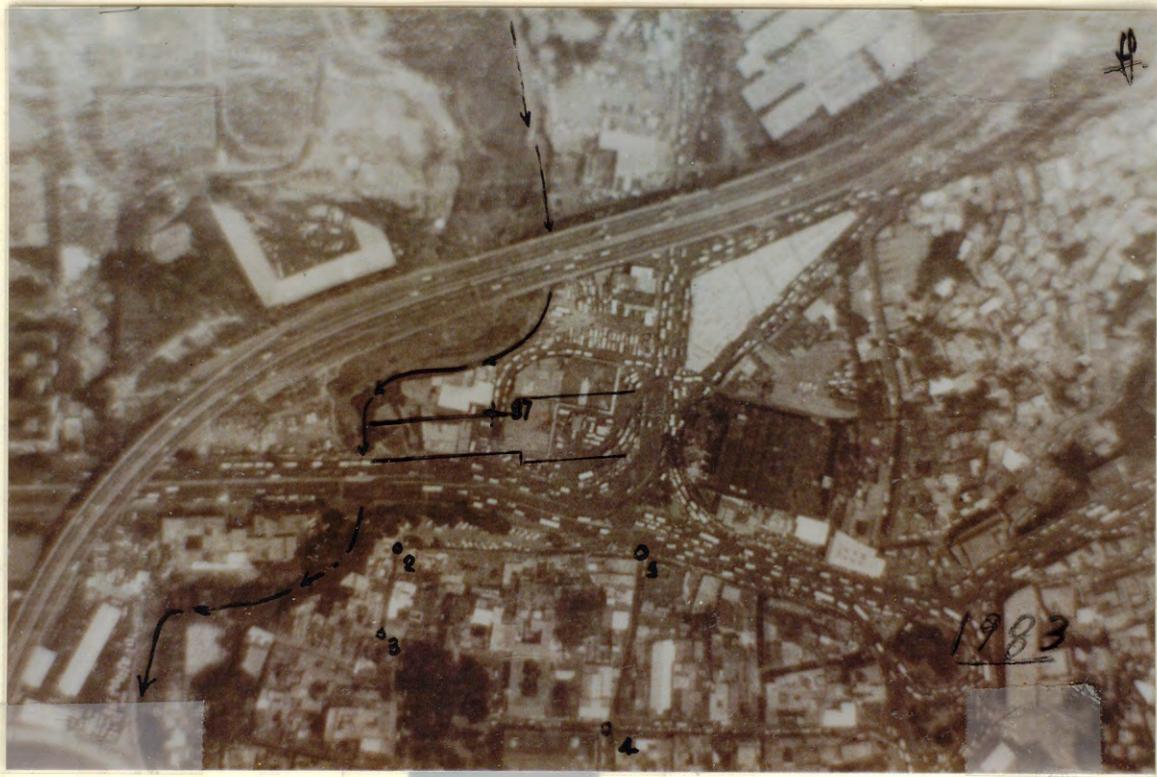


b () 2 4 8

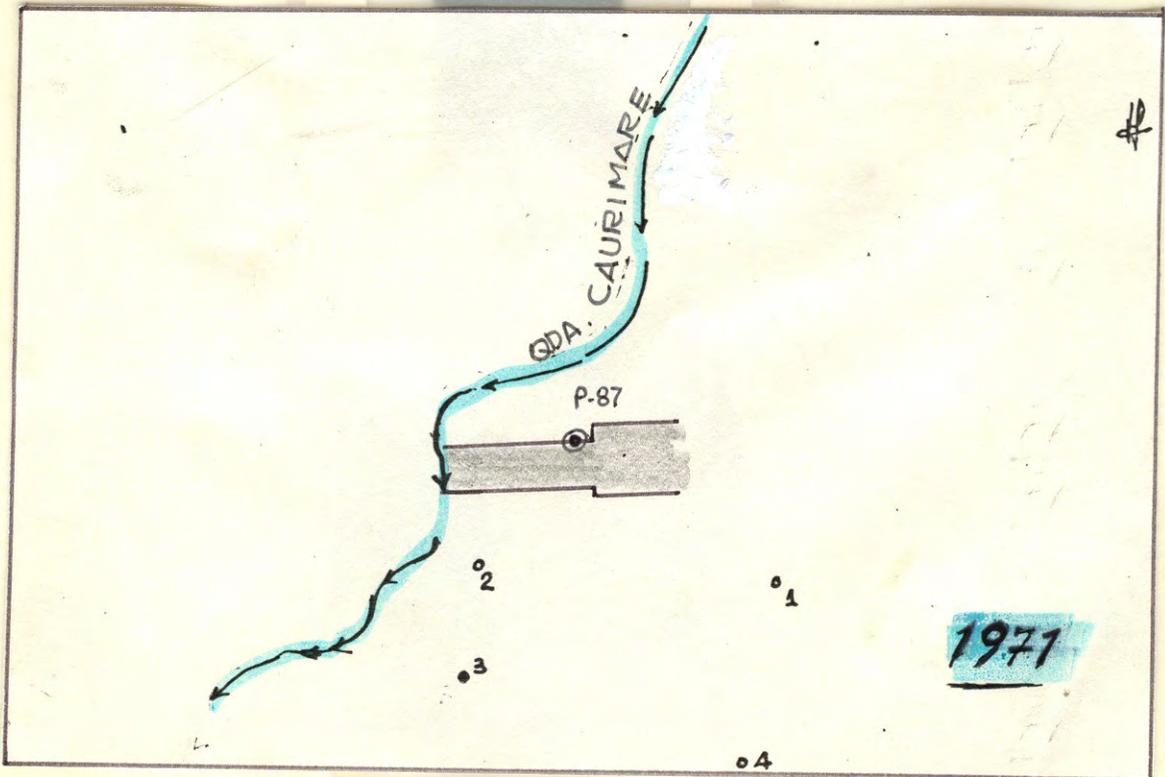
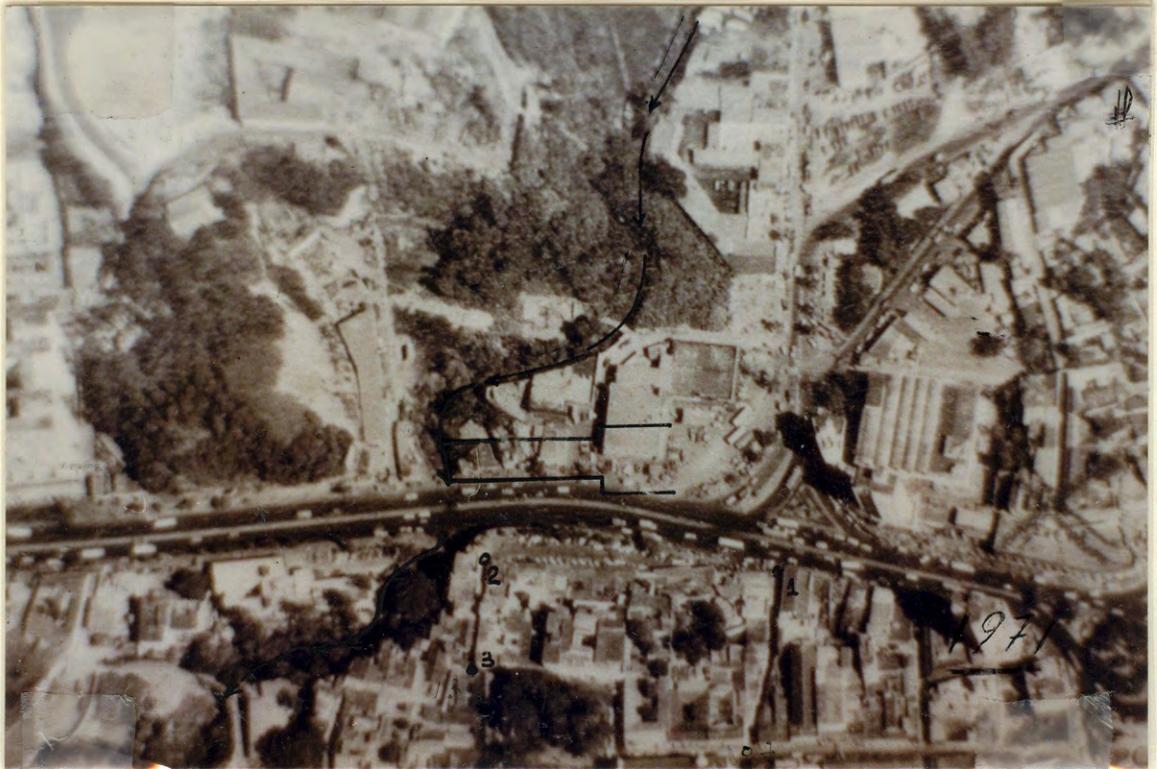


MISION 8
FOTO N° 420
ESC. 1:20.000
AÑO: 1936

REF.	284-50-86	FECHA:	28 / 10 / 86	12 / 30
OBRA:	RESULTADOS DEL ANALISIS GEOMECANICO TRINCHERA CUBIERTA PETARE. METRO CCAS.			



MISION 0304167 PARES N° 029 y 030 (1983)



MISION 030491

PARES N° 054 y 055

(1971)

