

**ESTUDIO SOBRE LA EROSION EN EL CERRO
DE LA POPA, CARTAGENA**

POR
MARINO ARCE HERRERA
GEOLOGO

INFORME No. 1413

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1962

CONTENIDO:

RESUMEN	207
INTRODUCCIÓN	209
GEOLOGÍA	211
EROSIÓN. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS	212
SOLUCIONES	213

R E S U M E N

Se efectúa un estudio sobre las causas de la erosión en el Cerro de La Popa en Cartagena, se pone de relieve la gravedad del problema y se hacen algunas recomendaciones para controlar sus efectos.

Tales recomendaciones pueden resumirse así: construcción de obras que ayuden a disminuir la fuerza de las aguas que bajan por las laderas del cerro; siembra de yerba, rastrojos y árboles que defiendan las laderas; revestimiento del llamado "Salto del Cabrón" con mortero de cemento, destrucción de la vegetación inadecuada y control de la acción de hombres y animales.

INTRODUCCION

Desde hace largo tiempo se han presentado fenómenos de erosión en el Cerro de La Popa, en la ciudad de Cartagena.

En los últimos años estos fenómenos han adquirido proporciones tales, que ponen en peligro el Monasterio y eventualmente la iglesia, situados en la cima del cerro, reliquias de gran valor histórico y atractivo turístico que pueden desaparecer destruídos por la erosión de los terrenos sobre los cuales están edificados.

El Gobierno Nacional, hondamente preocupado por el problema, destacó a fines de marzo de 1962 una comisión del Ministerio de Minas y Petróleos, con la asesoría de funcionarios del Ministerio de Agricultura para estudiarlo y proponer las soluciones que fueren del caso.

El presente informe es el resultado de los estudios realizados por dicha comisión.

G E O L O G I A

La geología del área en general, fue estudiada en 1950 por ROYO Y GÓMEZ, quien sitúa la formación La Popa, cuya localidad tipo es el Cerro del mismo nombre, en el Mioceno Medio y Superior. Sin embargo, H. BÜRCEL, en estudios más recientes, asigna a la formación edad Pliocena y la describe así:

“Plioceno. Los depósitos de este piso constan en su parte baja de arcillas micáceas de color gris oscuro (Arcillas de la Popa), y en su parte alta, de calizas arrecifales (Calizas de la Popa). Entre estos dos estratos no hay un límite, más bien existe una transición gradual de las arcillas hacia las calizas. El sitio donde se puede observar esta transición de la mejor manera es La Popa en Cartagena, el *locus typicus* de estas formaciones. Allí observamos de arriba hacia abajo.

Nivel e) Caliza maciza de arrecifes coralinos.

Nivel d) Caliza porosa arrecifal.

Nivel c) Caliche amarillo con bloques de arrecifes coralinos.

Nivel b) Arcillas arenosas con bloques y grumos de calizas arrecifales.

Nivel a) Arcillas micáceas gris oscuras, con yeso.

El espesor total de esta serie Pliocena es de 150 m.

El nivel a) está bien expuesto solamente al pie de La Popa. Allí las arcillas relativamente puras contienen una microfauna pobre, de la cual determinamos:

Nonion scaphum (FICHTEL & MOLL).

+ Elphidium brooklynense SHUPAK.

+ Virgulina aff. squamosa D'ORBIGNY.

Bolivina advena ornata CUSHMAN.

Pyrgo bulloides (D'ORBIGNY).

Globigerina trilocularis D'ORBIGNY.

+ Streblus turgidus HOFKER.

Radiolarios.

Otolitos.

Gasterópodos juveniles.

Apéndices de crustáceos.

Las especies marcadas con una cruz hablan en favor de una edad post-miocena.

El nivel b) de arcillas arenosas con grumos y bloques de calizas arrecifales está expuesto con frecuencia al sureste de Cartagena alrededor del Club Campestre y se extiende aparentemente por toda la planicie al este de Mamonal, Pasacaballo y Leticia. Los cristales de yeso que se hallan en esta región con cierta frecuencia, provienen de dicho nivel o de la parte alta del nivel a), entre los cuales no hay un límite preciso. En el nivel b) los foraminíferos son relativamente raros y corresponden a la fauna

citada al pie de La Popa. Los fotogeólogos del Instituto Geológico Nacional suponen que las arcillas de la Isla de Tierra Bomba y de la Isla de Barú pertenecen a este nivel, pero aún carecemos de una prueba definitiva.

Los niveles arcillosos a) y b) ocupan las depresiones morfológicas mientras que los niveles más altos del Plioceno son más resistentes contra la erosión y forman colinas llamativas, las cuales están muy bien representadas en La Popa.

El Plioceno reposa aparentemente con disconformidad angular sobre el Mioceno plegado. Sin embargo, el Plioceno también está ligeramente dislocado por fallas y forma ondulaciones. En La Popa, el Plioceno tiene un buzamiento de 6° hacia NW..."

EROSION. ANALISIS DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

El fenómeno de la erosión en el Cerro de La Popa, no es cosa nueva. Sin embargo, se ha hecho más notorio debido a que su avance ha minado las bases del convento y puesto en peligro su estabilidad. La rata de erosión se ha intensificado también, debido a factores coadyuvantes como son la destrucción de la vegetación en las laderas del cerro, la acción de hombres y animales, arborización inadecuada, etc.

Analizando cada uno de estos factores se encuentra:

DESTRUCCION DE VEGETACION

Al destruir la vegetación que protege las vertientes del cerro, se ha dejado la superficie deleznable en contacto directo con los agentes de erosión principales, como son el agua y el viento. La primera durante las lluvias torrenciales y frecuentes en Cartagena, baja por las pendientes en abundancia y a gran velocidad, colectando considerable cantidad de sedimentos, casi todos procedentes de las áreas *desprovistas de vegetación* y se recoge en los cañones ya profundos cavados por las mismas aguas, ahora cargadas de sedimentos, que aumentan su poder erosivo y que, a su vez, producen nueva profundización de esos canales y su avance cerro arriba.

Este fenómeno, aunque en proporciones inferiores, se repite con las lluvias de menor intensidad durante toda la época lluviosa.

Por su parte, el viento es un agente de importancia en el arrastre de las partículas que se aflojan de la superficie sin defensa vegetal por las diferentes causas de desintegración y descomposición.

ACCION DE HOMBRES Y ANIMALES

Los habitantes de los barrios construidos al pie del cerro y sus vecindades, juegan un papel importante en la actividad erosiva. En primer lugar, sea por ignorancia, por falta de la debida vigilancia, por imprevisión o por cualquier otra causa, estas personas contribuyen a destruir la vegetación de las faldas del cerro. Por otra parte, ellos y los animales domésticos al hacer sus caminos para movilizarse de un lugar a otro por la ruta más corta, o hacia la cumbre del cerro, inician las primeras

vías para el encauzamiento de las aguas, que con el tiempo van a convertirse en los profundos cañones que cortan las laderas de abajo hacia arriba.

Los animales salvajes como los lagartos y otros reptiles, hacen sus cuevas en las laderas facilitando el acceso a los agentes atmosféricos y constituyéndose así en factores activos de erosión.

Al construir la carretera que conduce a la cima del cerro, se dejaron taludes altos e indefensos y en ellos ha avanzado la erosión en forma considerable. También las cunetas se han ido profundizando hasta el punto de que en ciertos sectores se han convertido en cañadas profundas que son un peligro no sólo para los vehículos que transitan por la carretera, sino para la estabilidad de ellas y eventualmente del cerro mismo.

ARBORIZACION INADECUADA

Parte de la vegetación del cerro está formada por árboles de "mataratón". Este árbol, con grandes cualidades por su vitalidad, frescura, hermosura y resistencia, es inadecuado para control de la erosión, ya que sus raíces se extienden superficialmente, se introducen en las pequeñas grietas de las rocas y al robustecerse las amplían constituyéndose en agentes poderosos de desintegración.

Este aspecto es especialmente grave en la parte alta del cerro donde afloran las calizas que están siendo destruidas en la forma descrita y donde aun los mismos cimientos del antiguo monasterio han sido afectados.

ASENTAMIENTOS

La penetración y circulación de agua en las calizas, debida principalmente a infiltración de aguas lluvias y quizá algo de las almacenadas en los tanques subterráneos que se encuentran en la cima del cerro, bajo los patios del monasterio, han producido parcial solución de las calizas y como consecuencia, pequeños asentamientos que se traducen en grietas en los muros de la edificación. Aparentemente esta solución y asentamientos no han adquirido proporciones mayores que puedan por el momento poner en peligro la estabilidad de los edificios, pero es necesario tenerlos en cuenta para prevenir su intensificación y consecuencias futuras.

SOLUCIONES

Los trabajos que deben efectuarse son de dos clases:

- a) Trabajos de corrección y reparación de los daños causados por la erosión, y
- b) Prevención de nuevos daños por la misma causa.

A continuación se indican las obras que se consideran más aconsejables en el caso presente, para llenar esa doble finalidad.

La erosión ha avanzado más intensa y espectacularmente en la parte sureste del cerro conocida como el "Salto del Cabrón" donde ella actúa desde el pie del cerro hacia la cima formando cañones profundos de paredes muy pendientes y sección en V, como se puede apreciar en el plano adjunto. La reparación de estos daños es muy difícil y sólo se puede corregir en parte y controlar el avance por medio de obras tendientes a disminuir la velocidad del agua y por consiguiente, su poder erosivo y provocar el depósito de los sedimentos que haya podido recoger, en lugares adecuados.

Para ello se recomienda la construcción de una serie de pequeñas presas a través de los cañones que se ven en el mapa adjunto número 1, distribuidas de la manera como se indica en los perfiles números 1-1, 2-2 y 3-3. Estas defensas pueden estar constituidas por cercas de madera (mangle) en la forma como se detalla en la figura número 1. En la base de la cerca deben colocarse piedras hasta una altura de unos 30 centímetros formando una especie de dique para disminuir la velocidad de las aguas.

Estas obras deben complementarse con la siembra de vegetación herbácea, tanto en el fondo como en las paredes de los cañones, para prevenir la continuación del trabajo erosivo de las aguas.

Sin duda, el mayor peligro lo constituye la erosión en el escarpe de la parte alta del cerro hacia el Sur, donde el avance ha puesto en peligro la estabilidad del convento. La corrección de los daños ocasionados y prevención de los futuros que puedan ocasionarse, supone obras costosas y de difícil ejecución.

Como medida inmediata se debe revestir la totalidad del escarpe con concreto, arrojado a presión, previa la calzada de las cuevas que se han formado y la remoción de la parte superficial meteorizada. El calce de las cuevas se puede hacer con ladrillos de buena calidad, no huecos, o con bloques de concreto.

En cuanto al revestimiento del escarpe, debe hacerse con maquinaria apropiada y por alguna firma especializada en esta clase de trabajos.

La superficie por revestir es de unos 650 a 700 metros cuadrados.

Para complementar la obra anterior, es conveniente practicar en la terraza o patio que da al "Salto del Cabrón", unas inyecciones de concreto (grouting) a presión por medio de perforaciones, a fin de llenar las fracturas y canales de solución que se hayan presentado. Las perforaciones no deben ser de profundidad inferior a 30 metros.

Este trabajo debe ser ejecutado también por una firma especializada. El número y disposición de las perforaciones serán indicados por la primera que se ejecute, que será de carácter exploratorio y dependerán del estado de la roca, distribución y tamaño de las fracturas, etc.

En el lado noreste, es preciso remediar los daños causados por la carretera, para lo cual se recomienda la defensa de los taludes por medio de vegetación herbácea, la reconstrucción de las cunetas rellenando los zanjones cavados en ellas por la erosión y para prevenir nuevos daños, su revestimiento en concreto. Las cunetas deben mantenerse rigurosamente limpias. Simultáneamente, debe procederse a la total destrucción de los matarratones para reemplazarlos por árboles de raíces profundas que sin causar los daños que ellos producen, ayuden a controlar la velo-

cidad de las aguas, detener los sedimentos y en un caso dado, prevenir en parte los deslizamientos.

Todo el cerro debe revestirse con plantas herbáceas que protejan su superficie y sobre todo, plantar cuanto antes las partes que actualmente carecen de ellas.

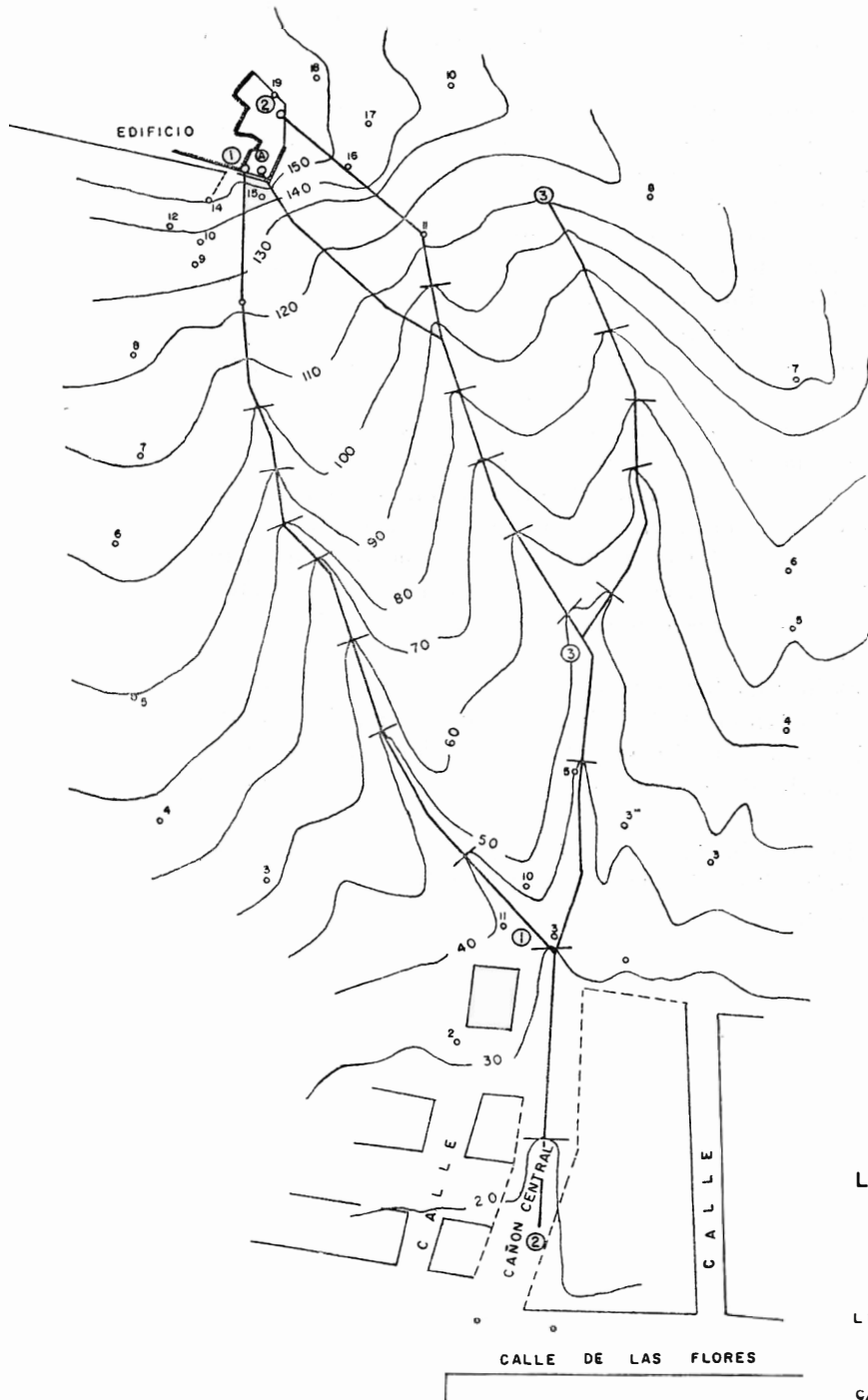
La vegetación actual no parece ser la más adecuada, ya que no resiste muy bien las sequías y previo cuidadoso estudio, por parte del personal técnico del Ministerio de Agricultura, debe procederse a reemplazarse por otra que se adapte mejor a las condiciones del suelo y clima.

Fuera de esta clase, es conveniente plantar también vegetación arbustiva o de rastrojo para complementar la acción protectora de la yerba y terminar con una arborización que al mismo tiempo que la protección del cerro, tenga una función ornamental.

Es preciso mantener un control permanente sobre algunas explotaciones de materiales rocosos que se efectúan hacia la parte sur del cerro, con el fin de no permitir su avance cuando se observe que van a causar perjuicios. Para prevenir la destrucción de la vegetación también es conveniente desde todo punto de vista, una estricta vigilancia sobre los habitantes de las vecindades, quienes ya sea por proveerse de leña o por el tránsito constante por los senderos existentes, o los nuevos que puedan construir, contribuyen en forma directa o indirecta a la erosión. Asimismo, los animales, tanto domésticos como salvajes, deben ser desterrados de las laderas del cerro.

Algunas obras más localizadas son: En los sitios donde las raíces de los matarratones han penetrado en los cimientos del convento, es necesario inyectar concreto en las fracturas y al mismo tiempo, destruir los árboles desde la raíz, a fin de reconstruir el cimiento y evitar nuevas averías.

El mismo tratamiento debe hacerse donde las raíces han penetrado en las calizas, en la parte alta del cerro, fracturándolas y exponiéndolas a la destrucción completa.



CERRO DE LA POPA
 EXTREMO SUR ... SECTOR
 LLAMADO "SALTO DEL CABRON"

PLANO TOPOGRAFICO

LEV: GILBERTO ALVARES M.
 GUSTABO TORRES

C/geno Diciembre /61 Dibujo G. Leño

ESTUDIO SOBRE LA EROSION EN EL
CERRO DE LA POPA

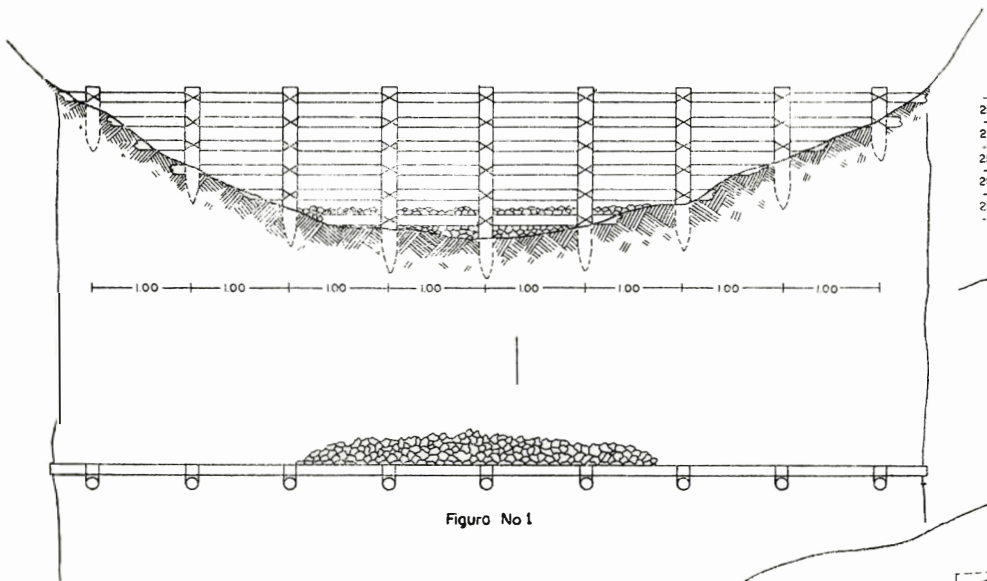
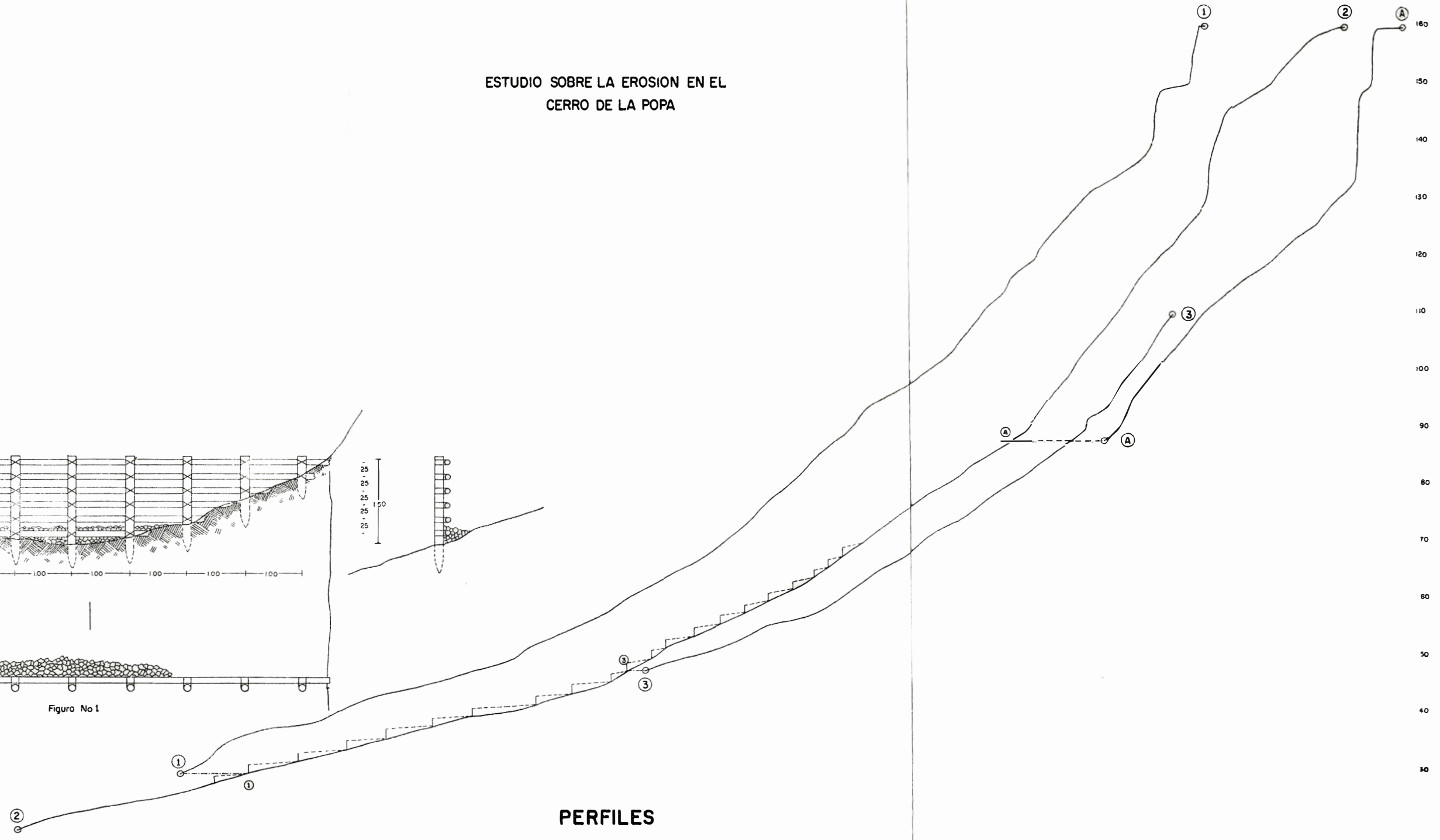


Figura No 1



PERFILES