

II- RIO PANICA.

Este río pasa al norte y desemboca muy cerca de la población de Tambor (Fig 1). Es un río de bajo gradiente, que corta serranías bajas de poca pendiente ($<30^\circ$). Esto hizo que las pendientes o laderas del río se hayan mantenido estables, aunque en su mayoría están deforestadas, y no se produjeron represamientos. Lo anterior, aunado al hecho de que su cauce es relativamente amplio en casi todo su recorrido, y que su dique natural tenga de 2-2.5m sobre el nivel normal de las aguas aún en las partes más planas de su trayectoria, contribuyeron a que no se desbordara. Únicamente se dieron desbordamientos pero de mínima importancia, en las tierras bajas cerca de la desembocadura, donde el agua apenas superó la altura del dique natural del río.

No obstante, una casa construida sobre el relleno de una zona de manglar cerca de la boca del Río Pánica, el cual incluso se introduce parcialmente en el cauce, corre peligro de ser arrasada por una eventual creciente del río. El peligro consiste en que el relleno no está debidamente protegido, y está sujeto a la erosión del río al interferir en su cauce natural.

III- RIO GUARIAL.

El Río Guarial corre de NW a SE, pasando por el sector norte de la población de Paquera, justamente al lado de una de las calles principales (Fig 3). Es un río de alto gradiente que cambia bruscamente de pendiente al llegar a las tierras bajas, unos 5km al NW de Paquera.

Las laderas de este río han sido intensamente deforestadas aún en las partes altas de su cause (antes del cambio de pendiente mencionado), y además han sido quemadas para dedicarlas al pastoreo, lo que hace más grave el asunto. Se les usa para el pastoreo, aunque en su mayor parte son demasiado empinadas (próximas o mayores a los 45°) para este o cualquier otro propósito. Estos factores influyeron sobremanera para que casi todas estas laderas, en especial las de valles que sirven de drenaje solo en invierno, sufrieran el desprendimiento del suelo residual. Los desprendimientos fueron encausados y fluyeron en forma de avalancha por estos drenajes, y los más grandes de ellos, en conjunto con los troncos y árboles enteros que se desprendieron de algunas laderas boscosas de muy alta pendiente (>50°), produjeron represamientos efímeros en el drenaje principal. Se pudieron observar al menos dos grandes represamientos en la parte alta del cause, poco antes del cambio de pendiente. Los represamientos fueron arrastrados uno tras otro formando en conjunto una enorme avalancha que se dispersó y expandió por todo el valle una vez que sobrepasó el punto de cambio de pendiente. En algunos

sectores del río, los deslizamientos fueron favorecidos por buzamientos de las rocas sedimentarias hacia el cause.

En las cercanías de Paquera, en la margen derecha del río, hay unos cerritos pequeños, que hicieron que parte de la avenida se desviara hacia el Río La Lucha, provocando el desbordamiento de este último en los sectores oeste y sur de Paquera. El Río Guarial logró encausar el resto de la avenida, desbordándose solo levemente en el centro de la población. Hacia la desembocadura, el desbordamiento fue de mayor importancia debido a que el río fue hace años desviado, mediante dragado, de su cause natural, sin que se haya construido un dique en el punto de inflección, por lo que en esta ocasión, el río siguió por su antiguo cause casi sin ningún obstáculo, afectando una serie de casas ubicadas al lado de su cause abandonado, y a las salinas.

IV- RIOS LA LUCHA. PAQUERA Y SAN RAFAEL.

El Río La Lucha corre de W a E y atravieza los sectores oeste y sur de Paquera (Fig.3). Como se dijo antes, este se desbordó pues parte de la avenida del Guarial se dirigió hacia su cause, afectando los sectores ya mencionados de Paquera, sin causar daños de importancia. Este río luego de pasar la población toma el nombre de Río Paquera, y afectó algunos caseríos al este de la población, hacia la desembocadura, cerca de su confluencia con el Río San Rafael,

sin causar tampoco graves daños, excepto en algunos cultivos de papaya.

El Río San Rafael se une al Paquera más o menos a 1.5km de la desembocadura. Cerca de su confluencia, el Río San Rafael arrasó las tablas de un puente de más o menos 1m de altura sobre el nivel normal de las aguas, y subió 1m sobre el nivel del puente (según vecinos), afectando seriamente a una casa ubicada a escasos 25m de la ribera, de donde tuvo que ser desalojado un anciano. También se desbordó en las cercanías de la población de San Rafael, donde se da el cambio brusco en el gradiente. Allí, solamente alcanzó zonas alejadas como máximo a 75m de su cause, y no afectó ninguna de las casas del lugar.

V- RIO GRANDE.

El Río Grande pasa por las poblaciones de Dulce Nombre y Río Grande, al NW de Paquera (Fig. 2). Este es también un río de alto gradiente, con un cambio brusco de pendiente que se da cerca de la población de Dulce Nombre. Su desbordamiento se debió a las mismas causas que produjeron el del Guarial, a saber, el desprendimiento del suelo residual como consecuencia de la deforestación y quema de laderas de alta pendiente (próximas o superiores a los 45°), especialmente en las partes altas del cause (antes del cambio de gradiente que se da en Dulce Nombre), y de unas cuantas

laderas boscosas de muy alta pendiente ($>50^\circ$), produciendo represamientos efimeros. Sin embargo, en el Río Grande la avenida fue de mayores proporciones que en el Guarial, pues su cuenca de drenaje es mayor, y participaron afluentes de gran tamaño. Se pudieron observar tres puntos donde se dieron represamientos entre Dulce Nombre y la cascada que se situa aproximadamente a 1km de esta población, y otros tres entre la cascada referida y la confluencia del Río Grandre con su afluente la Quebrada Sonzapote. El desbordamiento se inició a la altura de Dulce Nombre, donde se da el cambio de gradiente y la reunión con unos de sus principales afluentes. Este río afectó extensas zonas de cultivo de papaya y sandía que pertenecen a parceleros del IDA, mucho mayores que las que afectó el Guarial.

En algunos segmentos de este río, los deslizamientos se vieron favorecidos por un buzamiento de más de 20° hacia el cauce, y a la presencia de capas arcillosas que se intrestratifican con areniscas.

En Dulce Nombre la avenida arrasó totalmente una casa y produjo daños en más o menos una decena más. La población de Río Grande, no se vió casi afectada pues la avenida se desvió hacia la Quebrada Congos.

VI- QUEBRADA CONGOS.

Esta quebrada corre de SW a NE y se encuentra al sur de la población de Río Grande (Fig.2). Ella, al igual que el Río La Lucha, no se desbordó por si misma, sino que fue alcanzada por la avenida del Río Grande, y afectó seriamente el puente que la cruza y que sirve de vía de comunicación con Paquera, así como los cultivos en sus riberas, propiedad de parceleros del IDA.

VII- RIO GIGANTE.

Este se encuentra a unos 4km al norte de Río Grande (Fig.2), y las cusas de su desbordamiento son exactamente las mismas que en el Guarial y el Grande.

No afectó directamente a ninguna casa, pero una avalancha encausada por uno de los drenajes intermitentes de invierno, afectó una casa en construcción cerca del Sitio Pilas. La avenida en sí, solo afectó potreros.

VIII- CARRETERA TAMBOR-PAQUERA.

Esta carretera se muestra en la Fig. 3, pero es necesario aclarar que en el mapa solo aparece su trazado antiguo, el cual ya no está en funcionamiento en algunos sectores, debido a la creación de la Reserva de Vida

Silvestre Curú. Por el motivo anterior, se hizo un trazado tentativo de su actual ubicación.

En todo el trayecto es evidente la deforestación de las laderas de los cerros, casi todas de alta pendiente. Esto causó desprendimientos del suelo residual en casi todas las laderas próximas o mayores a los 45°, especialmente en las cabeceras y laderas de los drenajes (la mayoría de los cuales solo funcionan en invierno). Tales deslizamientos produjeron represamientos efímeros que luego se convirtieron en avalanchas, y al llegar al punto del cambio de pendiente, se dispersaron por las tierras bajas afectando principalmente los potreros y a la carretera.

En las bases de las alcantarillas que encausan las quebradas que la carretera cruza, se produjo un intenso socavamiento, dando como consecuencia el hundimiento de la calle.

IX- CARRETERA PAQUERA-EMBARCADERO (Fig.3).

Se dió el mismo fenómeno que en la carretera Tambor-Paquera, pero aquí, una de las avalanchas arrasó una casa cerca del embarcadero, y otra fue puesta en peligro por el mismo motivo en el mismo sector.

X- ZONIFICACION DE AREAS SUCEPTIBLES A SER INUNDADAS.

Para llevar a cabo esta zonificación (Figs. 1, 2 y 3), se tomaron en cuenta varios aspectos, algunos de los cuales, aunque individualmente no son causantes directos de las inundaciones, si actuaron en conjunción con la intensa lluvia que se prolongó durante 6 días, para que estas se dieran. Estos aspectos son:

1- El **gradiente del río:** se considera específicamente en las situaciones en que se da un cambio brusco del mismo, como ocurre en todos los casos de ríos que dieron problemas de desbordamientos (Ríos Guarial, Grande y Gigante).

2- La **topografía atravesada:** se considera en el tanto por cuanto, ella determina en gran medida la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas que dan al cauce del río.

3- La **profundidad y amplitud del valle:** estos aspectos van a determinar el caudal que el río es capaz de evacuar, sin que se den desbordamientos, así como su susceptibilidad a que se formen represamientos como consecuencia del desprendimiento del suelo de las laderas del cauce, especialmente en las secciones más estrechos del mismo.

4- La **condición de las laderas y el uso que se les da en las partes altas del cauce** (antes

del cambio brusco de gradiente) es de suma importancia para la estabilidad de las mismas. Esto se puede comprobar en forma dramática simplemente comparando las zonas boscosas con las que han sido deforestadas, para dedicarlas principalmente al pastoreo, haciendo en la mayoría de los casos un uso excesivo de lo quema para eliminar la maleza. Al hacer la comparación se ve que casi todas las laderas deforestadas, con pendientes próximas o superiores a los 45° (de 35° a 60°) sufrieron desprendimiento del suelo residual, mientras que cuando hay bosque, solo se dieron desprendimientos de suelo en laderas con pendientes entre los 50° y 60° , que son una minoría, pues predominan las pendientes de 35° a 45° .

Los mayores desprendimientos se dieron en las cabeceras de pequeños drenajes que solo funcionan intermitentemente en invierno, y que tienen las pendientes más altas. Cuando estos desprendimientos de suelo se dan, producen como consecuencia represamientos efímeros en las partes más cerradas de los cauces fluviales, los cuales no tardan en ser arrasados como producto de la fluidificación que sufren los materiales y el empuje de las

aguas acumuladas. El resultado es una avenida que al llegar al punto donde se da el cambio brusco de pendiente, se dispersa depositando en primer término, gran cantidad de bloques, troncos y lodo. Al alejarnos de este punto, los depósitos se van haciendo paulatinamente de grano más fino y de menor espesor, conforme el flujo va perdiendo capacidad de carga.

5- El buzamiento de las rocas sedimentarias: este es también un factor importante para la estabilidad de las laderas, si se considera el ángulo del mismo, la existencia de capas arcillosas interestratificadas, y especialmente si está dirigido hacia el cause. Estos factores se juntan en muy pocas secciones de los ríos que se desbordaron. Por estas razones, este factor no se considera determinante en la formación de los represamientos efímeros, aunque sí tuvieron gran importancia en los deslizamientos de cortes de la carretera entre las poblaciones de Río Grande y Gigante.

6- El nivel alcanzado por las aguas: este fue el factor determinante para la zonificación, aunque el mismo está en función de la precipitación total y de los 5 aspectos

anteriores.

7- El tipo de flujo: es importante para diferenciar las áreas inundadas por las grandes avenidas, de aquellas que se vieron afectadas principalmente por flujos de lodo, encausados por drenajes intermitentes de invierno y pequeñas quebradas, como consecuencia del desprendimiento del suelo de sus cabeceras y laderas y su fluidificación posterior.

Los aspectos de la ciclicidad histórica de precipitaciones similares o mayores a la ocurrida, la posible coincidencia de sismos que expliquen la aparente contemporaneidad de las avenidas, aunque son importantes para el desarrollo histórico y futuro de la zona, así como para la comprensión de este tipo de fenómeno como parte del ciclo natural de la evolución de un río, tendrán que ser tratados en un futuro trabajo, dada la premura que involucra una explicación plausible de las causas del desastre en este caso en específico, especialmente para los habitantes de la zona. Con los puntos arriba explicados, y que ya han sido tratados en otros apartados de este mismo informe, las causas para el presente caso quedan bastante claras.

Tomando en consideración todos estos aspectos, se llegó a la designación de tres zonas (Figs. 1,2 y 3), que se describen a continuación:

A- ZONA AMARILLA: incluye áreas en que el nivel del agua alcanzó entre los 10 y 15cm, dejando depósitos lodosos y arcillosos de poca cuantía. En estas áreas el agua no penetró en las casas, excepto en algunas pocas depresiones locales en las que el agua alcanzó hasta 50cm. En su mayoría estas áreas, excepto las aledañas a la costa en los alrededores de Tambor (Fig.1), no son afectadas por las inundaciones periódicas de invierno, que se dan especialmente cuando las avenidas coinciden con la marea alta. Salvo el caso ya expuesto arriba de los alrededores de Tambor, que son afectadas periódicamente en invierno, el resto, solo se verán afectadas cuando se den eventos de similar magnitud.

B- ZONA ROJA: áreas en donde el agua alcanzó más de 15cm, generalmente más de 50cm, afectadas directamente por las avenidas de los drenajes principales, que dejaron depósitos de bloques, troncos y limo arenoso (de hasta 3m de altura) en las partes cercanas al punto del cambio brusco del gradiente, y limo-arenosos (de 60cm o menos) en las partes más alejadas, con toda una extensa zona de transición entre ambos extremos. Estas áreas son las más propensas a ser afectadas en eventos de magnitud similar o mayor, o un tanto menor. Sin embargo, muchas de ellas, tal vez las más extensas (Dulce Nombre, Río Grande, las afectadas por el Río Guarial antes de llegar a Paquera y las aledañas al Sitio Pilas junto al Río Gigante), no han sido afectadas al menos en los últimos 40 años, según manifestaciones de los pobladores,

que no recuerdan un evento de tal embergadura. Considerando lo acabado de relatar, se le debe dar mayor atención en caso de temporales menos prolongados (una vez cumplidas las recomendaciones expuestas más adelante), a las áreas en rojo situadas en las tierras más bajas, tales como:

- las cercanas a Paquera, por donde están las salinas,
- las cercanas a la confluencia de los Ríos Paquera y San Rafael,
- así como el área de las salinas en las proximidades de los Ríos Grande y Gigante.

C- ZONA ROSADA: principalmente afectada por flujos de lodo encausados por drenajes intermitentes de invierno y pequeñas quebradas.

CONCLUSIONES.

Como es evidente, el factor más importante que contribuyó al desbordamiento de los ríos y quebradas, aparte de la intensa lluvia por varios días, fue la deforestación y quema de las laderas en las partes altas de los causes, donde predominan las altas pendientes (próximas o superiores a los 45°), lo cual deja un suelo inestable que se desliza fácilmente, formando represamientos efímeros.

Cerca de Paquera, hacia el lado de las salinas, el

principal factor fue el inadecuado desvío mediante dragado del Río Guarial, sin haber construido una protección adecuada en el punto de inflección.

RECOMENDACIONES.

En lo concerniente al Cerro Tambor, se recomienda la estabilización pronta de la pendiente del cerro mediante la confección de bermas, para que las familias evacuadas puedan volver cuanto antes a habitar sus casas, y el problema deje así de persistir.

El diseño de las bermas debe ser, en el mejor de los casos, realizado por un geotecnista.

Los desbordamientos de los ríos y quebradas requieren de una labor preventiva, que consta principalmente de la reforestación de las partes altas de los causes (antes del cambio de gradiente), para evitar los desprendimientos de suelo residual, y por consiguiente los represamientos efímeros. También se recomienda la profundización y ampliación del cause de los ríos Guarial, Grande y Gigante, especialmente en los lugares donde ocurre el cambio brusco de pendiente, que por lo general están pobladas y dedicadas a la agricultura y ganadería, así como en las zonas cercanas a los centros de población. Otro aspecto importante sería, la reforestación de las riberas en estos mismos sectores, a efectos de minimizar el impacto de otra eventual avenida;

esta reforestación deberá hacerse, preferiblemente, con especies autóctonas de raíces profundas y crecimiento rápido, y de no ser esto posible, con especies exóticas con las mismas características.

En cuanto a la zona de las salinas cercana a Paquera, deberá construirse un dique capaz de contener las avenidas y desviarlas hacia el canal dragado, o se debe profundizar y ampliar el cauce del Río Guarial y del canal anteriormente dragado, para evitar el desbordamiento del río este sector. La segunda opción es menos probable pues se está casi en la desembocadura.

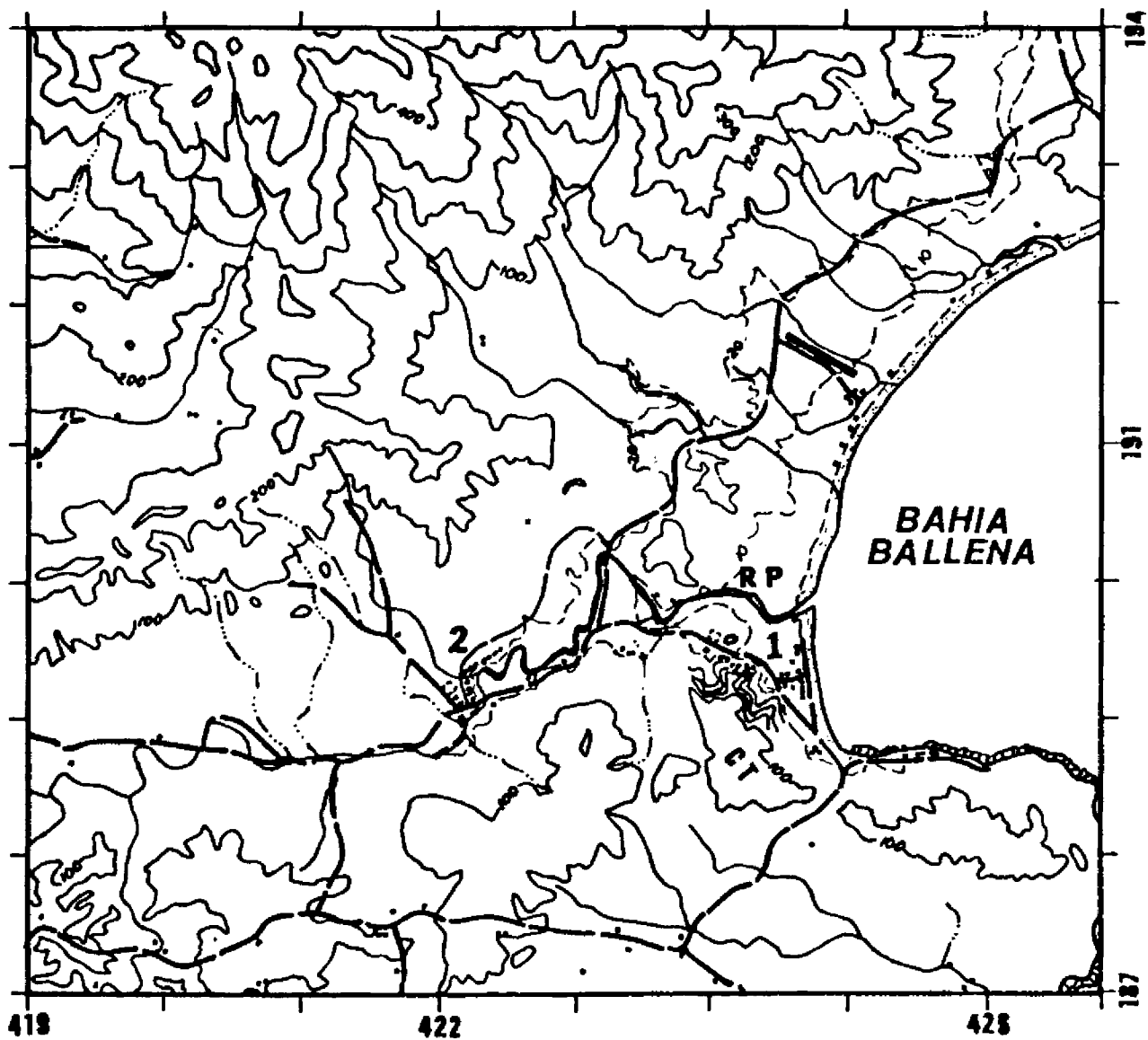
El relleno sobre el que se construyó la casa, en la desembocadura del Río Pánica, debería hacerse más alto, y protegerse mejor de la erosión del río.

Las áreas a las que se les debe prestar más atención en caso de temporales de menor duración, es a las tierras bajas marcadas con rojo, que se sitúan cerca de las desembocaduras de los ríos y de las confluencias con sus afluentes principales (Figs. 1,2 y 3).

AGRADECIMIENTOS

Le brindo mis más sinceros agradecimientos a los señores **Francisco Centeno Lopes**, Intendente Municipal de Cóbano, **Vinicio Rosales**, Ingeniero Agrónomo del MAG en Paquera, y a **Javier Jimenez**, Presidente de la Asociación de Desarrollo de Paquera, por su amabilidad y por haberme transportado hasta los sitios de estudio durante mi estadía en los cantones de Cóbano y Paquera, y sin cuya ayuda, habría sido muy difícil cumplir con mi cometido en el tiempo empleado.

- 1 TAMBOR
- 2 PANICA
- (CT) CERRO TAMBOR
- (RP) RIO PANICA

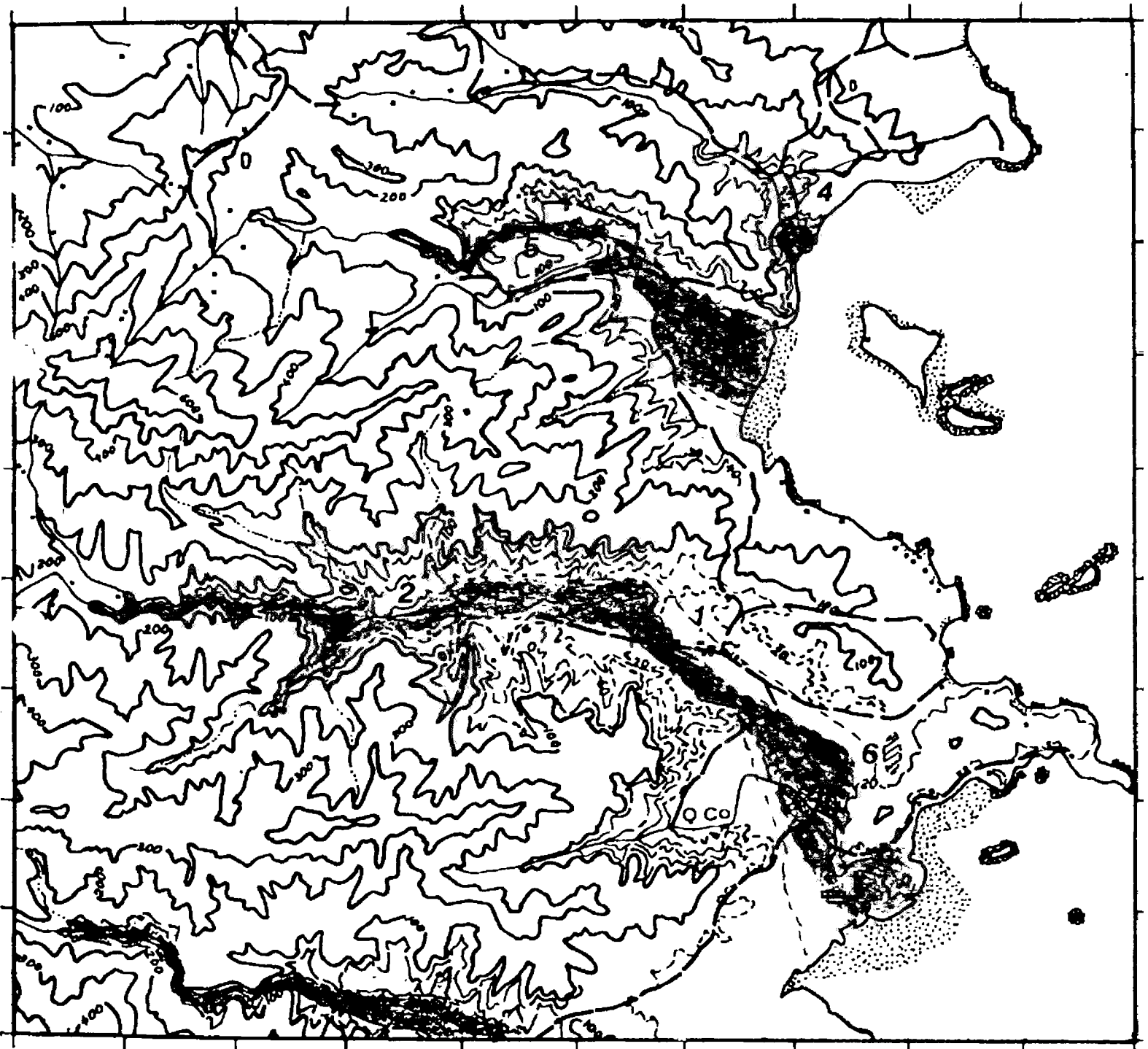


Segmento H. RIO ARRIO 1:50000

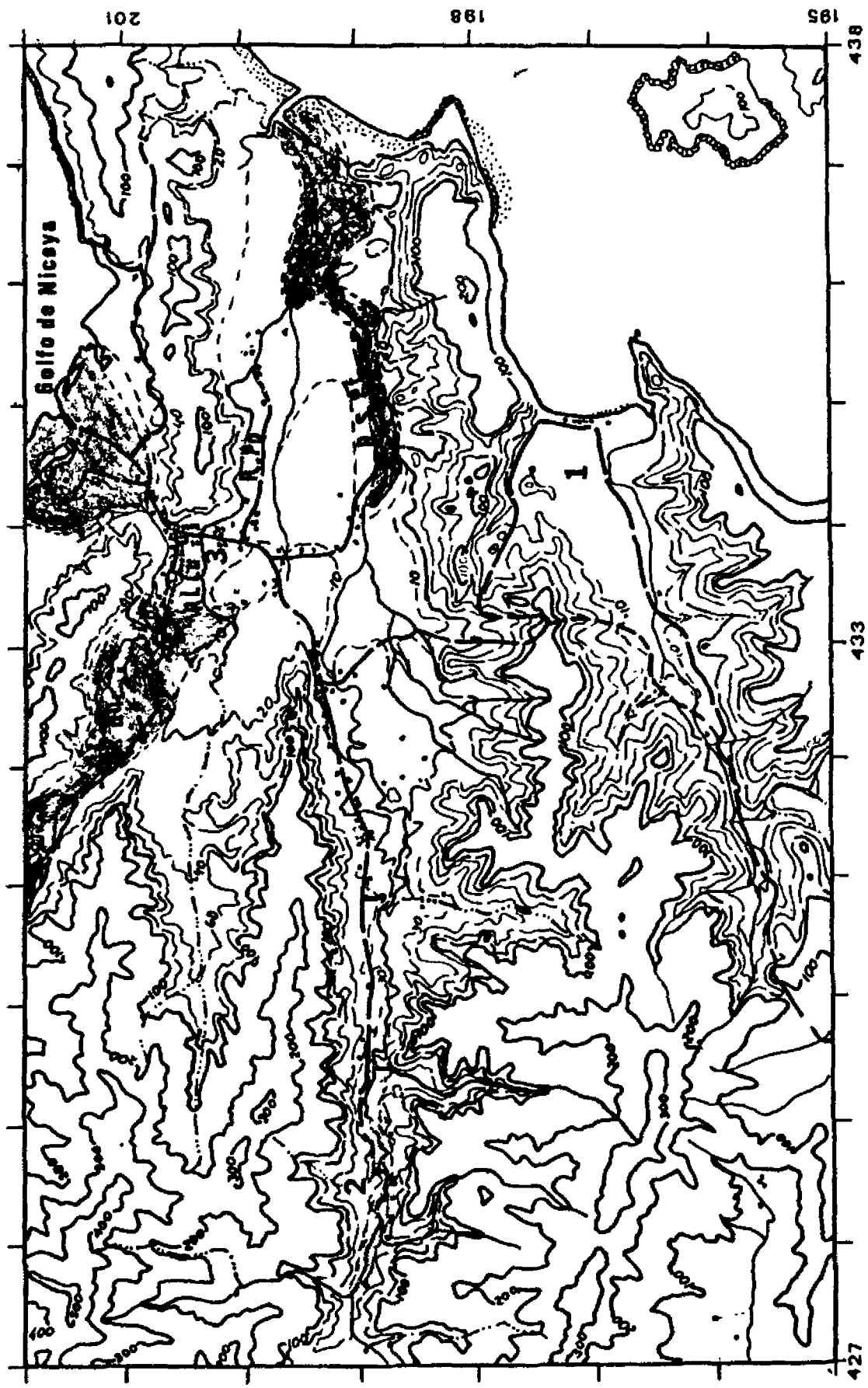
Fig. 1

- 1 Rio Grande
- 2 Dulce Nombre
- 3 Campiña
- 4 Gigante
- 5 Pilas
- 6 Laguna Palmiche

- (R Gu) RIO GUARIAL
- (Q Co) QUEBRADA CONGOS
- (R Gr) RIO GRANDE
- (R Gi) RIO GIGANTE



- 1 Curu
- 2 San Rafael
- 3 Paquera
- R 000 Mto Guariai
- R L Lu Rio La Lucha
- R 4 nio Paquera
- R S Rf Rio San Rafael



Segmento H. TAMBOR 1:50000

Fig. 3