

574.5  
8616e  
VI  
C1

MOPT

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

Sector Barú - Palmar Norte

## VOLUMEN I INFORME FINAL ANEXOS



Proyecto: M.O.P.T. - Costanera Sur  
Financiado por: Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Consultora:



Tel. (506) 53 2766.  
Apdo. 672-2050. San Pedro.

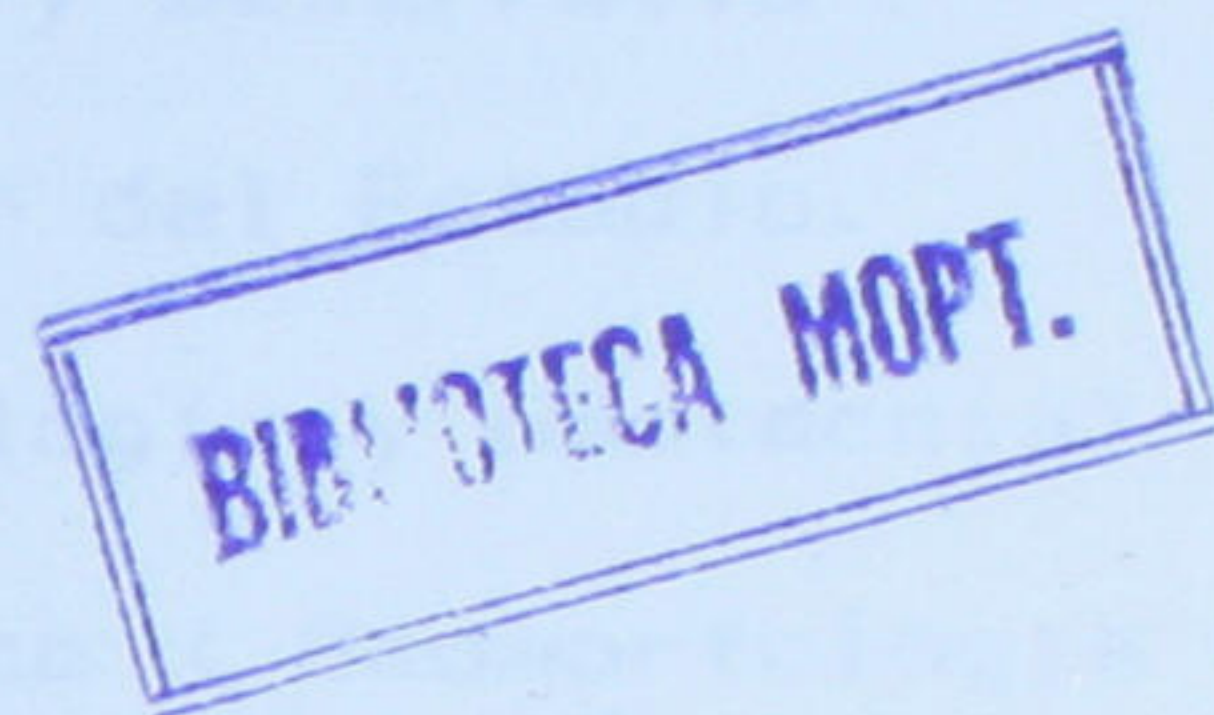
Octubre 1991

574.5  
DVI  
6164  
C1

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

Sector Barú - Palmar Norte

VOLUMEN I



Proyecto: M.O.P.T. - Costanera Sur  
Financiado por: Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Consultora:



Tel. (506) 53 2766.  
Apdo. 672-2050. San Pedro.

Octubre 1991

## EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE

### PREFACIO

Lic. Sergio Salas	Biólogo ( Ordenamiento ambiental) Coordinador del Estudio
Sr. Robert Chaverri	Especialista en Manejo Costero Planificación y Desarrollo Turístico. Subcoordinador del Estudio.
Dr. Sergio Mora	Geólogo ( Geología y Geotecnia)
Dr. Wilhem-Gunther Vahrson	Geógrafo Físico ( Geomorfología e Hidroclimatología)
Lic. Ileana Arauz	Geógrafa ( climatología)
Lic. Ruthnia Chacon	Geógrafa Física
Lic. Ligia Hernando	Geógrafa (Hidrología)
Lic. Carlos Gamboa	Biólogo (Marino)
Diplo. Damaris Chaves	Técnica en Turismo

## PREFACIO

El presente estudio de impacto ambiental para el segmento de la carretera costanera Baru- Palmar Norte se desarrolló por iniciativa del Banco de Desarrollo de Alemania (KfW) el cual se hizo cargo de su financiamiento. La KfW contrató los servicios de Sinergia 69 S.A. para la realización del estudio como ampliación del estudio de impacto ambiental del tramo Parrita- Barú, teniendo como objetivo un dictamen global ambiental del proyecto de la carretera costanera del MOPT.

La empresa contratante SINERGIA 69 (Cédula jurídica 3101067748), tiene como área de consultoría: el ordenamiento ambiental, la realización de estudios ambientales para planes reguladores costeros y urbanos, asesoría en evaluación y planificación de recursos naturales y otras actividades, estudios de impacto ambiental, diseño de arborización en parques urbanos, carreteras y otros ambientes, interpretación de senderos para ecoturismo y confección de guías de campo, planificación y desarrollo de proyectos de ecoturismo.

El estudio de impacto ambiental se realizó sobre los términos de referencia adjuntos y aprobados por el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM), siguiendo las pautas que tiene esa institución para estudios de impacto ambiental.

La administración y seguimiento del contrato la llevó a cabo un Comité Coordinador con representación de funcionarios del MOPT, GTZ, I.C.T., MIRENEM, y Sinergia 69, bajo la responsabilidad de la Dirección de Planificación del MOPT.

La consultora Sinergia 69 desea dejar constancia de agradecimiento por la capacidad profesional y amplia colaboración prestada por el Ing. Mario Herrera Flores- Director de la Dirección General de Planificación del MOPT, Dr. Reinhold-Becker, funcionario de la GTZ y enlace con la KfW, Ing. Edwin Rodríguez- Coordinador del Estudio y a los demás profesionales tanto del MOPT como de Instituciones de Gobierno que formaron parte del Comité de Coordinación de este estudio.

## INDICE

VOL. I

### Cap.1.- Introducción

#### 1.1. Ubicación

#### 1.2. Antecedentes

#### 1.3. Aspectos odológicos: resumen de la información existente

##### 1.3.1. Antecedentes de la carretera actual.

##### 1.3.2. Aspectos físico - espaciales del tramo del tramo de la carretera costanera Barú - Palmar Norte.

##### 1.3.3. Aspectos históricos.

##### 1.3.4. Diferencias entre los segmentos de estudio.

##### 1.3.5. El segmento de la carretera costanera Barú - Palmar Norte y la red vial nacional.

### Cap.2.- Metodología

#### Antecedentes e Introducción

#### 2.1. Estudio de Impacto Ambiental

##### 2.1.1. Componentes del entorno.

##### 2.1.2. Niveles de acción de los impactos.

##### 2.1.3. Matriz de entornos/niveles.

##### 2.1.4. Aspectos generales.

##### 2.1.5. Modelo holístico del ambiente.

##### 2.1.6. Sectores o unidades naturales.

#### 2.2. Evaluación de Impactos ambientales.

##### 2.2.1. Alternativas.

##### 2.2.2. Análisis y valoración de recursos susceptibles de impacto.

- 2.2.3. Análisis y valoración de los impactos.
- 2.2.4. Análisis y valoración de los beneficios.

### Cap. 3.- El Entorno Ambiental

#### 3.1. Sectorización de la Carretera por Relieve, Sustrato y Drenaje.

- 3.1.1. Definición de sectorización de la carretera.

#### 3.2. Definición de Unidades Naturales.

#### 3.3. Análisis Geológico, Geomorfológico y Geotectónico Preliminar.

- 3.3.1. Introducción.

- 3.3.2. Marco geológico.

- 3.3.3. Los desastres naturales en el sector Barú-Palmar Norte

- 3.3.4. Aspectos geodinámicos relevantes de cada sector.

- 3.3.5. Conclusiones.

- 3.3.6. Recomendaciones.

#### 3.4. Los Suelos del Area de Influencia de la Carretera.

- 3.4.1. Suelos zonales de los cerros.

- 3.4.2. Suelos de pie monte y terrazas.

- 3.4.3. Suelos aluvionales.

- 3.4.4. Suelos gley húmicos y de manglar.

- 3.4.5. Suelos de cordón litoral.

#### 3.5. Clima

- 3.5.1. Aspectos generales.

- 3.5.2. Materiales.

- 3.5.3. Precipitación mensual y horaria.

3.5.4. Intensidades máximas de las lluvias.

3.5.5. Promedio mensual de días con lluvia.

3.5.6. Otras características climáticas.

3.5.7. Balances hídricos.

Proyecto NPT - KPN.

Cap. I. Introducción

SINERGIA 49

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

SECTOR BARU - PALMAR NORTE

Proyecto MOPT - KFW.

Cap.1. Introducción

## CAPITULO 1. INTRODUCCION

### 1.1.- Ubicación.

El sector en estudio se ubica en el litoral Pacífico Sur de Costa Rica entre las coordenadas Lambert 356.7N - 478.0E y 325.6N - 516.6E referidos a los mapas oficiales escala 1:50.000: Dominical 3443 IV, Repunta 3443 I, Coronado 3443 II, Terraba 3442 I, del Instituto Geográfico Nacional.

Sus límites geográficos son: la desembocadura del Río Barú al NO y el valle aluvional del Río Terraba al SE en los límites de la ciudad de Puerto Cortés ( ver mapa de Área de Influencia adjunto).

En cuanto a su ubicación político-administrativo, el área de estudio se encuentra dentro de los límites del cantón de Osa, Provincia de Puntarenas, estando ubicada la sede del gobierno local en la ciudad de Puerto Cortés.

### 1.2.- Antecedentes.

El presente estudio es una ampliación al estudio de impacto ambiental del sector de la carretera costanera Parrita-Barú. Este último estudio fue un requisito previo para el financiamiento de la carretera por parte del Banco de Desarrollo Alemán (K.F.W.). y fue financiado por el Fondo de Preinversiones del Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN) a solicitud del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). La ampliación del estudio de impacto ambiental es de particular interés del Banco de Desarrollo Alemán (K.F.W.) debido a que el segundo segmento de la carretera costanera Barú-Palmar Norte:

- a. Se ubica muy cercano a la línea del litoral.
- b. Hay una mayor riqueza de recursos turísticos y recreativos.
- c. Va a transectar por un sector costero más frágil en donde se ha establecido un Parque Marino.
- d. Existe un recurso paisajístico de primer orden. \*
- e. Hay presencia de importantes parches boscosos costeros poco alterados y de importancia ecoturística y científica.
- f. La topografía es predominantemente montañosa.
- g. El sector presenta un mayor riesgo sísmico y de inestabilidad de terrenos.



# PROVINCIA DE CARTAGO

# PROVINCIA DE SAN JOSE

CARTAGO  
SAN JOSE

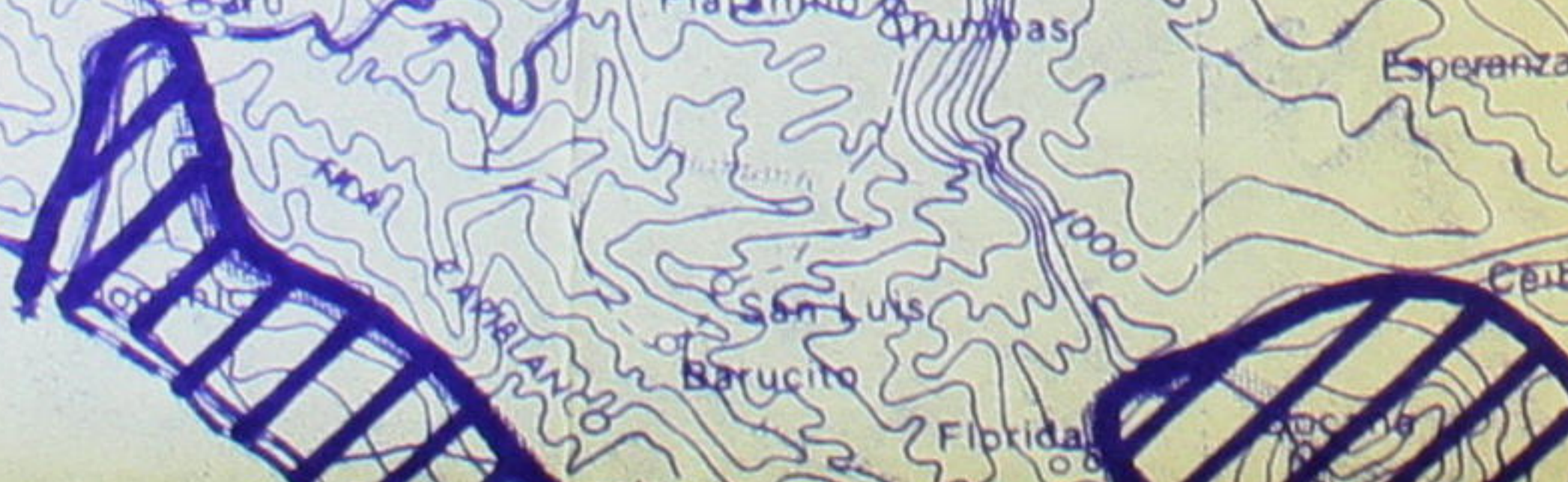
SAN JOSE  
PENTARENA

PROVIN

170 CAÑON 3 KM CARTAGO 80 60 40 83'45" 500 80 510 ATIRRO 26 KM 90 30 520 CHIRRIPO ARRIBA 4 KM 00 530

84'00"

Playa Malapalo





Proyecto

CARRETERA COSTANERA SUR  
 ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL  
 DEL TRAMO DOMINICAL - PUERTO CORTEZ

PROVINCIA	CANTON
PUNTARENAS	OSA

TITULO **AREA DE INFLUENCIA  
 INMEDIATA**

SIMBOLOGIA:



OCEANO  
PACIFICO

VALE DE DIQUIS

ISLA ROCA BRAVA  
BUCA ZACATE  
ISLA BOCA CHICA

ISLA EL COCO  
BUCA ZACATE  
ISLA ZACATE

Finca 1  
Finca 2  
Finca 3  
Finca 5  
Finca 6  
Finca 7  
Finca 9  
Finca 18

CARRETERA TERCERA DEL SUR



PROFESIONALES RESPONSABLES:

CONTRATANTE:

**KFW - MOPT**

CIA. CONSULTORA:

**SINERGIA 69 S.A**

ESCALA 1 : 200 000

FECHA: ENERO-MAYO 1991

MAPA: 1

El primer estudio realizado por Sinergia 69 S.A. ( Parrita-Barú) marcó un hito en cuanto a estudios de impacto ambiental de carreteras en Costa Rica, realizándose un análisis integral de aspectos físicos ambientales y socio-económicos con una secuencia metodológica la cual tuvo como meta definir las interrelaciones que existen entre éstas, definiéndose al final los impactos negativos o positivos que se vayan a presentar con la construcción de la vía costanera proyectada. En el primer estudio se definieron 2 vías de relación entre la carretera y el medio ambiente:

- a) los impactos que tendrá la carretera sobre el medio ambiente, sus recursos y el hombre,
- b) las influencias que tendrá el medio ambiente sobre la carretera.

En el primer tramo de la carretera costanera Parrita-Barú se dió una situación especial, donde los impactos son poco severos, comparados con la magnitud de la influencia, de tal forma que la adaptabilidad de la carretera al medio en buena parte se da con el diseño para los riesgos. Además los impactos de este sector son producto de la alteración que históricamente se ha dado en los terrenos aledaños y principalmente en las cuencas hidrográficas. En el segundo tramo de la carretera costanera Barú-Pamar Norte, las características geográficas-topográficas, el clima severo y la ubicación del camino hacen que la incidencia de los impactos sea mayor, sin que las influencias del medio aminoren.

La metodología utilizada en el primer estudio, por ser el ambiente muy homogéneo y con unidades muy definidas, permitió valorar los recursos, los impactos y los beneficios para cada una de esas unidades naturales previamente definidas y delimitadas en el área de influencia de la carretera. En este sector, por la alta diversidad del medio se tuvo que recurrir a evaluar impactos puntualmente. En la evaluación de los impactos se dió especial énfasis en la magnitud y severidad y en la valoración de los beneficios. Los criterios se definieron en tipos, forma, magnitud, cobertura, duración y permanencia.

Entre los principales resultados derivado del análisis del tramo de carretera costanera Parrita-Barú se obtuvo que la mayoría de los recursos, impactos y beneficios fueron de valores bajos a muy bajos. La valoración de los impactos fue similar tanto en la carretera actual como en la proyectada, lo cual indicó que ya los impactos estaban establecidos en la zona desde hacia tiempo. Los recursos renovables y no renovables fueron pocos y de bajo valor debido al deterioro general y al cambio radical de uso del suelo que ha sufrido la zona en las últimas décadas. Entre los impactos más importantes destacaron:

- la separación o partición física de los poblados y caseríos por

- la carretera;
- el arrastre y acumulación de grava y sedimentos en terrenos aledaños y cursos de agua,
  - el estancamiento de agua por mal funcionamiento de drenajes,
  - el riesgo de interrupción de la carretera por derrumbes e inundaciones,
  - el riesgo de accidentes de tránsito,
  - el posible desarrollo turístico acelerado sin control,
  - el aumento de contaminación de aire y de ruido en los poblados;

Finalmente se hizo una serie de recomendaciones, tanto generales como específicas, de diseño, normas de control y calidad de materiales de construcción, etc. para el tramo de la carretera Parrita-Barú.

El factor tiempo para elaborar el estudio jugó un papel importante en el primer estudio de impacto ambiental Parrita-Barú. Ya se había indicado que los estudios de impacto ambiental utilizan como mínimo para su análisis, secuencias de observación en el campo de eventos naturales de un ciclo anual.

En la presente ampliación del estudio de impacto ambiental para la vía proyectada, la disponibilidad de estudios y de información es mucho menor que en el primer tramo de la carretera y a su vez es una área en que se ha dado un menor impacto global en cuanto a cambio de uso del suelo y alteración de los recursos naturales. Lo restringido del período de tiempo de investigación que se dió en el primer estudio se subsanó en gran parte en este segundo estudio al adelantarse el inicio de este y los trabajos de campo, que se iniciaron en Enero. Paralelamente se dieron las siguientes condiciones o factores favorables:

- 1.- Gran parte de los consultores participantes en el estudio tenían en su área de especialidad un conocimiento de la zona al haber realizado estudios o diagnósticos sobre ella.
- 2.- Los consultores y técnicos que participan en el estudio tienen acumulada una experiencia amplia sobre la dinámica y consecuencia del cambio de uso del suelo y del manejo de los recursos, especialmente en cuanto al desarrollo agropecuario a lo largo de las zonas costeras del país.
- 3.- Las consecuencias que generó el huracán Juana durante 1988, el cual provocó alteraciones ambientales importantes fué un factor adicional para conocer a posteriori impactos extraordinarios sobre la topografía actual, caminos y carreteras

secundarias y sobre la zona costera. La extrema severidad climática que se dió en esta ocasión y que cubrió toda el área de estudio, arrojó datos significativos para poder proyectar impactos a futuro relacionados a eventos similares.

4.- Para el análisis inicial del estudio se contó con una buena cartografía topográfica básica en diversas escalas así como foto aéreas en escalas adecuadas, incluyendo fotografías a escala 1:10.000 tomadas en 1989 y fotografías a color tomadas por el I.C.T en 1983 - 1984.

5.- Para el análisis histórico se contó con fotografías tomadas en 1956 lo cual fue determinante para establecer las pautas de los cambios del uso del suelo que se dieron en las áreas de influencia en donde va a transectar la Carretera Costanera Barú-Palmar Norte, principalmente en cuanto al grado y tiempo de alteración.

6.- Finalmente fueron muy importantes las reuniones periódicas entre los consultores y los representantes del MOPT, MIRENEM, KFW, ICT, bajo un enfoque multidisciplinario para discutir diferentes aspectos sobre los datos de campo para la toma de decisiones de cambios del trazo y para la elaboración de recomendaciones generales y específicas sobre el diseño y construcción de este segundo segmento de carretera costanera.

1.3.- Aspectos Odológicos: Resumen de información existente.

1.3.1- Antecedentes de la carretera actual:

El Gobierno de Costa Rica a través del Ministerio de Obras Públicas y Obras Públicas y Transportes realizó una solicitud de crédito al Gobierno de la República Federal de Alemania para el financiamiento de la construcción de la carretera entre la ciudad de Parrita y Palmar Sur. Este tramo forma parte del eje de la Carretera Costanera Sur y del sistema vial que se ha denominado por parte del MOPT como el Complejo Vial del Pacífico Sur del país.

El Complejo Vial del Pacífico Sur tiene dos componentes principales:

A.- Autopista San José - Puerto Caldera - Puntarenas - Interamericana Norte vía Ciudad Colón - Orotina - Fozón.

B.- La Carretera Costanera Sur - Fozón - Palmar Sur en donde se conecta con la Interamericana Sur.

Como se indicó en el estudio del primer sector, este Complejo Vial del Pacífico Sur tiene 5 objetivos primordiales que se señalan en el informe "Bases para el Proyecto de una Conexión Vial nueva

entre San José - Palmar Norte (junio 1989 Dorsh Consult Ingenieros Consultores de la Republica Federal Alemana) para el MOPT. Los 5 objetivos son los siguientes:

1.- Conectar en forma más rápida y eficiente el Valle Central con la zona Pacífica, especialmente con Puerto Caldera a través de una autopista moderna.

2.- Proporcionar una conexión permanente y segura entre el Valle Central y el sur del país así como una vía más directa entre la zona sur y norte, conexiones éstas que serían constituidas por la carretera costanera sur y las secciones correspondientes a las autopistas mencionadas anteriormente, que facilitaría el transporte vial internacional entre las fronteras de Panamá y Nicaragua.

3.- Conectar los principales puertos del Atlántico con los del Pacífico a través de un eje vial transversal transectando por San José.

4.- Comunicar en forma más eficiente zonas agrícolas muy productivas en arroz, palma africana, maíz y ganado y de gran potencial turístico ubicadas en las zona del Pacífico Central, con el Valle Central y con los puertos principales.

5.- Aliviar tramos largos de la carretera Interamericana tanto de la parte norte como sur que tienen importantes volúmenes de tránsito y que presentan varios problemas debido a que atraviezan áreas de topografía difícil, de baja estabilidad y alta actividad sísmica. Estos problemas hacen que los costos de mantenimiento y transporte sean altos y que además en el tramo entre Cartago y San Isidro de El General ocurren interrupciones de tránsito, que en el promedio de los últimos 10 años suceden de 2 a 3 veces por año con períodos de tiempo de 1 a 15 días.

Los primeros estudios técnicos - económicos de la Carretera Costanera Sur fueron realizados en el período de 1970 - 1973. Los proyectos del Complejo Vial del Pacífico Sur fueron objeto de análisis dentro del estudio del Plan Nacional de Transporte elaborado por el MOPT y consultores en el año 1981 para los decenios 1980 y 1990. En ese plan se establecieron metas a largo plazo con la finalidad de satisfacer las demandas de transporte.

Desde hace más de 12 años, el Gobierno (Central), a través del MOPT, viene implementando el Complejo Vial del Pacífico Sur en etapas o tramos conforme a prioridades y recursos financieros disponibles para tal fin.

1.3.2. Aspectos físico-espaciales del tramo de la carretera costanera Dominical-Palmar Norte.

A diferencia del sector de la carretera costanera Parrita - Barú en donde el eje de esta transecta en forma rectilínea por valles o planos aluvionales, en este segundo sector Barú - Palmar Norte, se da una mayor variación topográfica en donde predomina los terrenos quebrados y montañosos. A partir del Río Barú la carretera se ubica sobre una terraza costera de poca elevación detrás de Playa Dominical; luego a mayor elevación sobre los acantilados y al pie de lomas y serranías bajas costeras. Al acercarse a Playa Hermosa la carretera nuevamente se ubica en niveles inferiores al pie de la serranía y en las terrazas detrás del valle aluvional del Río Uvita - Morete. Al final de Playa Uvita la carretera nuevamente se ubica en niveles elevados a lo largo de las crestas y laderas de las lomas y serranías bajas costeras, alternando con niveles bajos, al transectar pequeños vallecitos de derrubios. La anterior situación se prolonga hasta Tortuga en donde la carretera finalmente se ubica al pie de la serranía a lo largo del valle del Terraba.

### 1.3.3 Aspectos históricos:

En el tramo costanero de Barú-Palmar Norte la penetración a los terrenos de la franja costera se se dió con mayor intensidad en los años 1920 a 1930 por vía marítimo o por vía aérea. En esa época no existía una carretera habilitada para transitar todo el año a lo largo de este sector. Paralelamente fue acelerada la penetración de la frontera agrícola detrás del área de influencia, por los bajos de Pacuar-Reyes y Pejibaye, los cuales se extendieron hasta la fila de la Serranía Costera. Por las altas pendientes y las laderas casi empinadas que dominan todo el límite de la unidad hidrográfica de este segmento costanero fué muy lenta la construcción o penetración de caminos perpendiculares hacia el litoral.

En el extremo sur del segmento costero, el camino paralelo al valle del Terraba fué alargándose desde Puerto Cortés hasta llegar a las cercanías de Boca Coronado por la influencia del cultivo bananero.

En el extremo noroeste se dió un proceso similar al introducirse el camino de San Isidro del General hasta Barú. En este sector la principal obstrucción por muchos años fué la ausencia de un puente sobre el Río Barú. Al construirse dicho puente se aceleró la colonización y ocupación de terrenos a lo largo del sector costero de Dominical y Dominicalito. Anteriormente los habitantes solo podían ingresar o salir del área ya sea por vía aérea por el pequeño aeropuerto de Uvita, de Dominical y de Palmar Sur o por vía marítima en embarcaciones hacia Dominicalito, Puerto Nuevo, Uvita, Ventanas y Boca Coronado. Esta situación se mantuvo durante los años 50, 60 y hasta la década de los años 70. A finales de la década de los 70 el gobierno local de Puerto Cortés introduce maquinaria para extender el camino de lastre que llegaba a Boca Coronado hasta el sector de Ballena y Uvita. Esta extensión del camino provocó una mayor ocupación de terrenos y

aumentó la incidencia de precarismo. La mala calidad de construcción y el poco mantenimiento del camino determinó que solamente durante parte del verano se pudiera transitar por ella. Así, al no tener el área de influencia del segundo tramo de la carretera costanera Barú-Palmar Norte extensas áreas planas para cultivar productos económicamente importantes, el desarrollo vial se retardó por años, solamente impulsado por la ganadería y la agricultura de subsistencia.

Otro factor que retrasó el desarrollo de la red de caminos fue la topografía quebrada, con suelos muy inestables y un clima excesivamente lluvioso. Así la habilitación de este sector y su integración a la red vial nacional tendrá que depender del proyecto de la carretera costanera.

En 1986 se inició el proyecto de la carretera costanera Barú - Palmar Norte por parte del MOPT con una primera etapa de cortes y movimientos de tierra en el sector entre Dominical y Uvita. Se incluyó en esta primera etapa la construcción de puentes y alcantarillas. Así se estableció una permanente comunicación vial entre San Isidro de El General y Uvita. A la vez se dió una mayor incidencia en la limpia y deforestación de terrenos aledaños. Paralelamente se construyeron pequeños ejes secundarios que suben hacia los terrenos de pendiente alta, en donde colonizadores han transformado áreas de bosque en potreros. Con esta nueva comunicación se reactivó la ganadería extensiva y la agricultura de subsistencia, que en parte se habían abandonado.

#### 1.3.4 - Diferencias entre los segmentos de estudio:

Con base en estos antecedentes y a la información técnica obtenida, se destacan aspectos en que se diferencian ambos sectores. Lo anterior es importante para perfilar el estudio del sector de la carretera costanera Barú-Palmar Norte

a. En este segundo tramo la historia de intervención humana ha provocado una serie de alteraciones ambientales no tan extensas, ni determinantes.

b. Aún se está dando el proceso de transformación de áreas boscosas vírgenes a áreas de cultivo o de ganadería. El proceso de limpia de tacotales o deforestación se ha repetido varias veces, y actualmente se ha reiniciado.

c. La carretera en el primer tramo está más alejada de la costa y cruza la llanura costera y valles aluvionales; en el segundo segmento la carretera cruza la franja costera, siendo una carretera netamente costanera.

d. En el segundo tramo hay sectores de la carretera que altera directamente ecosistemas básicos costeros ya sea de playa, de

acantilado o manglar.

e. El segmento de la carretera costanera Barú-Palmar Norte se ubica en su mayor parte en una franja costera angosta con un límite hidrográfico muy cercano a la costa que se caracteriza por cuencas muy pequeñas en donde las aguas son recogidas por quebradas y pequeños ríos. A las cuencas pequeñas se les agrega un perfil topográfico empinado con un cambio drástico de pendiente en donde en una franja de 3 a 6 kms de ancho se dan cambios de elevación desde 800 - 1000 metros del nivel del mar.

f. En el segmento Barú-Palmar Norte no se dió el efecto histórico de la existencia de un camino de tránsito permanente como el sector de Parrita-Quepos.

g. La moderada incidencia de poblamiento en el primer segmento de la carretera costanera (Parrita-Barú) contrasta con la poca población existente en la mayor parte del segundo segmento. En esta última la población es de subsistencia, esparcida. En el primero hay asentamientos organizados y en función de una producción industrializada.

h. Hay presencia de zonas frágiles, sin capacidad de uso agropecuario y con áreas boscosas de cobertura virgen en el segundo segmento (Barú-Palmar Norte). Estas requieren de medidas de protección por ser de alto valor o por ser decisivas en amortiguar y evitación peligros a la carretera.

i. La riqueza litomorfológica y el potencial turístico que se da en el segundo segmento contrasta con la monotonía del primer tramo.

En base a lo anterior el segundo segmento de la carretera Costanera Barú-Palmar Norte se puede catalogar como una área de transición en donde se han venido dando lentamente cambios de uso del suelo en los últimos 40 años acelerándose ese cambio al mejorarse la comunicación o accesibilidad vial. La zona va a sufrir un fuerte cambio en las actividades, siendo la turística la que va a polarizar las demás actividades que son de importancia secundaria.

1.3.5- El segmento de carretera costanera Dominical - Palmar Sur y la Red Vial Nacional:

El segmento de la carretera costanera Barú-Palmar Norte es parte de un amplio sistema vial denominado Complejo Vial del Pacífico Sur. Este sistema tiene dos componentes principales:

A.- La autopista San José - Puerto Caldera - Interamerica Norte y

B.- La carretera Costanera Sur que se inicia en Pozón y termina en Palmar Sur en donde se conecta con la carretera Interamericana Sur.

Por lo anterior el segmento de la Carretera Costanera Barú-Palmar Norte es parte del componente de la Carretera Costanera Sur que está concebida como una calzada de superficie de ruedo con tratamiento superficial asfáltico doble. El estado actual de esta carretera es la siguiente:

A.- Tramo Pozón - Farrita: con una longitud de 77.9 kms., se encuentra terminada desde el año 1987. El tramo tiene una calzada de superficie de ruedo con tratamiento superficial asfáltico doble.

B.- Tramo Farrita - Barú: de 63,2 kms de longitud la cual se encuentra actualmente en fase de finiquito para su financiamiento por parte del Gobierno de la República Federal Alemana. Se tiene previsto dar inicio de las obras en el presente año.

C.- Tramo Barú - Palmar Norte con una longitud de 61,2 kms. Se encuentra parcialmente construido. Por falta de financiamiento las obras se encuentra paralizadas desde 1987. Se considera que falta más de un 50% del original de la obra. Ya se ha realizado los replanteos topográficos y están en su fase final las gestiones respectivas de financiamiento. Se ha reiniciado los trabajos en el mes del mayo del presente año. El proyecto va a ser financiado por el Banco Centroamericano de Integración Económica, el Gobierno de España, el Gobierno de Venezuela y el A.I.D.

Para la Carretera Costanera Sur ya se han realizado los estudios técnicos-económicos. Se destacan entre éstos: el estudio de "Bases para la Evaluación del Proyecto de una Conexión Vial Nueva entre San José y Palmar Norte realizada por Dorsch Consult de Alemania, a solicitud de la KFW. Paralelamente se realizó el estudio: "Evaluación Económica para las Carreteras Costanera - Interamericana" en agosto de 1989 realizada por el consultor Albert Nickensen de la Consultora GOPA. Ambos estudios destacan la importancia y el impacto económico de la Costanera Sur y en especial de los segmentos costeros Farrita-Barú y Barú-Palmar Norte. Se agrega a lo anterior la primera evaluación de impacto ambiental del segmento de la carretera Farrita-Barú realizada por la Compañía Consultora Sinergia 69 S.A. en noviembre de 1990. Existen planos constructivos detallados del proyecto de la carretera costanera Barú-Palmar Norte realizadas por el Departamento de Diseño de Vías de la División de Obras Públicas del MOPT.

Realizando un análisis en cuanto a comparación de distancias de viajes, la conexión San José - Palmar Norte por medio de la Interamericana es ligeramente más corta en distancia que por el

trayecto de la costanera registrándose una diferencia de 8.9 kms. Sin embargo entre ambas conexiones o posibilidades de acceso hay diferencias muy importantes, sobre todo en lo referente a tiempo seguridad, eficiencia, y muy particularmente la configuración de transporte. Para las localidades al norte de Paso Real las distancias hasta y San José son más cortas que por la Carretera Interamericana. No así para aquellas comunidades que quedan en la costa del Pacífico, tales como Térraba, Tortuga, Uvita y Dominical que indudablemente tienen un acceso más directo y eficiente por la costanera que por la ruta Interamericana o más comunmente San Isidro de El General - Cerro de la Muerte. El anterior análisis fué tomando como referencia a San José. Si realizáramos un análisis comparativo en cuanto al tránsito internacional entre Panamá y Nicaragua y el tránsito entre Puertos, el Complejo Vial de la costanera ofrecería distancias de viajes y tiempos significativamente mucho más cortos comparados con las carreteras existentes. Específicamente para el tránsito entre Panamá y Nicaragua el acortamiento del trayecto alcanzaría a 121,5 kms. si se toma la ruta del Complejo Vial de la Costanera.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### Antecedentes e Introducción

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

## SECTOR BARU - PALMAR NORTE

### Proyecto MOPT - KFW.

### Cap.2. Metodología

#### 2.1- Estudio de Impacto Ambiental.

En términos generales esta primera parte incluye el estudio del entorno (natural, social y de información) y de interacción ambiental y las otras dos facetas que sobre este se implantan: la cultural y la socio-económica. Esta fase, por lo tanto, no se diferencia de ningún otro estudio ambiental, pues todos buscan tener el mejor conocimiento posible del ambiente. Si es importante, el enfoque, pues según sea el uso que se le va a dar al estudio ambiental, se aplica hacia esa intención, con lo cual se logra unidad, secuencia y contexto dentro de la literatura al respecto.

Un estudio de impacto ambiental (E.I.A.) se refiere al estudio, diagnóstico objetivo, de carácter interdisciplinario, que se realiza con el fin de evaluar los efectos de un proyecto,

## CAPITULO 2. METODOLOGIA

### Antecedentes e Introducción

El componente del marco teórico define los conceptos y procesos con que se realiza el estudio de impacto ambiental. De igual forma expresa la estructura general del estudio.

En términos generales un estudio de impacto ambiental (en lo sucesivo E.I.A.), se ajusta a normas o términos de referencia establecidos por las(s) institución(es) responsable(s). En el caso de Costa Rica, el organismo responsable es el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MINEREM). Este tiene establecido términos de referencia para E.I.A. en minas pero no para carreteras o en forma general. Para este estudio se siguen los términos de referencias negociados y aprobados por el MINEREM desde que se realizó el estudio del primer sector de carretera costanera entre Parrita y Barú.

Para facilitar el flujo de pensamiento, se adjunta el esquema general de la metodología utilizada (ver Figura # 1). Este esquema tiene por finalidad explicar el procedimiento metodológico utilizado y aclara aquellos pasos en los que por su naturaleza suscitan mayor discusión. Así, en este capítulo se explica la metodología en forma integrada al conocimiento que se ha ido adquiriendo del área de estudio, esto por la necesidad de comprender mejor algunos pasos del procedimiento.

De acuerdo con la Figura # 1 y a la concepción de este tipo de estudio, se reconocen 2 grandes partes: el Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) que es la Fase I (Componentes 1, 2 y 3) y la Fase II, y la evaluación de Impactos Fase III que corresponde al resto del esquema metodológico.

#### 2.1- Estudio de Impacto Ambiental.

En términos generales esta primera parte incluye el estudio del entorno (natural, social y cultural). Es la fase de estudio de campo y de información disponible para entender a profundidad el ambiente y las otras dos facetas que sobre este se implantan: la cultural y la socio-económica. Esta fase, por lo tanto, no se diferencia de ningún otro estudio de ordenamiento ambiental, pues todos buscan tener el mejor conocimiento posible del ambiente. Si es importante, el enfoque, pues según sea el uso que se le va a dar al estudio ambiental, se matiza hacia esa intención, con lo cual se logra unidad, secuencia y contexto dentro de la literatura al respecto.

Un estudio de impacto ambiental (E.I.A.) se refiere al estudio, presumiblemente objetivo, de carácter interdisciplinario, que se realiza como parte de la toma de decisiones sobre un proyecto,

para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de dicho proyecto (Dominguez et al 1989).

Su magnitud dependerá de la naturaleza, complejidad y tamaño del proyecto. Asimismo, de la naturaleza del medio ambiente en que se pretende ubicar dicho proyecto. Pero en todo caso, debe tener el vigor y objetividad necesarios para identificar e interpretar el significado ambiental de estos impactos y predecir sus consecuencias. El carácter de documento técnico no debe disminuir su legibilidad y entendimiento por los no expertos que en muchos casos son los que sufren los impactos de un proyecto.

### 2.1.1 Componentes del entorno.

Para ajustarse a las directrices del MINEREM el E.I.A. cubre tres esferas o entornos:

- a) el medio ambiental,
- b) el socio-cultural, y
- c) el socio-económico.

Estas tres esferas de estudio son las que recomienda el MINEREM en los E.I.A. para explotaciones mineras en las evaluaciones de impacto ambiental. Cada una de estas esferas de estudio (componentes 1, 2 y 3 de la Fig. # 1) comprende:

#### **Medio-ambiental.**

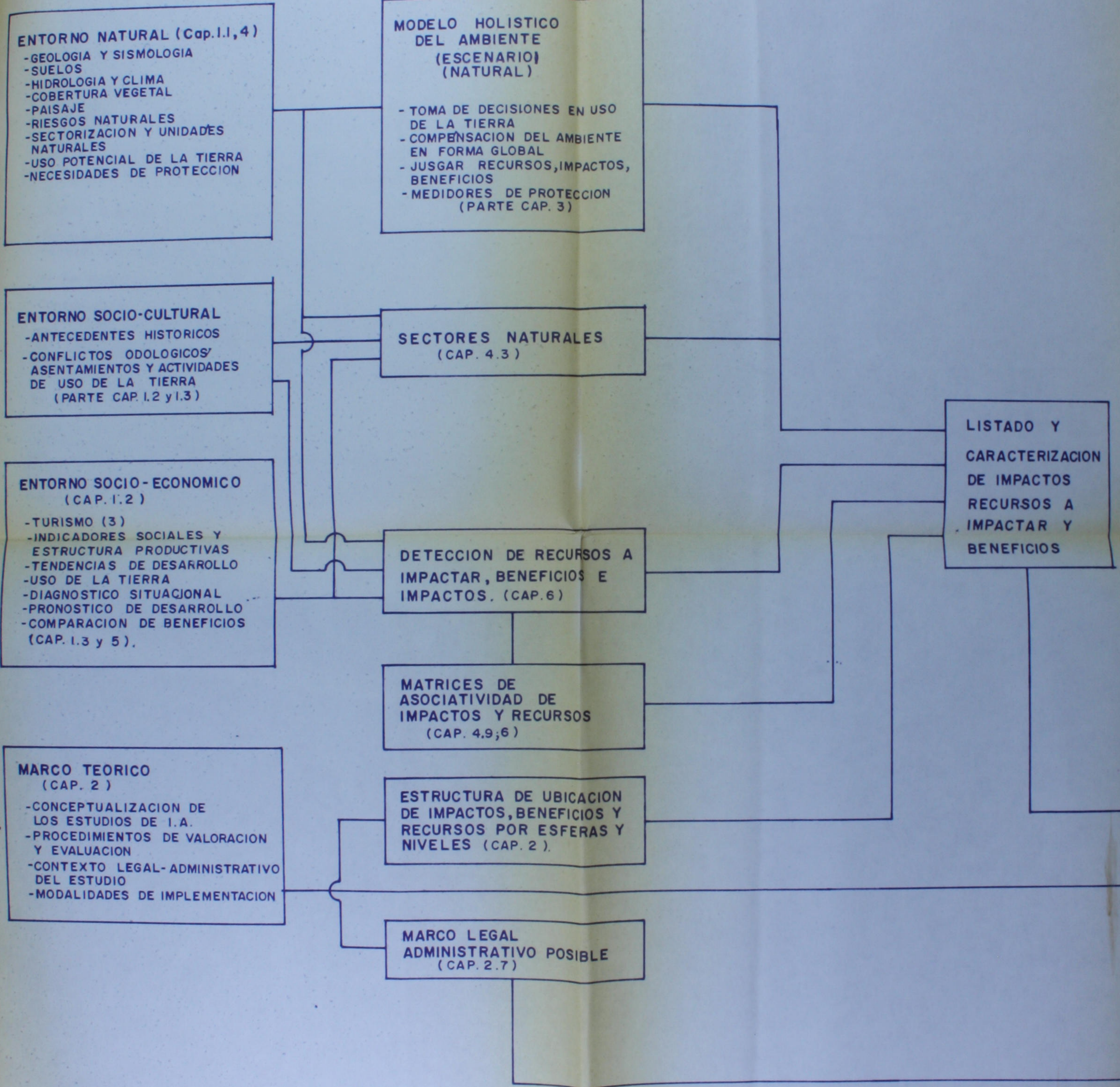
El levantamiento de la información pertinente para entender o interpretar el medio ambiente y su funcionamiento. Adquirir el conocimiento necesario para la vinculación de los impactos con el modelo de interpretación del medio para vislumbrar sus efectos y relaciones con factores y procesos. Se evalúa los impactos en esta esfera sin perder los vínculos al nivel social. Es el escenario natural del proyecto a realizar.

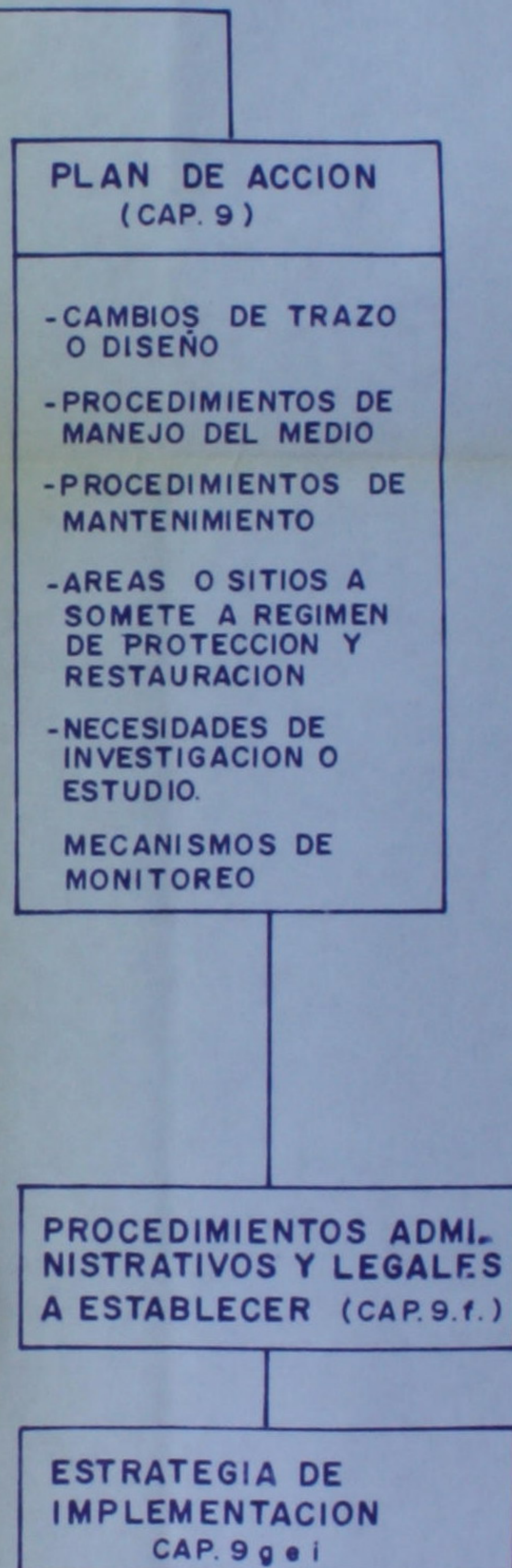
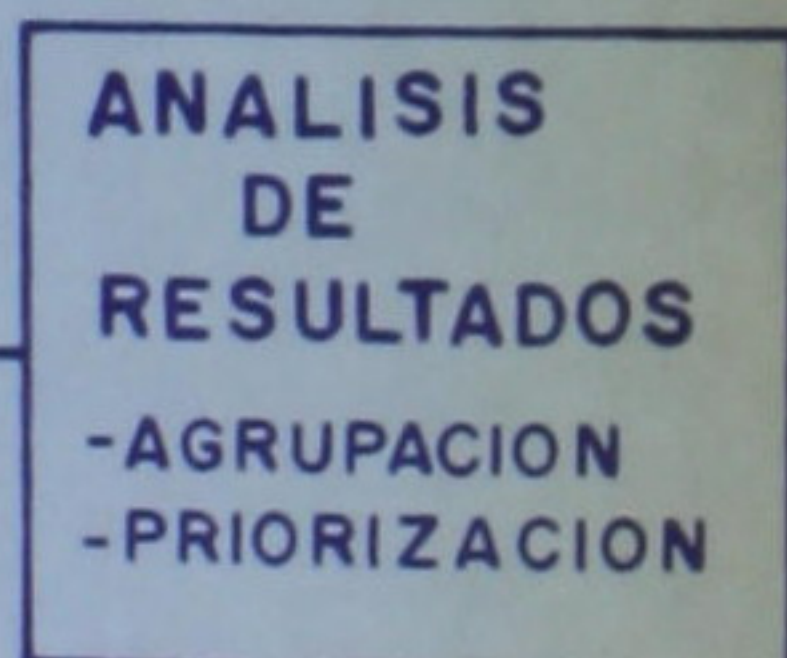
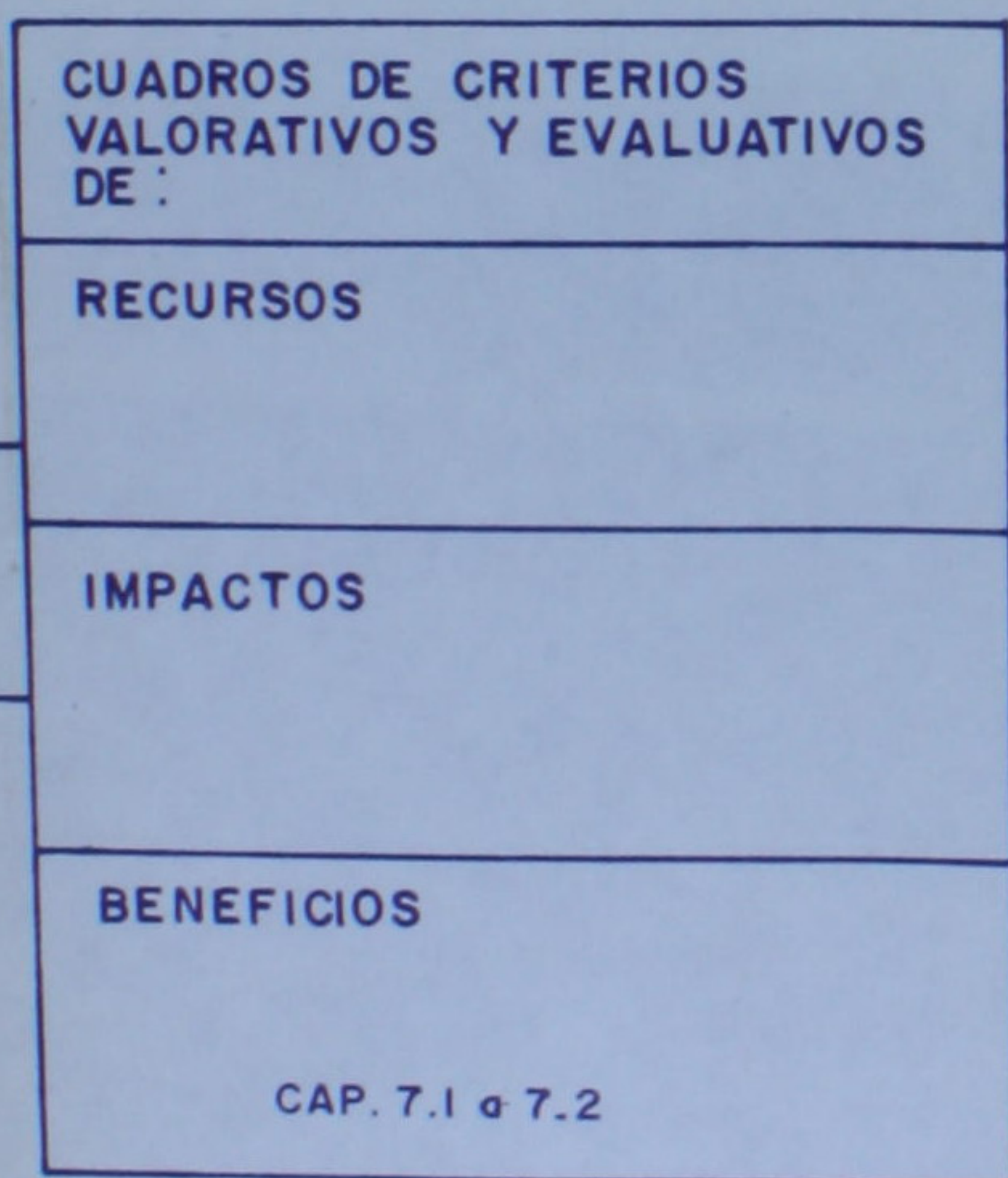
#### **Socio-cultural.**

Levantamiento de la información socio-cultural necesaria para interpretar los impactos del proyecto. Se evalúa la interferencia, peligros, influencias que el proyecto ejerce sobre la dinámica socio-cultural. Oportunidades o alternativas que se bloquean o eliminan o activan. Por la dificultad de desligarlas del análisis de la esfera socio-económica, muchos efectos van incluidos juntos.

#### **Socio-económico.**

A este nivel se profundiza en el sistema productivo; efectos del proyecto sobre el espacio económico, sobre





PROYECTO :  
CARRETERA COSTANERA SUR  
ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL  
DEL TRAMO DOMINICAL- PUERTO CORTES

PROVINCIA

CANTON

PUNTARENAS

OSA

TITULO:

Fig N°: 1 - ESQUEMA METODOLOGICO DEL  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROFESIONAL RESPONSABLE:

Biog. SERGIO SALAS D.

CONTRATANTE :

K F W - MOPT

CIA. CONSULTORA:

SINERGIA 69 S.A.

FECHA: ENERO - MAYO 1991

las actividades existentes: oportunidades que se activan o eliminan. El análisis se vincula con una interpretación general del actual modelo de producción en esa área. Se entiende que en la interpretación se incorpora la información pertinente o ligada a los cambios producidos por la carretera.

En este sentido vale aclarar que hay aspectos que no tienen relación económica ligada a los sectores activos de la actual carretera, o sea, que la terminación o pavimentación no tendrá más que efectos muy leves. Así, por ejemplo, en esa zona, la siembra de arroz se da por la demanda que se perfila en el mercado, y no por la seguridad de extraer los productos, condición que mejorará la carretera. El año pasado se presentó un aumento del área cultivable, aunque la carretera no estaba en buenas condiciones. O sea, este espacio productivo ya está configurado desde años atrás y no lo alterará sustancialmente la carretera, y mucho menos negativamente.

En otros aspectos, la apertura de la carretera activará facetas económicas enteramente ligados a su condición, por ejemplo, las actividades turísticas que dependen de un buen camino.

Así, a lo largo de todo el estudio se trata de respetar estos entornos o esferas de estudio, ubicando aspectos de los recursos, impactos o beneficios, en cada uno de ellos.

#### 2.1.2 Niveles de acción de los impactos (ver Fig.# 2).

De igual forma, para facilitar el análisis se distingue 3 niveles de complejidad en cada entorno:

##### a) La estructura del entorno:

Conformación o esqueleto dado por los componentes y elementos. La estructura del ecosistema, la configuración del paisaje, la estructura económica. Es el nivel manifiesto de cada entorno, el cual cambia muy lentamente y si se destruye o altera, hay efectos sobre los otros aspectos de ese entorno. Se mide por parámetros.

##### b) Los procesos del sistema:

Aspecto dinámico que se asienta en una determinada estructura y caracterizada por cambios rápidos, por activar ese entorno, por un ajuste continuo y por una evolución. Se mide por variables. La escorrentia es un proceso normal y lento en un entorno natural muy quebrado y de naturaleza inestable, con tasas asombrosas de transporte de materiales.

Figura # 2. Estructura para la ubicación de impactos ambientales en esferas y niveles.

ESFERAS NIVELES	NATURAL	SOCIO-CULTURAL	SOCIO-ECONOMICO
Alteración de la estructura del sistema	* Deforestación Agotamiento de poblaciones	Deplesión del paisaje. Incorporación de elementos estresantes.	Inutilización de la capacidad productiva de la tierra. Inutilización de recursos.
Alteración o influencia en los procesos del sistema.	Cambios en la dinámica de la cuenca. Alteración de la escorrentía laminar. Alteración de la capacidad de baño de una playa.	Presencia o establecimiento de turistas en un poblado.	Disminución o desplazamiento temporal o estacional de una actividad continua.
Alteración o influencia en el desempeño de los usuarios del sistema. (silvestres o humanos).	Envenenamiento o intoxicación de especies. Contribuciones a la morbilidad.	Riesgos de accidentes. Coacción continua o temporal de la recreación.	Pérdida de imagen turística

\* En cada espacio de la matriz se citan ejemplos.

### c) El desempeño de los usuarios:

Aspecto también dinámico pero de naturaleza diferente. Aunque fuertemente ligado a los otros dos niveles, es la finalidad que más nos interesa. En realidad la persistencia o sobrevivencia de especies animales, vegetales y el hombre es nuestro nivel de mayor preocupación.

### 2.1.3 Matriz de entornos/niveles.

Un impacto puede tener diferentes facetas o manifestaciones a cada nivel. Con estas dos dimensiones de análisis del medio ambiente, en su sentido más amplio, se confecciona una simple matriz para ubicar los recursos, impactos o beneficios. La Figura # 2 da ejemplos de impactos en cada entorno y nivel. En el proceso evaluativo se lleva el desarrollo del estudio manteniendo la estructura de la matriz. Cada cuadro valorativo o evaluativo se realiza para cada compartimiento, o sea, existe las posibilidades de evaluar cada uno de los elementos: recursos, beneficios e impactos.

### 2.1.4 Aspectos generales.

Existe una gran cantidad de manuales donde se establece normas para estudios del medio ambiente (MOPU, 1984). De tal forma, que no se trata de explicar detalladamente qué se estudia en cada aspecto del medio ambiente, sino qué aspectos son necesarios y con qué profundidad. Así, consideramos que para estar satisfechos en calidad y cantidad, cada estudio o capítulo sobre aspectos del entorno debe guiarse por los siguientes criterios:

#### a) Grado de pertinencia.

Incluir en el estudio lo que es importante y necesario que sirva para tomar decisiones. Esto debe sustituir a la pretensión enciclopedista de largos inventarios o estudios multidetallados sobre cada aspecto del medio ambiente. Los aspectos no pertinentes se obvian.

#### b) Mantener la intención:

A lo largo del quehacer de cada especialista el matiz del estudio de impacto ambiental debe verse, debe teñir toda información.

#### c) Creatividad del especialista:

Cada profesional o subequipo hace su planteamiento dentro de los términos de referencia. Esto le permite trabajar con satisfacción y profesionalismo, sin perder vinculación con el nivel general.

d) Vigor del área de influencia:

El estudio debe tener una cobertura que asegure el análisis como mínimo de los aspectos teóricos y decisorios del área de influencia: tanto de los aspectos del medio que afectan la carretera y sus impactos como desde la carretera hacia el medio que recibe los impactos. Ambas facetas están fuertemente unidos y en especial en esta área de ambiente muy agresivo.

e) Compensación de tiempo:

Aunque el estudio se realiza en un período corto, se puede corregir la falta de información, teniendo un equipo profesional competente, que conoce bien la zona, y que haya realizado otros trabajos ahí.

### 2.1.5 Modelo holístico del ambiente (ver Figura # 3).

El análisis por especialistas de cada aspecto del medio ambiente lleva a una profunda comprensión de ese sector, por ejemplo, geología, pero como consecuencia a una partición del medio. En otros capítulos se retoman aspectos de la geología para explicar fenómenos específicos, por ejemplo, de vegetación. Sin embargo, se hace necesario tener una comprensión global del medio ambiente: esto es, un esquema sencillo pero completo que interprete todos los aspectos gruesos del ambiente y permita visualizar fácilmente cómo funciona y sus múltiples facetas.

Para realizar lo anterior se reúne a las estructuras Flex del enfoque de sistemas ( ). El modelo resultante es una lámina que representa el flujo de los procesos ambientales, como así se observa en la Figura # 3. Esta figura permite lo siguiente:

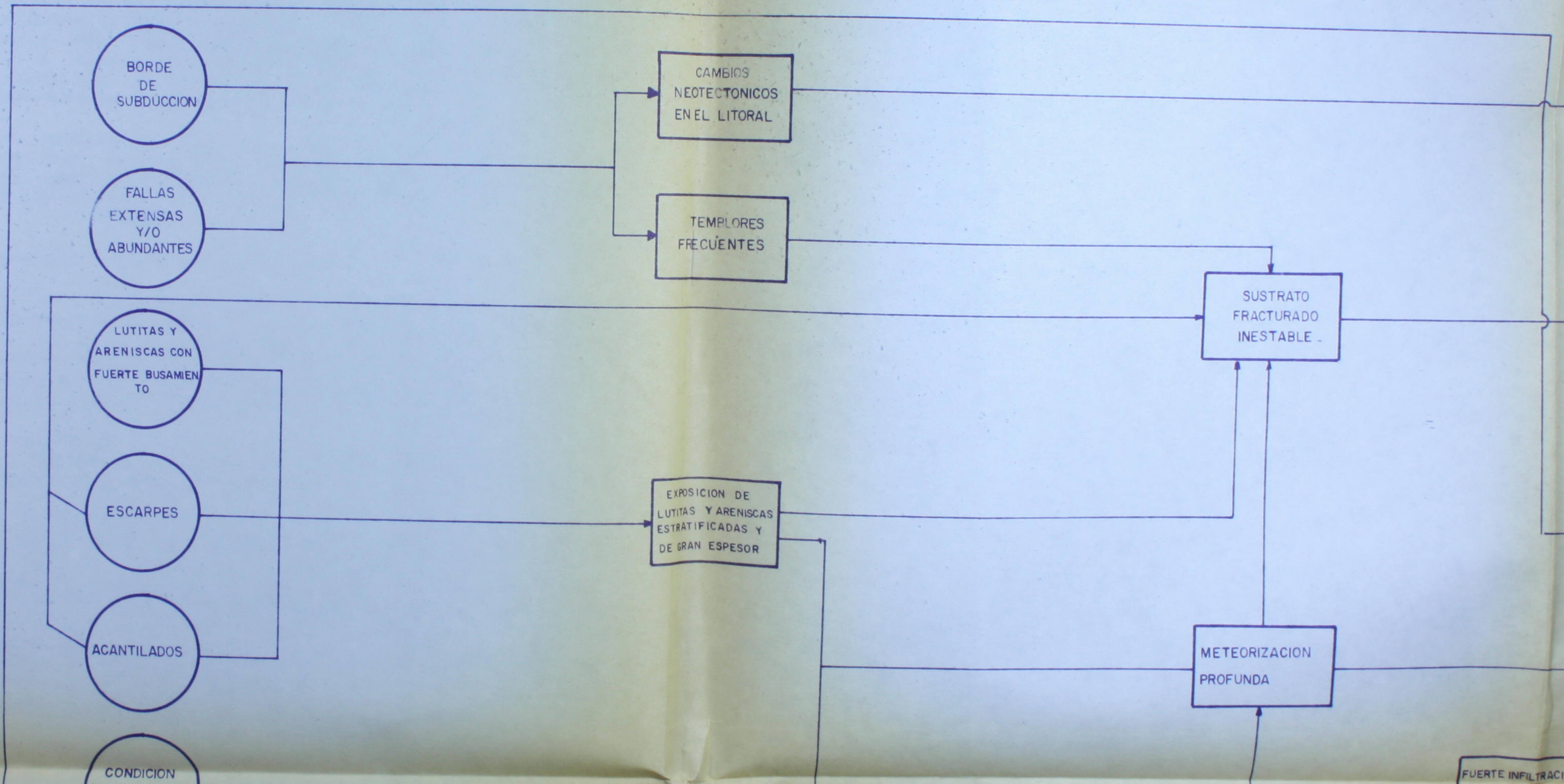
a) Explicar en forma global la estructura y la organización del ambiente.

b) Explicar holísticamente el funcionamiento e interacciones de los principales procesos ambientales.

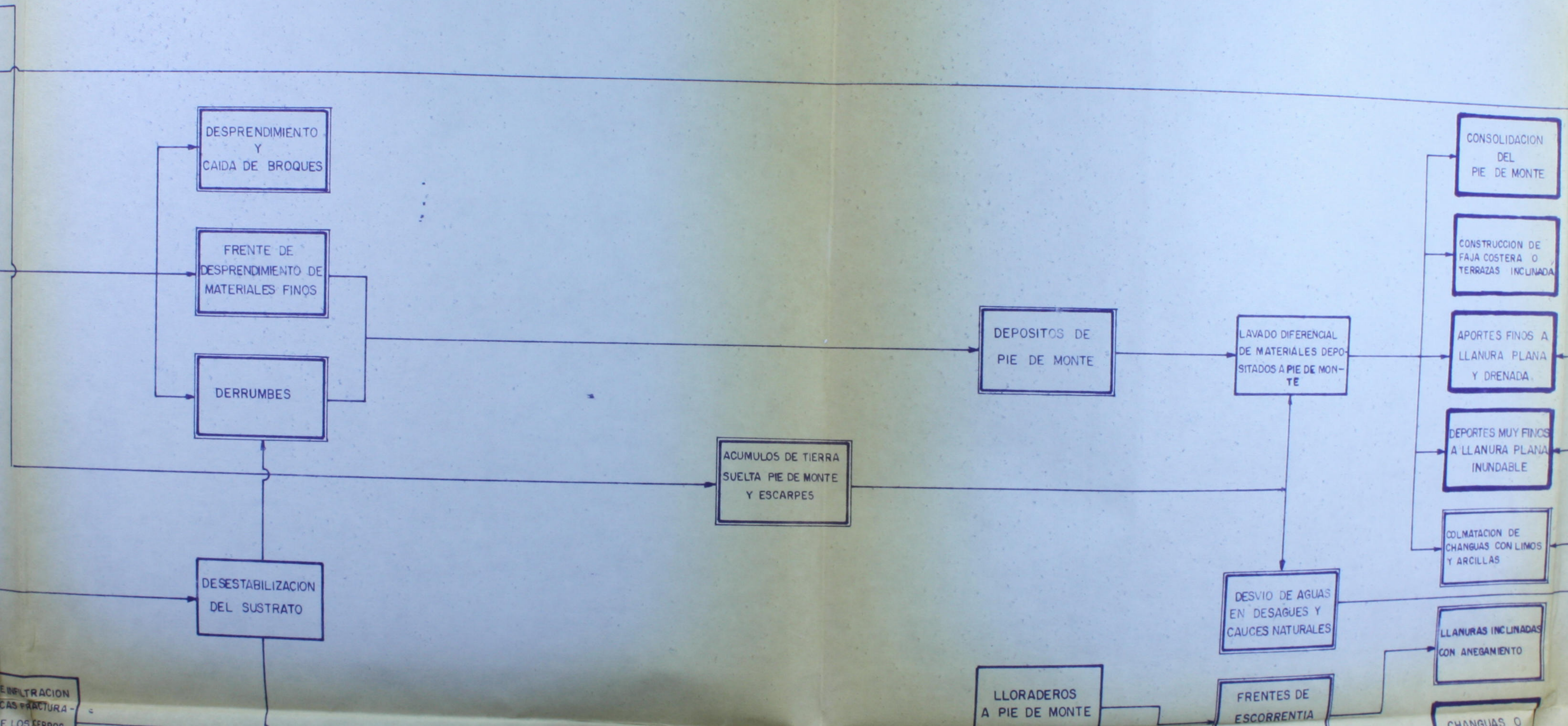
c) Conocer el origen, flujos y destino de los principales elementos del ambiente.

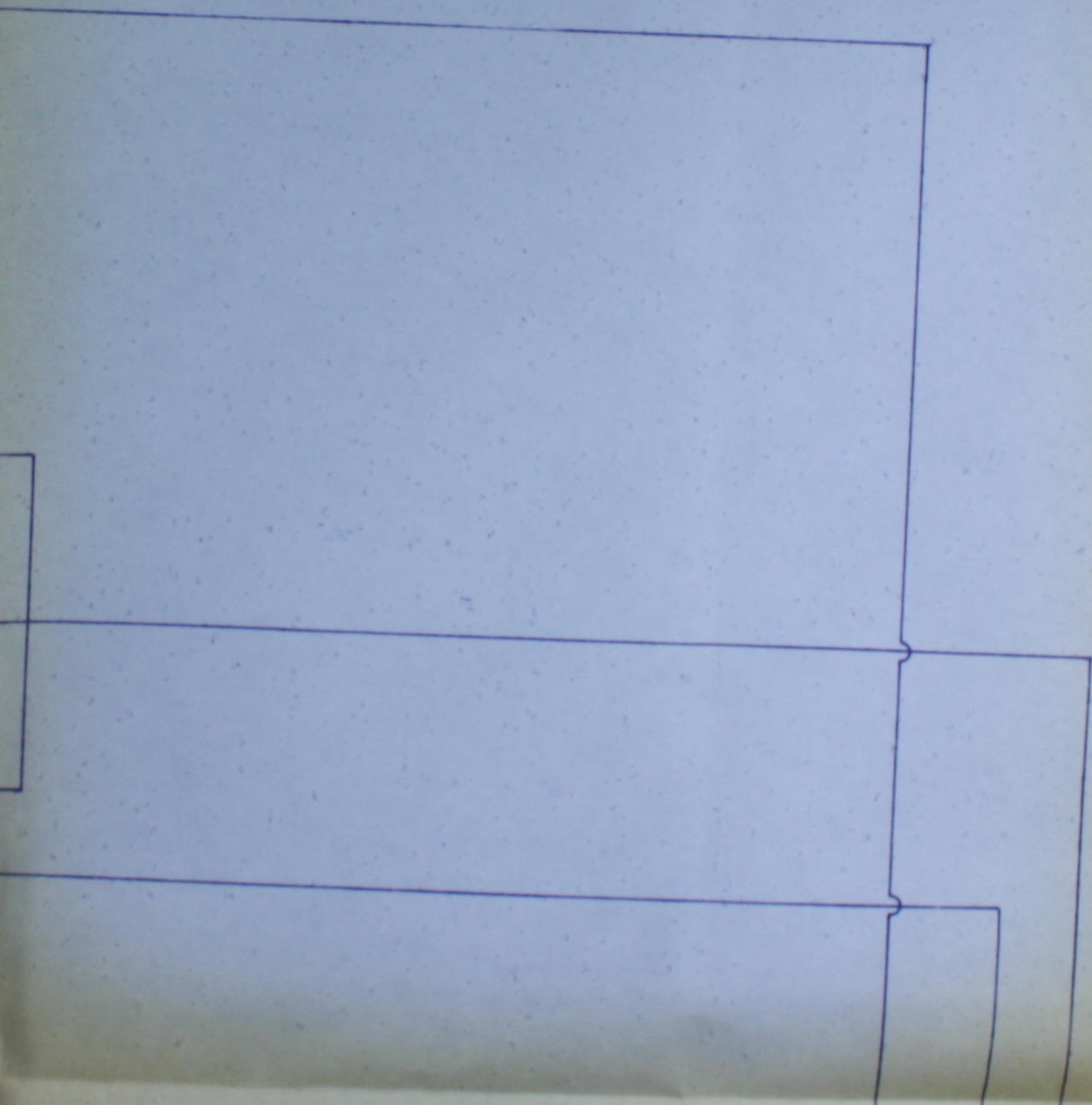
d) Utilizar el diagrama como escenario para localizar,

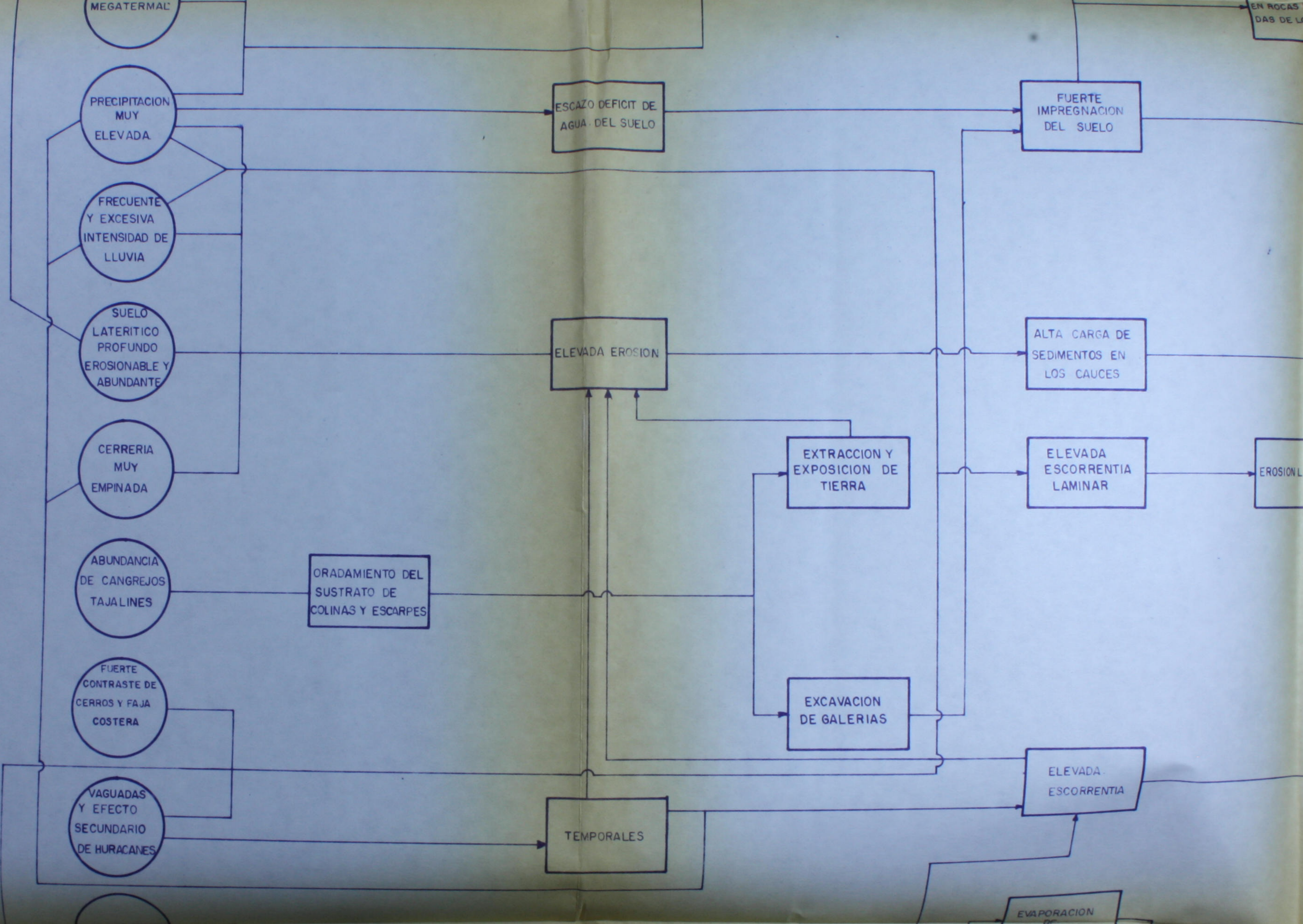
# MODELO INTERPRETATIVO



# IVIVO DEL FUNCIONAMIENTO AMBIENTAL EN EL AREA







MEGATERMAL

PRECIPITACION MUY ELEVADA

FRECUENTE Y EXCESIVA INTENSIDAD DE LLUVIA

SUELO LATERITICO PROFUNDO EROSIONABLE Y ABUNDANTE

CERRERIA MUY EMPINADA

ABUNDANCIA DE CANGREJOS TAJALINES

FUERTE CONTRASTE DE CERROS Y FAJA COSTERA

VAGUADAS Y EFECTO SECUNDARIO DE HURACANES

ESCAZO DEFICIT DE AGUA DEL SUELO

ELEVADA EROSION

ORADAMIENTO DEL SUSTRATO DE COLINAS Y ESCARPES

TEMPORALES

FUERTE IMPREGNACION DEL SUELO

ALTA CARGA DE SEDIMENTOS EN LOS CAUCES

ELEVADA ESCORRENTIA LAMINAR

EXTRACCION Y EXPOSICION DE TIERRA

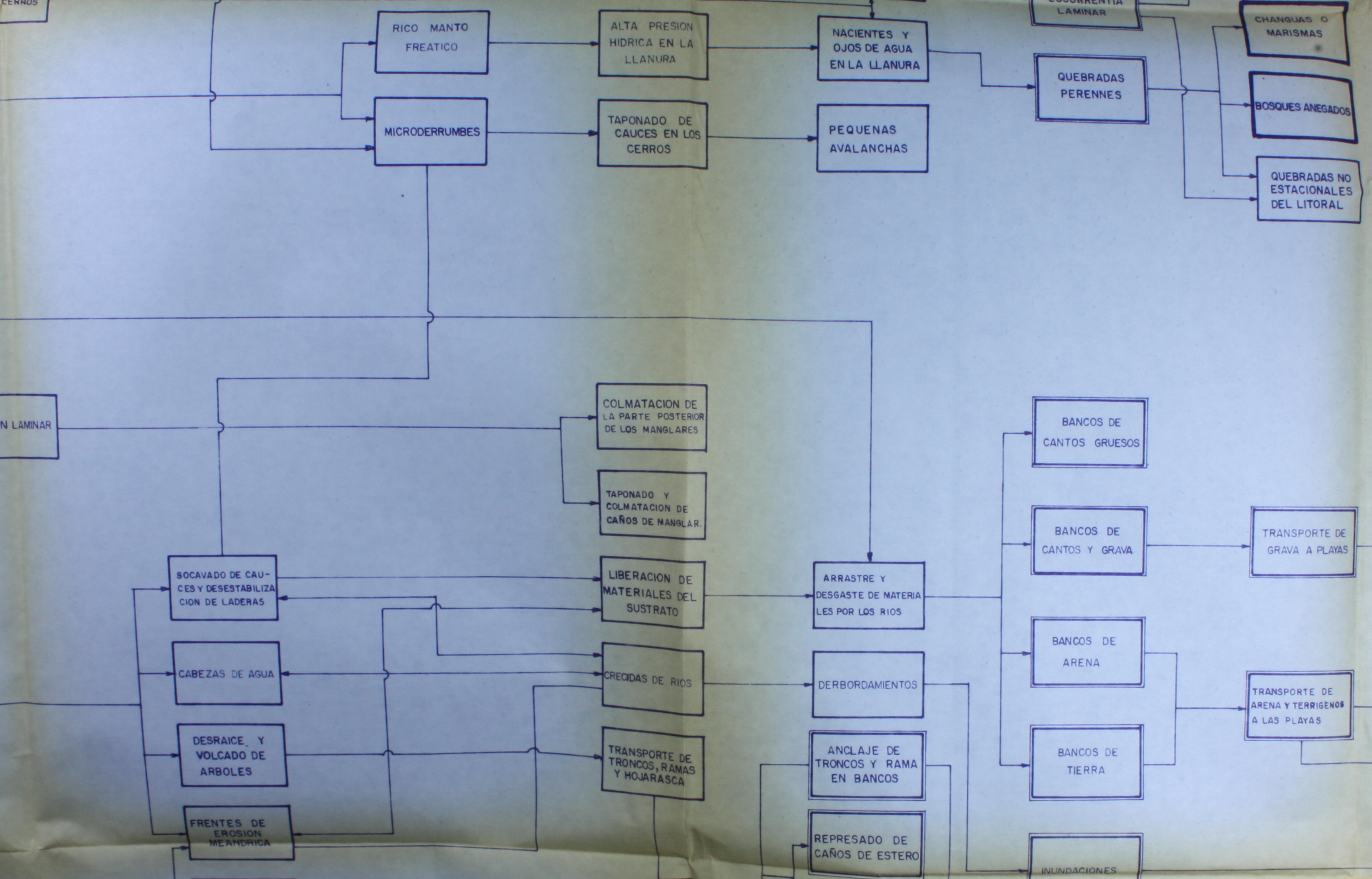
EXCAVACION DE GALERIAS

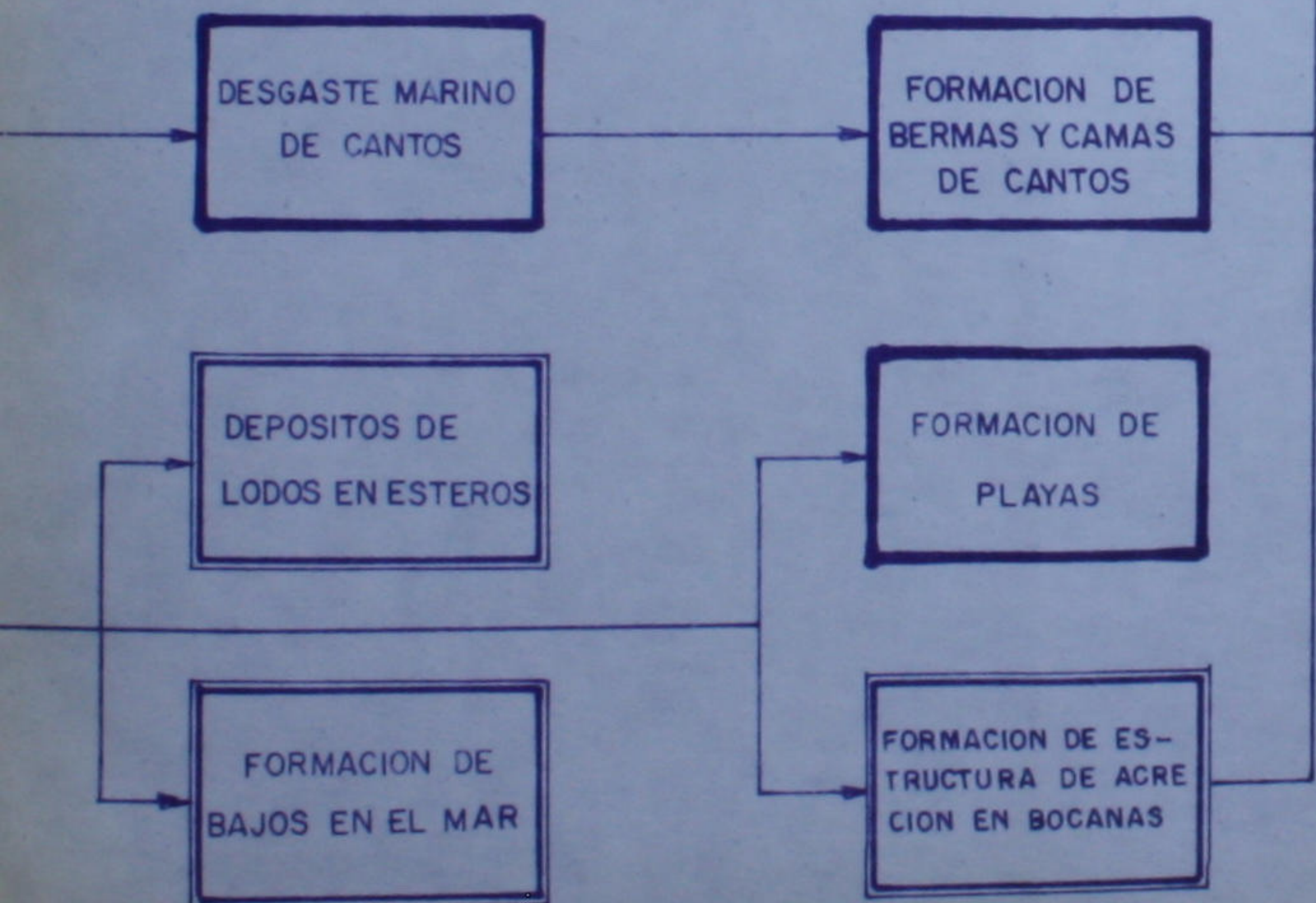
ELEVADA ESCORRENTIA

EVAPORACION

EN ROCAS

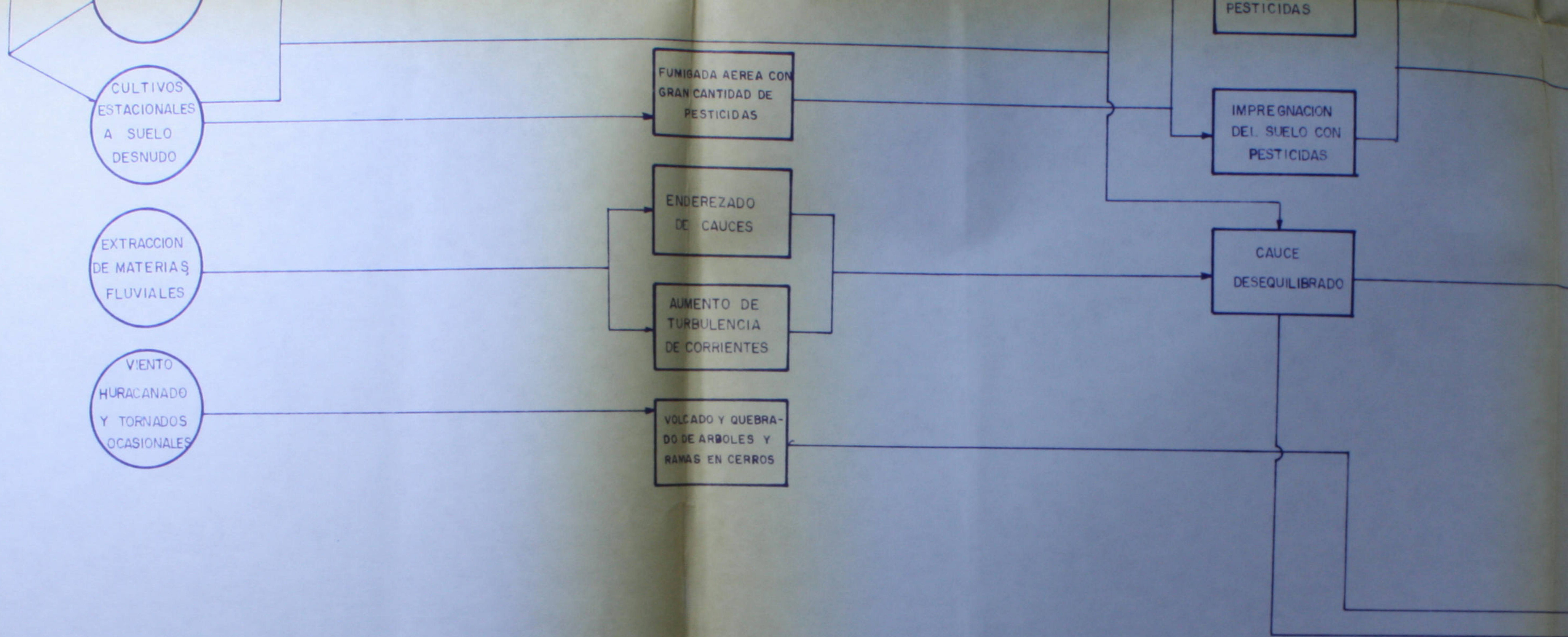
EROSION L

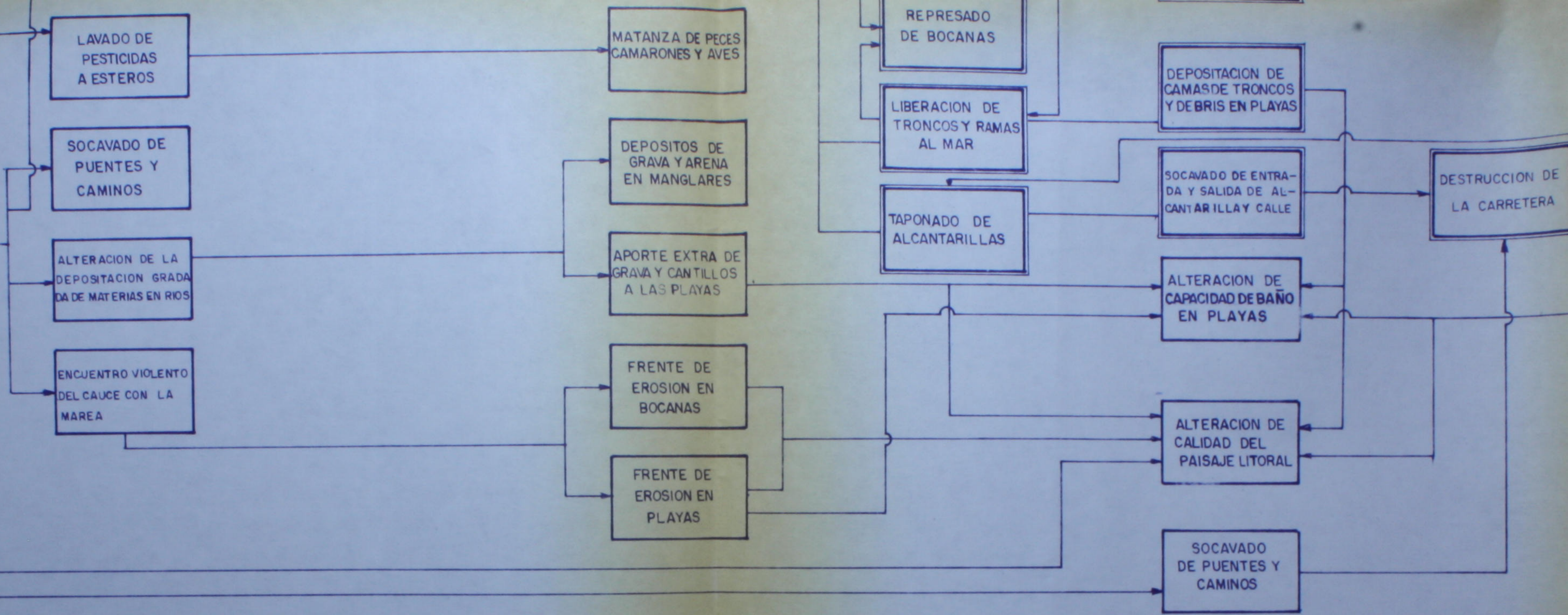




### SIMBOLOGIA

- CONDICIONES DADAS O VARIABLE INDEPENDIENTE
- SITUACIONES DERIVADAS O VARIABLE DEPENDIENTE
- ▭ PRODUCTO FINAL O INTERMEDIO MUY ACTIVO PRESENTE
- ▭ PRODUCTO FINAL O INTERMEDIO MUY ACTIVO EN EL PASADO
- FLUJO DE CAUSA O INTERRELACION





PROYECTO CARRETERA COSTANERA SUR

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL TRAMO DOMINICAL - PUERTO  
CORTES.**

TITULO:  
FigN°3 **MODELO INTERPRETATIVO  
DEL FUNCIONAMIENTO AMBIENTAL  
EN EL AREA**

PROFESIONAL  
RESPONSABLE: **SERGIO SALAS D.**

CONTRATANTE :  
**KFW - MOPT**

CIA. CONSULTORA :  
**SINERGIA SESENTA Y NUEVE S.A.**

PROVINCIA	CANTON	DISTRITO
-----------	--------	----------

ESCALA	FECHA.	
SIN ESCALA		

identificar, calificar y cuantificar, en lo posible, los impactos que tienen las actividades humanas sobre el ambiente.

e) Presentar una aproximación para el seguimiento de los impactos identificados. Es decir: qué, cuándo, cómo y dónde monitorear, controlar, investigar y decidir.

En cada una de las ventanillas de los cuadros del diagrama de flujo de la estructura PLEX o tipo de diagrama utilizado, se redactan con la intención de dar una mejor comprensión de la relación causa-efecto o interacción, que caracteriza la secuencia de flujo del sistema representado, o sea, la relación casilla y las inmediatamente anterior y posterior. El PLEX se lee hacia la derecha y hacia abajo, de tal forma que los productos del ambiente se reúnen en el borde derecho o en la esquina inferior derecha.

La dinámica del PLEX permite adaptarla a sectores del ambiente, a sitios específicos, donde se puede resaltar flujos, casillas y productos. Esto permite entender las rutas importantes o críticas y el papel que juegan los impactos.

Una gran ventaja de este tipo de diagramas es la fácil comprensión por generalistas o gente poco especializada en una faceta ambiental pero con capacidad de comprensión de los temas ambientales.

#### 2.1.6 Sectores o unidades naturales

Dado que la naturaleza del ambiente, el uso de los recursos y los impactos son diferentes en los ecosistemas o unidades naturales, el área de estudio se divide en varios sectores. En cada uno de estos hay asociaciones diferentes. Esto permite que la valoración de recursos y beneficios y la evaluación de impactos se pueda hacer ajustándose a:

- a) Cada sector en su totalidad si hay uniformidad de los recursos, impactos y beneficios, aunque varíen ligeramente las diferentes comunidades bióticas.
- b) Que el análisis sea puntual por ser el recurso muy valioso o específico; por ser el impacto muy severo.
- c) Agregar el análisis por comunidades si estas difieren mucho por los recursos y los impactos.

En el caso que nos ocupa, el análisis por sectores complementado con análisis puntual de algunos sitios, satisface la calidad del estudio.

Los sectores se establecen con base en los diferentes

aspectos estudiados del ambiente; juegan papel preponderante el relieve, la geología y la hidrología.

## 2.2 Evaluación de Impactos Ambientales (Ev.I.A.)

Dentro de un E.I.A., la segunda fase de evaluación puede definirse como el proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá, en el supuesto de que se llevase a cabo, y con el fin de establecer su aceptabilidad, modificación o rechazo por parte de la administración pública, elemento último que decide la toma de decisiones sobre el proyecto.

En este sentido la Ev.I.A. busca formar un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre la importancia de los impactos y la posibilidad de evitarlos o reducirlos a niveles aceptables.

La Ev.I.A. afecta el proceso de planificación en las etapas de concepción de la idea del proyecto, de anteproyecto, de proyecto en sí, de diseño del mismo, de ejecución, control y seguimiento. De tal forma que con base en la dimensión ambiental y con un criterio económico, en cada etapa se está en condiciones de dar marcha atrás para reorientar el proyecto con el fin de minimizar los impactos.

Así el Es.I.A. a través de la evaluación de impactos ambientales opera integrándose en forma progresiva en las diferentes fases del proceso de gestión de un proyecto, lo que permite el ajuste de la toma de decisiones para adecuar el proyecto a las condiciones del ambiente y su utilización, minimizando los impactos.

### 2.2.1 Alternativas.

Cuando se está ante la posible realización de un proyecto, el Es.I.A. también define las alternativas y permite optimizar la alternativa seleccionada, en lo que se refiere a medidas correctoras sobre efectos esperados y programar los mecanismos de control y aprendizaje sobre los múltiples aspectos de la dinámica y la evolución del medio. Esta situación, en el sector de carretera costanera en estudio es poco posible pues ya está el trazo definitivo y sólo se podrá hacer pequeños cambios, donde el impacto ambiental sea claro y fuerte, o existan recursos valiosos que es mejor no interferir.

Al aplicarse sólo parcialmente el concepto de aptitud o adaptación (forma en que se adapta el proyecto a las oportunidades que le brinda el contexto físico-natural, social y económico en que se inscribe) y que permite seleccionar alternativas, el Es.I.A. es más sencillo y la Ev.I.A. se refiere a la actividad encaminada a identificar, predecir, interpretar, comunicar y prevenir el impacto de un

proyecto, plan o acción sobre el medio ambiente. Así, en lugar de alternativas de trazado del camino se tendrá análisis de alternativas en sitios puntuales donde los impactos son más críticos o hay recursos de elevado valor. El concepto de adaptación tiene mayor significado en un proyecto cuando el ambiente está menos intervenido. En esta zona su significado es menor, debido a:

a) Es un área parcialmente impactada por el uso de la tierra destacándose la explotación maderera o desforestación, la ganadería extensiva en los cerros y laderas y terrenos de anegamiento estacional, y el cultivo del banano, en la llanura de Diquís. Todas estas actividades impactaron fuertemente el área desde hace años y no por el proyecto de la carretera costanera. Este último sustituye al camino real que unía las llanuras costeras de Quepos, Uvita y Diquís (parte del delta del Térraba donde está Puerto Cortés), 3 áreas de excelentes suelos y con sitios con condición de puerto natural.

El área de estudio se caracteriza por:

a) No se desarrolló en este sector de carretera, un fuerte ordenamiento del territorio como ocurrió en el sector Parrita-Barú. Es una zona poco desarrollada pero relativamente deteriorada.

b) El área presenta un deterioro histórico que se remonta a 30-50 años: tala de terrenos planos y laderosos ondulados, la extracción de maderas, la constitución de una red de caminos en pendientes severas, la pesca en el mar litoral.

c) El impacto general de colonización de la zona se mantiene principalmente en 2 áreas: deforestación hacia las partes más altas; sobreexplotación de la pesca.

d) Los impactos de la carretera son puntuales y de importante magnitud, directos e indirectos. Están fuertemente entrelazados con los factores ambientales.

e) Existe tanto problemas de impacto como de riesgo. Así, aunque el estudio enfatiza los impactos no se descuidan los riesgos.

De tal forma que el concepto de aptitud, al aplicarlo a un proyecto ya con un trazo casi final, sólo permitirá medidas en dos sentidos:

1. Cambios en pequeños sitios para minimizar impactos conservar recursos valiosos.

2. Definición de áreas de reservas o sectores sometibles a manejo ambiental para reducir impactos y riesgos.

De igual forma al transectar la carretera por el escenario natural-costero con condiciones severas genera conceptos generales aplicables al diseño de la carretera como:

- a) La estabilidad de los cortes no es posible por lo que se debe establecer formas que aseguren un cierto nivel de estabilidad con un costo de mantenimiento aceptable.
- b) Las obras anexas a la carretera (sistema de drenaje y puentes y alcantarillados deben tener igual importancia que la pista asfáltica).
- c) La durabilidad de la obra así como el mantenimiento son las dos características del proyecto que mejor reflejan el ajuste al ambiente pero deben tomarse en cuenta los riesgos y enfrentan los impactos con tendencia a minimizarlos.

Por lo tanto, el concepto de aptitud permite minimizar las alternativas y profundizar en aquellos aspectos que mejor protejan la carretera de un ambiente severo a la vez que se reducen los impactos ambientales en su área de influencia.

#### 2.2.2 Análisis y valoración de recursos susceptibles de impacto.

En la Ev.I.A. la primera condición es conocer a fondo los valores del medio, que pueden ser condiciones o recursos. No basta con tomar de una clasificación zoológica o botánica un grupo, por ejemplo, microflora.

Se debe estar seguro que lo que se categoriza como recurso susceptible de impacto tenga unidad, sea bien diferenciado y se le pueda aplicar sin duda alguna los criterios valorativos.

##### 2.2.2.1 Criterio valorativos.

El desarrollo de criterios valorativos de condiciones, elementos o recursos del medio ambiente es un asunto en que las metodologías ambientales divagan mucho y los criterios no son muy claros. Para este E.I.A. se optó por utilizar las siguientes características que se ilustran en Figura #.4.

- a) **Calidad.** Características del recurso que se definen

Figura # 4. Tabla valorativa de las condiciones, elementos o recursos susceptibles de impacto.

Criterios Recursos o elementos	* PB	C A L I D A D				UTILIDAD		PUN- TA JE.
		Singu- lari- dad	Es- ta- do	Impor- tan- cia	Fra- gi- li- dad	Ac- tual	Poten- cial.	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								

a importancia para el sistema en valor relativo en una  
 \*PB = Peso Bruto por commensurabilidad.

La ponderación es también objeto de mucha discusión y hay aspectos en los que no hay acuerdo entre los

con la apreciación de los siguientes criterios:

- i. **Singularidad.** Incluye rareza o si es único, la característica sobresaliente, de rasgos muy especiales.
  - ii. **Estado.** Es la condición en que se encuentra: deteriorado o contaminado; destruido o inútil; subutilizado o intacto.
  - iii. **Importancia para el sistema.** Cuánto aporta a la estructura o funcionamiento del sistema; su valor posicional en la comunidad.
  - iv. **Fragilidad.** Riesgo de alterarse a un estado imposible de restaurar o volver a una situación similar a la inicial.
- b) **Utilidad.** Corresponde al aprovechamiento que se puede obtener o hacer del recurso y se definen con los siguientes criterios:

- i. **Actual.** Tipo de uso, subutilización, sobreexplotación, significado del uso.
- ii. **Potencial.** Extensión o cambio del uso, mejoras, aumento del rendimiento.

Lo anterior viene a reemplazar lo que en algunos autores llaman vector ambiental (Gómez, 1978). A cada criterio se le asigna un valor máximo de 10 puntos en un escala de 1 a 10 que es la más familiar y que sustituye el sistema de puntaje por cruces o por alto, medio y bajo.

#### 2.2.2.2 Ponderación del medio ambiente.

Para evaluar los elementos, condiciones o recursos del medio ambiente, se utilizan varias formas (Gómez, 1978):

- asignación de un valor alto, medio o bajo;
- asignación de un valor porcentual;
- asignación de un valor relativo en una escala de 1 a 10 ó 1 a 5, etc.

La ponderación es también objeto de mucha discusión y hay aspectos en los que no hay acuerdo entre los

expertos.

### 2.2.2.3 Valor posicional del recurso.

A este nivel, varios recursos o impactos tendrían teóricamente un mismo valor, condición que no es real. Esto se evita asignando un peso bruto. En una escala de 1 a 10 se jerarquizan los impactos o recursos asignándole un valor por la comensurabilidad. Con esto se le da a cada recurso o impacto una posición jerárquica o valor posicional. Este valor aumenta el valor del recurso o la gravedad del impacto, pues se usa como un multiplicador.

Algunos autores utilizan un ordenamiento decreciente en importancia de los recursos o impactos, y se les da un valor que a su vez corrige la valoración que se haga (Gómez, 1978). Esta escala de comensurabilidad, utilizando la experiencia del equipo evaluador, posiciona cada recurso o impacto, por acuerdo de los miembros del grupo.

### 2.2.3 Análisis y valoración de los impactos

Retomando el concepto de impacto ambiental, como una pérdida del valor de los recursos del medio en su conjunto (Gómez, 1978), encontramos que este cambio de valor del medio o algunos de sus elementos, es también un problema debatido y a veces no de aceptación universal.

Al menos debemos tener claro que hay pérdidas o cambios negativos de valor con cada alternativa del proyecto: en este caso con la carretera actual y con las propuestas de cambios puntuales.

No se estiman las ganancias o cambios positivos de valor ambiental como parte del impacto. Estas influencias del proyecto debe tener validez en sí mismas, como se verá más adelante. Para detectar los impactos o daños se recurre al cuadro de esferas o niveles, igual que para ubicar los recursos o elementos susceptibles de impacto. Este es un asunto fácil y lo hace el grupo una vez que conoce bien la zona y las características del proyecto.

#### 2.2.3.1 Identificación de los impactos

Para identificar un impacto se recurre a los siguientes pasos:

a) En el análisis que cada especialista hace y en las discusiones que se realizan, se expresa cómo las

actividades del proyecto alteran o modifican el ambiente. Esa dinámica queda parcialmente incorporada en el informe técnico de cada especialista.

b) El modelo interpretativo es susceptible de modificación por los impactos. Así, se incorporan o se modifican vías de flujo del PLEX según los impactos en cada sector o sitio. El modelo PLEX del ambiente sirve para evaluar el impacto, pues todos los criterios de evaluación se pueden interpretar a lo largo de su financiamiento.

c) Los impactos son diferentes en cada unidad de ambiente y en cada sitio de tal manera que:

- i. A la hora de caracterizar la unidad se explican o caracterizan también los impactos.
- ii. Se hace para cada unidad las modificaciones del PLEX que sean necesarias.
- iii. La evaluación de los impactos se hace por el establecimiento de la relación causa-efecto: por acelerar o retardar, modificar o alterar alguna forma o aspecto del medio ambiente.
- iv. Aunque se decida una valoración porcentual para algunos recursos, esto no excluye que otros sectores se manejen como tales.

En el caso del presente estudio, al analizar las acciones del proyecto sobre el modelo interpretativo del ambiente y en cada unidad, se recurre a la modalidad de métodos de interpretación de efectos (Torrecilla & Mataix, 1987). A su vez, el efecto detectado es predecido en cada unidad de ambiente. Se le interpreta por la gravedad, temporalidad, reversibilidad, etc. con lo que se recurre al Método de predicción de efectos.

#### 2.2.3.2 Valoración de los impactos.

El desarrollo de criterios valorativos del impacto se realiza recurriendo a los criterios que utiliza la literatura (Dominguez, 1985); Torrecilla y Mataix, 1987). Se aceptan o expresan los siguientes criterios de valoración del impacto (ver Figura # 5):

- a) Magnitud. Se refiere al aspecto cuantitativo del impacto, a su escala, extensión, etc.

b) Intensidad o severidad. Se refiere a las características cualitativas del impacto. Son aspectos más subjetivos pero que se traducen a cifras para facilitar su análisis.

Figura # 5. Tabla Valorativa de los Impactos Ambientales.

Criterios	* PB	Magnitud	Intensidad o severidad					PUNTAJE
			Fuerza o Potencia	Tipo de acción	Reversibilidad	Durabilidad	permanencia	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								

\*PB = Peso Bruto por commensurabilidad.

@ Permanencia

b) **Intensidad o severidad.** Se refiere a las características cualitativas del impacto. Son aspectos más subjetivos pero que se traducen a cifras para facilitar su análisis.

i. **Fuerza o potencia.** La distribución del impacto en el área o volumen que cubre; si es continua, discontinua. Es útil porque tiene relación con el grado de control.

ii. **Tipo de acción.** Si la acción es directa o hay efectos indirectos o derivados. Si hay efectos sinérgicos. El grado de vínculo con procesos magnificadores de las acciones del impacto.

iii. **Reversibilidad.** Posibilidad de retorno a una condición parecida o inicial; grado de restaurabilidad.

iv. **Durabilidad.** Si el efecto es a corto, mediano o largo plazo; si tiene efectos diferentes a cada plazo.

v. **Permanencia.** No sólo debe contemplarse la ocurrencia en el tiempo sino la forma de como ocurre: ocasional, estacional, periódica, constante.

Con estos criterios se valora un impacto y se le puede analizar profundamente. La valoración va más allá de un simple establecimiento de causa-efecto y se puede valorar las múltiples facetas en que participa el impacto con sus actividades sobre el ambiente. La estructura de la tabla de valoración se muestra en la Figura # 5.

Su única importancia es recurrir en un solo cuadro la naturaleza de la relación. En este estudio, como se hizo en el anterior (Sector Farrita-Barú), se confeccionan pequeños cuadros de asociatividad para cada actividad socio-cultural o socio-económica, que como es natural en un estudio ambiental, tienen menor rigurosidad que los aspectos ambientales.

#### 2.2.4 Análisis y valoración de los beneficios

La construcción de la carretera costanera Barú-Palmar Norte, tiene tres (3) niveles de beneficios:

a) **Nacionales.** Estos se discuten a lo largo del texto y en

especial en el beneficio comparativo en la red nacional. Para los fines de la valoración no se incorporan en la tabla de valoración, pues no tiene relación directa con los impactos. Se utilizan para evaluar la alternativa a nivel general, cosa que no tiene que ver con los impactos en sí, pero que sí afecta la toma de decisiones a otro nivel.

b) Regionales. Son aquellos referidos a los diferentes niveles en que están los impactos y los recursos (niveles natural, socio-cultural y socio-económico) en la región en general. Así se valoren por cada unidad natural.

c) Locales. Tiene un ámbito más restringido de ocurrencia pero para los términos de la valoración se ajustan perfectamente a la tabla valorativa.

#### 2.2.4.1 Utilización de matrices de asociatividad.

Para la detección y ubicación de impactos: se aplica el Cuadro Nº 4 que se usa para detectar y ubicar los recursos y los impactos. A su vez se amplía haciendo un listado de actividades agropecuarias y turísticas susceptibles de recibir beneficios.

Aunque la lógica en el estudio ambiental permite establecer qué recurso, beneficio e impactos tienen relación, se recurre a las matrices de asociatividad. Estas relacionan los impactos con los recursos susceptibles de impactar (una especie, un aspecto del ecosistema, una actividad productiva, etc.) de manera que tienen 3 opciones:

- i. Relación positiva o sea que ese recurso se impacta;
- ii. Relación negativa o sea, que no se impacta o que más bien tiene beneficios; y
- iii. Relación neutra, o sea, que el impacto no tiene nada que ver con el recurso.

Para cada nivel de relación se usa una escala preliminar de intensidad del impacto: alto, medio o bajo; o bien, cruces (+) en número de 1 a 5. Esto no es una evaluación del impacto, sólo de su relación con el recurso o actividad.

Este es un poco previo a la evaluación de los impactos con criterios. En muchas metodologías este es un impacto esencial, pero realmente los beneficios se detectan en la matriz general de entornos/niveles y luego se llevan al cuadro de valoración, como se hizo

con los recursos y beneficios.

#### 2.2.4.1 Valoración de los beneficios

El desarrollo de criterios valorativos para los beneficios no se menciona en la literatura. Normalmente se toman como aspectos positivos de un impacto. Aquí se considera que la naturaleza positiva y diferente de los beneficios no permite sumarlos o restarlos de la naturaleza negativa de los impactos. Si son susceptibles de combinar en un índice de otra naturaleza, pero no por las operaciones básicas de suma o resta.

De igual forma parece que el concepto de comensurabilidad no es aplicable a los beneficios, al menos éste no parece claro. En este estudio no se le da ese valor a los beneficios.

Se discutió y definió los siguientes criterios valorativos de los beneficios: (Ver Figura Nº 6):

- a) **Tipo.** Si es directo o indirecto; si tiene nuevas modalidades.
- b) **Cobertura:** Si es sólo para un grupo, para la comunidad o para todos los habitantes de la región; a mayor cobertura mayor valor.
- c) **Duración:** El plazo a que ocurre: corto, mediano o largo; a nivel de la región; si cubre todo el espacio a la vez.
- d) **Permanencia:** Estable o pasajero, continuo o no.
- e) **Formas:** Si es económico, social o intangible,
- f) **Magnitud:** Escala en la que se manifiesta, extensión territorial, etc.

#### 2.2.4.2 Fonderación de los beneficios.

A cada criterio se le asigna un valor de 1-10 en forma similar a los impactos y recursos. No se asigna un peso bruto al beneficio por razones de dificultad de comparación. De igual forma, el grupo asigna un valor según su criterio a cada faceta del impacto.

#### 2.2.4.3 Ventajas de la forma de valoración



Esta forma de valoración, usa dos instrumentos muy claros:

a) Una escala valorativa casi natural, de 1 a 10 que es muy familiar a todo el mundo;

b) Unos criterios extraídos de varias metodologías y que al ser explicitados y discutidos, se pueden aplicar de la siguiente forma:

i. Todo el tiempo con "igual criterio";

ii. Lo puede manejar cualquiera de los participantes si conoce bien el ambiente en que se mueve y la naturaleza de los impactos;

iii. La discusión para asignar puntos aunque siempre tiene facetas subjetivas, que algunos consideran inexactos o irreales, siempre se tornan en la misma forma;

iv. En casos muy críticos y que se sabe van a ser fuertemente comparados con otros sitios se puede dejar constancia escrita de las razones por los que se originó un determinado puntaje.

Este sistema valorativo tiene 2 ventajas claras:

a) La forma de valoración es explícita y más universal. Depende menos de la apreciación individual puesto que hay criterios que aplican.

b) Permite hacer comparaciones entre estudios, en varias condiciones y en tiempos diferentes. El valor es más relativo pero más representativo y no absoluto y más subjetivo.

#### 2.2.4.4 Ventajas de la metodología.

En este Es.I.A. se ha hecho un esfuerzo por hacer más sencillo el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, debido al poco tiempo disponible, a la naturaleza de algunos impactos de menor cuantía que se manifiestan en el área de influencia del proyecto, a la posibilidad de aplicar la evaluación de diversas formas: puntual, por sector de ambiente, por separado o unidos.

Para cualquiera que sea la forma de aplicación, es imprescindible que se mantenga un nivel alto de

rigurosidad en la evaluación. También, a la par de mayor sencillez del proceso, se ha aumentado la objetividad, al evitar demasiada flexibilidad en el proceso valorativo, utilizando un mayor número de criterios valorativos.

En términos generales, la metodología aquí utilizada tiene las siguientes ventajas:

1. Para otros casos se puede mejorar la definición de criterios valorativos, así como incorporar otros no previstos.

2. Mantiene flexibilidad en el sentido que se puede cambiar la escala valorativa en cada caso para cada recurso o impacto pero se mantiene la definición de los criterios valorativos.

3. Al contrario de los estudios de impacto ambiental que en general solo sirven para una situación, este procedimiento sí permite hacer comparaciones. Esto gracias a la universalidad de los criterios valorativos y al uso del valor posicional o peso bruto.

4. Se incluye los beneficios como una noción independiente del impacto, pues beneficios y efectos no son considerados alternativas binarias del impacto, sino ventajas que pueden ser separadas y de naturaleza muy diferente, pero que sí son susceptibles de combinar de otra forma.

5. Valorados los recursos y los impactos, y definidos los beneficios se puede expresar gráficamente lo siguiente:

i. Valores comparativos entre unidades naturales o de ambiente.

ii. El peso de cada criterio en forma independiente.

iii. Se puede obtener un índice comparativo.

iv. Se puede con mayor facilidad estimar las diferentes alternativas.

6. Se puede generar un índice decisorio de la naturaleza siguiente, según la ecuación:

$$ID = PB (VR) + PB (VI)$$

donde:

- ID - Índice decisorio
- PB = Peso bruto de un recurso o impacto
- VR = Valor de los recursos, condiciones o elementos del medio ambiente
- B = Valor de los beneficios, independientes o no del impacto pero localizados en el área del proyecto y no a nivel general.
- VI = Valor de los impactos ambientales.

Con este índice se puede estimar tendencias generales del comportamiento de los recursos, impactos y beneficios. Los valores del índice nos indican lo siguiente:

- i. Valores cercanos a 0. Cuando el impacto es muy elevado y los valores ambientales y beneficios muy bajos.
- ii. Valores cercanos a 1. Cuando el impacto es elevado y los valores ambientales y beneficios tienen un valor medio cercano a 50 por ciento. Si hay beneficios aunque sean altos el índice sube poco, de 1 a 1.5.
- iii. Valores superiores a 1 y generalmente entre 1.5 y 5.5. Cuando uno o ambos valores ambientales y beneficios son altos aunque los impactos sean altos.

7. Los objetivos se vuelven importantes para definir o retroalimentar el proyecto (alcanzar metas, logros) y no para definir objetivos específicos para cada recurso. Esto le da más objetividad al proceso. El objetivo al evaluar los impactos tienen un contexto siempre muy variable.

8. La metodología también toman en cuenta el umbral crítico de la siguiente forma: cuando un valor del índice es muy bajo debe localizarse la causa en los impactos. Si los valores de éstos son muy elevados y su ponderación se ubica en los criterios más fuertes, este impacto se puede volver inaceptable. Cuando esto ocurre se indica con un círculo en el cuadro correspondiente o se explicita en el texto.

#### 2.2.4.5 Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental.

Conocida la naturaleza del proyecto y del ambiente se puede llegar a enumerar los objetivos. Estos responden más al concepto de adaptación o grado de ajuste del proyecto a las condiciones que impone u ofrece el medio ambiente. Se definió el siguiente grupo de objetivos:

1. Afectar la toma de decisiones al nivel más global posible (diseño) para reducir los impactos ambientales en su forma más universal (a nivel de causa y no de efecto; a nivel preventivo y no curativo).
2. Vincular y reunir los impactos ambientales para que las decisiones tengan carácter multiresolutivo y sean más económicas.
3. Dar a conocer el riesgo natural del proyecto y vincular los peligros con los impactos para proponer medidas correctivas que incrementen la durabilidad de la obra y reduzcan el mantenimiento, a la vez que se minimizan los impactos ambientales.
4. Generar recomendaciones a nivel técnico, factibles y rentables, para mitigar los impactos del proyecto.

# 1.1. SECTORIZACIÓN DE LA CARRETERA POR RELIEVE, SUSTRATO Y DRENAJE.

El trazo de la carretera Barú - Palmar Norte se parte en un sector con una alta variabilidad topográfica. Se agrega a lo anterior la variabilidad del trazo de parte de la carretera.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

### SECTOR BARU - PALMAR NORTE

Proyecto MOPT - KFW.

#### Cap.3 - Acapite 3.1

#### Sectorización de la Carretera por Relieve, Sustrato y Drenaje.

1.- Diferentes formas de terreno en los sectores por el relieve que ha sido estudiada el área, sino también por procesos de erosión.

2.- La variabilidad de pendientes a lo largo del área.

3.- Las diferentes formaciones de suelo, producto de varios factores en donde se destacan la precipitación, escurrimiento, índice de denudación de terrenos, deposición, consolidación, arrastre de materiales por ríos y quebradas, etc.

4.- Diferentes patrones de escurrimiento producto de combinaciones que se dan en cuenta a factores de pendiente, tipo de suelo, precipitación, drenaje, escurrimiento, equilibrio hídrico de las cuencas, etc.

Realizado por:  
Sr. Robert Chaverri  
Lic. Sergio Salas

Como se indicó anteriormente se definieron 22 sectores a lo largo del trazo de la carretera Palmar Norte - Barú de base a las características de relieve, sustrato y drenaje (ver Mapa No. 1). Estos sectores son:

### 3.1. SECTORIZACION DE LA CARRETERA POR RELIEVE, SUSTRATO Y DRENAJE.

El tramo de la carretera Barú - Palmar Norte se ubica en un sector con una alta variabilidad topográfica. Se agrega a lo anterior la cercanía del trazo de parte de la carretera a la línea base litoral aumentándose la diferenciación en las condiciones de terreno. La variabilidad topográfica en conjunto con la historia tectónica y los procesos erosivos han determinado esquemas de drenaje muy particulares los cuales se encuentran parcialmente alterados por los cambios de uso del suelo que se han dado en el presente siglo. El grado de meteorización de los estratos sedimentarios de la Formación Terraba ha generado diferentes sustratos, cada uno con sus características particulares de capacidad soportante, grado de erosividad, composición, capacidad de respuesta a alteraciones, etc. A diferencia del tramo de la carretera Parrita - Barú, en donde se presentan amplias secciones con características muy uniformes, en el tramo de Barú - Palmar Norte se han definido 5 sectores mayores y 28 secciones, cada uno con sus características particulares. La variabilidad que se da a lo largo de los sectores se debe principalmente a:

- 1.- La morfología predominantemente montañoso.
- 2.- Diferentes formas de terreno no sólo generados por el tectonismo a que ha sido sometida el área, sino también por procesos de erosión.
- 3.- La variabilidad de pendientes a lo largo del área
- 4.- Las diferentes formaciones de suelo, producto de varios factores en donde se destacan la precipitación, escorrentia, índice de denudación de terrenos, depositación, consolidación, arrastre de materiales por ríos y quebradas, etc.
- 5.- Diferentes patrones de escorrentia producto de combinaciones que se dan en cuanto a factores de pendiente, tipo de suelo, precipitación, drenaje, escorrentia, equilibrio hidrológico de las cuencas, etc.

#### 3.1.1. Definición de sectorización de la carretera.

Como se indicó primeramente se definieron 28 secciones a lo largo del tramo de la carretera Barú - Palmar Norte en base a las características de relieve, sustrato y drenaje ( ver Mapa Nº 1). Estos sectores son:



PROVINCIA DE

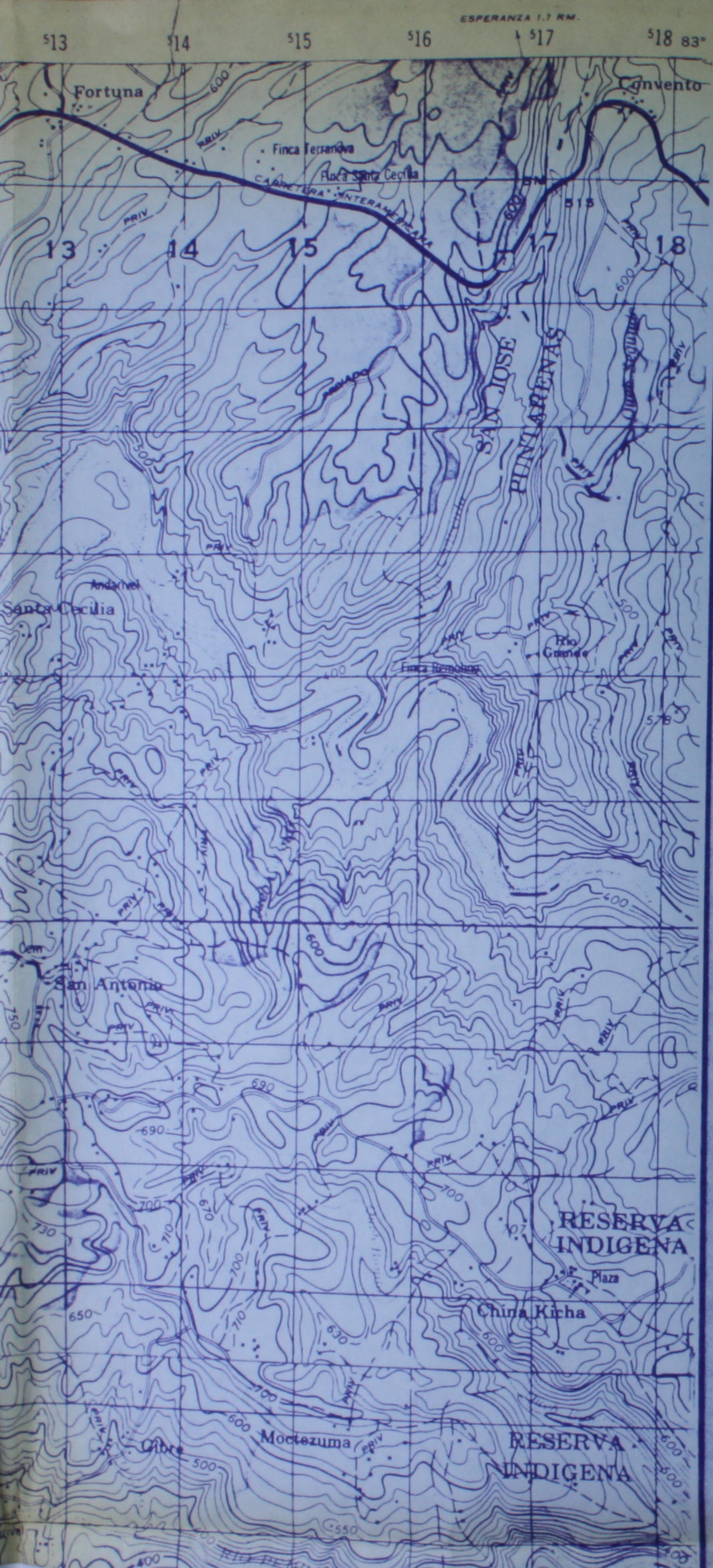


95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12

DE PUNTARENAS

46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58

San Agustín, Celbo, Bajos de Pacuar, Patro de Agua, Reyes, Mollejon, Mollejoncito, San Pablo, San Rafael, Socorro, Bonifas, San Pablo, Naranjo, San Gabriel, Mezas, Vista de Mar, Agua, Oratorio, Plaza, Mastatal, Villanor (Castarrana), Bajo Bonifas, San Miguel, Baro Minas, San Marcos, Achitola, Pejibaye



Proyecto:

Carretera Costanera Sur

Estudio Impacto Ambiental

del tramo Dominical-Puerto Cortés.

Provincia:

Cantón:

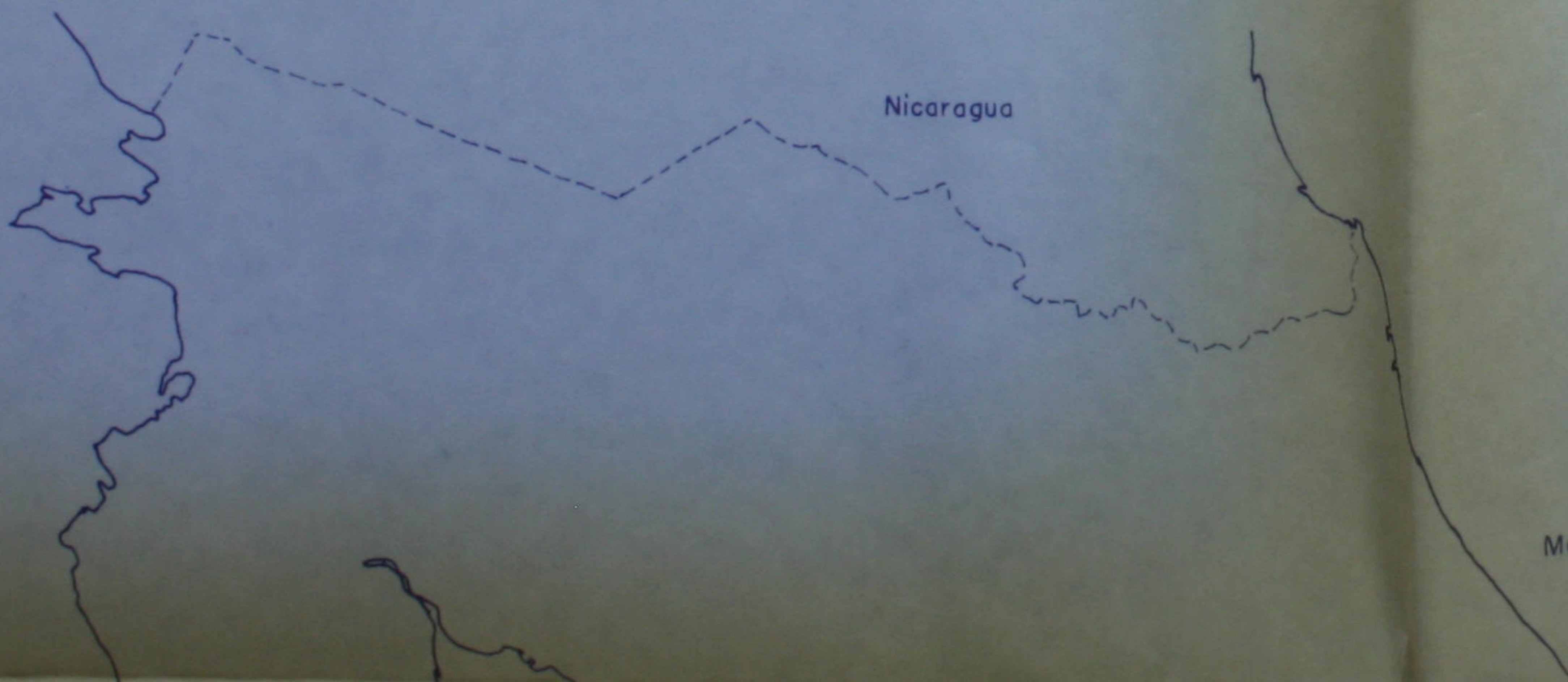
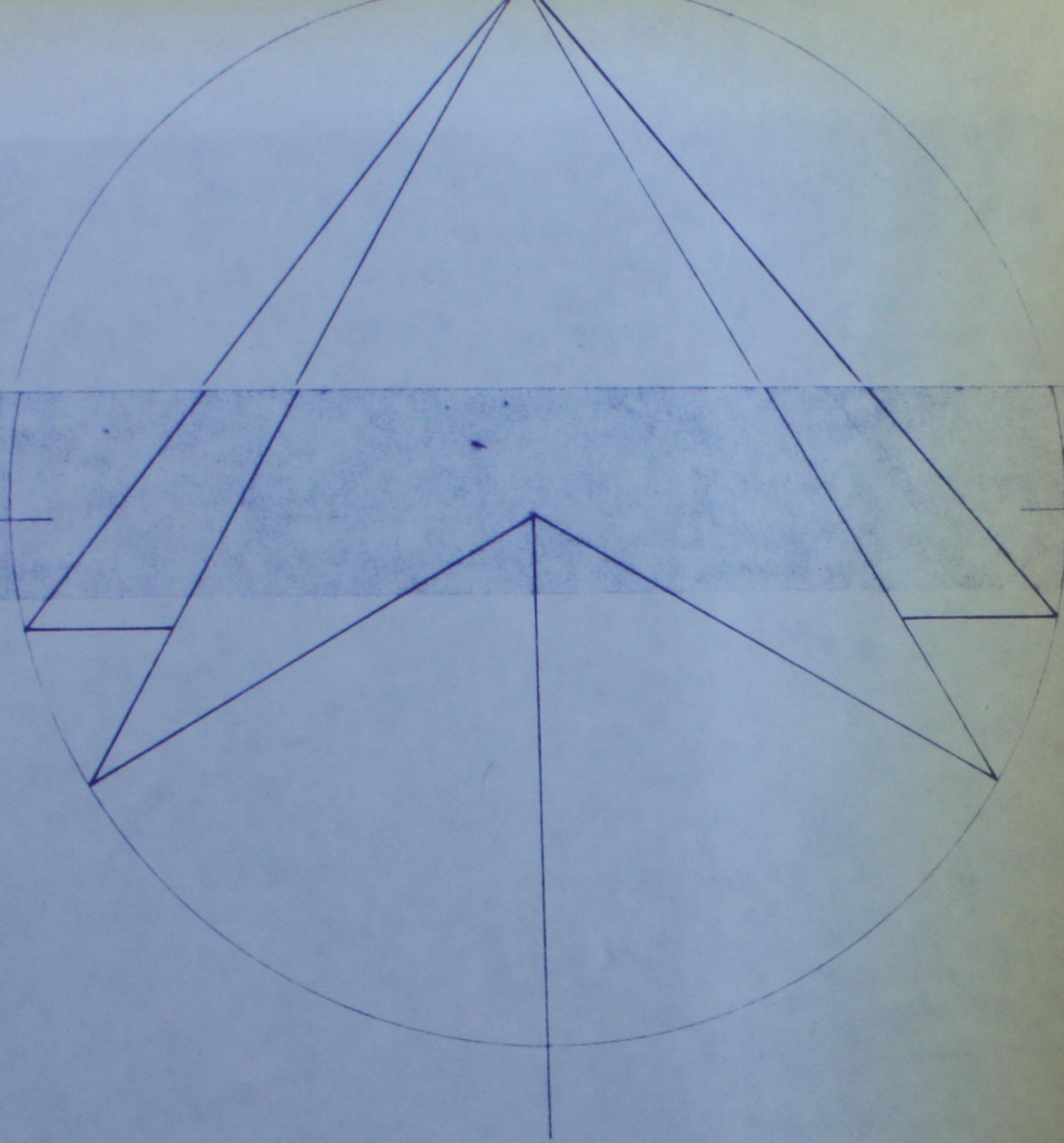
Puntarenas

Osa

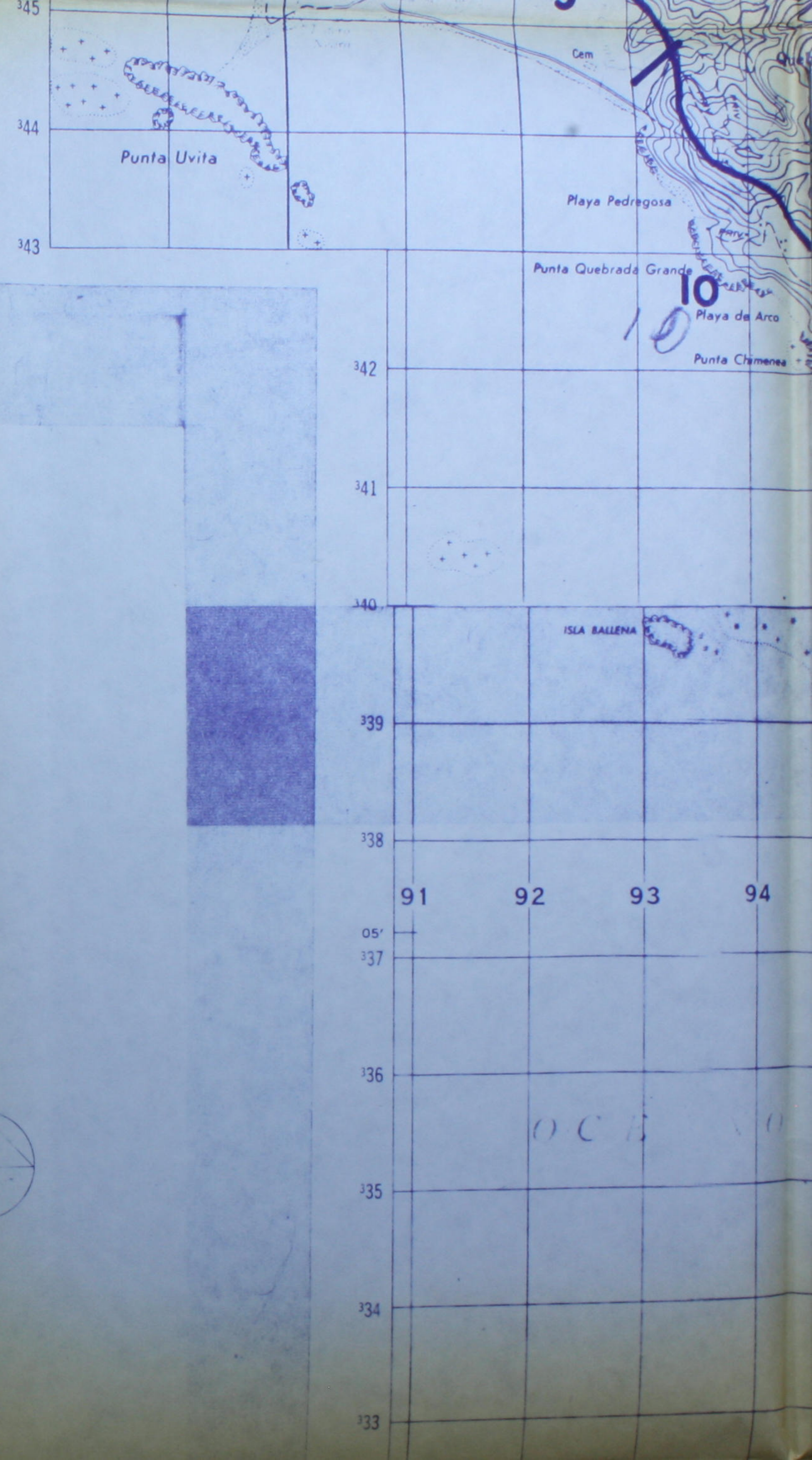
Título:

**SECTORIZACION  
TOPOGRAFICA**

SIMBOLOGIA:



Mar  
Caribe





PROVINCIA DE PUNTA RENAS

PACIFICO

BOCA CORONADO

11  
12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

43

42

41

40

39

38

37

36

35

34

33

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

404

423

437

474

537

612

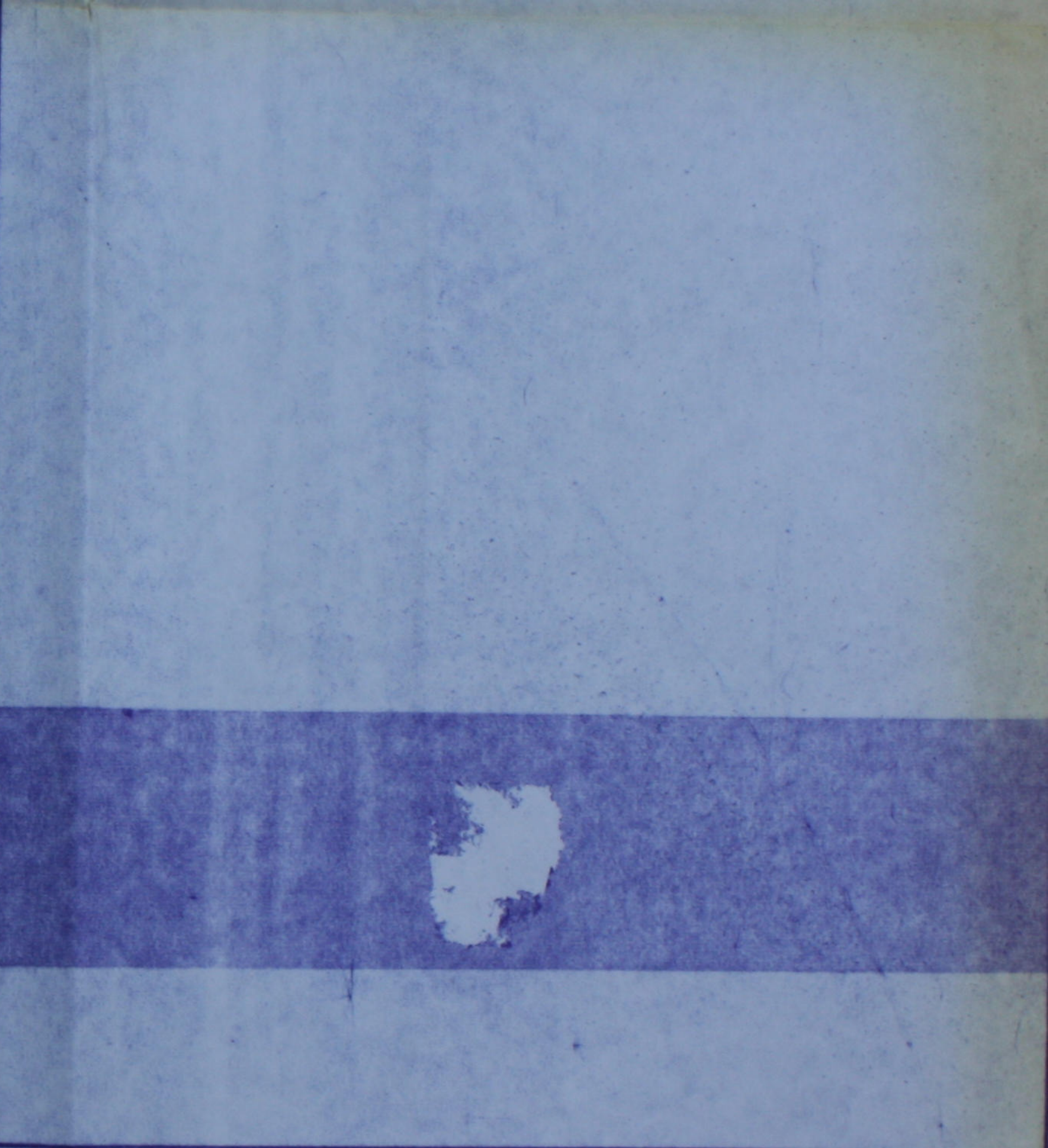
705

805

925

1000

PROVINCIA DE SAN JOSE



Profesionales Responsables:

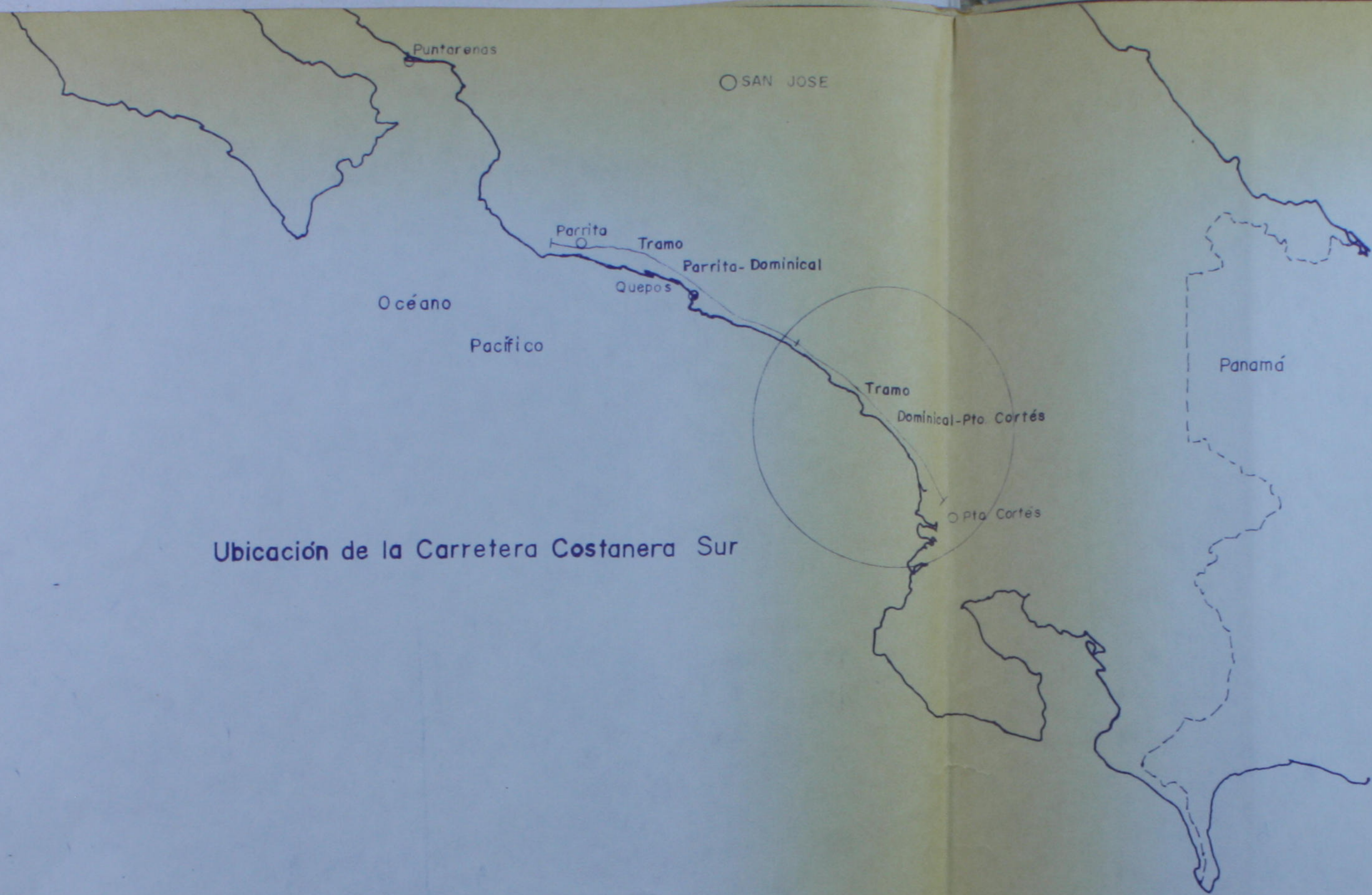
**Lic. SERGIO SALAS D.**

**Sr. ROBERT CHAVERRI P.**

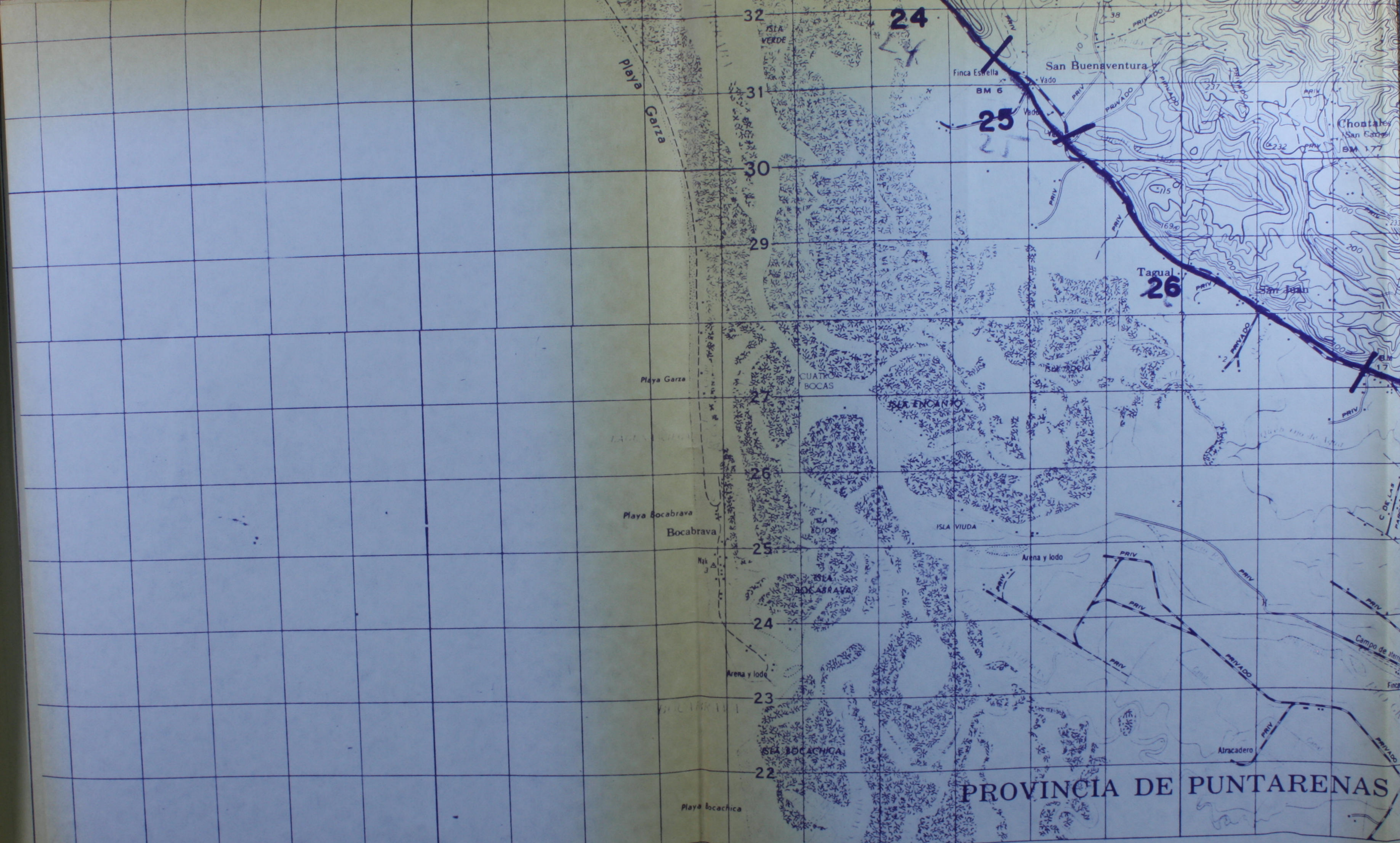
Contratante:

**KFW - MOPT**

Ubicación de la Carretera Costanera Sur



332  
331  
330  
329  
328000m. N.  
9°00'  
327  
326  
325  
324  
323  
322  
321



PROVINCIA DE PUNTARENAS

Cia Consultora:

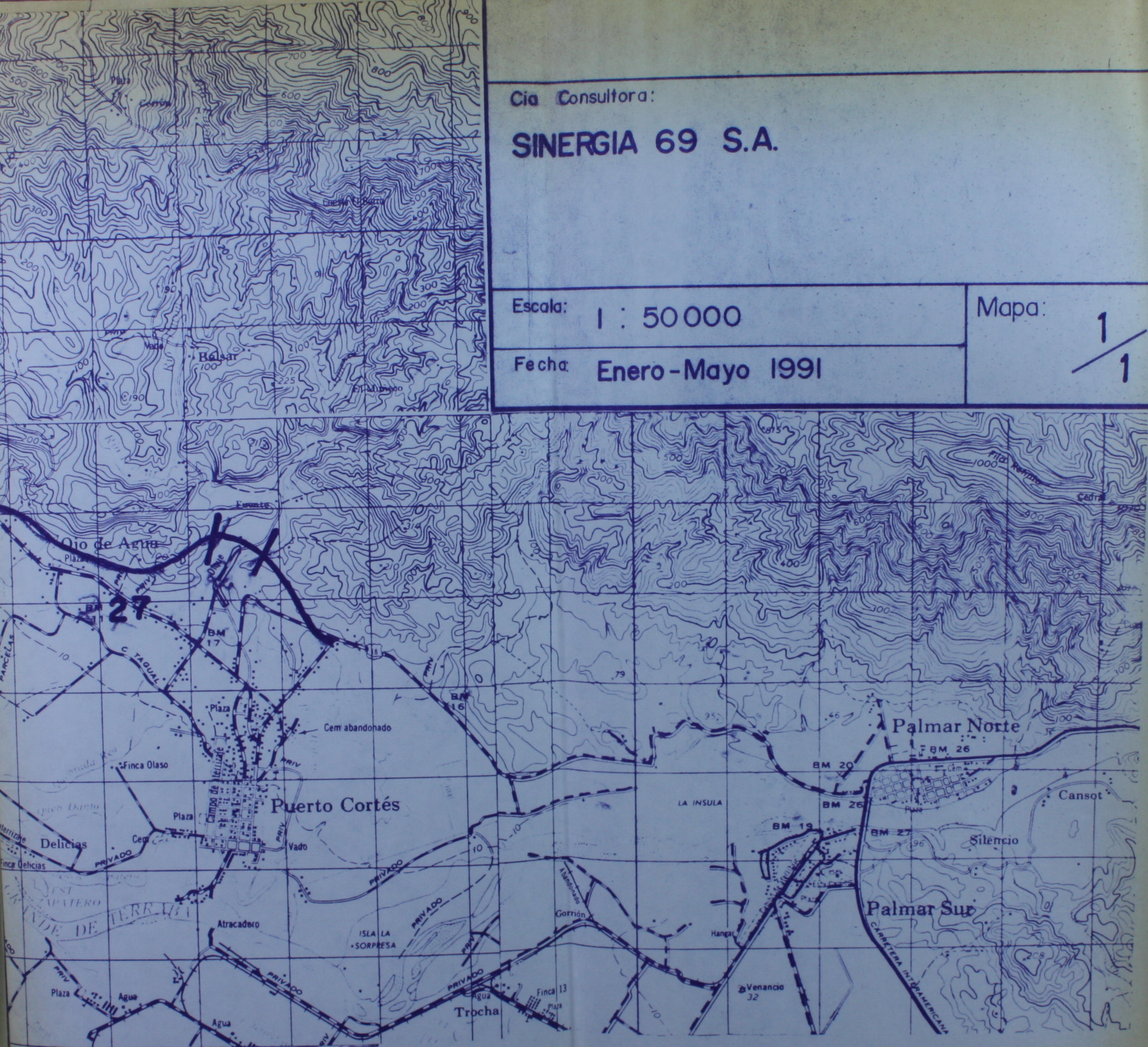
**SINERGIA 69 S.A.**

Escala: 1 : 50 000

Fecha: Enero - Mayo 1991

Mapa:

1  
/  
1



### Sector 1:

El sector Nº 1 es un sector de pie de ladera, detrás de Dominical en donde la carretera se ha ubicado en la base de un viejo acantilado. Las características topográficas son de una terraza de formación marina en donde se ha adicionado material coluvial o material desprendido de la ladera. Esta última presenta pendientes bastante altas. En cuanto a la escorrentía se da la particularidad de que pequeñas cárcavas o zanjas drenan perpendicularmente al eje de la carretera y en algunas ocasiones caen verticalmente hacia el borde de la carretera. Por la presencia de la ladera alta hay una persistente humedad y escorrentía de aguas hacia el borde interno longitudinal de la carretera. La ladera en general se presenta con buena cobertura vegetal. Algunos sectores han sido reforestadas con especies no autóctonas hace 15 ó 20 años. Al estar localizado la carretera en la base del viejo acantilado detrás de Dominical las pendientes son generalmente planas.

### Sector 2:

El sector Nº 2 se ubica inmediatamente detrás de las rocas de Amancio. En este sector la carretera se ubica a un mayor nivel de elevación cortando el lomerío y la serranía costera, el cual se acerca y forma parte de la línea base litoral. A diferencia del primer sector, este segundo sector se encuentra en un sustrato diferente por el corte del basamento rocoso predominante del área; Formación Térraba. Se dan secciones tanto de escorrentía de ladera superior como inferior (a ambos lados de la carretera). A similitud del primer sector hay presencia de cárcavas y zanjas que recogen las aguas de escorrentía y que se orientan perpendicularmente al eje de la carretera. La ladera interna del borde de la carretera actualmente presenta pendientes altas, pero la cobertura vegetal es más inestable, habiéndose dado anteriormente perturbaciones, estando actualmente con cobertura de tacotal. Lo anterior implica un grado mayor de inestabilidad de las laderas observándose cicatrices de derrumbes y desprendimientos que se han dado. La pendiente del eje de la carretera es plano a ligeramente plano inclinada.

### Sector 3:

En el sector Nº 3 el eje de carretera baja a nivel de un pequeño vallecito costero con el paso de un río. En este sector el nivel es generalmente horizontal y el sustrato es principalmente material sedimentario. La carretera se ubica sobre terrazas coluvio-aluvionales y aluvionales. La quebrada o río, con caudal permanente por la cual pasa la carretera está dando muestras de desequilibrio hidrológico, con profundización del cauce y

erosión de los bordes a ambos lados del puente. Por la profundidad del cauce no hay problemática de escorrentía en este sector al canalizarse hacia las riberas del cauce de la quebrada o río.

#### Sector 4:

El sector Nº 4 es un sector de pie de ladera suave o lomerío suave en donde se realizaron cortes medianos. En este sector nuevamente la carretera se ubica a una elevación mayor que los terrenos adyacentes al litoral en Playa Dominicalito. El sustrato, compuesto de la capas sedimentarias de la Formación Térraba está muy meteorizado. Hay presencia de cárcavas o zanjas que recogen las aguas de lomerío suave los cuales vienen a caer al borde de la carretera. Hay muestra de cárcavamiento e inestabilidad de los suelos en este sector. Los cortes no son muy altos dada la topografía de pendiente baja a moderada del sector de lomeríos pero son fácilmente erosionables. El drenaje se acumula en el borde interno de la carretera, y se rebalsa en algunos sectores por falta de alcantarillas de paso. Por su ubicación el eje de la carretera en general es plana

#### Sector 5:

En el sector Nº 5 la carretera se ubica a un mayor nivel que los sectores anteriormente descritos. La carretera va al pie de los acantilados, cortando la ladera de la serranía costera. Característico de este sector son los cortes medianos y altos. El sustrato es la Formación Térraba en donde se da la presencia tanto de areniscas como lutitas, muy resquebrajadas y meteorizadas. Estos estratos sedimentarios están profundamente meteorizados, poco cohesivos y altamente desprendibles. Los cortes que se han realizado a todo lo largo del sector Nº 5 son inestables. Se observa desprendimientos de bloques y de derrumbes y el continuo disgregamiento de material que se deposita a lo largo del borde interno de la carretera. Otra característica de este sector es la presencia de múltiples zanjas y cárcavas, profundas, con cauce precipitado, que recogen las aguas de escorrentía de la serranía para desembocar a lo largo del litoral de acantilados. Los pequeños riachuelos, quebradas o zanjas en la época de invierno aumentan su caudal y vierten sus aguas por caída hacia el sector del borde interno de drenaje de la carretera. Hay sectores donde la caída es vertical con arrastre de material grueso. El caño o drenaje interno no es suficiente para la recolección de las aguas ni tampoco los pasos de alcantarillas. Varias de estas están socavadas y a su vez se observa, en más de una sección, que las aguas se rebalsan por encima, erosionando la carretera y la ladera de relleno en el borde externo hacia el mar. Al ubicarse la carretera a mayor

altura, cortando la serranía baja costera, o parte de la cara de los acantilados, se dió un proceso de relleno y vertedero de material de los cortes en este sector. Todo el frente de borde del borde externo de la carretera continuamente se está erosionando. Además se dió una importante degradación de cobertura vegetal. La cobertura vegetal a lo largo del sector es escasa y muy alterada y no es buena en cuanto a retención del material vertido a lo largo del borde. En el sector Nº 5 se presenta una problemática en cuanto a recolección y regulación de las aguas de escorrentía por las pendientes, área de recolección de agua, y por la ubicación de la carretera. La capacidad de drenaje lateral de la carretera no es suficiente e igualmente la capacidad de varias de las alcantarillas tampoco ha sido suficiente para la recolección y desfogue de agua. Es común, igualmente el desprendimiento continuo de material de los cortes los cuales llenan los drenajes y taponean las aberturas de las alcantarillas. Por su ubicación la carretera presenta pendientes suaves con sectores plano a plano inclinados.

#### Sector 6:

Es en el sector Nº 6 en donde el eje de la carretera se encuentra lo más cercano al litoral. El primer segmento se ubica detrás de la berma de playa Hermosa ( extremo norte). El sector Nº 6 presenta características similares al primer sector (Dominical) al estar la carretera construida al pie de una ladera larga, alta, muy inclinada con sectores casi perpendiculares. Se diferencia de la primera en el sentido de que el sustrato no es una terraza sino un plano coluvio-aluvional. La ladera es un acantilado viejo con cobertura boscosa. Paralelo a la carretera se dan condiciones de mal drenaje y anegamiento (límite externo). Por la ladera caen pequeños riachuelos y zanjas. Característico de esta ladera es la persistente humedad y los innumerables lloraderos en su base. Un importante flujo de humedad se desarrolla debajo de la base de la carretera. En el sector 6 existe un importante área elevada detrás de la ladera en donde las aguas son recogidas por profundas cárcavas y zanjas las cuales vierten sus aguas perpendicularmente en tipo de caída hacia el borde de la carretera. A pesar de la cobertura forestal son comunes los desprendimientos de bloques y de pequeños derrumbes. Hay poco suelo en la ladera y el basamento rocoso está masivamente expuesto. Areniscas en tipo de bloque, muy frácturado, se dan con mayor presencia a lo largo del frente de esta ladera. El drenaje lateral existente a lo largo de la carretera no es suficiente para recoger las aguas y éstas se rebalsan actualmente por encima de la base de la carretera. En cuanto a pendientes, al estar localizado en un terreno plano, la carretera presenta una buena horizontabilidad sin cambios en cuanto a pendientes.

### Sector 7:

El sector Nº 7 se ubica detrás del valle costero de Playa Hermosa. Transecta en parte por terrenos planos y terrazas y en parte por sectores de pie de monte, lomeríos y extensiones de la serranía al fondo del valle. En este sector la carretera se eleva sobre el valle y secuencialmente hay cortes tanto a un lado como al otro, principalmente cuando corta las prolongaciones o estribaciones de lomas de burro derivadas de la sierra costera, o las pequeñas lomas muy meteorizadas. La Formación Térraba es el estrato predominante con alta presencia de areniscas muy meteorizadas y de lutitas, que al estar expuestas se meteorizan rápidamente. Dentro del sector Nº 7 se encuentra el paso por el río Higuierón. El cauce del río es medianamente profundo con abundancia de cantos de piedra. Al lado de arriba del puente se ubica unas terrazas de un derrubio y al lado abajo se observan las terrazas menores, coluvio-aluvionales. El puente está anclado a las estribaciones de lomeríos y serranías a ambos lados. Al estar ubicado en parte en una topografía ondulante, semi-montañosa, la carretera es ligeramente ondulante con sectores planos. Los cortes a lo largo del sector Nº 7 son cortes de menor altura, pero siempre presentan un estado de inestabilidad dada la alta meteorización del sustrato y lo erosionable. La cobertura vegetal a ambos lados de la carretera es escasa en comparación con los sectores anteriores. En los sectores de cortes, el drenaje es insuficiente debido a la poca profundidad de caño lateral y la falta de alcantarillas.

### Sector 8:

El sector Nº 8 se ubica al fondo del valle de Uvita. Este sector esta parcialmente construida. La carretera en su mayor parte esta sobre un sustrato de material aluvional y de terrazas coluvio-aluvionales formadas por el río Uvita. La escorrentía en ese sector es horizontal y la base de la carretera se encuentra elevada. Por lo anterior, en varios sectores la carretera actúa como presa o dique. Característico a lo largo del borde de la carretera son los terrenos pantanosos o de encharcamiento. En el sector en donde se da el paso sobre el río Uvita, la carretera se monta sobre una loma y estribación de serranía. El cauce del río Uvita es bastante ancho con abundante canto grande y buen declive. En el sector 8 el sustrato es variable, pero dada su ubicación y la topografía la carretera presenta una cierta horizontalidad con excepción de la proximación del río Uvita. El terreno cultivado predomina a ambos lados de la carretera y por lo tanto la mayor parte del área está totalmente deforestada. Por la particularidad de los terrenos bajos hay estancamiento de aguas en algunos sectores que se debe resolver.

## Sector 9:

El sector N<sup>o</sup> 9 presenta características similares al sector N<sup>o</sup> 07 y al sector N<sup>o</sup> 4 al ubicarse el eje de la carretera en la base de los lomeríos bajos de la serranía costera, el cual limita el valle de Uvita. El eje de la carretera se ubica en un terreno ondulante en donde se realizaron cortes a las prolongaciones de la serranía y lomeríos bajos costeros. La carretera se ubica a un nivel más elevado que el nivel del valle. El sustrato que corta la carretera es la Formación Térraba, aflorando principalmente las areniscas muy meteorizadas. En este sector hay cortes medianos y grandes, varios de ellos muy inestables con continuos desprendimientos y derrumbes de las laderas. Hay un corte con desprendimiento activo de tipo masivo. Además en este sector se presenta el único corte lateral, de subida de la carretera con condiciones bastante inestables por el buzamiento del estrato rocoso y lo fracturado de esta. La escorrentía es variable con presencia de cárcavas y zanjas no muy profundas, las cuales drenan perpendicularmente al eje de la carretera. A lo largo de los cortes hay lloraderos de humedad persistente que escurre hacia el drenaje lateral de la carretera. Es importante llamar la atención sobre el buzamiento del sustrato rocoso en los cortes lo cual aumenta el índice de inestabilidad de estos. Los terrenos aledaños están muy deforestados y hay poca cobertura vegetal existente a ambos lados de la carretera. Por la topografía en donde va a transectar la carretera esta se presenta de plano a plano inclinada con subidas o bajadas de poca pendiente.

## Sector 10:

En el sector N<sup>o</sup> 10 nuevamente la carretera se ubica en niveles elevados detrás de los acantilados. A diferencia del sector N<sup>o</sup> 5 en el sector N<sup>o</sup> 10 la carretera está ubicada más atrás de los acantilados. A similitud del sector N<sup>o</sup> 5 se dan cortes importantes por la topografía montañosa con pendientes altas. El sustrato que corta la carretera es nuevamente la Formación Térraba la cual se encuentra profundamente meteorizado con afloramiento de lutitas, areniscas y diques de gabros muy fracturados y resquebrajados. A similitud del sector 5 hay presencia de profundos cañoncitos y quebradas en donde se han tenido que realizar rellenos o construcción de puentes. En este sector se presenta la Quebrada Honda el cual es bastante profundo y de acuerdo a los planos constructivos parte del cauce se tiene que rellenar y modificar. La estabilidad de los cortes es frágil, dándose continuos desprendimientos, derrumbes y lavados de cortes. Se han realizado rellenos y vertederos de material en el borde de la carretera hacia la costa en donde nuevamente se ha dado la situación de lavados de las laderas y transporte de materiales hacia el litoral. Parte de la cobertura vegetal a ambos lados de la carretera ha sido alterada por los rellenos y

los cortes. En este sector se dan caídas de agua verticales hacia el drenaje lateral. La escorrentía de los terrenos aledaños en el interior es abundante. Es importante mencionar que solamente se han realizado las primeras obras de movimientos de tierra y de cortes en este sector Nº 10 pero a pesar de ello se aprecia la inestabilidad del terreno. En cuanto a pendientes, en ambos extremos de este sector se presentan subidas y bajadas importantes de la carretera. En la parte intermedia, por los rellenos y cortes hay un eje bastante horizontal.

#### Sector 11:

El sector Nº 11 se ubica en el área intermedia del vallecito de Playa Ballena por donde transcurre la quebrada Ballena. Este sector presenta características muy particulares, principalmente en el sustrato el cual es una terraza de derrubio. Por lo anterior se da un drenaje indiferenciado y en parte lateral el cual puede presentar problemas para la base de la carretera. La topografía es plana, producto de la estructura de la terraza de derrubio. El cauce de la quebrada es un poco profundo y por lo tanto propensa a que en épocas de fuertes lluvias y precipitación las aguas salgan de su cauce y se rebalsen causando inundaciones puntuales en el vallecito. El cauce de la quebrada es poco definida y desarrollada. El sustrato de la terraza de derrubio es una formación arcillosa con abundantes cantos de piedra el cual permanece húmeda durante la mayor parte del año. Se dan condiciones de encharcamiento en algunos sectores específicos.

#### Sector 12:

A partir del sector intermedio de Ballena hasta su extremo sureste, el eje de la carretera se ubica encima de una loma de burro en donde se tendrán que realizar cortes mediano a pequeños. La carretera costanera en este sector Nº 12 se va a ubicar en nivel superior al nivel base del valle y al sector de bosque pantanoso que se encuentra a lo largo del litoral sur de Playa Ballena. El sustrato que va a cortar la carretera es en parte la Formación Terraba, profundamente meteorizada, y en parte material de derrubio de ladera. El corte afectará parches de cobertura vegetal secundaria y primaria en esta ladera. Al final del sector 12 se encuentra una quebrada con cauce bien definido con un basamento rocoso de canto. Este cauce se mantiene bastante estable ya que su cuenca hidrográfica se encuentra un poco deforestada y además, el cauce presenta una pendiente moderada. Por la morfología semimontañosa de este sector la carretera va a tener secciones de subida y cierta inclinación del eje de la carretera a lo largo del corte lateral de la loma de burro. En cuanto a drenaje no hay alta presencia de pequeñas zanjas y cárcavas a lo largo de su eje por lo cual la problemática en

cuanto a aguas de los terrenos interiores que desfoguen hacia el drenaje lateral de la carretera es menor.

Si es de importancia la canalización y distribución de las aguas hacia los terrenos bajos adyacentes. El bosque pantanoso es muy fragil y cualquier alteración hidrológica tendría consecuencias negativas a este recurso de bosque de alto valor. Paralelamente la fase de distribución y colocación del material sobrante del corte debe realizarse con sumo cuidado para que este material no se deposite en las partes bajas o sea acarreado hacia el litoral.

#### Sector 13:

El sector Nº 13 presenta características similares al sector Nº 10 ya que el eje de la carretera se ubica en terrenos elevados detrás de los acantilados de la punta que separa Playa Ballena de Playa Piñuela y parte de Playa Piñuela. Este sector es montañoso y se tendrá que realizar cortes importantes, de medianos a altos. Nuevamente la Formación Terraba hace su presencia en este sector con un horizonte de areniscas sumamente meteorizado de más de 15 a 20 metros de profundidad y luego de lutitas y gabros. El sector Nº 13 tiene como límite la quebrada que desemboca en el sector central de Playa Piñuela. Esta quebrada, de caudal permanente, tiene un profundo cañón excavado por donde se tiene que construir un puente. El cauce de esta quebrada se debe aparentemente a la presencia de una falla en conjunto con el proceso erosivo por el caudal de la misma. A similitud del sector Nº 10; pero con mayor incidencia, el sector Nº 13 presenta una importante escorrentía laminar proveniente de laderas extensas de pendiente alta que se va a acumular en el drenaje lateral interno de la carretera. Este drenaje laminar va a ocasionar lavados y cárcavamientos de los cortes. Actualmente son varios los lloraderos que se filtran de las laderas y estos se van a multiplicar con los cortes. Con respecto a lo anterior, este sector es el que presenta mayor humedad por infiltración. Paralelamente se presentan 2 ó 3 cárcavas o quebradas con caída de agua que van a dar al drenaje lateral de la carretera. Por el corte de la carretera se va a afectar un parche de bosque importante por lo que se debe tomar las previsiones de no alterar demasiado a esta con la creación de derechos de vía amplios. En el sector al frente de playa Piñuela la carretera va a tener una ladera de pendiente alta, inferior, a partir del borde externo. En esta sección cualquier vertedero de material puede tener serias consecuencias para la playa.

#### Sector 14:

En el sector Nº 14 la carretera baja a nivel de la terraza, detrás del sector suroeste de Playa Piñuela. El eje de la carretera está montada entre la terraza y el pie de monte de la

serranía que se encuentra muy cercana. Se puede decir que no hay vallecito desarrollado detrás de Playa Piñuela. Por su ubicación la carretera va a tener un eje bastante horizontal y también va a estar montado sobre el material de pie de monte de la Formación Terraba. Este sector tiene como límite otra quebrada que recoge las aguas de una pequeña cuenca detrás de la sección sur de Playa Piñuela. En el sector Nº 14 se van a dar cortes medianos a lo largo de las laderas con posibilidad de una persistente humedad y afloración de lloraderos provenientes de la ladera y de la serranía detrás. Por la topografía del terreno y ubicación del eje de la carretera, esta va a tener un eje bastante horizontal, siempre a una elevación superior o ligeramente superior a la terraza inmediatamente detrás de la playa.

#### Sector 15:

En el sector Nº 15 predomina una morfología montañosa. Es en este sector en donde se van a dar las subidas y bajadas más importantes de todo el tramo de la carretera costanera Barú - Palmar Norte. El eje de la carretera se ubica detrás de las primeras lomas y serranías costeras que predominan a lo largo del frente de la costa. Por su ubicación el eje sube por una loma o serranía baja para bajar al pequeño vallecito de Ventanas y nuevamente subir a la cresta de la serranía para bajar hacia el cauce del río Tortugas. A lo largo del sector Nº 15 aflora la Formación Terraba muy meteorizada. Parte del sector se encuentra muy deforestado, especialmente todos los terrenos detrás de Ventanas. Hay presencia importante de quebradas y cárcavas profundas que recogen las aguas de los lomeríos deforestados, los cuales drenan hacia el eje de la carretera. Gran parte de las cárcavas y quebradas van a tener alcantarillas grandes con rellenos importantes encima de ellas. En el sector se van a desarrollar los cortes más grandes y profundos con la problemática de la inestabilidad del sustrato el cual está sumamente meteorizado. Al estar ubicado en un sector montañoso, la carretera va a tener mayor variabilidad en cuanto a pendientes con las subidas y bajadas más extensas y más importantes. La carretera transecta por uno de los parches boscosos más importantes en ladera de pendiente media a alta.

#### Sector 16:

El sector Nº 16 es el paso por el río Tortuga. En este sector el cauce se encuentra bien definido y estable, con una base de canto. El sector es plano, por la presencia de una terraza aluvional formada por el río. El límite del sector es una loma baja que se prolonga desde las serranías y que llega a las cercanías de esta área. La escorrentía es bien definida y los terrenos presentan buen drenaje por lo que no va a ser

problemático para la carretera. Un importante relleno de aproximación hacia el puente se va a realizar en este sector y va a tener una altura que sobrepasa cualquier nivel extraordinario de caudal de río. Este río tiene un importante caudal y una área de cuenca significativa, la cual se encuentra parcialmente deforestada.

#### Sector 17:

Entre los ríos Tortuga y Río Balsa, la carretera se va a ubicar en el base de la ladera de un lomerío bajo costero. La carretera va a estar localizada a una elevación de 3 ó 4 metros de la base. Todo este sector N° 17 va a ser un corte parcial de la ladera en que parte del material va a servir como base de la misma. Actualmente la ladera se encuentra con parcial cobertura vegetal y es importante mencionar que la altura de la ladera no es muy grande, en comparación con las otras laderas que se van a realizar cortes como el sector de Ballena, detrás de Playa Arco, Piñuela o detrás del Valle de Uvita. En el sector # 17 se va a dar escurrimiento de aguas por medio de cárcavas o zanjas de poca longitud las cuales van a caer verticalmente hacia el drenaje lateral interno de la carretera. Si los cortes van a ser muy verticales, estos van a ser inestables con continuos derrumbes y desprendimientos y el posible cárcavamiento de estas por el drenaje natural actual. Importante es el aspecto de la cercanía de los cauces de los ríos en algunas secciones de este sector los cuales pueden ocasionar problemas de erosión de la base de la carretera. Los terrenos hacia la costa, en el borde externo de la carretera, son semipantanosos con drenaje estancado. Esta condición se puede agudizar si se diseña una buena evacuación de aguas y canalización de estas más allá del drenaje lateral. Por su ubicación, el eje de la carretera va a ser horizontal con pocas variaciones de pendiente.

#### Sector 18:

El sector N° 18 presenta características similares al sector N° 16 por ser un sector de paso de río. El río Balso tiene su cauce bien perfilado con caudal durante todo el año, aumentándose este en la época de invierno. El sustrato de este sector es en su mayor parte aluvional, con buen drenaje. No hay áreas de estancamiento de aguas ni tampoco se observa cambios históricos de cauce. Se va a construir un puente alto en este sector que satisface cualquier nivel de caudal extraordinario. A similitud del río Tortugas, el río Balso presenta problemas en cuanto al grado de deforestación de la cuenca. De acuerdo a la ubicación de la carretera se tiene previsto mantener un mismo nivel u horizontalidad en las secciones 16, 17 y 18. Por lo anterior en este sector N° 18 se va a construir un relleno importante en

ambas aproximaciones del puente. Por lo alto de la base de la carretera se debe proveer un sistema de alcantarillado eficiente que permita el libre y rápido paso de agua, transversalmente.

#### Sector 19:

El sector Nº 19 presenta características similares al sector Nº 18 tanto en cuanto a sustrato y al tipo de corte y ubicación. La carretera va a cortar el sector inferior de la ladera y parte del material se va a usar como base de la carretera. Una pequeña sección corta una estribación de loma baja. Al igual que en el sector Nº 18, el sector Nº 19 va a estar elevado sobre el nivel base de los terrenos del vallecito de Tortugas. Hay cobertura vegetal en las laderas los cuales no son muy altas en este sector. En cuanto a drenaje y escorrentía se da la presencia de zanjas y pequeñas cárcavas que recogen las aguas y que se ubican perpendicularmente a lo largo del eje de la carretera. Algunas de las anteriores van a tener caídas verticales al drenaje lateral interno de la carretera. Se observan actualmente lloraderos de humedad persistente.

#### Sector 20:

En el sector Nº 10 la carretera se ubica en la base de la serranía costera que se interna hacia el fondo del valle del Diquís. A un lado se encuentran los terrenos bajos pantanosos y bordes de manglar. En el sector Nº 10 la ladera nuevamente se presenta con altura considerable. El corte es uno solo sin secuencia de gradas. El sustrato es la Formación Terraba, muy meteorizado, con alto índice de disgregación. La ladera está descubierta, sin cobertura, y es persistente la acumulación de material en la base por microderrumbes. Se observa los primeros indicios de carcavamiento de la ladera. Por el corte tan extenso y alto, la escorrentía sobre esta es problemática. Por el tipo de material expuesto no se puede estabilizar con vegetación. El tamaño del corte lo hace muy propenso a que se den derrumbes mayores por movimientos tectónicos. El eje de la carretera se localiza a un nivel elevado en relación a los terrenos colindantes con la orilla del manglar y del río. Por su ubicación la carretera es horizontal sin cambios de pendientes.

#### Sector 21:

El sector Nº 21 presenta características similares al sector Nº 18 y Nº 16. Este sector es el paso del río Punta Mala. Son terrenos planos y el sustrato es predominantemente sedimentario, en donde se destacan las terrazas aluvionales y de gravas. Un puente se va a localizar para el paso del río. En ambos lados

del puente se van a hacer aproximaciones por medio de rellenos importantes, la altura de los pilotes del puente indican que este va a tener una altura más que suficiente para preveer cualquier aumento del caudal o nivel extraordinario del río Punta Mala. En cuanto a drenaje este es normal existiendo drenaje laminar, horizontal, con absorción del sustrato sedimentario. El cauce del río Punta Mala no es muy profundo pero sí está bien definido. La carretera va a actuar como represa o muro por lo cual deben de ubicarse suficientes alcantarillas de paso y canalizar las aguas en los sectores bajos.

#### Sector 22:

El sector Nº 22 presenta características similares al sector Nº 20. La carretera se sitúa a un nivel ligeramente superior a la base de la ladera de la serranía. Aquí se realizó un corte en la ladera y parte del material se ha usado como relleno para la base de la misma. El corte es largo y de significativa altura. El sustrato es la Formación Terraba, en donde se ven claramente las estratificaciones de las areniscas y lutitas muy meteorizadas y resquebrajadas. Son continuos los desprendimientos y derrumbes en esta ladera y notoria la ausencia de cobertura vegetal que pueda retener el material o estabilizar el corte. Por su ubicación, la carretera presenta un nivel bastante horizontal, sin cambios en cuanto a pendientes. La ladera del sector Nº 22 no es tan extensiva como la anterior y por lo tanto no se han desarrollado importantes cauces de agua, zanjas o cárcavas. Solamente se da una pequeña caída de agua a partir de la cresta de la ladera.

#### Sector 23:

El sector Nº 23 es el área de terrazas y planos aluvionales del río Coronado. Para dar un eje horizontal de la carretera se han hecho rellenos importantes a lo largo de este sector ubicándose la base de la carretera en ciertas secciones a 2 o 3 metros sobre el nivel de los terrenos adyacentes. El relieve es plano a plano - ondulado debido a la formación de terrazas y planos aluvionales. El drenaje es normal, horizontal, en donde los terrenos presentan buena filtración y las aguas se encauzan hacia las riberas del río Coronado. Las mismas condiciones del sector Nº 21 se aplican en este sector.

#### Sector 24:

El sector Nº 24 es una copia del sector Nº 22 en donde hay una ladera de más de 2 kms de longitud, ubicándose la carretera en la base de esta. La ladera es bastante alta, habiendo algunos sectores de más de 100 metros y muy inclinada, casi

perpendicular. El sustrato predominante a lo largo de la ladera es la Formación Terraba, con las mismas características del sector Nº 22. Continuamente grava y tierra se acumulan en la base de ésta. El eje de la carretera se ubica en la base de la ladera y a un nivel más elevado que los terrenos del valle aluvional del Diquís. El corte de la ladera es inestable y solamente algunas secciones presentan cierta cobertura vegetal retenedora del sustrato rocoso. Por su ubicación, el eje de la carretera es horizontal sin cambios significativos en cuanto a pendiente. En cuanto a drenaje, la ladera del corte es bastante ancha con mucha inclinación y las aguas de lluvia continuamente lo erosionan. Con excepción de una pequeña caída de agua por la ladera hacia el drenaje lateral interno de la carretera, no se observa ninguna otra caída de agua debido a que la cresta divisoria de las aguas es corta y no hay aporte de escorrentía de terrenos interiores.

#### Sector 25:

El sector Nº 25 presenta características similares al sector Nº 23 y Nº 21. La carretera se ubica a lo largo de terrazas y planos aluvionales derivados del río San Buena y la quebrada Seca. El eje de la carretera está montado sobre terrazas y planos aluvionales. En este sector igualmente se han hecho rellenos importantes, bastante gruesos para que el eje de la carretera presenta una buena horizontalidad. Algunas secciones del sector presentan condiciones de drenaje deficientes, con embolsamiento o estancamiento de agua creando condiciones semipantanosas. Por lo anterior se han hecho rellenos importantes con drenajes o alcantarillas transversales. En general las aguas se encauzan hacia la Quebrada Seca y río San Buena.

#### Sector 26:

El sector Nº 26 es un eje de la carretera regular a lo largo de la base de la serranía. En este sector no hay cortes mayores con excepción de una pequeña sección aledaña al sector Nº 25. El resto del sector va por la línea base de la ladera manteniéndose ésta íntegra en su mayor parte. La mayor parte de la ladera tiene cobertura vegetal. El sector Nº 26 se diferencia en cuanto a condiciones de drenaje de los sectores Nº 24 y Nº 22. Innumerables zanjas y cañoncitos profundos y caídas de agua se dan a lo largo de toda la ladera, las cuales escurren hacia el drenaje lateral interno de la carretera. La carretera presenta un eje bastante horizontal pero no se ubica a niveles tan altos como los sectores anteriores. El sustrato en donde se ubica la carretera es una combinación de material de derrubio de la ladera en conjunto con material de pie de monte coluvial y coluvio-aluvional.

### Sector 27:

El sector Nº 27 presenta características muy particulares ya que la carretera transecta por un sector de llanura aluvional y luego se monta en la base de unos lomeríos y laderas suaves. Por lo anterior el sustrato es cambiante en este sector dándose secciones de terraza coluvio-aluvional y aluvional en conjunto con estratos muy meteorizados de la Formación Térraba. A lo largo de este sector hay cortes pequeños y medianos. En cuanto a pendientes hay secciones planas con secciones plano-inclinadas. El drenaje en este sector no es muy definido. Hay filtraciones en los cortes y a su vez se cortan varias zanjas o quebraditas que recogen las aguas de escorrentía detrás del eje de la carretera. Las aguas se canalizan abundantemente por los drenajes o caños laterales erosionando el borde de la carretera. Se observan fracturas o fallas pequeñas en este sector.

### Sector 28:

El sector Nº 28 es un sector de vallecito longitudinal del río Balsa y Pavón. En realidad este sector se presenta como terrazas escalonadas en donde el río Pavón a excavado un profundo cauce, muy alterado. Actualmente se está dando fuerte erosión de las riberas con cortes verticales y creación de playones de río. El actual puente de paso de este río ha sido socavado por las corrientes fuertes y las cabezas de agua que bajan en la época de alta precipitación, con gran acarreo de sedimentos. El nuevo puente va a estar localizado aguas arriba, buscando un sector de mayor estabilización del cauce. Por las aproximaciones de la carretera a ambos lados del puente se va a dar rellenos importantes.

## 3.2. DEFINICIÓN DE UNIDADES NATURALES.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

## SECTOR BARU - PALMAR NORTE

Proyecto MOPT - KFW.

### Cap.3 - Acapite 3.2 Definición de Unidades Naturales

Realizado por:  
Sr. Robert Chaverri  
Lic. Sergio Salas

SINERGIA 69

### 3.2. DEFINICION DE UNIDADES NATURALES.

Analizando la sectorización de la carretera por relieve, sustrato y drenaje hay ciertas particularidades o condiciones se van repitiendo a lo largo del área de influencia de la carretera costanera Barú - Palmar Norte. A su vez es muy recomendable ligar todos aquellos aspectos geográficos, geomorfológicos, de relieve, de litomorfología, de climatología, para definir las unidades naturales básicas de las cuales tomaremos como base para la valoración de los impactos. En el mapa # 1 de Unidades Naturales hemos definido 5 unidades básicas. Estas unidades básicas o unidades naturales se caracterizan por:

- a.- El ambiente es distinto en cada una de estas unidades.
- b.- La respuesta del ambiente a la carretera es distinta.
- c.- El impacto de la carretera hacia cada una de estas unidades es igualmente distinto.
- d.- La respuesta de diseño de ingeniería en cada una de estas unidades es diferente.
- e.- Los límites entre cada una de las unidades están bien definidas.

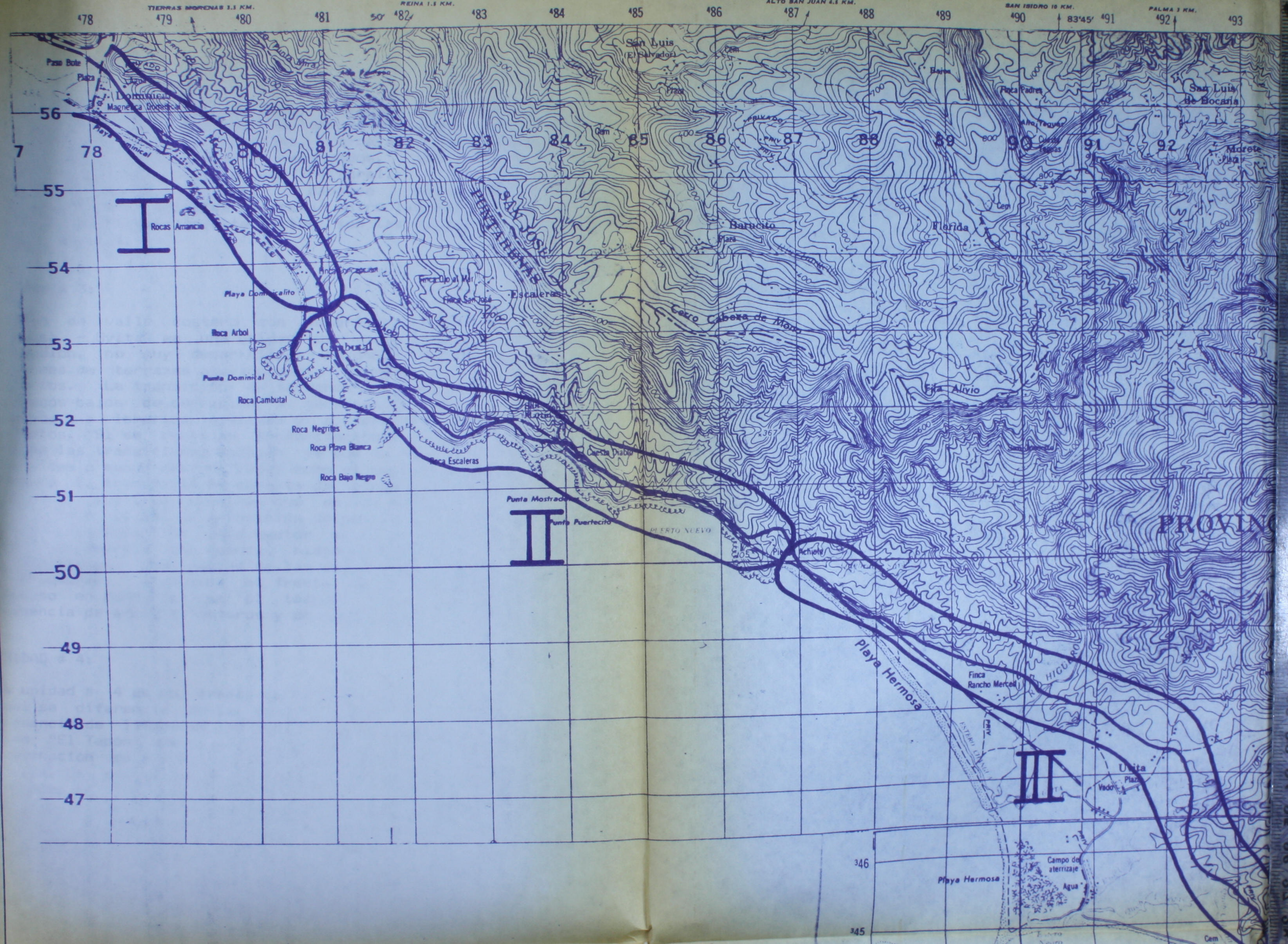
Analizando el mapa # 1 de unidades naturales tenemos entonces que hay 5 unidades cuyas características son:

#### UNIDAD # 1:

Franja de llanura o terraza angosta con escarpes inmediatamente detrás de ella. Forma parte de esta unidad la desembocadura y ría del río Barú. Este es un sector costero en que se ha dado tanto elevación como crecimiento del frente del litoral por dinámico aporte de sedimentos del río Barú. La transición del terreno aquí son de planos a muy inclinados, es decir una transición brusca. Predomina en esta unidad los litorales arenosos y en menor grado el litoral rocoso. Las cuencas, cárcavas de drenaje son muy pequeñas y restringidas.

#### UNIDAD # 2:

Litoral rocoso de acantilados que se extiende longitudinalmente desde el noroeste hacia el sureste. En este litoral predominan los terrenos de pendiente alta, inclusive de caída repentina hacia la línea base del litoral. Se dan tanto acantilados bajos



TIERRAS MORENAS 1.1 KM.

REINA 1.1 KM.

ALTO SAN JUAN 4.1 KM.

SAN ISIDRO 10 KM.

PALMA 1 KM.

478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493

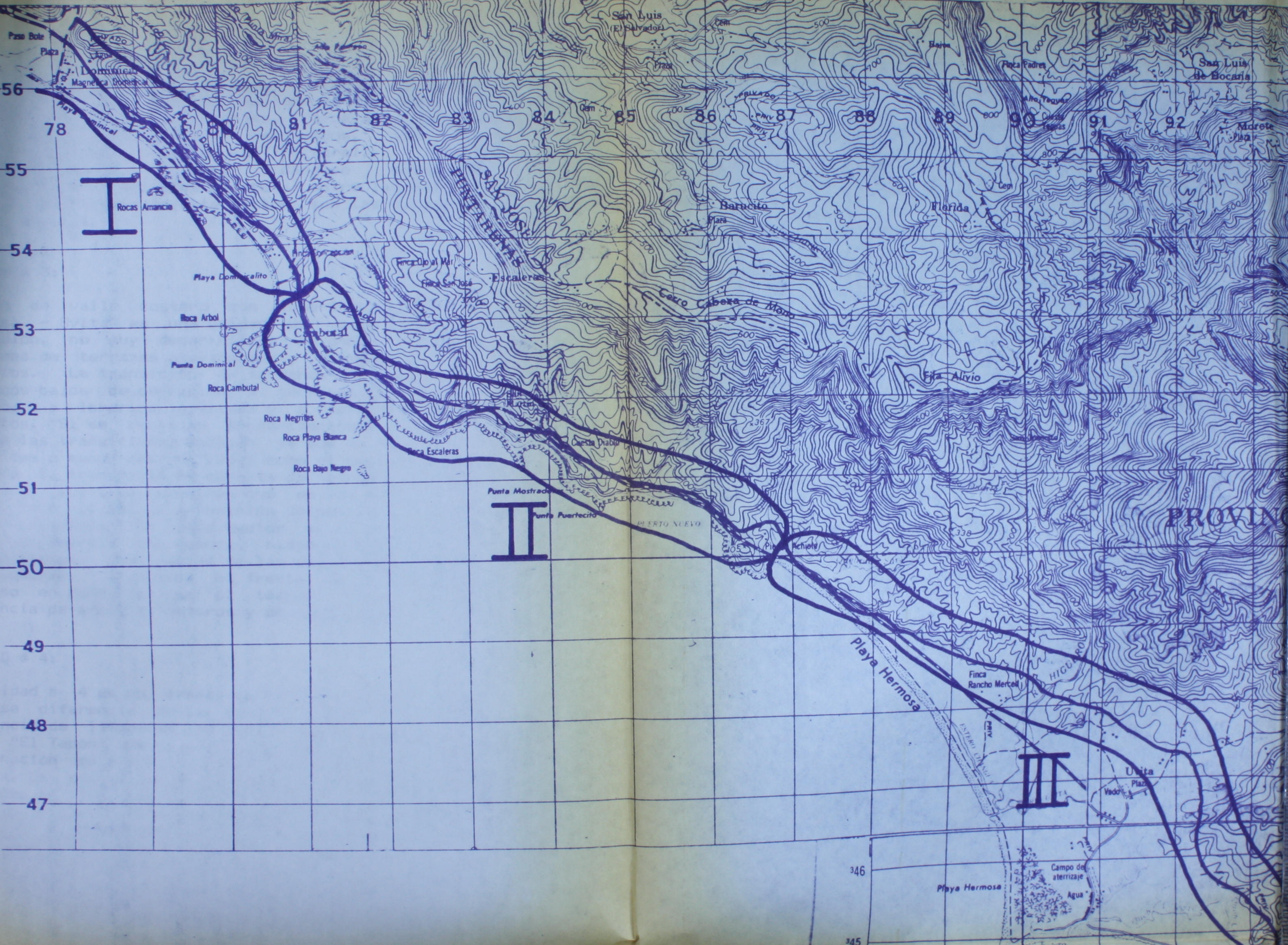
56  
55  
54  
53  
52  
51  
50  
49  
48  
47

I

II

III

PROVINCIA



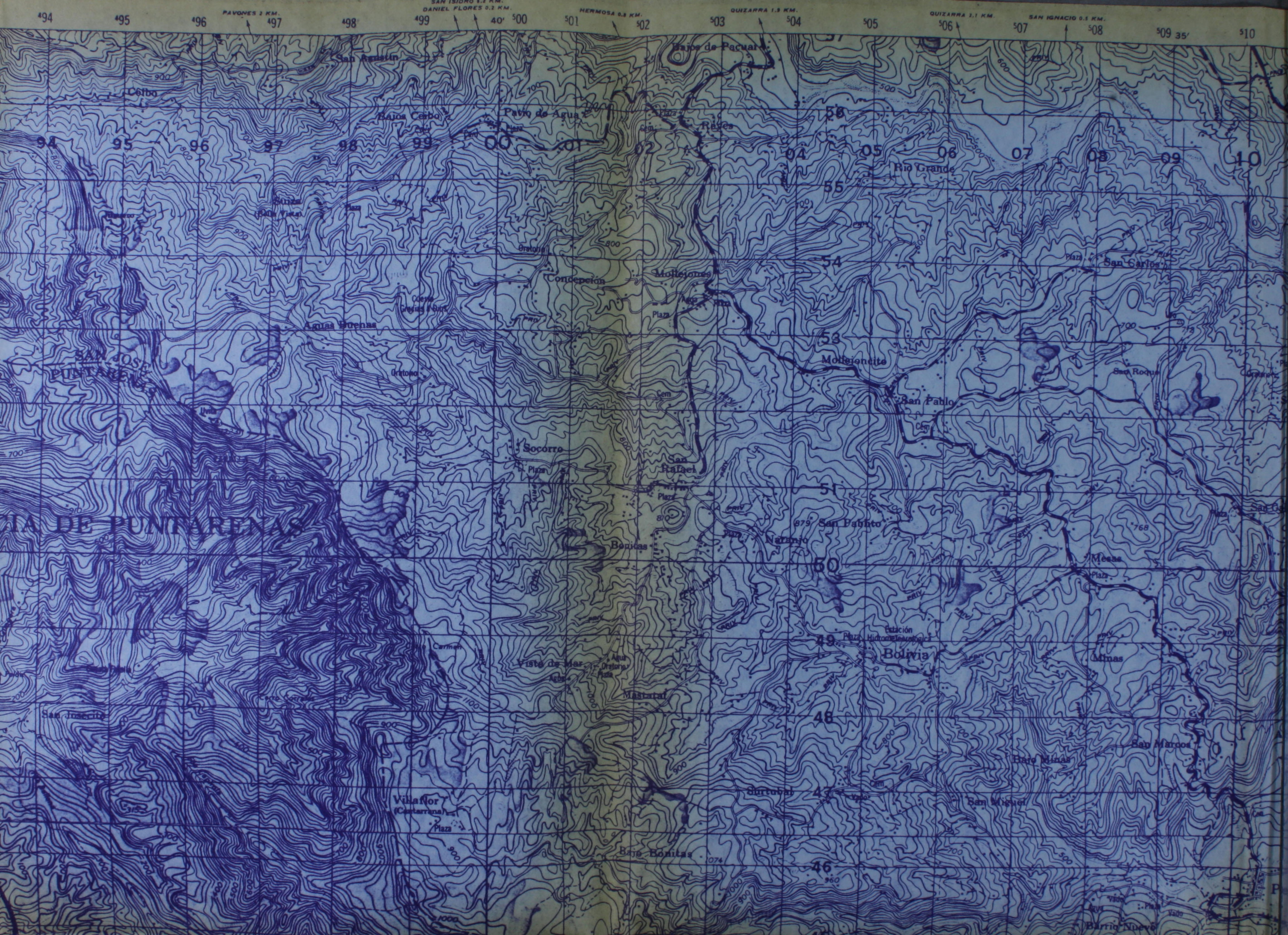
346

345

Playa Hermosa

Campo de aterrizaje  
Agua

Cem



494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510

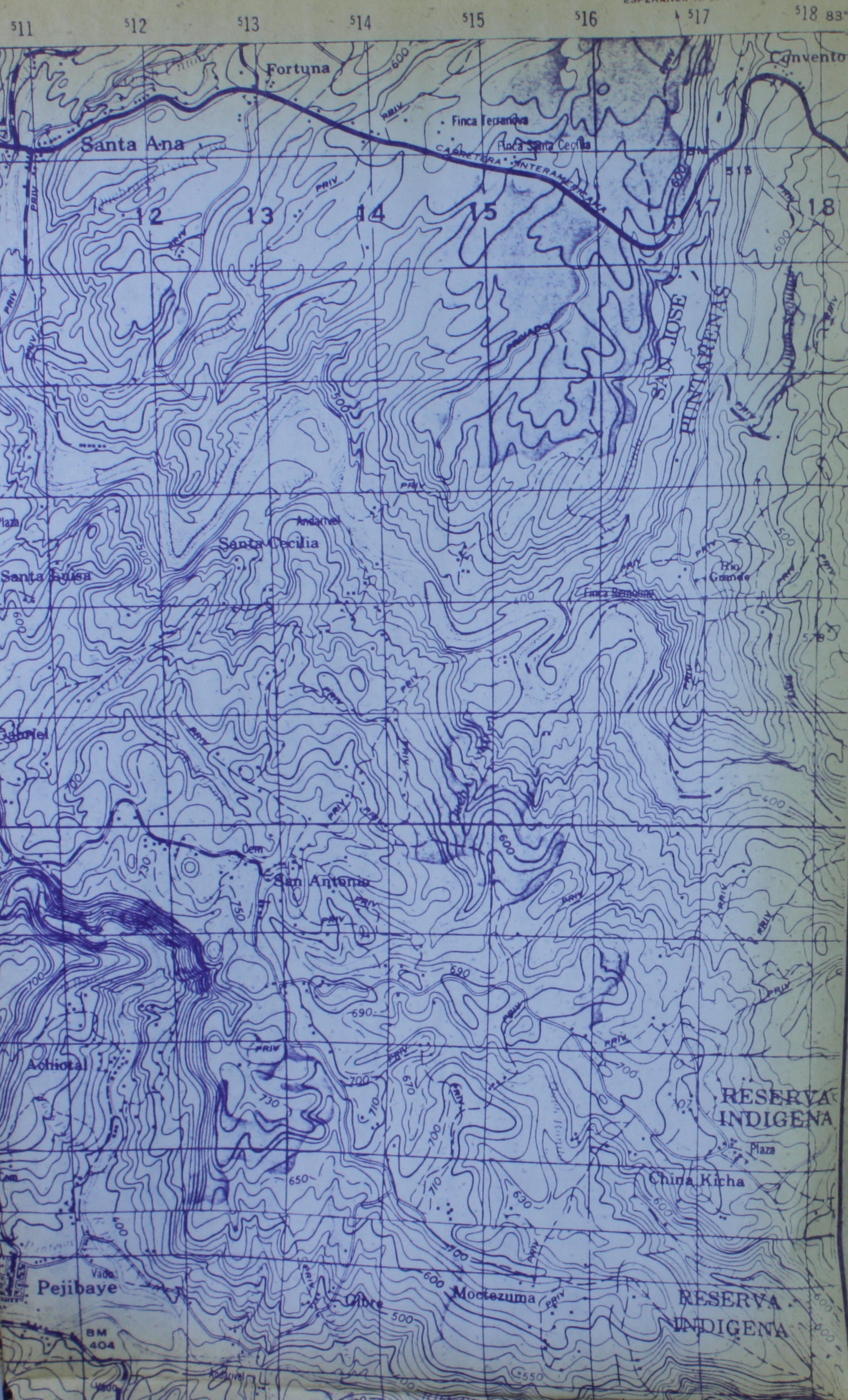
PROVINCIA DE PUNTA ARENAS

San Isidro 1.1 KM.  
DANIEL FLORES 0.2 KM.  
HERMOSA 0.3 KM.  
QUIZARRA 1.3 KM.  
QUIZARRA 1.1 KM.  
SAN IGNACIO 0.3 KM.

Celbo  
Bajos Celbo  
Pavos de Agua  
Riyes  
Rio Grande  
San Carlos  
Aguas Buenas  
Concepcion  
Mollejones  
Mollejoncito  
San Pablo  
San Rafael  
San Pabito  
Naranjo  
Bonifas  
Vista de Mar  
Mastatal  
Villanor (Castarrana)  
Bajo Bonifas  
Curtubal  
San Miguel  
Baro Minas  
San Marcos  
Barrio Nuevo

94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10

58  
55  
54  
53  
51  
50  
49  
48  
47  
46

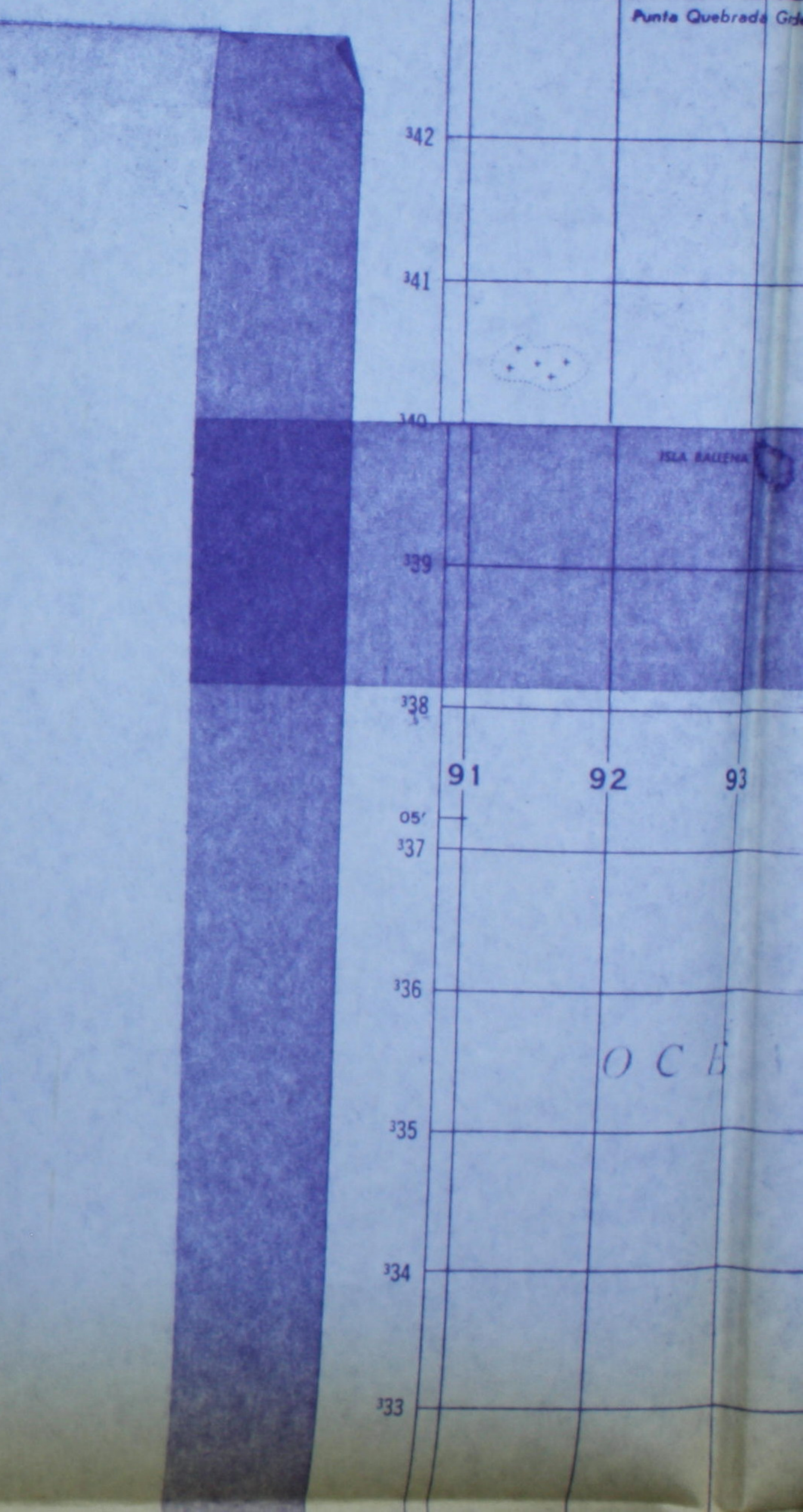
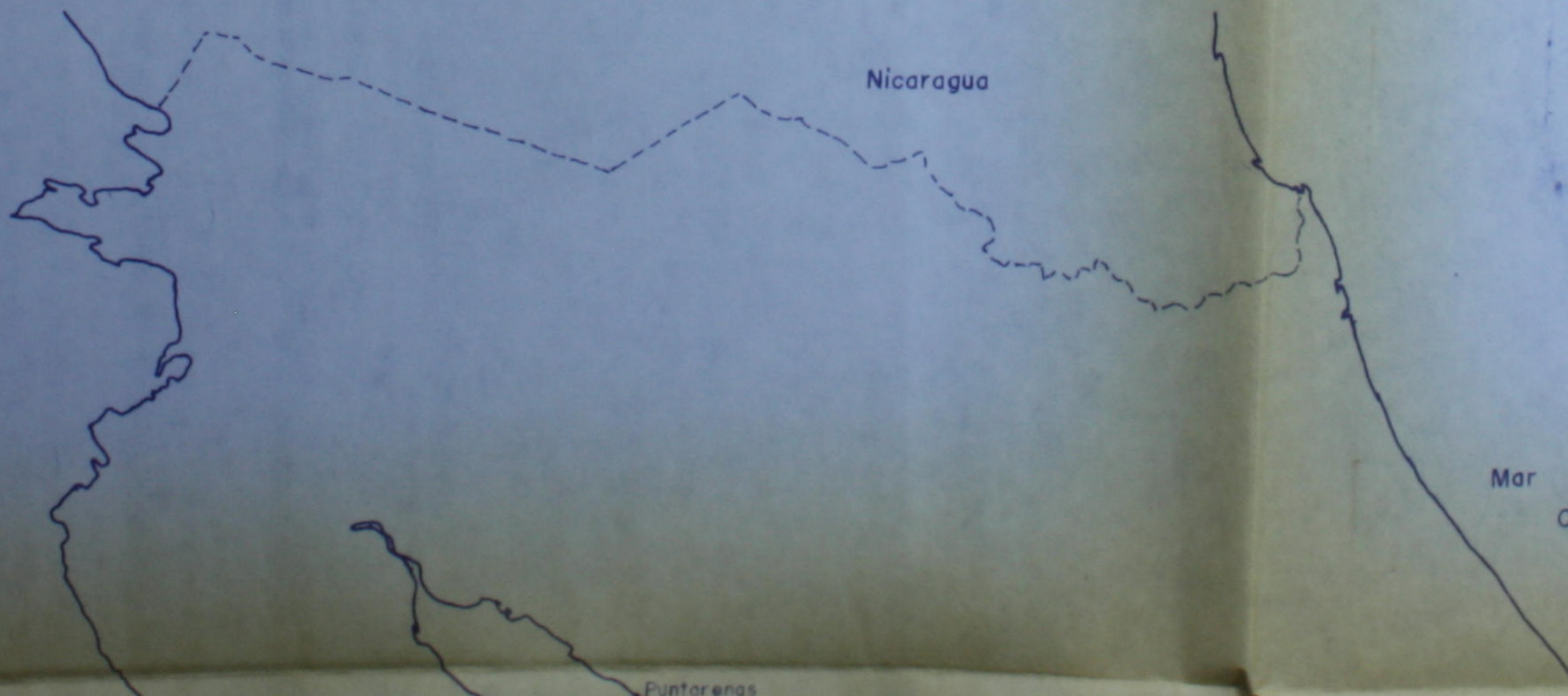
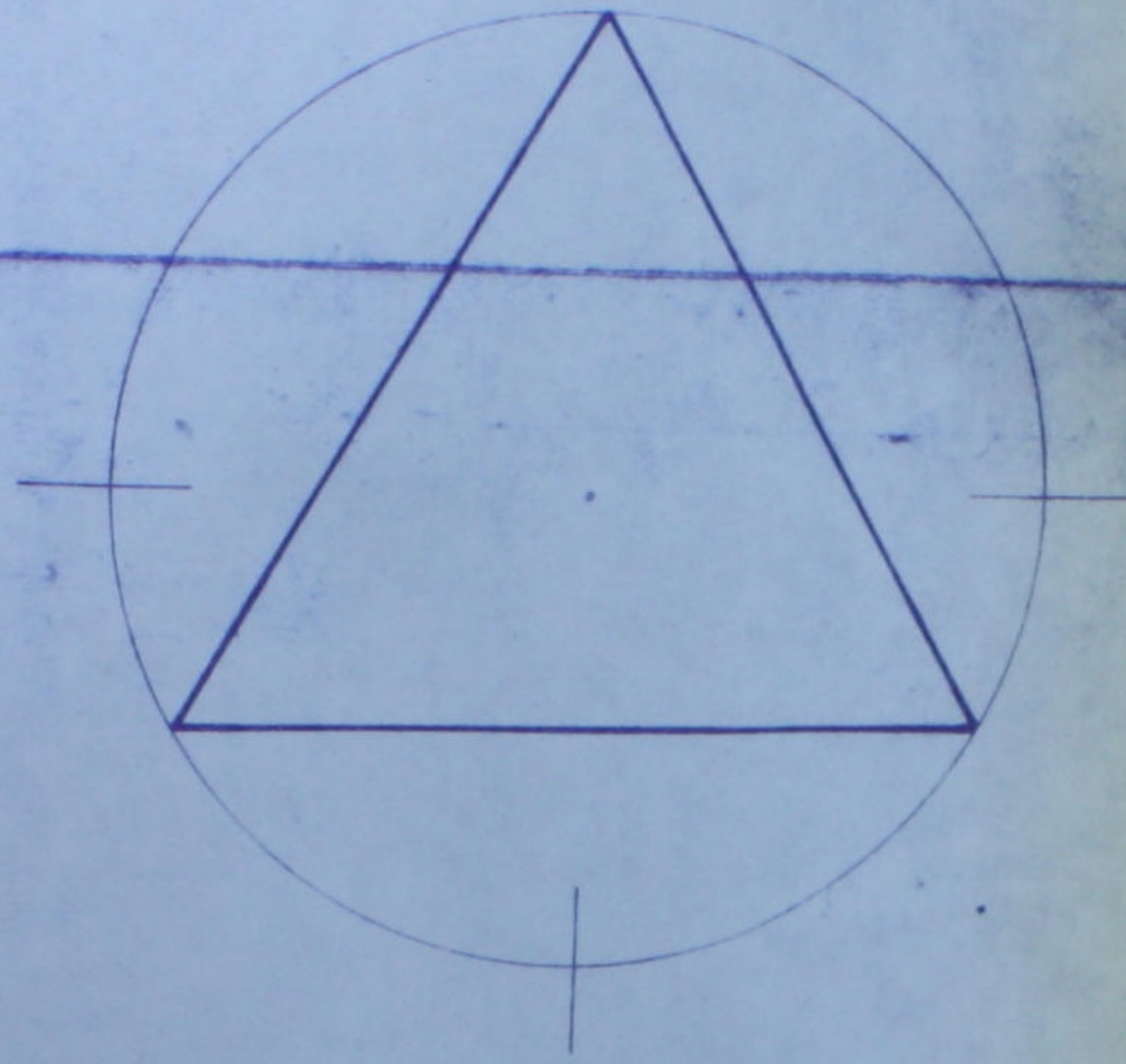


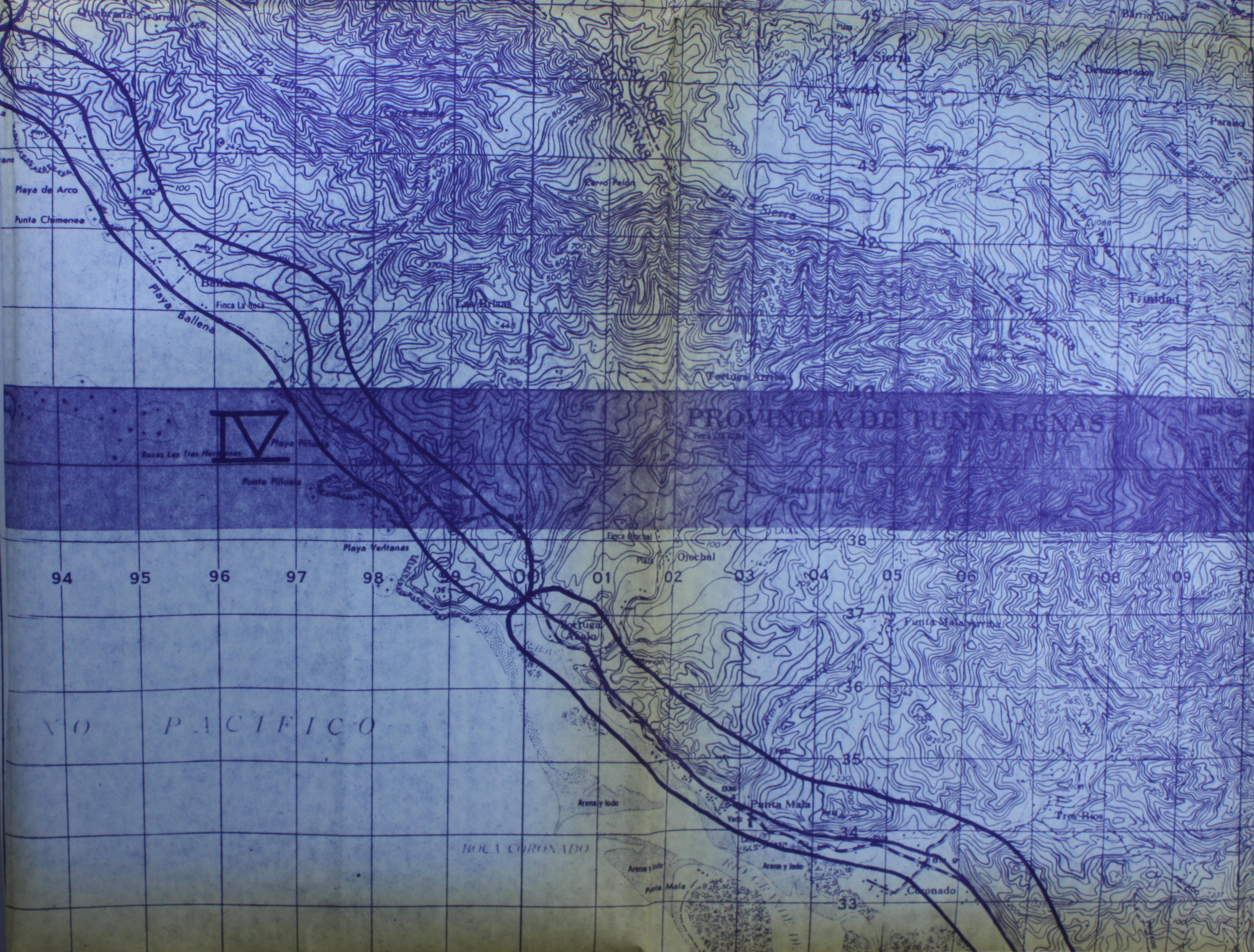
# Carretera Costanera Sur Estudio Impacto Ambiental del tramo Dominical-Puerto Cortés.

Provincia:	Cantón:
Puntarenas	Osa

Título:  
**UNIDADES NATURALES**

## SIMBOLOGIA:



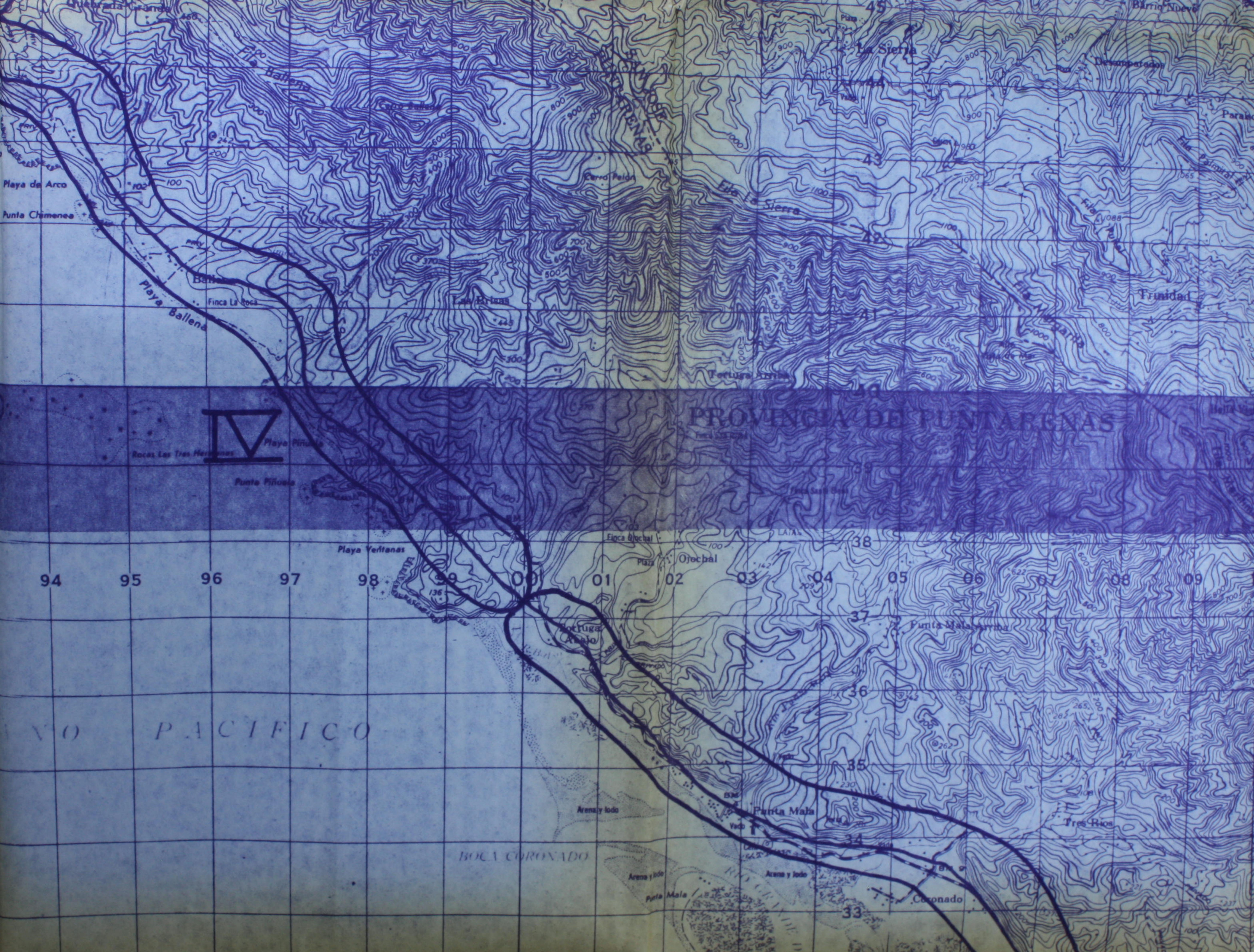


PROVINCIA DE PUNTABENAS

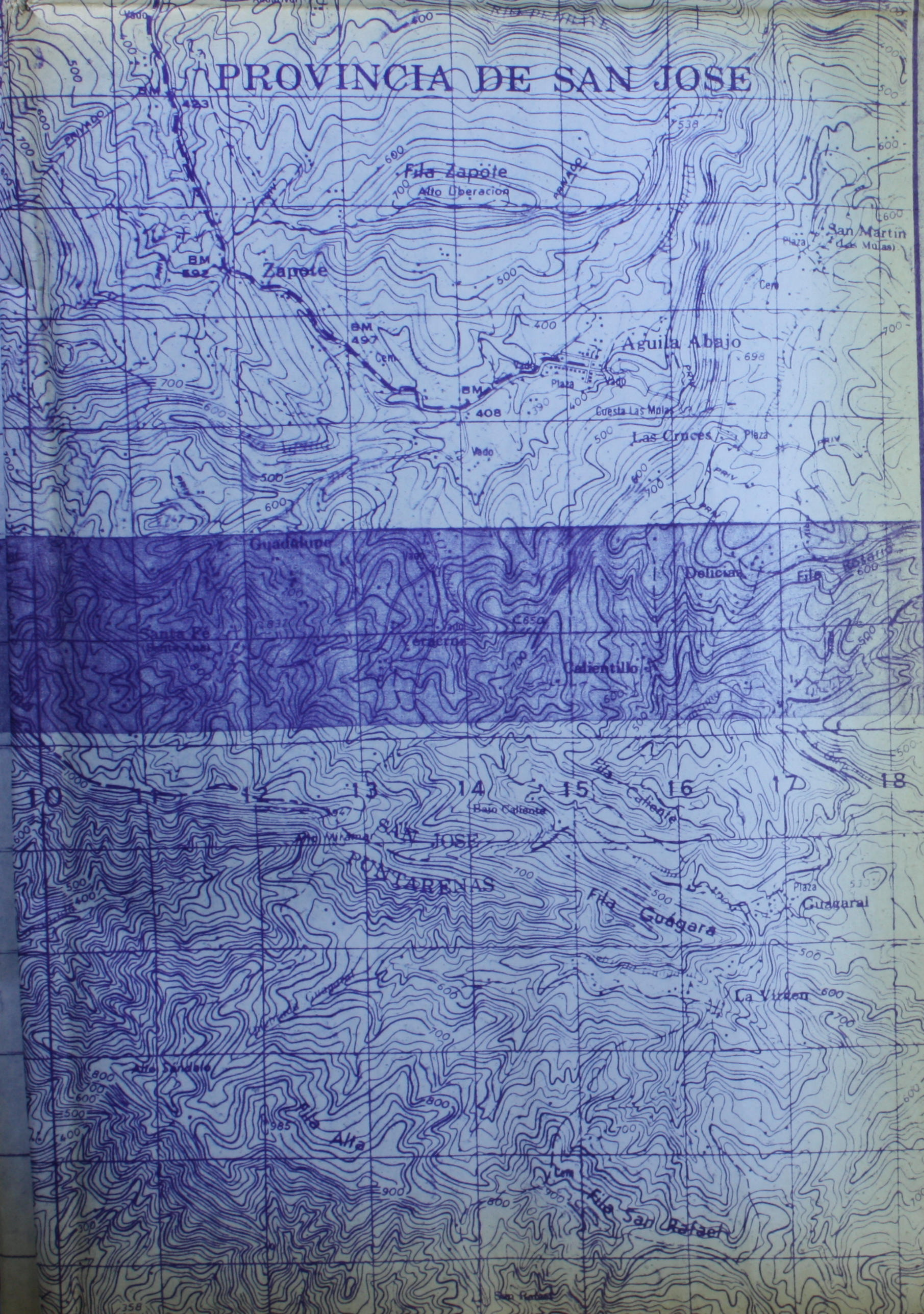
BOCA CORONADO

MAR PACIFICO

94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10



# PROVINCIA DE SAN JOSE



Profesionales Responsables:

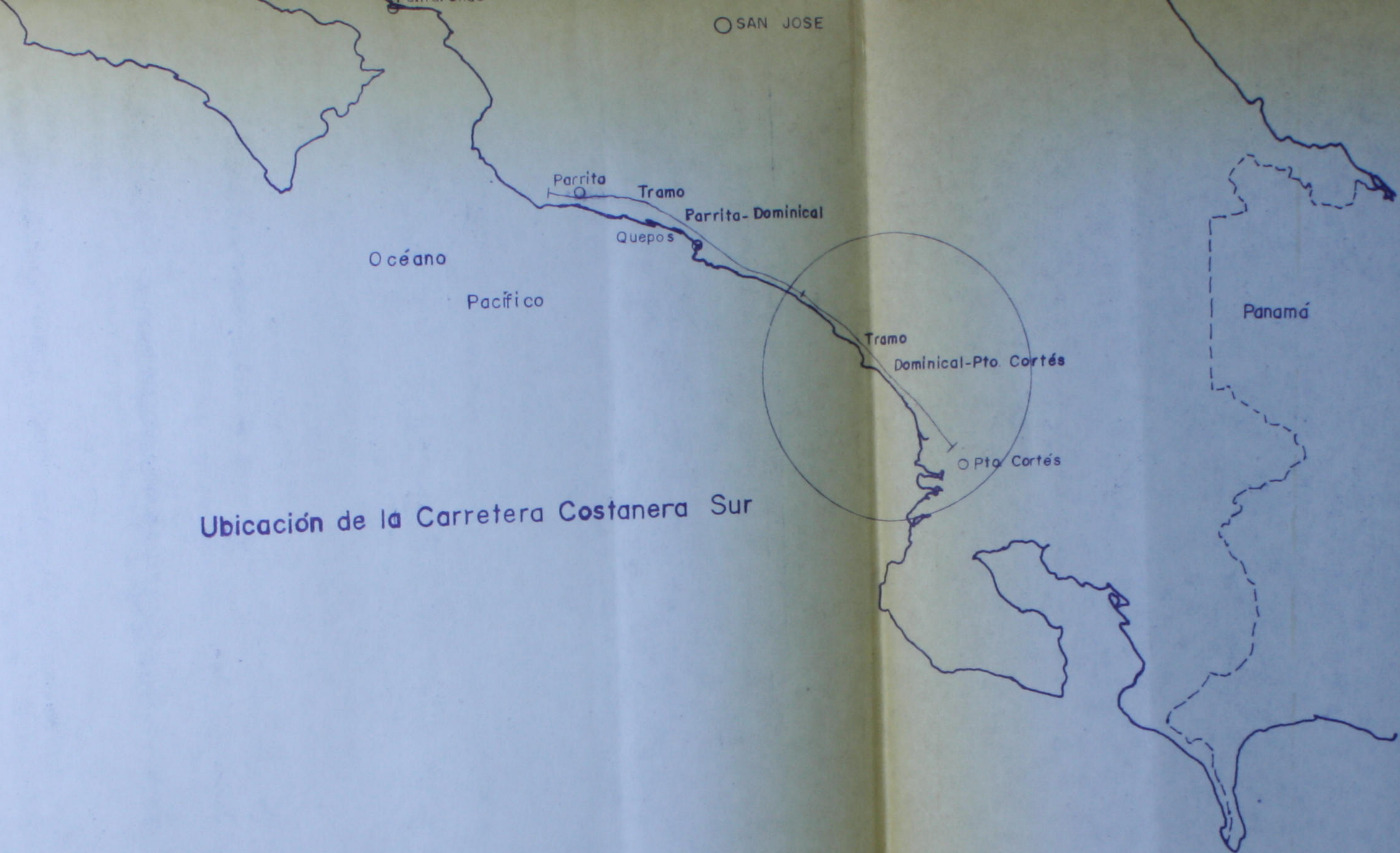
**Lic. SERGIO SALAS D.**

**Sr. ROBERTO CHAVERRI P.**

Contratante:

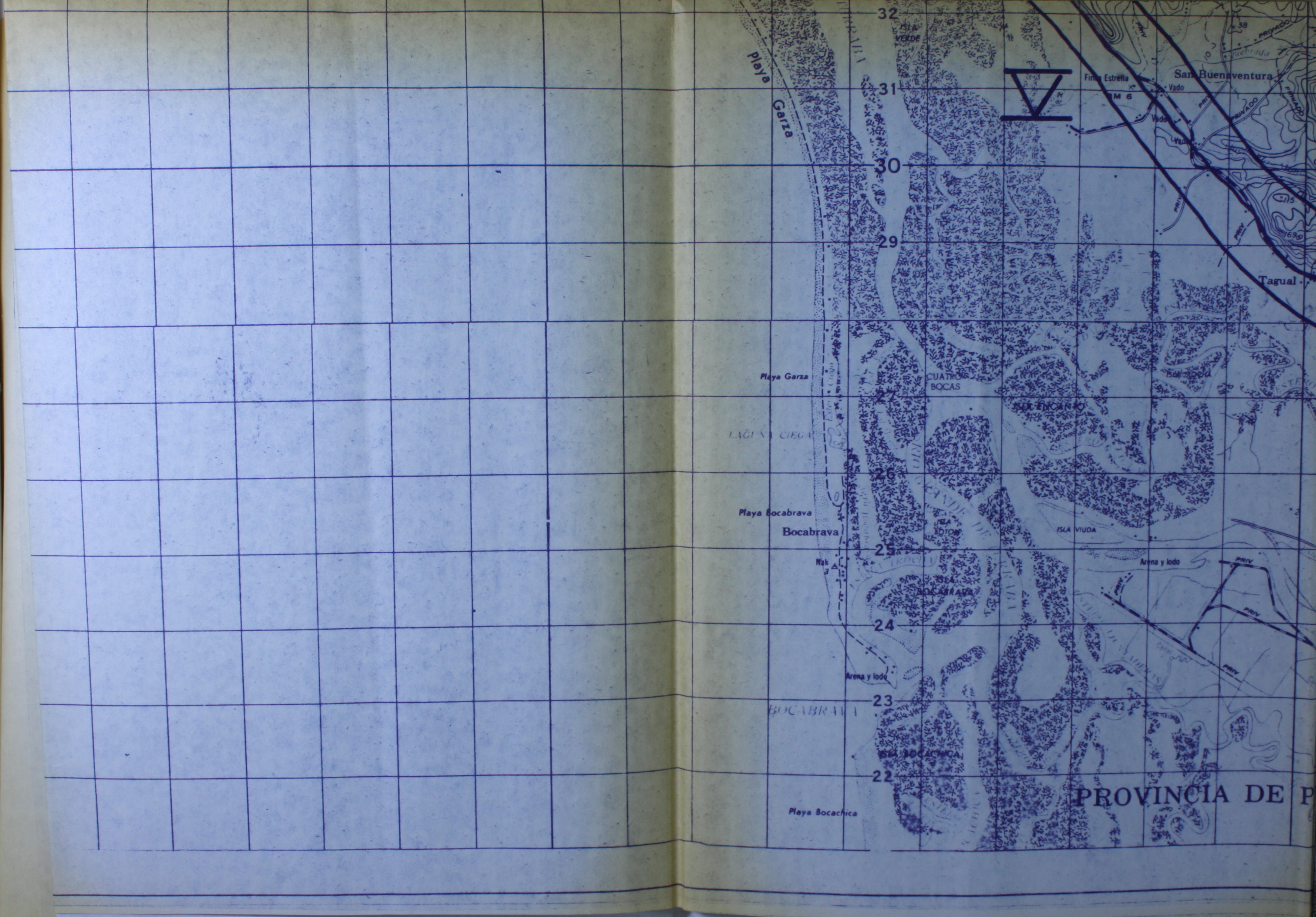
**KFW - MOPT**

Ubicación de la Carretera Costanera Sur



328000m. N.  
9°00'

332  
331  
330  
329  
328  
327  
326  
325  
324  
323  
322  
321



Playa Garza

32  
31  
30  
29  
28  
27  
26  
25  
24  
23  
22

Playa Garza

LAGUNA CIEGA

Playa Bocabrava

Bocabrava

Nak

Arena y lodo

BOCABRAVA

BOCACHICA

Playa Bocachica

ISLA VERDE

CUATRO BOCAS

ISLA VIUDA

Arena y lodo

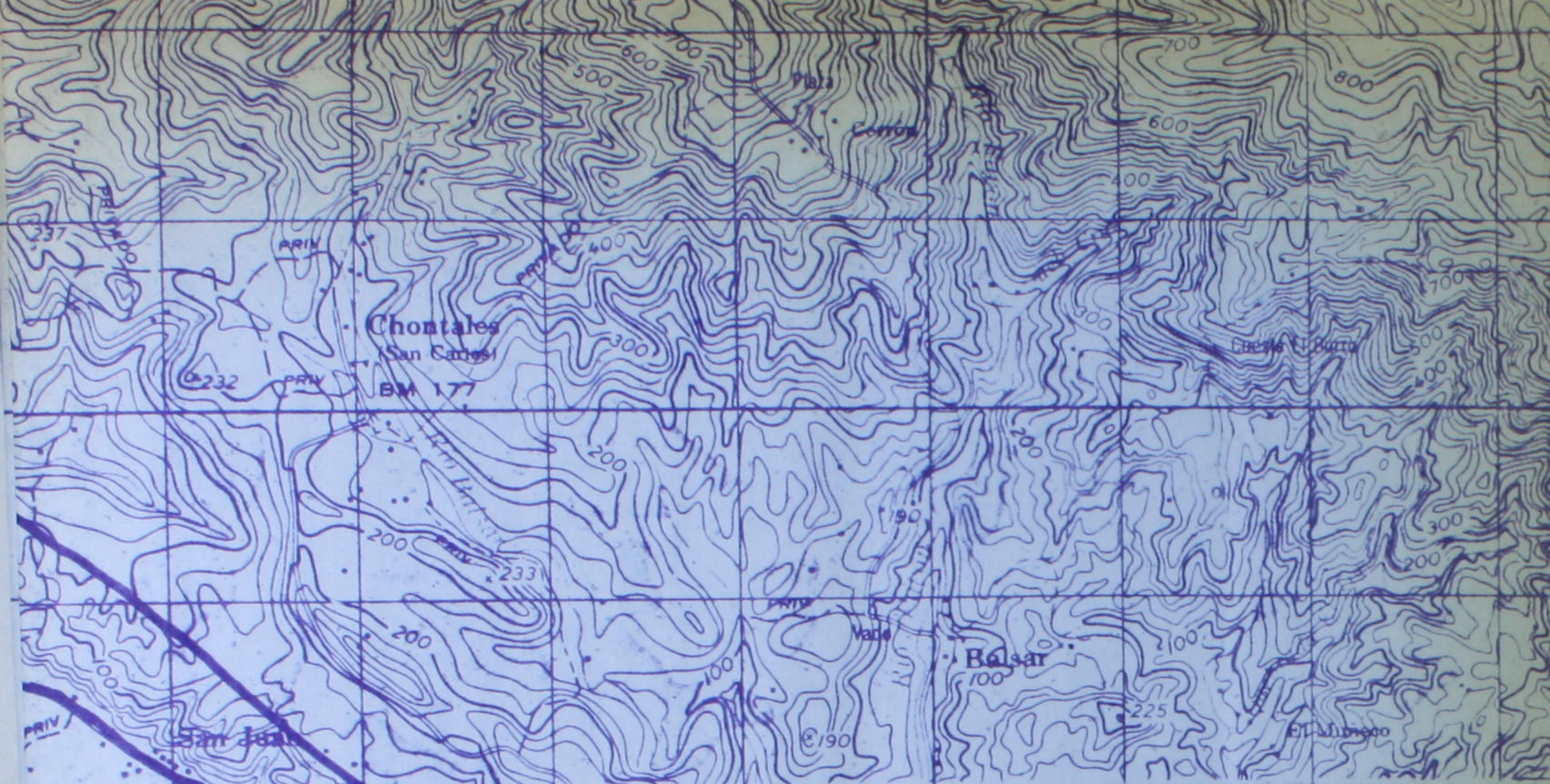
Firma Estrella

San Buenaventura

Tagual

PROVINCIA DE P





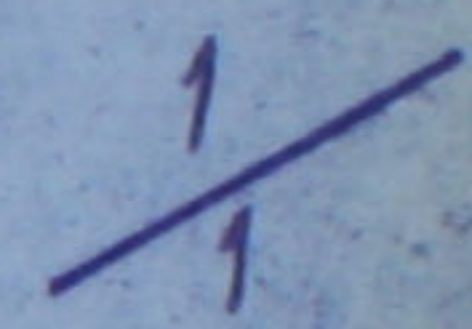
Cia Consultora:

**SINERGIA 69 S.A.**

Escala: 1 : 50 000

Mapa:

Fecha: Enero - Mayo 1991



**PUNTARENAS**

como acantilados de altura media y altos. No hay transición de terrenos ya que es predominantemente montañosa con pendientes altas. Existen múltiples zanjas, cárcavas y pequeñas quebradas con cauces muy hondos, excavados, los cuales drenan perpendicularmente hacia el litoral. El litoral es predominantemente rocoso, dándose solamente pequeñas acumulaciones o bolsetes de arena entre las salientes o frentes rocosos. Particular en este sector son las escolleras rocosas al frente de ella.

#### UNIDAD # 3:

Unidad de valle costero con lomeríos. La unidad de Playa Hermosa - Uvita es una unidad de valle costero de reciente formación, no muy desarrollado en donde se pueden apreciar sectores de terrazas aluvionales y en menor escala sectores de lomeríos. La transición de terrenos en esta Unidad # 3 es de terrenos bajos de depresión a terrenos de llanura, a terraza elevada, a lomeríos aislados y a terrenos muy inclinados y abruptos. Si se realizan sectorizaciones a lo largo de esta unidad las transiciones cambian ya que en aquellos sectores más recientes o menos desarrollados como el sector noroeste de Playa Hermosa la transición es abrupta de terrenos planos a laderas de pendiente muy alta, mientras que en las áreas más centralizadas de Hermosa y Uvita la transición de pendientes es más paulatina. Muy característico de este sector es la presencia de ríos con caudal permanente con cuencas hidrográficas de mayor área, más desarrollados. Los cauces de las cuencas se orientan por fallas y fracturas. Predomina al frente de esta unidad el litoral arenoso en conjunto con el tómbolo rocoso de Uvita. Hay presencia de áreas de esteros y de manglares.

#### UNIDAD # 4:

La unidad # 4 es un frente de litoral rocoso y acantilados el cual se diferencia de la segunda unidad en cuanto a que hay presencia de litorales arenosos. Esta unidad # 4 más conocida como "El Tapón" que se extiende desde Uvita hasta Tortuga es una combinación de frentes y puntas rocosas con pequeñas y medianas playas. La transición es variable en esta unidad ya que se dan sectores en donde no hay transición con terrenos de pendiente alta los cuales mueren repentinamente en la línea base litoral, y sectores de pequeños vallecitos en donde sí se da una transición paulatina de terrenos planos a terrazas, a lomeríos bajos y a laderas de inclinación alta. En general a lo largo de la unidad # 4 predomina la morfología montañosa con terrenos de inclinación de moderada a alta. A diferencia de la segunda unidad, en este sector no se dan abundantemente escolleras rocosas ni plataformas rocosas de abrasión. En la unidad # 4 hay presencia

de pequeñas quebradas y ríos con caudal permanente pero sus áreas de cuenca son muy restringidas y mucho menores que las cuencas hidrográficas de los ríos en la unidad # 3.

#### UNIDAD # 5:

La unidad # 5 es una unidad interna de un valle costero sumamente desarrollado como es el Valle del Diquís. La serranía costera se orienta hacia el interior y es el límite del valle. Predomina en la unidad # 5 los terrenos planos de llanura aluvional muy desarrollada que colindan con áreas de manglar, los cuales chocan con las serranía costera o serranía interna, la cual se presenta con pendientes altas. La transición de terrenos en este sector es brusco; de terrenos planos a terrenos de alta pendiente. Muy particular de este sector son los ríos los cuales se encuentran hidrológicamente inestables con cuencas muy deforestadas que drenan perpendicularmente al eje de la carretera. Las cuencas de estos ríos y quebradas son de igual área o de mayor que las que se encuentran en la unidad # 3 de Valle costero de Hermosa y Uvita.

## CAPITULO 3. EL ENTORNO AMBIENTAL

### 3.3.- Analisis Geológico, Geomorfológico y Geotectónico Preliminar.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

### SECTOR BARU - PALMAR NORTE

El estudio geológico, geomorfológico y geotectónico realizado en el sector entre Baru y Palmar Norte, ha demostrado que este tramo de la Carretera Costanera Sur es factible, a condición de adaptar su diseño a las exigencias que impone la naturaleza.

En efecto, se ha observado que ciertas condiciones desfavorables que la podrían poner en peligro, tal es el caso de la fuerte y frecuente actividad sísmica, las lluvias de alta intensidad, las condiciones de baja resistencia de las rocas sedimentarias, tectónicas y sus reses, la fuerte pendiente de las laderas y un etc. de la tierra cada día más desventajoso para el desarrollo de la obra.

#### Cap.3 - Acapite 3.3

#### Análisis Geológico, Geomorfológico y Geotectónico Preliminar

De esta manera, la región sometida periódicamente a terremotos, inundaciones, deslizamientos y erosión intensa. El riesgo es mayor debido a las inundaciones y deslizamientos ocasionados por las lluvias intensas asociadas a los efectos indirectos del Huracán Juan, en octubre de 1983. Contra todo ello, deberá protegerse la vía para garantizar una vida útil prolongada y económica.

Es así que la ruta deberá contar con un diseño apropiado en su calzada y obras anexas, como por ejemplo los cortes, rellenos, puentes (desde los puntos de vista hidráulico y estructural), drenajes, alcantarillas, rasas de aproximación, etc.

Los sitios de préstamo aluvial garantizan un volumen y calidad aparentemente adecuados para la obra, además de distancias de acarreo no muy largas.

Realizado por:  
Dr. Sergio Mora

La necesidad de expandir el conocimiento de las condiciones naturales (geología, hidrología, geotecnia, hidrología, geomorfología), dado que la información disponible es relativamente insuficiente, dado el carácter remoto y de escaso acceso del sector. Además, desafortunadamente, la información de las perforaciones realizadas hace más de 20 años, es demasiado escueta, aparte de que fue poco aprovechable por no contarse con las muestras recuperadas ni con el mapa de ubicación

SINERGIA 69

## CAPITULO 3. EL ENTORNO AMBIENTAL

### 3.3.- Análisis Geológico, Geomorfológico y Geotectónico Preliminar.

#### Resumen.

El estudio preliminar de las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas realizado en el sector entre Barú y Palmar Norte, ha mostrado que este tramo de la Carretera Costanera Sur es factible, a condición de adaptar su diseño a las exigencias que impone la naturaleza.

En efecto, se ha observado que existen ciertas condiciones desfavorables que la podrían poner en peligro. Tal es el caso de la fuerte y frecuente actividad sísmica, las lluvias de alta intensidad, las condiciones de baja resistencia de las rocas sedimentarias meteorizadas y suelos residuales, la fuerte pendiente de las laderas y un uso de la tierra cada día más desventajoso para el ambiente.

De esta manera, la región se ve sometida periódicamente a terremotos, inundaciones, deslizamientos y erosión intensa. El ejemplo más reciente fueron las inundaciones y deslizamientos desarrollados por las lluvias intensas asociadas a los efectos indirectos del Huracán Joan, en octubre de 1988. Contra todo ello, deberá protegerse la vía para garantizar una vida útil prolongada y económica.

Es así que la ruta debería contar con un diseño apropiado en su calzada y obras anexas, como por ejemplo los cortes, rellenos, puentes (desde los puntos de vista hidráulico y sismorresistente), drenajes, alcantarillas, rampas de aproximación, etc.

Los sitios de préstamo aluvial garantizan un volumen y calidad aparentemente adecuados para la obra, además de distancias de acarreo no muy largas. Las rocas sedimentarias y gabros, que afloran en la región, podrían utilizarse tal vez, a condición de certificarse su calidad por medio de los ensayos de laboratorio pertinentes.

Es necesario extender un poco más el grado de conocimiento de las condiciones naturales (geología, sismología, geotécnica, hidrología, geomorfología), dado que la información disponible fue relativamente insuficiente, dado el carácter remoto y de escaso acceso del sector. Además, desafortunadamente, la información de las perforaciones realizadas hace casi 20 años, es demasiado escueta, aparte de que fué poco aprovechable por no contarse con las muestras recuperadas ni con el mapa de ubicación

de los puntos perforados.

## INDICE

Finalmente, se recomienda declarar el "tómbolo" de Punta Uvita como Sitio de Interés Geológico Nacional, por medio de algún tipo de legislación protectora especial, pues posee condiciones que deben conservarse del deterioro, aparte de un interés científico que lo hacen un laboratorio natural, invaluable, para el desarrollo de estudios geológicos, sedimentológicos, oceanográficos y geomorfológicos.

### 3.3.1.3 Objetivos

### 3.3.1.4 Metodología de trabajo y sus limitaciones

## 3.3.2. MARCO GEOLOGICO

### 3.3.2.1 Litologías

### 3.3.2.2 Estructuras tectónicas

### 3.3.2.3 Sismicidad

### 3.3.2.4 Aspectos tectónicos generales

## 3.3.3. LOS DESASTRES NATURALES EN EL SECTOR DARU-PALMAR NORTE

### 3.3.3.1 Generalidades

### 3.3.3.2 Factores de control de las amenazas naturales

## 3.3.4. ASPECTOS GEODINAMICOS RELEVANTES DE CADA SECTOR

### 3.3.4.1 Sector Dominical - Piedra Anivote

### 3.3.4.2 Sector Uvita

### 3.3.4.3 Sector Ballena - Tortuga

### 3.3.4.4 Sector Tortuga Abajo - Palmar Norte

## 3.3.5. CONCLUSIONES

## 3.3.6. RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFIA

## 3.3.1. INTRODUCCION

## INDICE

### RESUMEN

#### 3.3.1. INTRODUCCION

##### 3.3.1.1 Antecedentes

##### 3.3.1.2 Localización Geográfica

##### 3.3.1.3 Objetivos

##### 3.3.1.4 Metodología de trabajo y sus limitaciones

#### 3.3.2. MARCO GEOLOGICO

##### 3.3.2.1 Litologías

##### 3.3.2.2 Estructuras tectónicas

##### 3.3.2.3 Sismicidad

##### 3.3.2.4 Aspectos morfotectónicos generales

#### 3.3.3. LOS DESASTRES NATURALES EN EL SECTOR BARU-PALMAR NORTE

##### 3.3.3.1 Generalidades

##### 3.3.3.2 Factores de control de las amenazas naturales

#### 3.3.4. ASPECTOS GEODINAMICOS RELEVANTES DE CADA SECTOR

##### 3.3.4.1 Sector Dominical - Piedra Achiote

##### 3.3.4.2 Sector Uvita

##### 3.3.4.3 Sector Ballena - Tortuga

##### 3.3.4.4 Sector Tortuga Abajo - Palmar Norte

#### 3.3.5. CONCLUSIONES

#### 3.3.6. RECOMENDACIONES

### BIBLIOGRAFIA

#### 3.3.1. INTRODUCCION

### 3.3.1.1. Antecedentes

Este estudio consiste en la continuación del realizado ya para el tramo Parrita-Barú de la Carretera Costanera Sur.

Los resultados de dicho trabajo, aparecen dentro del informe denominado: "SINERGIA 69, 1990. Estudio de Impacto Ambiental de la Carretera Costanera, Sector Parrita Dominical", realizado para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes por medio del Fondo de Preinversiones de MIDEPLAN.

### 3.3.1.2. Localización geográfica

El área estudiada se encuentra en la región del Pacífico Central de Costa Rica, provincia de Puntarenas, entre los ríos Barú y Grande de Térraba. Sus cotas de elevación se desarrollan entre 0 y 200m.

Las coordenadas geográficas dentro de las que se enmarca se definen por:

8° 57' 20" @ 9° 15' 00" (324,000 - 556,000) de latitud

83° 28' 15" @ 83° 52' 00" (522,000 - 478,000) de longitud

ubicables dentro de los mapas Quepos y Talamanca, escala 1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.

### 3.3.1.3. Objetivos

Los objetivos fundamentales perseguidos en esta investigación pueden resumirse de la siguiente manera:

- Identificar las formas sobresalientes del relieve y su asociación con los suelos, rocas y tectónica de la región y localidades.

- Identificar los elementos primordiales de la geodinámica externa: deslizamientos, erosión, lechos fluviales y laderas activas.

- Aplicar esta información a los criterios geotécnicos de concepción de la obra y a la definición del cuidado de los elementos frágiles del ambiente, para acomodar lo mejor posible la carretera a las exigencias de la naturaleza.

# FIGURA 1. COLUMNA LITOLÓGICA GENERALIZADA DE LA REGIÓN ENTRE DOMINICAL Y PALMAR NORTE

## 3.3.1.4. Metodología de trabajo y sus limitaciones

Con el propósito de optimizar la labor realizada, se procedió en primera instancia, a revisar la escasa literatura disponible acerca de los temas a desarrollar en el análisis de la región. Seguidamente, se procedió a realizar una interpretación preliminar de las fotografías aéreas, imágenes satelitarias y mapas disponibles.

Continuó la labor de estudio de campo para verificar las observaciones preliminares y modificar las hipótesis de trabajo. Posteriormente, se interpretó de nuevo el material fotográfico y cartográfico para conseguir una extrapolación de la información y refinar en forma final el modelo de trabajo.

En cuanto a las limitaciones, debe decirse que sobre todo se vincularon con el escaso tiempo y recursos disponibles para la cobertura de muchos detalles en una región remota, de difícil acceso y muy pobremente estudiada con anterioridad. De esta manera, fue posible realizar tan solo un estudio superficial alrededor de los caminos de acceso.

No fue posible, por ello, levantar la estratigrafía y tectónica locales con mayor precisión de lo existente, por cuanto esto requeriría de un esfuerzo en recursos y tiempo muy considerable. Tampoco y desafortunadamente, se contó con las muestras ni el plano de localización exacta de las perforaciones realizadas en 1971 por la Compañía CIMCO, SA. En apariencia el mapa se ha perdido

## 3.3.2: MARCO GEOLOGICO

### 3.3.2.1. Litologías

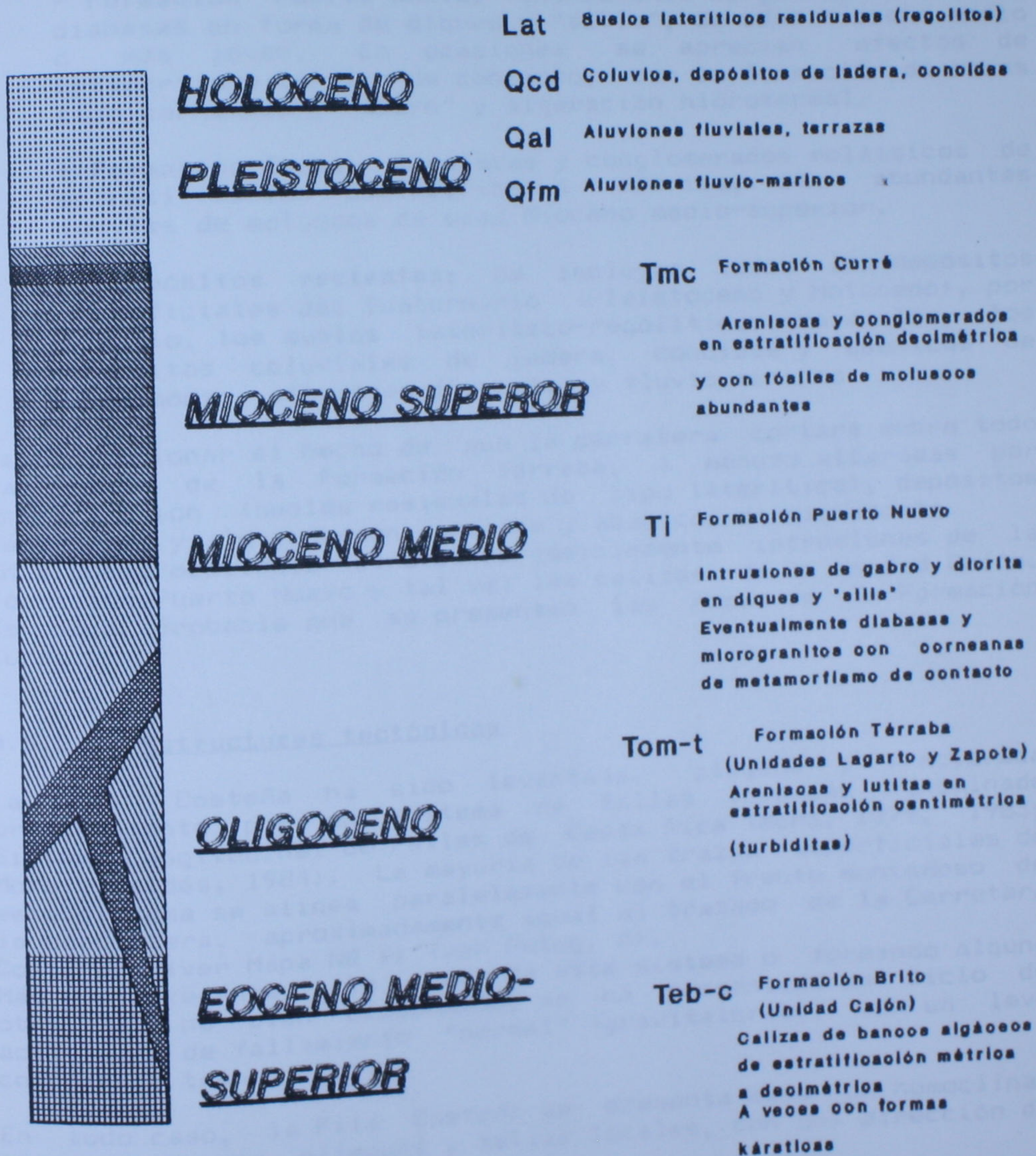
La carretera Costanera Sur, en su tramo Dominical-Palmar Norte, transcurre, en su mayoría, a lo largo del piedemonte y frente montañoso de la Fila Costeña.

Esta cordillera está compuesta, en su mayor parte, por una mega-secuencia sedimentaria regresiva del Terciario medio (ver Figura Nº 1) (Mora, 1979; Sprechman et al., 1984; Hutchison, 1980; Kolarski, 1990).

Sus componentes básicos son, de la unidad más antigua a la más joven (ver Figura Nº 1):

- Formación Brito, Unidad Cajón: Calizas algáceas con macroforaminíferos, en estratificación decimétrica a métrica, de edad Eoceno medio-superior (Teb-c).

# FIGURA I . COLUMNA LITOLÓGICA GENERALIZADA DE LA REGION ENTRE DOMINICAL Y PALMAR NORTE



FILA COSTEÑA, COSTA RICA

Basado en Mora (1979), Hutchison (1980)

- Formación Térraba, Unidades Zapote y Lagarto indiferenciadas: Sucesión de estratos centimétricos de areniscas y lutitas (turbiditas) de edad Oligoceno a Mioceno inferior. Su espesor total supera los 1000m.
- Formación Puerto Nuevo: Intrusiones de gabbro, diorita y diabasas en forma de diques y "sills", de edad Mioceno medio o más joven. En ocasiones se aprecian efectos de metamorfismo térmico de contacto, con la formación de rocas tipo corneanas y "skarn" y alteración hidrotermal.
- Formación Curré: Areniscas y conglomerados molásicos de estratificación decimétrica a métrica, con abundantes fósiles de moluscos de edad Mioceno medio-superior.
- Depósitos recientes: Se incluyen todos los depósitos superficiales del Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), por ejemplo, los suelos laterítico-regolíticos residuales, los depósitos coluviales de ladera, conoides y abanicos de piedemonte, aluviones fluviales y fluvio-marinos.

Vale mencionar el hecho de que la carretera cortará sobre todo las rocas de la Formación Térraba, a menudo alteradas por meteorización (suelos residuales de tipo laterítico), depósitos coluviales y aluviones en conoides y abanicos de piedemonte. En algunas ocasiones atravesará posiblemente intrusiones de la Formación Puerto Nuevo y tal vez las calizas de la Unidad Cajón. Es poco probable que se presenten las rocas de la Formación Curré.

### 3.3.2.2. Estructuras tectónicas

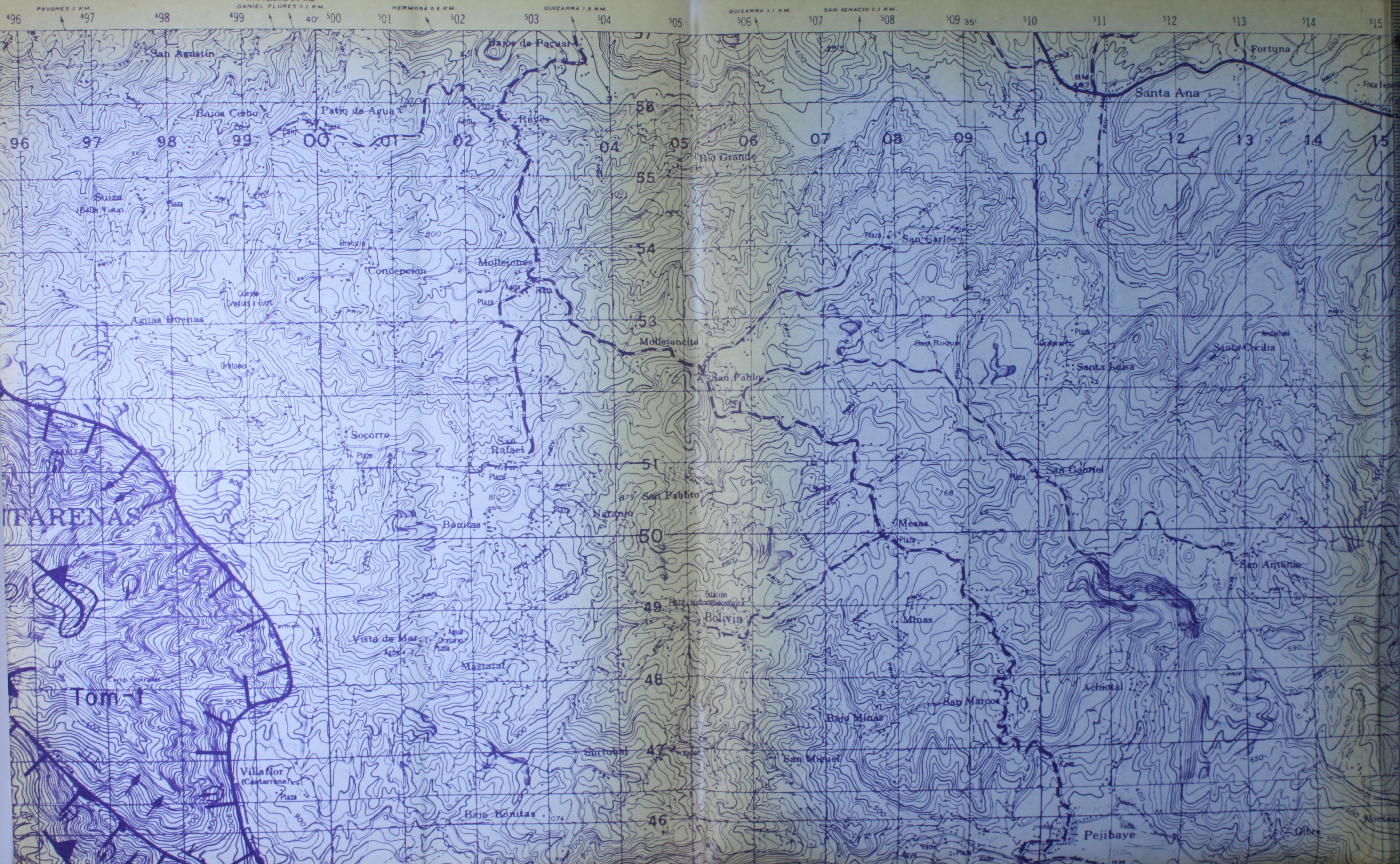
La Fila Costeña ha sido levantada, plegada y fracturada primariamente por un sistema de fallas inversas denominado Sistema Longitudinal de Fallas de Costa Rica (Mora, 1979, 1983; Mora y Valdés, 1984). La mayoría de las trazas superficiales de este sistema se alinea paralelamente con el frente montañoso de la cordillera, aproximadamente igual al trazado de la Carretera Costanera (ver Mapa Nº 1) (ver Fotog. A). Más recientemente, a lo largo de este sistema o formando alguno otro, aún no bien discernido, se ha presentado un ciclo de actividad de fallamiento "normal" (gravitatorio), con un leve componente transcurrente.

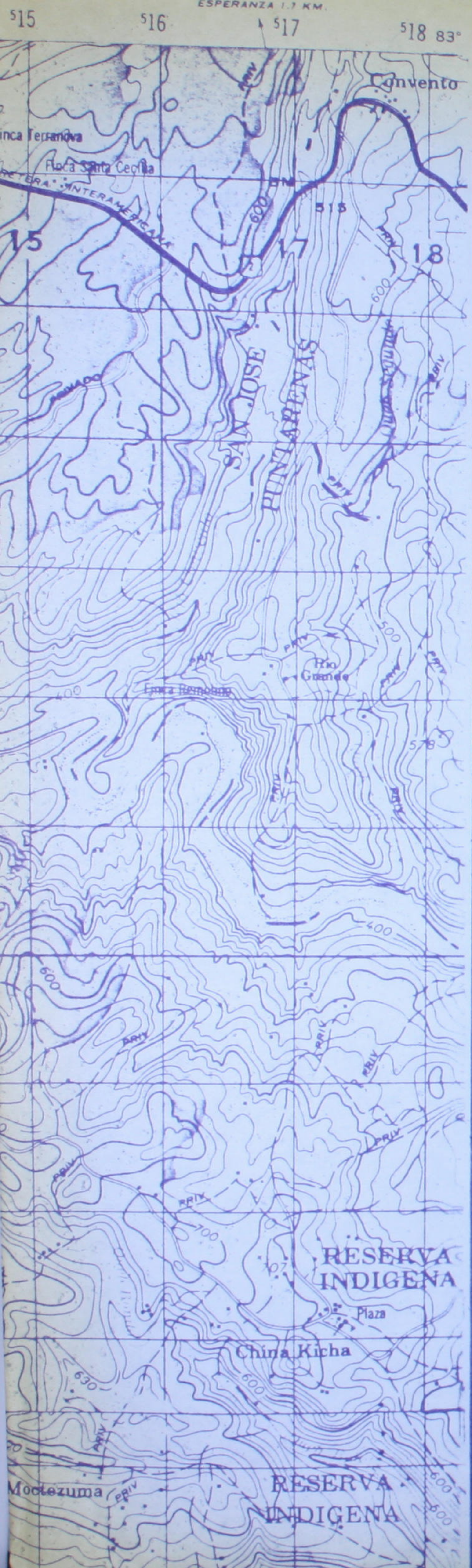
En todo caso, la Fila Costeña se presenta como un homoclinal interrumpido por pliegues y fallas locales, con una dirección de buzamiento general hacia el noreste.

En este sector además, el sistema se ha ramificado en varios segmentos de fallas secundarias (ver mapa Nº 1), a lo largo de

478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495







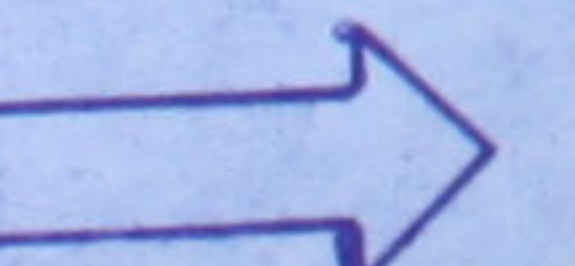


Proyecto:  
**Carretera Costanera Sur**  
 Estudio Impacto Ambiental  
 del tramo Dominical-Puerto Cortés.

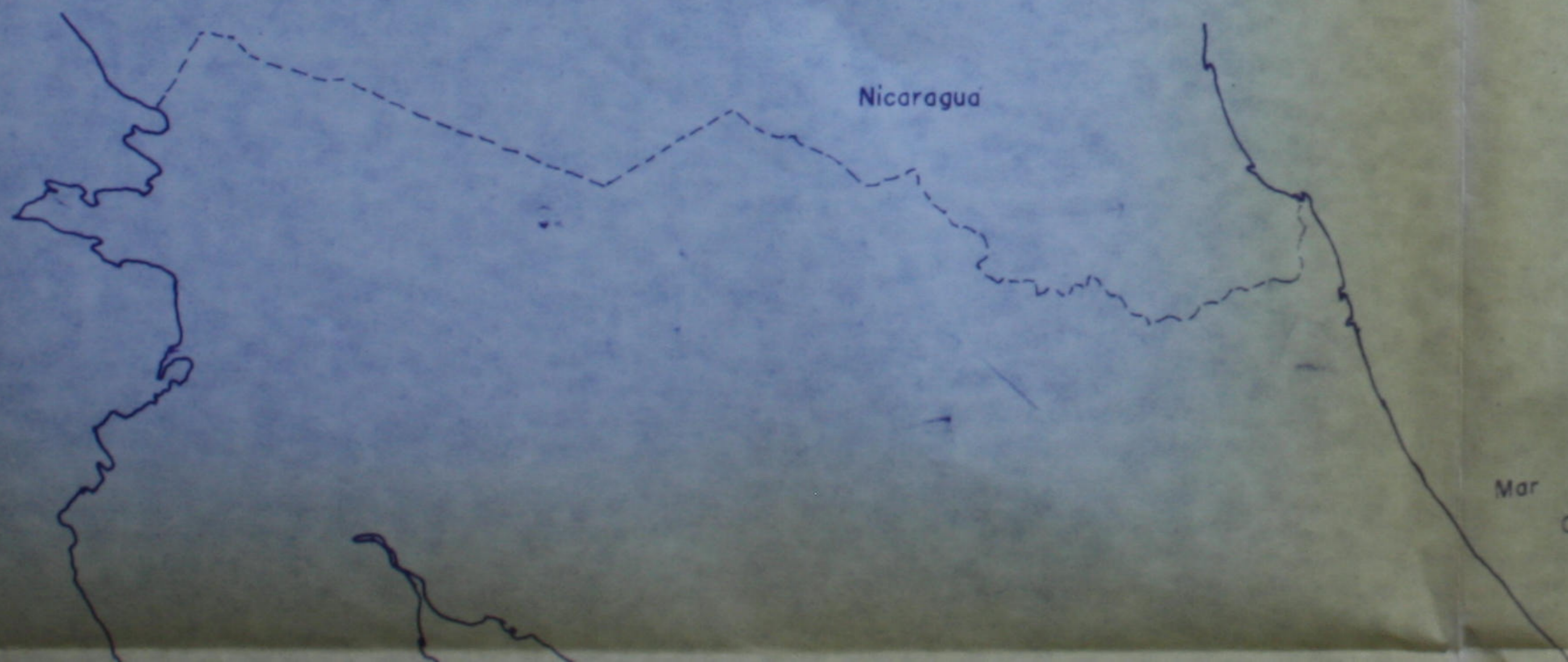
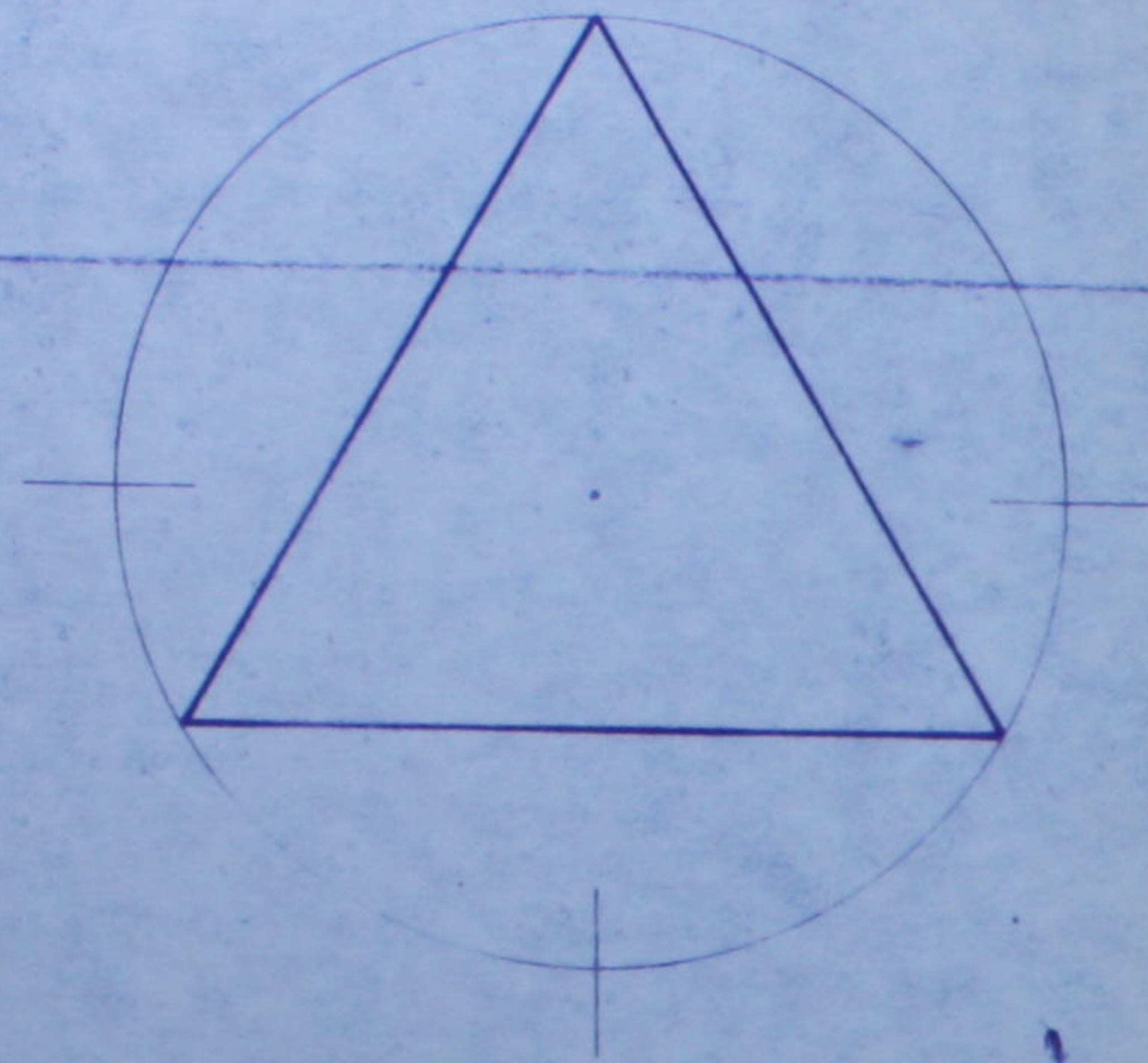
Provincia:	Cantón:
Puntarenas	Osa

Título:  
**GEOLOGIA**

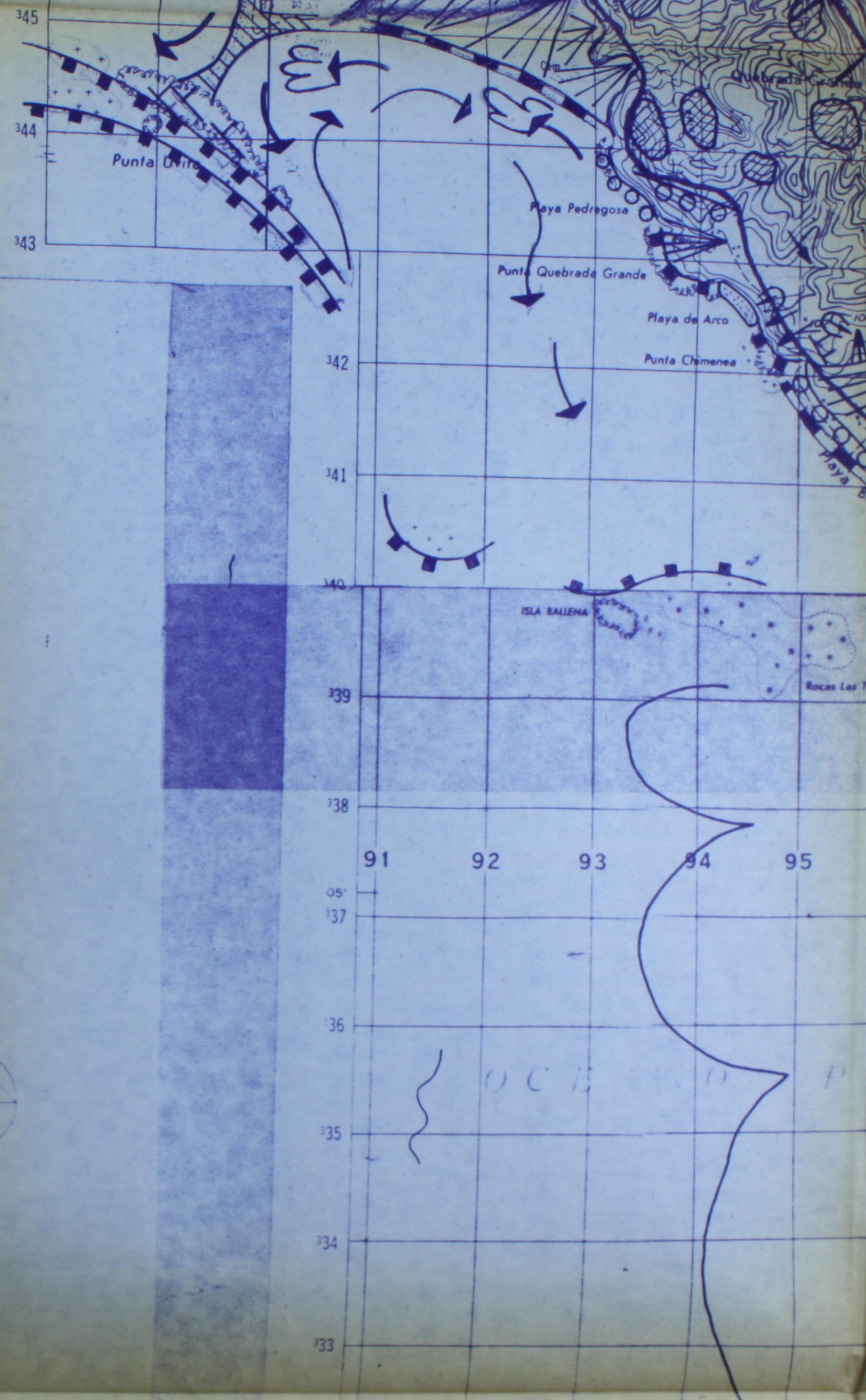
**SIMBOLOGIA:**

-  ACANTILADOS MUERTOS
-  ACANTILADO VIVO
-  ESCOLLOS ROCOSOS
-  PLATAFORMAS DE ABRASION DESACTIVADAS (TECTONICAS)
-  PLATAFORMAS DE ABRASION ACTIVAS
-  TOMBOLO
-  PLAYA DE ENSENADA
-  PLAYA DE CORDON LITORAL
-  DIRECCIONES PREDOMINANTES DE CORRIENTES.
-  PEDRAPLENES LITORALES
-  DECANTACION DE SEDIMENTOS FLUVIALES
-  FLECHA LITORAL
-  DELTA DIQUIS (RIO Gde. DE TERRABA).
-  CAIDA DE BLOQUES

- K** - MANANTIALES KARSTICOS
- Qal** -ALUVION FLUVIAL RECIENTE
- Qcd** COLUVIOS, DEYECCIONES, CONOIDES
- Ti** -FORMACION PUERTO NUEVO  
INTRUSIONES (DIQUES, SILLS) DE GABRO ALIORITAS, MIOCENO O MAS JOVENES.
- Tom-t** -FORMACION TERRABA (OLIGOCENO - MIOCENO MEDIO). ARENISCAS, CUTITAS DE ESTRATIFICACION CENTIMETRICA EVENTUALMENTE PRESENTA INTRUSIONES DE GABRO Y CALIZAS
- Te-b** -FORMACION BRITO (UNIDAD CAJON EXCENO SUPERIOR) CALIZAS ALGACEAS POR SECTORES KARSTICOS.



Mar  
Caribe





PROVINCIA DE PUNTA ARENAS

PROVINCIA DE PUNTARENAS

OCEANO PACIFICO

Tom-t

Tom-t

Tom-t

33

96

97

98

99

00

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

?

45

43

42

41

40

39

38

37

36

35

34

33

BM 404

BM 403

BM 402

BM 401

BM 400

BM 399

BM 398

BM 397

BM 396

BM 395

BM 394

BM 393

BM 392

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Plaza

Barrio Nuevo

Desamparados

Paraiso

Trinidad

Bella Vista

Guadalupe

Santa Fe

Veracruz

SAN JOSE

PUNTARENAS

Tres Rios

Rio de Mela

Fila Alta

Cerro Pelón

Fortuna Arriba

Finca Santa Rosa

Finca El Ocho

Punta Mala Arriba

Arroyo

Arroyo

Arroyo

Coronado

Finca La Cruz

Finca Las Hermanas

Punta Piñuela

Playa Ventanas

Playa Piñuela

Finca Piñuela

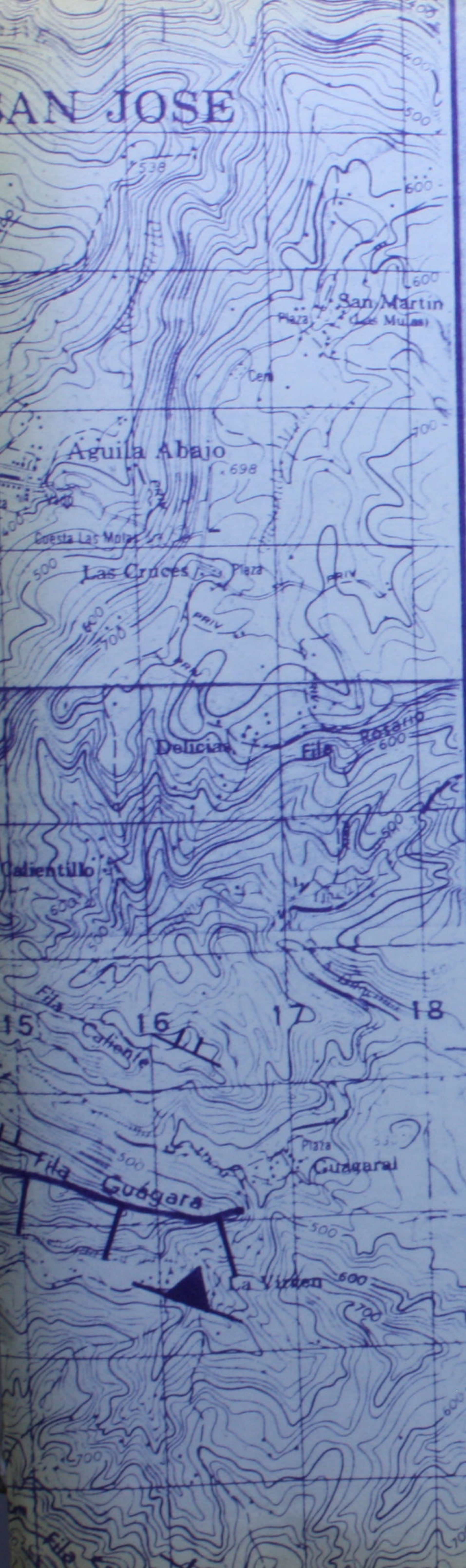
Punta Mala




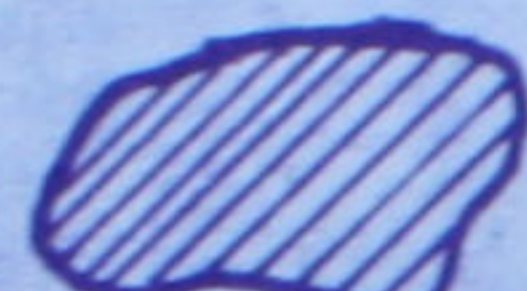
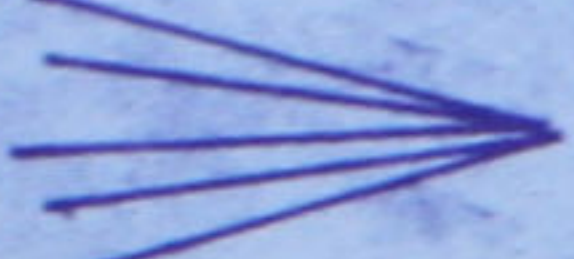
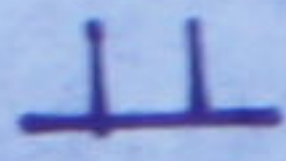



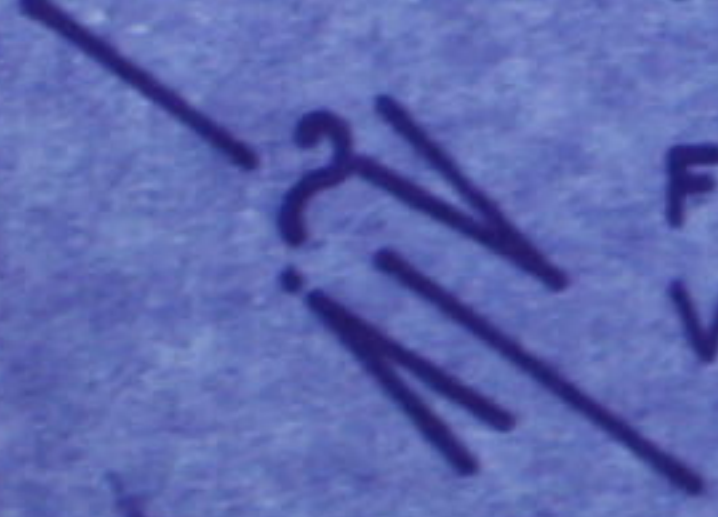

Punta Mala

Punta Mala

Punta Mala

Punta Mala

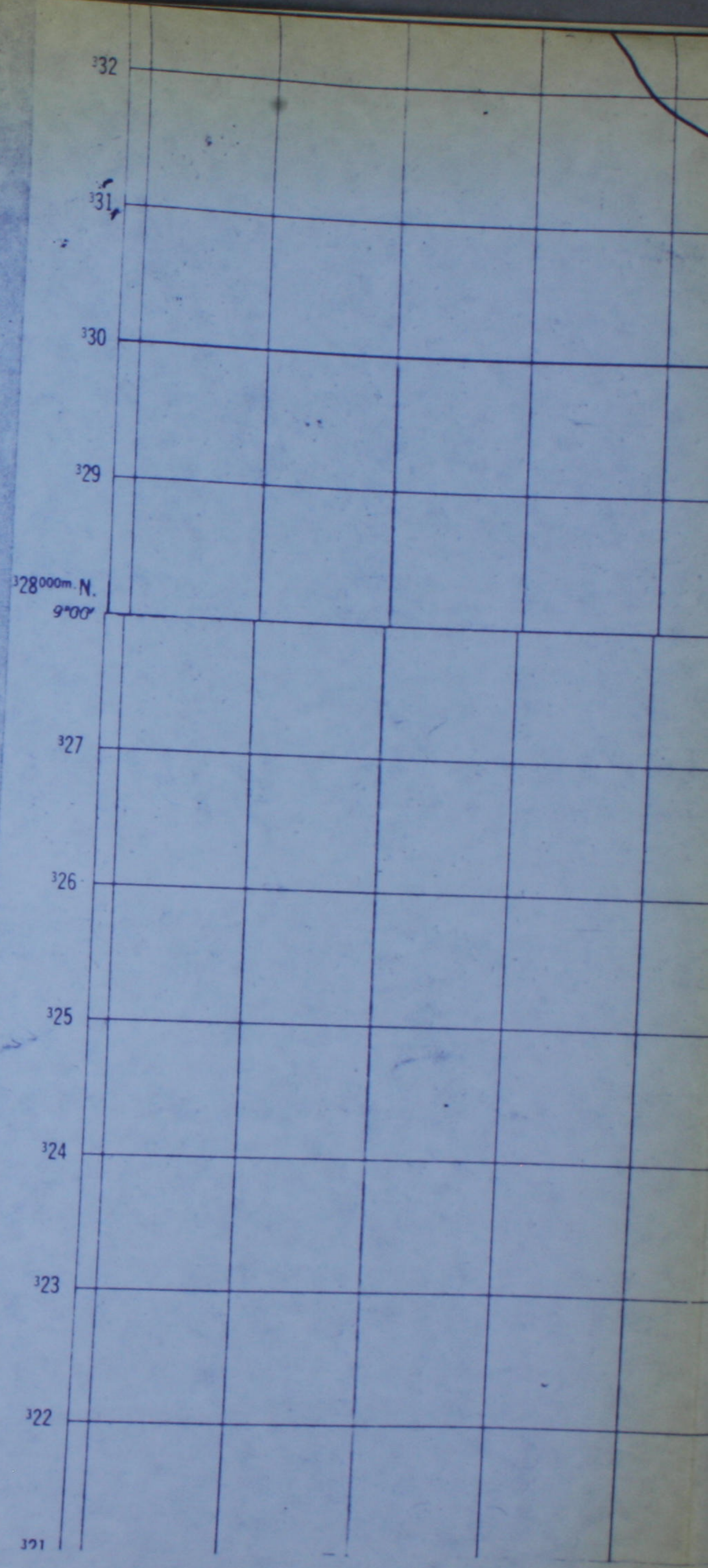
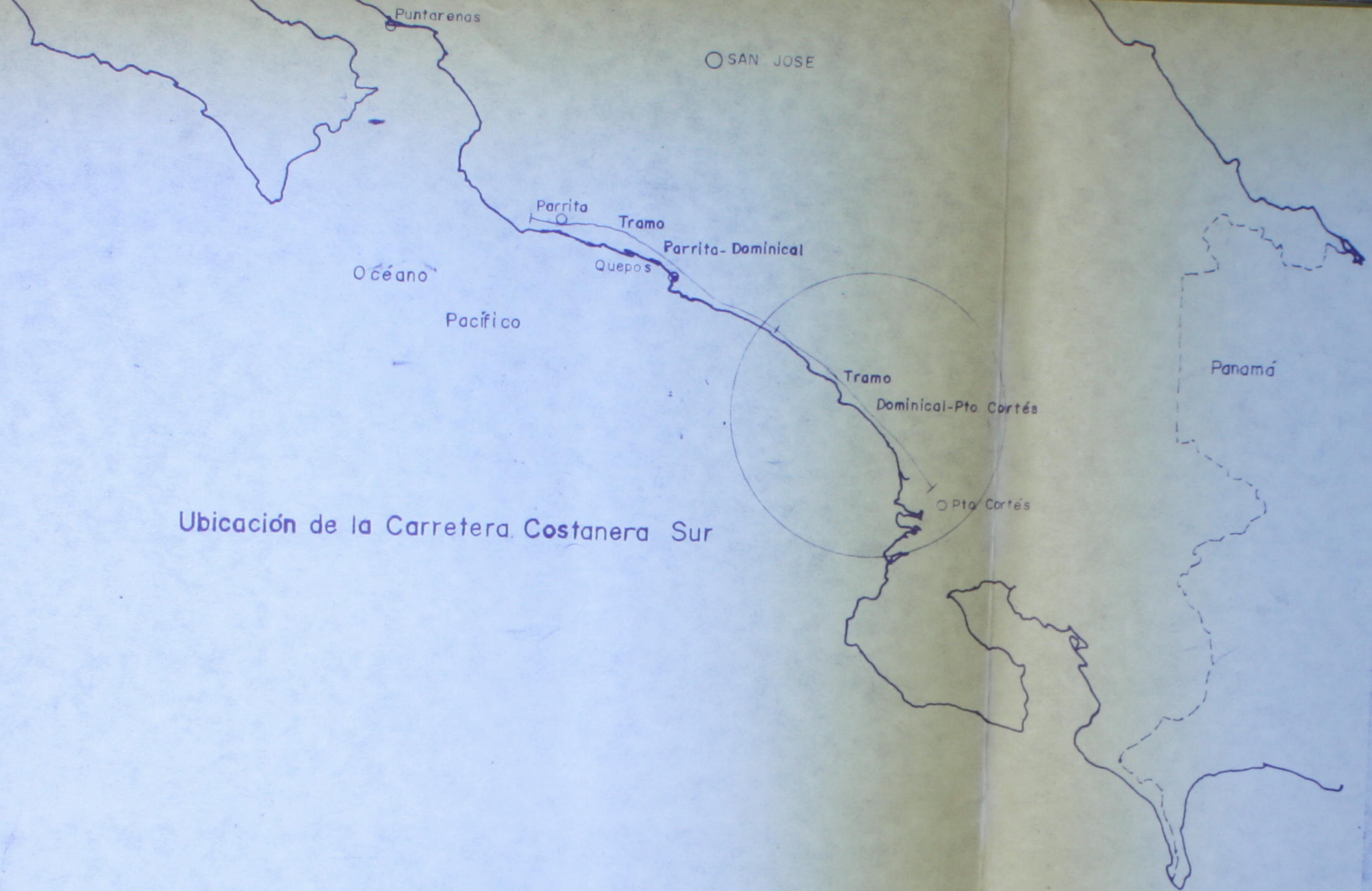


-  CAIDA DE BLOQUES  
DESLIZAMIENTOS REGOLITICOS  
O EROSION CONCENTRADA.
-  DESLIZAMIENTO ACTIVO
-  DESLIZAMIENTO ACTIVO O  
RECIENTEMENTE ACTIVO
-  AREAS CON EROSION  
INTENSA .
-  CONOIDE DE DEYECCION
-  DIRECCION ESTRATIGRAFICA  
Y DIRECCION DE BUZAMIENTO  
(FOTOGEOLOGICO).
-  148 DIRECCION ESTRATIGRAFICA  
Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN  
EL SITIO.
-  CAUCES ANTIGUOS Y TERRAZAS  
FLUVIALES
-  FALLA INVERSA (ALINEACION  
APROXIMADA)
-  FALLA TRANSCURRENTE NO  
VERIFICADAS
-  CAUCES DESBORDADOS DURANTE  
EL HURACAN JOAN (OCT./1988).

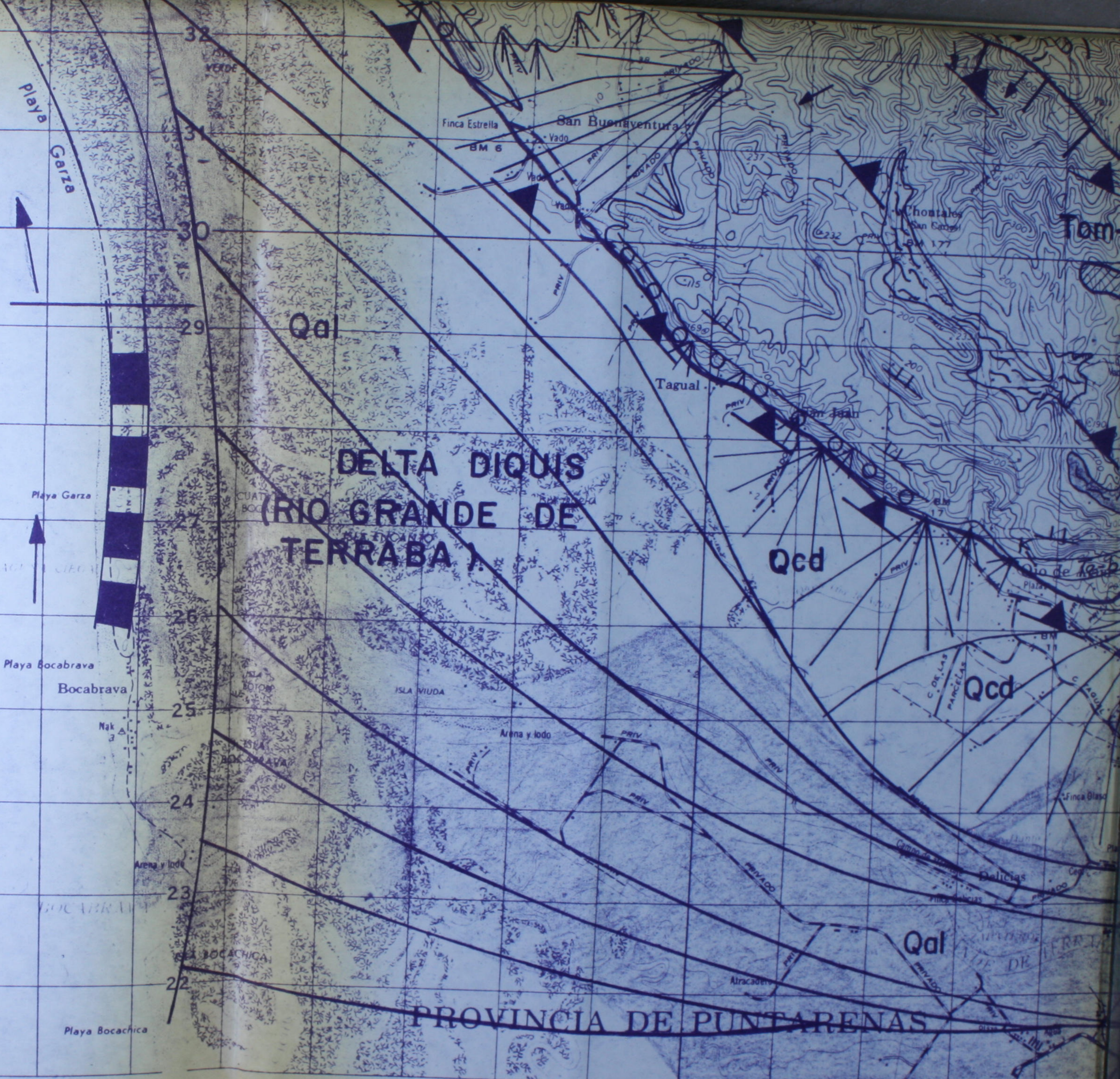
Profesiondes Responsables:

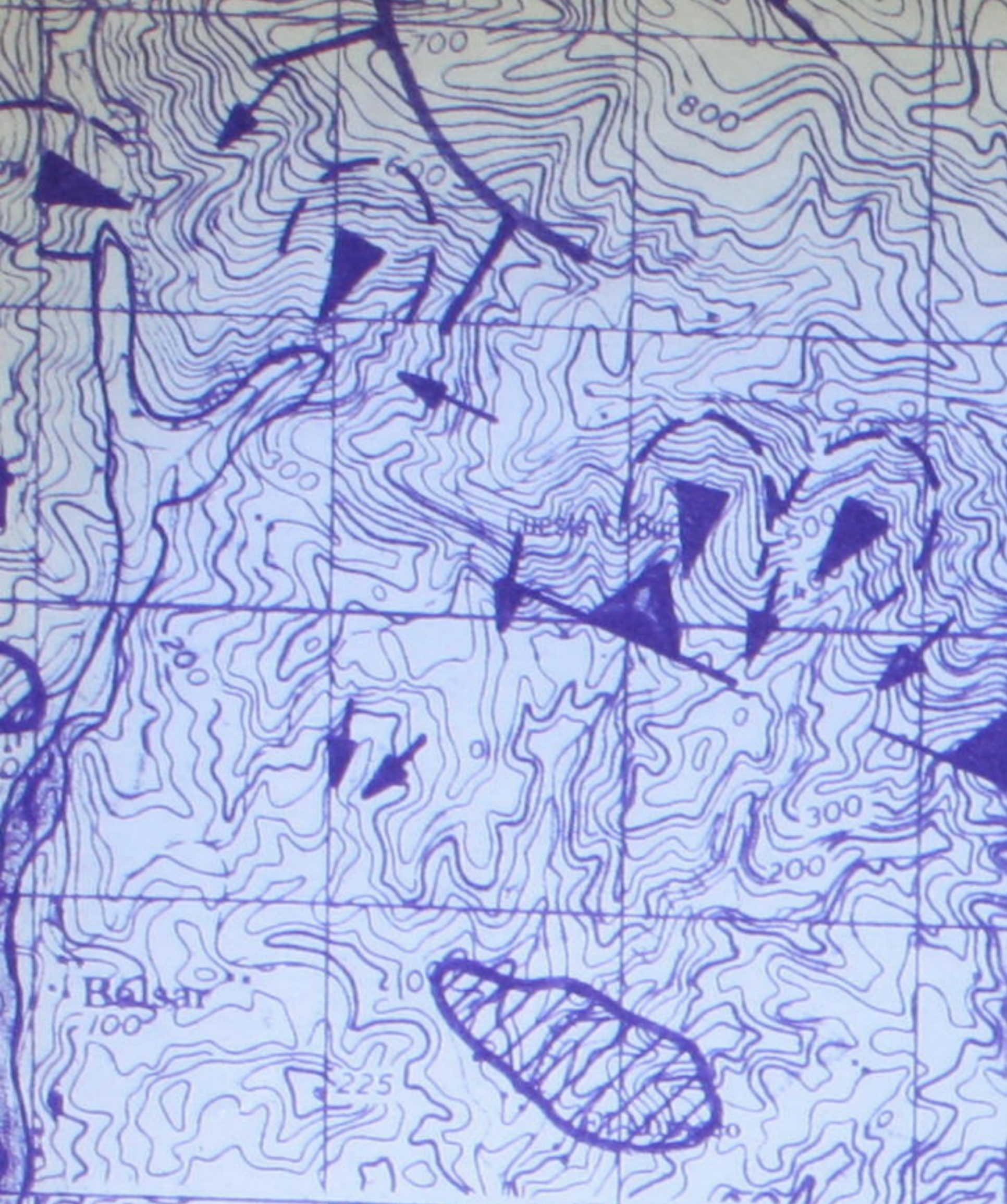
**Dr. SERGIO MORA CASTRO**

Ubicación de la Carretera Costanera Sur



AREA INUNDADA  
DURANTE EL HURACAN  
JOAN (OCT/88)





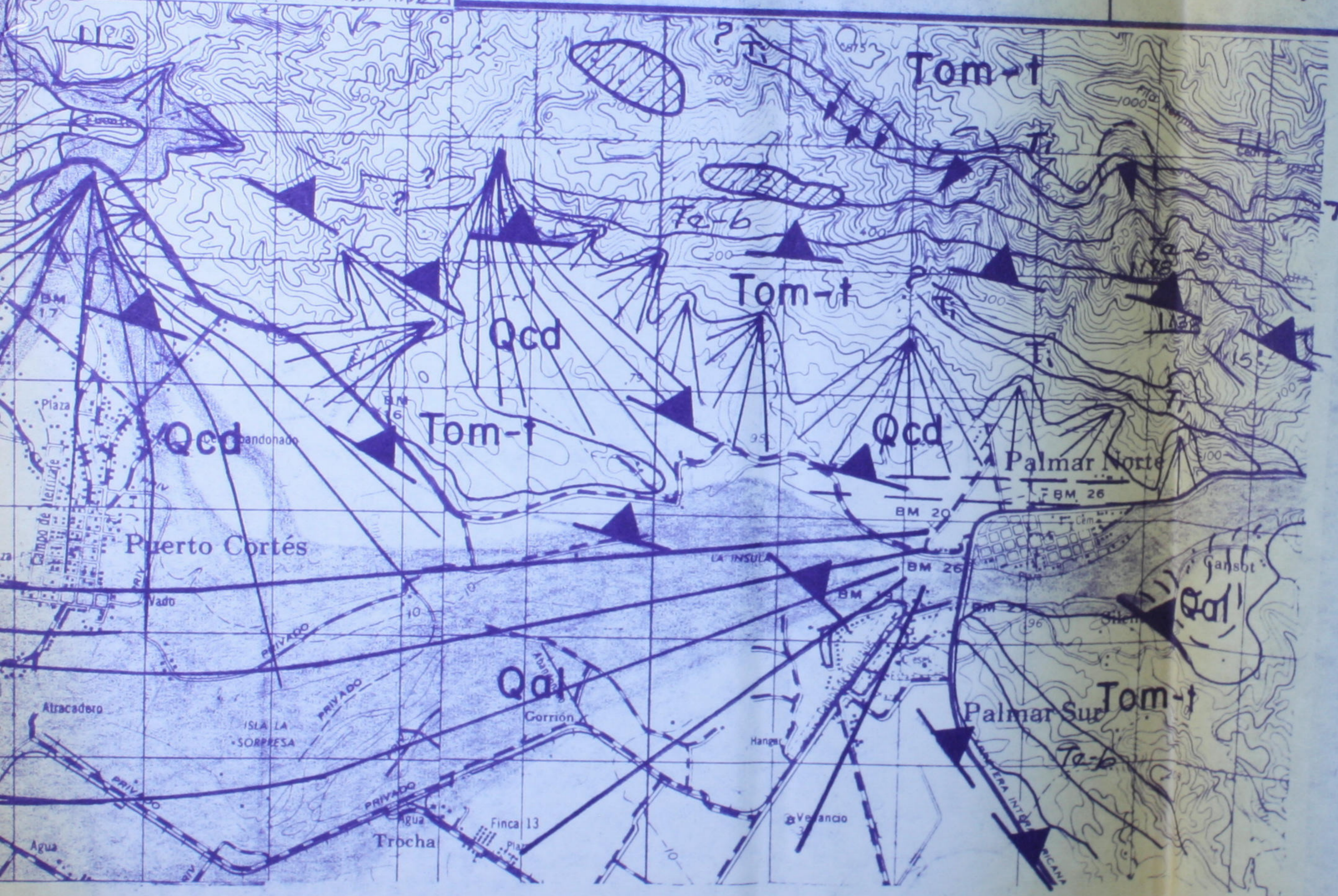
Cia Consultora:

**SINERGIA 69 S.A.**

Escala: 1 : 50 000

Mapa:

Fecha: Enero - Mayo 1991





Fotografía A.

las cuales podría aun desarrollarse algún tipo de actividad sísmica (Wells et al, 1988; Red Sismológica Nacional). De hecho, se ha demostrado que el frente montañoso podría levantarse tectónicamente entre 0,4 y 1,1mm/año, según la interpretación de datos morfométricos, geomorfológicos y dataciones radiométricas (Wells, et al, 1988). Esto podría ser el resultado de la subducción de la Placa del Coco debajo de la del Caribe y de la inclusión en esa subducción de la Cordillera Submarina del Coco.

3.3.2.3. Sismicidad

El tramo de la Carretera Costanera que se estudia, se encuentra dentro de una de las regiones de mayor actividad sísmica de Costa Rica (Morales, 1985).

En efecto, varias son las fuentes sismogénicas identificadas por la red Sismológica Nacional (I.C.E.-U.C.R.) y que afectan la región estudiada (ver Figura Nº 2) solo se representan los sismos de magnitud menor a 4 grados en la escala de Richter), en asociación a cuatro fenómenos tectónicos específicos:

- a) Zona de Subducción (Wadatti-Benioff): A todo lo largo del litoral y de la costa del Pacífico Central, desde el sureste de la entrada al Golfo de Nicoya hasta el noroeste de la Península de Nicoya.
- b) Fractura de Panamá: En los alrededores de Punta Burica, Golfito y el Golfo de Osa. Se trata de la fuente que ha generado las mayores magnitudes sísmicas de las que se tiene registros en Costa Rica.
- c) Fractura del Golfo de Nicoya: Entre Cabo Blanco y Herradura, generadora del sismo de Cóbano (25/3/90).
- d) Fracturas y fallas intraplaca: Como por ejemplo las de Pérez Zeledón, Orotina, Fila Costeña, Valle del Río Pirris-Los Santos, Puriscal, etc.

Los sismos de estas fuentes, han afectado y generado daños muy importantes, como se discutirá luego. Además, son la prueba contundente de la actividad neotectónica actual, desplegada por la interacción de las placas del Coco, Caribe y Nazca.

Por su parte, la figura Nº 3 reúne los sismos locales dentro de la región del tramo de la carretera. En ella, se aprecian concentraciones de epicentros en los alrededores de Punta Quepos, al sur de Punta Herradura, en los alrededores del Valle del General, al oeste del litoral entre Dominical y Uvita, al oeste de la desembocadura del río Grande de Térraba en la Bahía de Coronado y al norte del Golfo Dulce y de la Península de Osa.

PGM ANASIS V 1.1

Diseño:

Guillermo A Avila R

FCH m:03-01-1984

FCH M:28-12-1989

GMT=00h-24h

LAT= 7.50°-11.50°

LON=82.50°-86.50°

PRF= 0.0- 999.0 Km

MAG= 3.0- 4.0

SIMBOLOGIA:

MAG: <= 3.99 □

MAG: 4.00-4.99 ◇

MAG: 5.00-5.99 +

MAG: 6.00-6.99 △

MAG: 7.00-7.99 ▽

MAG: >= 8.00 ○

BASE.: RSN8489

N SIS: 955

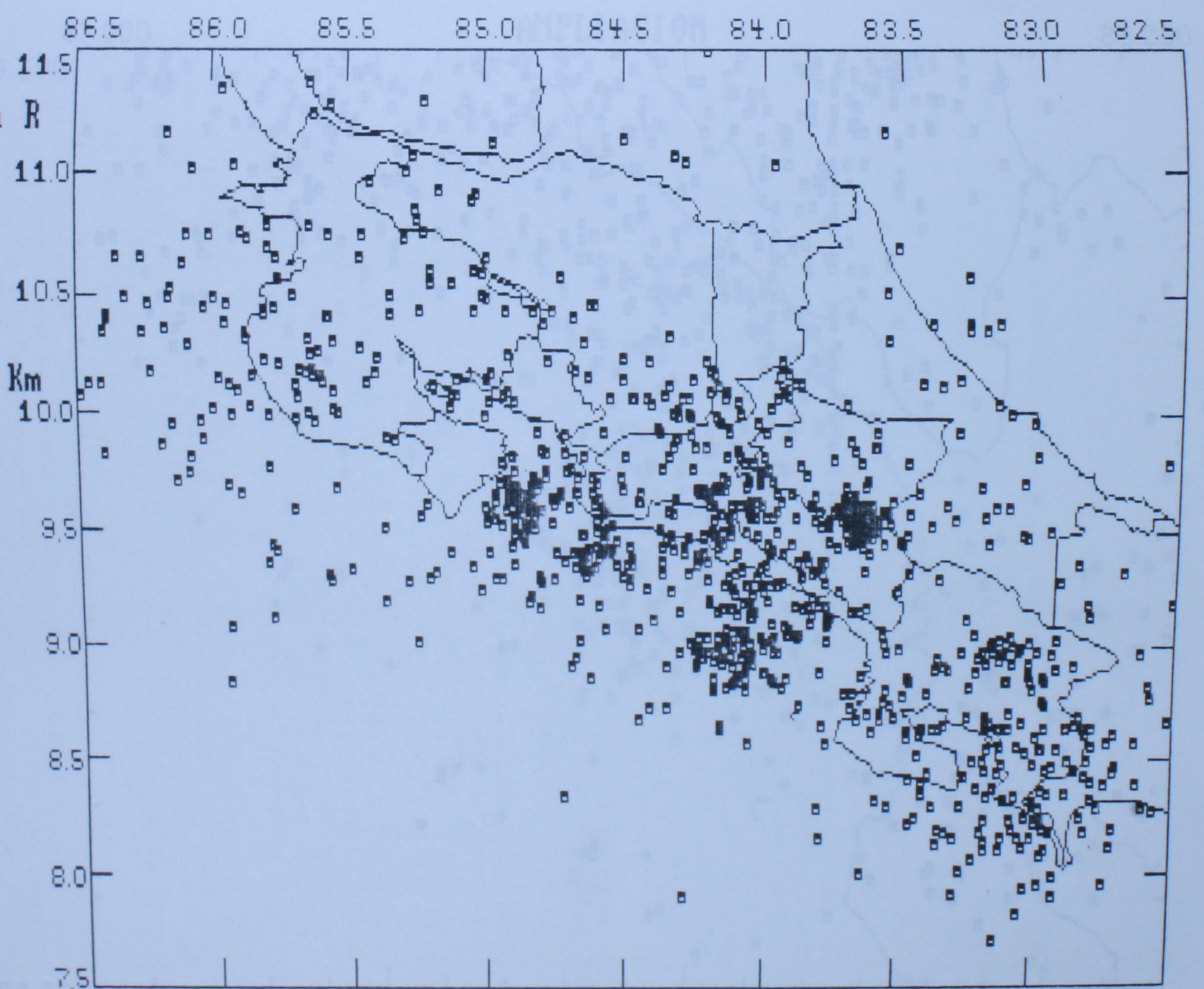


Fig. Nº 2

GA AVTLAR

PGM ANASIS V 1.1

Diseño: 08.500

Guillermo A Avila R

FCH m:03-01-1984

FCH M:28-12-1989

GMT=00h-24h

LAT= 8.50° - 9.50°

Lon=83.20° - 85.00°

PRF= 0.0 - 999.0 Km

MAG= 0.0 - 9.9

SIMBOLOGIA:

MAG: <= 3.99 □

MAG: 4.00-4.99 ◇

MAG: 5.00-5.99 +

MAG: 6.00-6.99 △

MAG: 7.00-7.99 ▽

MAG: >= 8.00 ○

BASE.: RSN8489

N SIS: 856

# AMPLIACION

85.000

83.200

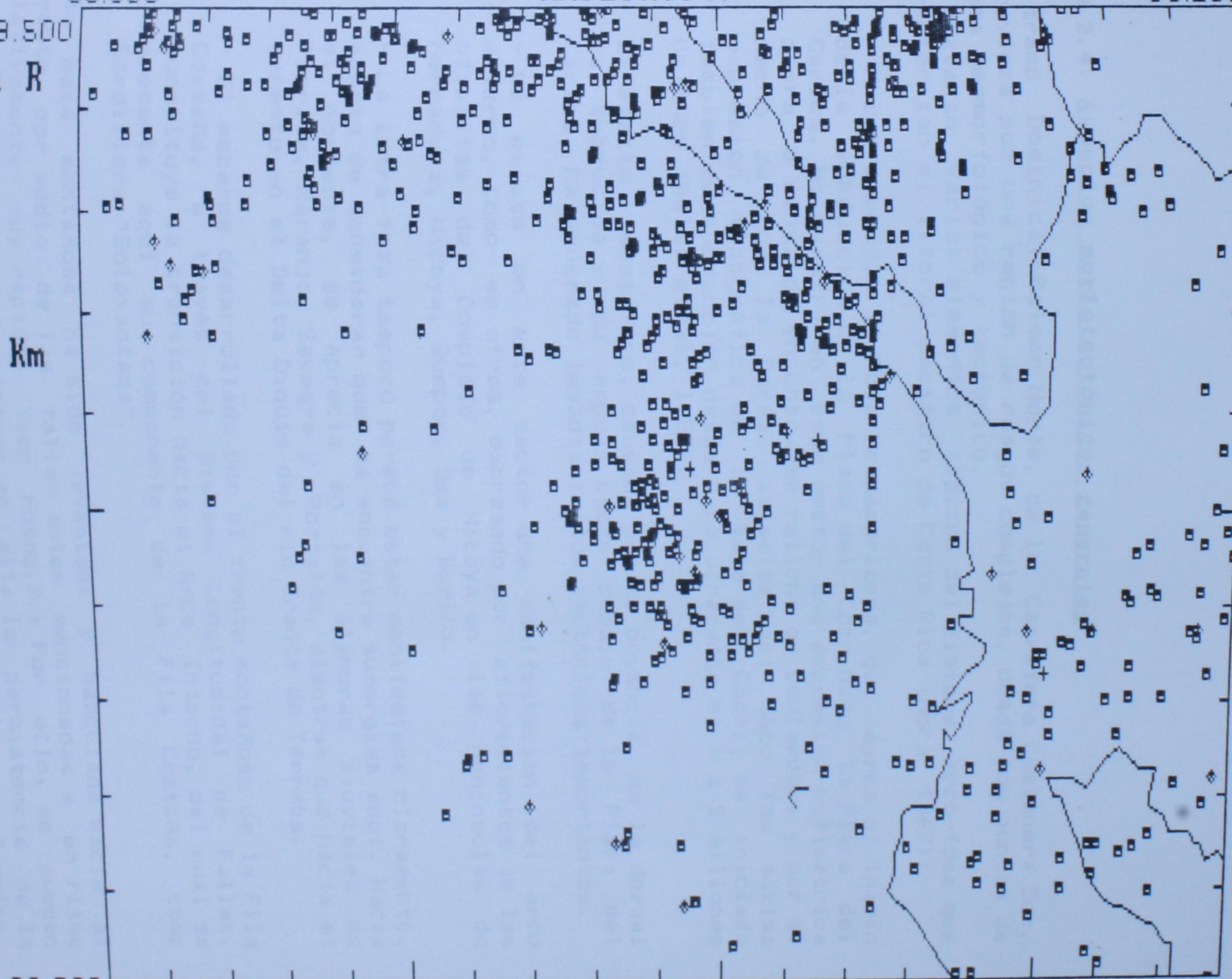


Fig. Nº 3

#### 3.3.2.4. Aspectos morfotectónicos generales

El tramo Dominical-Palmar Norte, de la Carretera Costanera Sur, atravieza por una región de rasgos complejos, desde los puntos de vista geomorfológico y tectónico.

Se destacan varios elementos típicos del sistema arco-fosa que caracterizan el litoral pacífico de Costa Rica (Mora, 1983):

- Primeramente, la Fosa Mesoamericana, que marca el inicio de la subducción de la Placa del Coco bajo la Placa del Caribe. No muestra en este sector una expresión batimétrica clara a causa de encontrarse rellena de sedimentos y por el hecho de que la Dorsal asísmica del Coco (su máxima expresión topográfica es la Isla del Coco), ha iniciado también su subducción desde hace alrededor de 1 a 2 millones de años (Wells et al, 1988).

El efecto isostático, causado por la boyancia de la dorsal ya subducida y su empuje desde debajo de la Placa del Caribe, ha generado levantamientos tectónicos importantes.

- No existe en este sector una manifestación del arco externo, como en otros, expresado por afloramientos de las ofiolitas del Complejo de Nicoya en las penínsulas de Herradura, Nicoya, Quepos, Osa y Burica.

- La intra-fosa tampoco parece estar manifestada claramente, aparte de considerar que se encuentra sumergida aquí. Hacia el noroeste, se aprecia en las llanuras aluviales de Parrita, Naranjo, Savegre y Portalón, mientras que hacia el sureste en el Delta Diquís del río Grande de Térraba.

- El escarpe desarrollado por el frente montañoso de la Fila Costeña, a través del Sistema Longitudinal de Fallas, constituye la transición hacia el Arco Interno, del cual se presenta aquí su componente de la Fila Costeña, como Cordillera "Solevantada".

Esta masa montañosa ha sido levantada y basculada hacia el noreste por medio de las fallas antes mencionadas a un ritmo relativamente muy rápido. (ver Fotog.B.) Por ello, se pueden apreciar rasgos que demuestran en ella la persistencia de la etapa juvenil de erosión geomorfológica (relieves fuertes, laderas subverticales, valles fluviales en "V", perfiles longitudinales de los ríos de alto gradiente, grandes deslizamientos, erosión intensa, etc.)

#### 3.3.3. LOS DESASTRES NATURALES EN EL SECTOR DOMINICAL-PALMAR NORTE



Fotografía B.

### 3.3.3.1. Generalidades

La conjugación de diversos factores geológicos, geomorfológicos y climáticos, hace de este sector muy propenso a los embates de los diferentes fenómenos naturales destructivos. Adicionalmente, el uso desplanificado de los recursos naturales (suelo, bosque, prácticas agropecuarias incorrectas, construcción inadecuada de caminos, etc.), ha acelerado y magnificado sus efectos.

Por otra parte, la ocupación habitacional y crecimiento de los centros de población y turísticos en áreas propensas y sin respeto de los códigos de construcción (e.g. código sísmico), han a su vez incrementado la vulnerabilidad en términos de los daños que potencialmente puedan ocurrir.

En la Tabla Nº 1 y en la Figura Nº 4 ha sido resumida la información disponible acerca de los desastres naturales que han afectado la región y en la figura Nº 5 se muestran las proporciones relativas de cada tipo de desastre natural.

Cabe destacar que si bien la información incluye datos antiguos e históricos, las observaciones relativamente precisas comienzan tan solo alrededor de 1882 para la sismicidad, 1949 para las inundaciones y 1956 para las sequías generadas por el Fenómeno de El Niño. La estadística no es exhaustiva, aunque aun así es impresionante. Como se aprecia, son los sismos, inundaciones, deslizamientos y sequías los fenómenos que han causado los mayores problemas.

Ahora bien, debe recalcar que normalmente los deslizamientos ocurren ligados ya sea a las lluvias intensas y/o a la actividad sísmica, es decir, es un fenómeno secundario. Sin embargo, la proporción de daños que causan es quizás la mayor, en particular si se considera la carretera como el elemento vulnerable. Dado que los deslizamientos no han sido registrados como eventos individuales, sino más bien asociados a los sismos y temporales, no se ha podido distinguir apropiadamente su proporción relativa, como sí ha podido hacerse con las sequías (ver Figura Nº 5).

Se puede apreciar entonces que en realidad la región se ve igualmente afectada, en términos porcentuales, por la sismicidad y lluvias intensas (42% c/u), mientras que las sequías han afectado en el 16% de los casos. Debe quedar claro que el nivel de afectación es también relativo y particular a su vez. Las sequías, al afectar sobre todo las actividades agropecuarias, generan daños socio-económicos que afectan el nivel y la calidad de vida de la población local y hasta nacional. La carretera no se ve necesariamente afectada en sí misma, como sí ocurre con la sismicidad, deslizamientos y las tormentas e inundaciones.

### 3.3.3.2. Factores de control de las amenazas naturales

Al analizar los factores de control de las diferentes amenazas naturales en la región, han debido considerarse las condiciones

# Tabla Nº 1

DESASTRES NATURALES EN EL SECTOR ENTRE DOMINICAL Y PALMAR NO RTE, CARRETERA COSTANERA SUR.  
 Magnitud en la escala de Richter e Intensidad en la escala de Mercalli Modificada para el caso de los

FECHA	TIPO	ORIGEN	SITIOS AFECTADOS	FENOMENOS SECUNDARIOS	DAÑOS	FUENTE
6/3/1524	Tormenta	Luvias intensas	Valle del Río Grande de Trraba	Inundaciones, deslizamientos	Anegamiento, destrucción del bosque	Gil González Dávila (en Fernández, L; 1976)
7/5/1822	Sismo de San Esteban	Punta Buena Fractura de Panamá	Ciudad Corts y Palmar Norte (I = VII+) Quepos (I = VI+)	Deslizamientos importantes en la Fila Costeña	Casas, edificios públicos, iglesias	Montero, 1985
1861	Tormenta	Lluvias intensas	Cuenca del río Grande de Trraba	Inundaciones extensas deslizamientos	Anegamiento de cultivos, viviendas	D.Es.Bas. ICE, 1973
3/3/1882	Sismo	Subducción Quepos	Quepos (I = VII) Ciudad. Corts (I = V)	Deslizamientos en la Fila Costeña	Daños en casas, iglesias y caminos	Montero y Climent
20/12/1904	Sismo	Punta Buena Fractura de Panamá	Ciudad. Corts (I=VII) Quepos (I=VI)	Deslizamientos en la Fila Costeña	Daños en casas y caminos	Red sismológica Nacional
20/1/1905	Sismo	Fractura Golfo de Nicoya	Quepos (I=V), Ciudad Corts (I= IV)	n.d.		
11-16/11 1916	Tormenta	Lluvias intensas	Cuenca del Río Grande de Trraba	Graves inundaciones y deslizamientos	Anegamiento de cultivos, 20 muertos, casas dañadas	Depto.Estudios Básicos I.C.E.1973
30/6/1917	Sismo	Subducción, Quepos	Quepos (I= VI) Ciudad Corts (I= V)	Deslizamientos en la Fila Costeña	Caminos, casas	R.S.N.
4/3/1924	Sismo	Falla Drotina	Quepos (I= V+) Ciudad Corts (I=IV)	Deslizamientos	Daños en caminos	R.S.N
18/7/1939	Sismo	Punta Buena Fractura de Panamá	Ciudad Corts (I=IV) Quepos (I=IV)	n.d.		R.S.N.
22/12/1939	Sismo	Fractura Golfo de Nicoya	Quepos (I = V) Ciudad Corts (I=IV)	n.d.		R.S.N.
27/10/1940	Sismo	Fractura Golfo de Nicoya	Quepos (I = V) Ciudad Corts (I=IV)	n.d.		R.S.N.

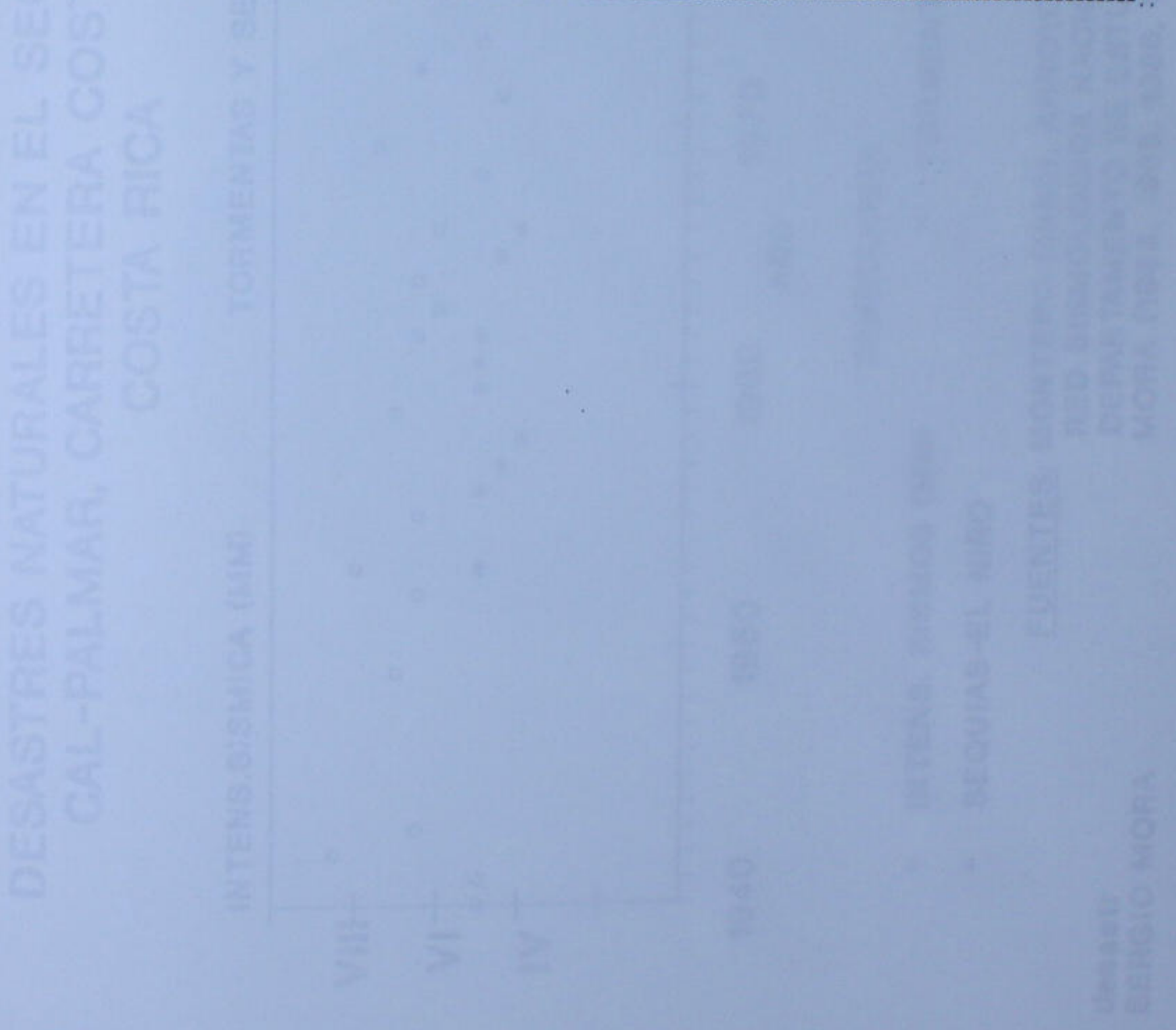
5/12/1941	!Sismo !Mg = 7,5	!Punta Bu- !rica, !Fractura !de Panamá	!C. Cortes (I=VIII+) !Dominical (I=VII+) !Quepos (I=VII)	!Deslizamientos	!Daños en casas	!R.S.N.
Octubre, 1950	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Río Grande de Terra- !ba, Palmar Norte	!Inundaciones		!Dep.Est. !ICE, 1973
12/10/1949	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Río Grande de Terra- !ba, Ciudad Cortes, !Ríos Parrita y Barú	!Inundaciones, deslizamientos !en la Fila Costeña	!Daños en caminos, !puentes, casas, agri- !cultura.	!Arroyo y !Patterson; !1988
1952-1953	!Sequía	!El Niño	!Todo el país		!Prdidas en cultivos	!E.B-I.C.E.
9/8/1952	!Sismo !Mg = 7,0	!Subducción !Quepos	!Quepos (I = VI) !Ciudad Cortes (I=V)	!Deslizamientos abundantes	!Caminos, casas	!R.S.N.
14-20/10 1954	!Temporal	!Lluvias !intensas !frente po- !lar y !H. Hazel	!Ciudad Cortes, Palmar !Sur y Norte, Porta- !lón, Silencio, !Parrita	!Inundaciones, deslizamientos !muy importantes	!530 casas destruidas !puentes, vía frrea, !carreteras, agricul- !tura, 5000 damnifi- !cados	!Arroyo y !Patterson, !1988 !Dep.Est. !Bas. ICE
7-17/10 1955	!Temporal	!Lluvias !intensas !H. Katie	!Ciudad Cortes, Palmar !Norte y Sur, !Parrita	!Inundaciones, deslizamientos !El caudal del Río Grande de !Trraba estimado = 12400m <sup>3</sup> /s	!Agricultura, carrete- !ras, puentes, casas, !banano, aeropuerto	!Arr.Patt. !1988; Dep. !EsBás.1973
2/11/1955	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Ciudad Cortes, !Palmar norte y Sur	!Inundaciones, deslizamientos	!900 damnificados !\$15 millones en prdi- !das, 100 deslizamien- !tos en la carretera !Interamericana, !daños en ferrecarril	!Arroyo y !Patterson; !1988
1956-57-58	!Sequías	!El Niño	!Todo el país		!Agricultura	!Depto. Es- !tudios Bá- !sicos ICE
11-27/10 1959	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Damas, Parrita, Que- !pos, Savegre, Mata- !palo, Barú, Uvita, !Ciudad Cortes, Palmar !Norte y Sur	!Inundaciones, deslizamientos	!Daños cuantiosos a !carreteras, puentes, !casas, Carretera In- !teramericana en el !tramo Palmar Norte- !Paso Real	!Arroyo y !Patterson; !1988
29-30/10 1960	!Temporal	!Luvias !intensas	!Parrita, Quepos	!Inundaciones	n.d.	!Arroyo y !Patterson !1988
1961-1962	!Sequía	!El Niño	!Todo el país		!Agricultura y ganade- !ría	!Depto. !Est. Bás. !I.C.E.
12/3/1962	!Sismo !Mg = 6.8	!Punta Bu- !rica,	!Ciud. Cortes (I=VII) !Quepos (I = VI)	n.d.	n.d.	!R.S.N.

		!Fractura !de Panamá					
18/11/1963	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Dominical, río Barú	!Inundaciones	!Puente, aislamiento	!Arroyo, !Patterson, !1988	
1/2/1963	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Ciudad Cortés, ríos !Balsar y Trraba	!Inundaciones	!500 damnificados pr- !didas por \$100.000	!Arroyo y !Patterson, ! 1988	
1965-66	!Sequia	!El Niño	!Todo el país, sobre !todo vertiente Pacif	!Daños a la agricultura y !ganadería		!Arroyo y !Patterson, ! 1988	
14-17/10 1966	!Temporal	!Lluvias !intensas	!San Isidro, Buenos !Aires, Palmar Sur	!Inundaciones y deslizamiento	!Carretera interameri- !cana	!Arroyo y !Patterson, ! 1988	
2/10/1968	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Hatillo Nuevo, Uvita	!Inundaciones, deslizamientos	! 25 casas destruidas	!Arroyo y !Patterson, ! 1988	
10/10/1969	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Parrita, Portalón, !Quepos, Chires, río !Gde. Trraba, Tulin, !Hatillo Viejo, Mata- !palo, Barú, Dominical	!Inundaciones, deslizamientos	!Puentes, casas, carre- !teras, agricultura, !8 muertos, 75 casas !destruidas	!Arroyo y !Patterson, ! 1988	
10-20/9 1971	!Temporal	!Lluvias !intensas !Huracán !Irene	!Parrita, ríos Naran- !jo, Pocaes, Trraba	!Inundaciones, deslizamientos	!Agricultura, carrete- !ras, casas	!Depto. Es- !tudios Bá- !sicos, ICE ! 1973	
1972-73	!Sequia	!El Niño	!Todo el país, en es- !pecial, la vertiente !pacífica	!Prdidas en la agricultura		!Dep. Es. Bás! !ICE, 1990	
30/8/73	!Temporal	!Lluvias !intensas !depresión !tropical	!Parrita, Quepos, !Ciudad Cortés	!Inundaciones, deslizamientos	!Agricultura, carrete- !ra interamericana !casas	!Dep. Es. Bás! !ICE, 1988	
1976-77	!Sequia	!El Niño	!Todo el país		!Prdidas en agricul- !tura y ganadería	!Dep. Es. Bás! !ICE, 1990	
3/10/1978	!Temporal	!Lluvias !intensas	!Parrita, Savegre, !Río Gde. Trraba !Paso Real	!Inundaciones, deslizamientos	!Agricultura, carrete- !ra Interamericana !casas	!Arroyo y !Patterson, ! 1978	
4/8/1979	!Sismo !Mg = 6,5	!Fractura !Panamá	!Ciudad Cortés (I=V) !Quepos (IV)			!Red Sismo- !lógica Na- !cional	
25-30/10	!Temporal	!Luvias	!Río Grande de Trra-	!Inundaciones, deslizamientos	!Daños en 5Km2 de plan	!Arroyo y	

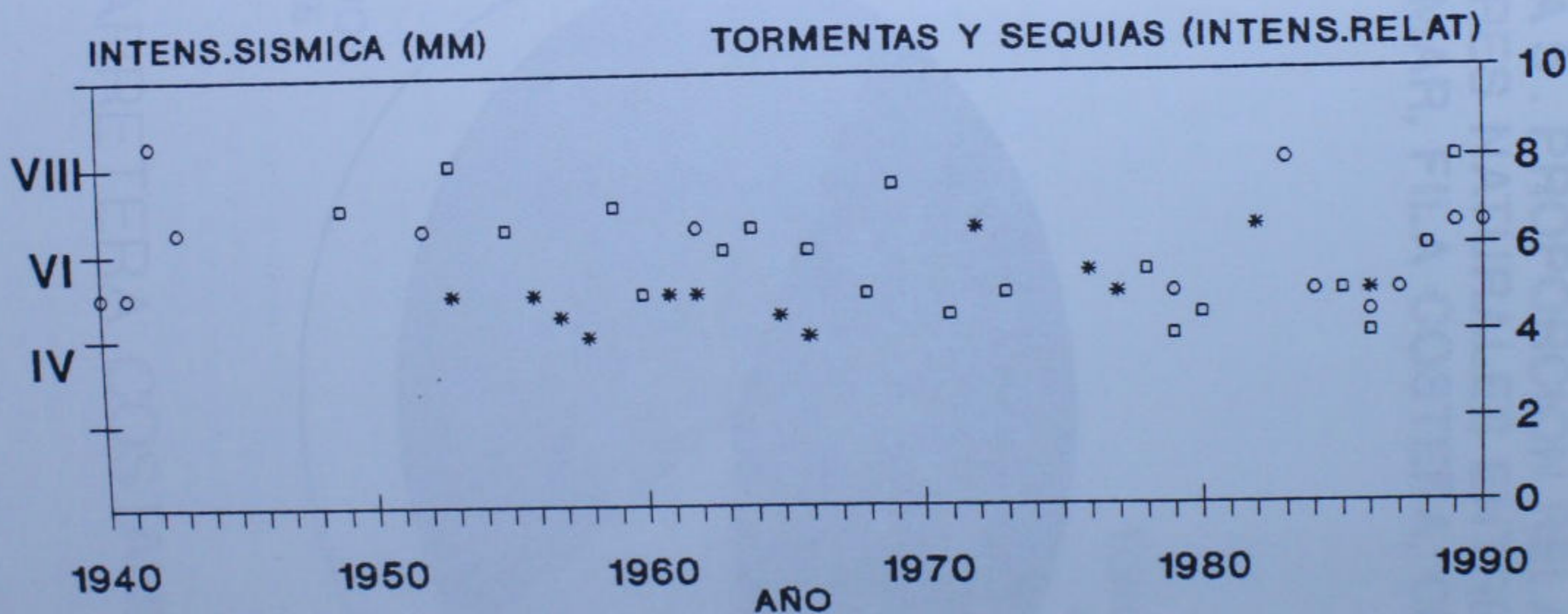
1979	!intensas	!ba, Finca 7, Palmar	!taponamiento del río Uvita,	!taciones de banano,	!Patterson,!!
	!	!Sur, Río Uvita	!por deslizamiento, con for-	!90 familias en peli-	! 1988 !!
	!	!	!mación de laguna de 7Ha	!gro	!
1982-83	!Sequias	!El Niño	!Todo el país, espe-	!Agricultura, ganaderia	!Dep.Es.Bás!!
	!	!	!cialmente la ver-	!generación hidroelctrica	!ICE, 1990 !!
	!	!	!tiente pacifica	!	!
3/4/1983	!Sismo	!Fractura	!Cd. Corts (I=VIII+)	!Deslizamientos, licuefacción	!Daños graves en Ciud.!
	!Mg = 7,3	!Panamá	!Dominical (I=VII+)	!de suelos arenosos	!Corts, Palmar Norte !
	!	!Golfito	!Quepos (I=VII)	!	!Mora, 1985!!
	!	!Burica	!	!	!
3/7/1983	!Sismo	!Falla en	!San Isidro (I=VIII+)	!Deslizamientos.	!En San Isidro y alre-
	!Mg = 6,2	!Prez	!Ciudad Corts (I=V)	!	!dedores, cuantiosos !
	!	!Zeledón	!Dominical (I=VI)	!	!daños en estructuras !
	!	!	!Quepos (I=V)	!	!y viviendas
1/11/1985	!Temporal	!Lluvias	!Rios Tulin, Parrita,	!Inundaciones, deslizamientos	!Carreteras, casas
	!	!intensas	!Grande de Traba	!	!agricultura
	!	!	!Ciudad Corts	!	!Arroyo y
	!	!	!	!	!Patterson,!!
	!	!	!	!	! 1988 !!
1986-1987	!Sequia	!El Niño	!Todo el país	!	!Agricultura
	!	!	!	!	!Dep.Es.Bás!!
	!	!	!	!	! 1988 !!
30/5/1986	!Temporal	!Lluvias	!Rios Savegre, Mata-	!Inundaciones	!Agricultura, palma
	!	!intensas	!palo, Portalón, Pa-	!	!africana, arroz
	!	!	!sito, Hatillo	!	!
	!	!	!	!	!Arroyo y
	!	!	!	!	!Patterson,!!
	!	!	!	!	! 1988 !!
21/3/1987	!Sismo	!Subducción	!Ciudad Corts (I=V)	!	!Red Sismo-!!
	!Mg = 5,2	!	!Dominical (I=V)	!	!lógica
	!	!	!Quepos (I=V)	!	!Nacional
	!	!	!	!	!!
1/6/87	!Sismo	!Subducción	!Dominical (I=V)	!	!Red Sismo-!!
	!Mg = 5,0	!Dominical	!Quepos (I=IV)	!	!lógica
	!	!	!Ciudad Corts (I=IV)!	!	!Nacional
	!	!	!	!	!!
15/7/1987	!Sismo	!Subducción	!Quepos (I = V)	!	!Red Sismo-!!
	!Mg = 4,7	!Quepos	!Dominical (I=IV)	!	!lógica
	!	!	!Ciud.Corts (I=III+)!	!	!Nacional
	!	!	!	!	!!
10/3/1988	!Sismo	!Falla	!Palmar Norte (I=VI)	!	!Red Sismo-!!
	!Mg = 5,5	!Coto Brus	!Ciud. Corts (I=IV+)!	!	!lógica
	!	!	!Dominical (I=V)	!	!Nacional
	!	!	!Quepos (I=V)	!	!!
21-24/9	!Temporal	!Lluvias	!Parrita, Hatillo,	!Inundaciones, deslizamientos	!Carreteras, casas
1988	!	!intensas	!Barú, Uvita,	!	!
	!	!Huracán	!Ciudad Corts	!	!
	!	!Gilbert	!	!	!
	!	!	!	!	!Vahrson et!!
	!	!	!	!	!al, 1990 !!
18-25/10	!Temporal	!Lluvias	!Areas y rios Uvita,	!Grandes inundaciones, desli-	!Graves daños a la a-
1988	!	!intensas	!Parrita, Paquita,	!zamientos. Lluvias en las	!agricultura, ganaderia!
	!	!Huracán	!Naranjo, Savegre,	!estaciones Boruca = 71mm y	!vivienda, carreteras,!
	!	!Joan	!Portalón, Matapalo,	!Alto San Juan = 750mm en 24	!puentes. Alrededor de!
	!	!	!Hatillo, Barú, Higue!	!horas!!!, caudal del río	!iones de prdidas en !
	!	!	!	!	!Depto.Estú!!
	!	!	!	!	!dios Bási-!!
	!	!	!	!	!cos, ICE
	!	!	!	!	! 1988
	!	!	!	!	!!

!rón, Coronado, Ciu- !Grde de Trraba = 12400m<sup>3</sup>/s !el Pacífico Central  
 !dad Corts, Palmar !equivalente a Tr = 25 años !  
 !Norte y Sur !

26/2/1989	!Sismo !Mg = 4,7	!Subducción !Quepos	!Quepos (I=VI) !Parrita (I=VI+) !Dominical (I=IV) !Ciud.Corts (I=III+)	!Red Sismo- !lógica !Nacional
25/3/1990	!Sismo !Mg = 6,5	!Fractura !Golfo de !Nicoya !Cóbano	!Quepos (I=VI) !Dominical (I=V) !Cóbano (I=IV)	!Red Sismo- !lógica !Nacional
22/12/1990	!Sismo !Mg = 5,8	!Falla de !Puriscal	!Quepos (I=IV+) !Ciud. Corts (I=III) !Dominical (I=III+)	!Red Sismo- !lógica !Nacional



# DESASTRES NATURALES EN EL SECTOR DOMINI- CAL-PALMAR, CARRETERA COSTANERA SUR COSTA RICA



**SIMBOLOGIA**

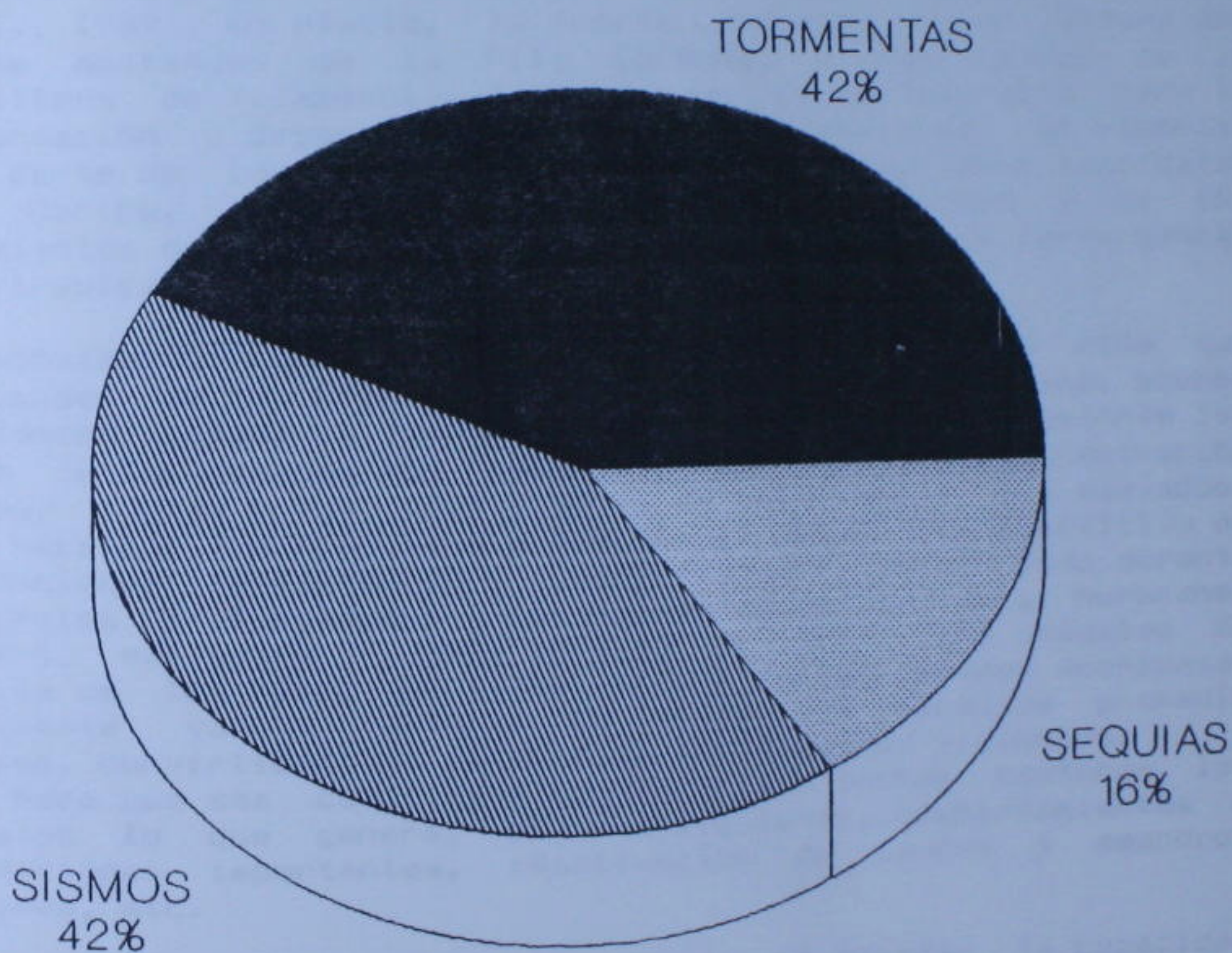
- INTENS. SISMOS (MM)
- TORMENTAS-LLUVIAS
- \* SEQUIAS-EL NIÑO

**FUENTES:** MONTERO (1985), ARROYO Y PATTERSON (1988)  
 RED SISMOLOGICA NACIONAL (I.C.E.-U.C.R.),  
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS BASICOS - I.C.E.  
 MORA (1983, 1985, 1986, 1989)

desastr  
 SERGIO MORA

Fig. Nº 4

**FIGURA 5 . PROPORCION RELATIVA DE LOS DESASTRES NATURALES ENTRE DOMINICAL Y PALMAR, FILA COSTEÑA, COSTA RICA**



CARRETERA COSTANERA SUR

propias que interactúan, en particular, la geología y el clima.

Primeramente, el sector se encuentra en una de las regiones sismotectónicas más activas del país, como ya ha sido mencionado. Por ello, la frecuencia con que se vé afectado por terremotos es muy elevada. Esto debe tomarse en cuenta al diseñar las estructuras de los puentes y otras obras anexas, así como la estabilidad de los cortes y rellenos asociados.

Por su parte, la situación morfológica y climática provoca el desarrollo de las tormentas de quizás la mayor intensidad de todo el país (e.g. 750mm de lluvia en 36 horas durante los efectos del Huracán Joan, en el Alto de San Juan, Depto. Estudios Básicos, I.C.E., 1989). En efecto, la fuerte pendiente y gran altura del frente montañoso de la Fila Costeña, y más atrás, de la Cordillera de Talamanca, conforman un medio favorable para la condensación y desarrollo de lluvias orográficas, en especial como parte de los efectos indirectos de los ciclones tropicales del Caribe, de los empujes polares y vaguadas y de los movimientos de la nubosidad generada en la Zona de Convergencia Intertropical.

Adicionalmente, los perfiles longitudinales de los ríos que descienden de la Fila Costeña, directamente al océano, poseen gradientes súmamente fuertes (hasta del 50%). No obstante las áreas de las cuencas son pequeñas, los tiempos de concentración son muy cortos y los coeficientes de escurrentia son elevados. Esto hace que los ríos sean propensos al desarrollo repetitivo de inundaciones instantáneas ("flash floods"), sobre todo durante temporales prolongados o rápidamente sucesivos (e.g. huracanes Gilbert, setiembre y Joan, octubre de 1988). Los caudales de avenida de los ríos, en tales circunstancias pueden sobrepasar fácilmente varias centenas de veces sus caudales promedio anuales, convirtiéndolos en verdaderos torrentes violentos. Esto hace que sea casi imposible para los lechos contener los caudales lo que genera, por consiguiente, desbordamientos e inundaciones importantes, reactivación de cauces y meandros antiguos, etc.

Hay que considerar dichas situaciones al diseñar la capacidad hidráulica de los puentes, alcantarillas, cunetas, drenajes, rellenos, rampas de aproximación, etc., con el objeto de darles la mayor capacidad posible y así prolongar su vida útil.

Otro factor observado como desventajoso es que debido al clima tropical riguroso y a la constitución geológica y estado de fracturación de las litologías, combinado esto con el fuerte relieve, el uso de la tierra, las lluvias intensas y la actividad sísmica, los terrenos locales son muy susceptibles a los deslizamientos y la erosión intensa. Nótese que existen, en forma natural incluso, numerosos deslizamientos actualmente (ver Mapa Nº 1) (ver Fotog. C y D).



Fotografía C.

Fotografía B.



Fotografía D.

Es pues imprescindible no aumentar innecesaria y artificialmente la amenaza de inestabilización, desarrollando cortes y rellenos con factores de seguridad estrechos (ver Fotog. E).

Es preferible asumir posiciones conservadoras y utilizar factores de seguridad elevados. El incremento en los movimientos de tierra durante las etapas de construcción, se ve compensado siempre con el comportamiento favorable de los taludes en la etapa de operación. Esta lección no ha sido fácil de aprender por los constructores de carreteras, no obstante los repetidos ejemplos críticos bien conocidos (e.g. Carreteras Braulio Carillo, Interamericana-Cerro de la Muerte, Cambronero, Frailes-Tarbaca, Trocha del Acueducto de Orosi, etc).

#### 3.3.4. ASPECTOS GEODINAMICOS RELEVANTES DE CADA SECTOR

Para facilitar la descripción de los fenómenos geodinámicos y de sus implicaciones geotécnicas sobre las carreteras, el tramo ha sido dividido en sectores con características geomorfológicas relativamente particulares. Estos, se describen en adelante, desde el noroeste hacia el sureste.

##### 3.3.4.1. Sector Dominical-Piedra Achioté

En los alrededores de Dominical, la carretera circula en el borde inferior de la base montañosa de la Fila Dominical. Este escarpe, antiguamente un acantilado costero, de alrededor de 200m de altura, tiene un gradiente topográfico de más de 65% y se compone de estratos centimétricos y decimétricos de rocas sedimentarias de la Formación Terraba (areniscas y lutitas de color gris verdoso, relativamente sanas, que buzcan alrededor de 30° hacia el noreste) ( ver Mapa N° 1)).

La carretera fue hecha desde hace ya algún tiempo y si bien ha mostrado un comportamiento general relativamente estable, se han desestabilizado algunos taludes con el desprendimiento de bloques rocosos y una fuerte erosión de la ladera. Los bloques, al caer, ponen en peligro los vehículos que circulan por la vía. (ver Fotog.F.).

Deben considerarse los elementos suficientes de drenaje (cunetas y alcantarillas) para evacuar las aguas de escorrentía que descienden con fuerza de la ladera, para evitar la destrucción de la calzada.

Hacia el final de la playa Dominical, la carretera se monta sobre la Fila, la cual, en su parte inferior se comporta como un acantilado activo. En la base, se ha formado una plataforma de abrasión por oleaje y una serie de escollos rocosos que afloran durante la marea baja.



Fotografía E.

al paso de Playa Barú, en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

Esta obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

Entre las obras más importantes que se van a realizar en esta zona, se encuentran...

En el sector de la quebrada Puca Puca, se va a realizar una obra de infraestructura...

Esta obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

La obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

Fotografía F.

La obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

La obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

La obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

La obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...

La obra se va a realizar en la zona de la quebrada Puca Puca, en el sector occidental, por el lado de la zona de cerros...



Al paso de Playa Dominicalito (ensenada arenosa), desemboca la quebrada Poza Azul, un afluente de la cual, en su vertiente occidental, posee un gradiente promedio del perfil longitudinal de cerca de 25%. La quebrada ha formado incluso un pequeño conchido de deyección en su base.

Esta cuenca es de forma elipsoidal y alcanza la divisoria en la Fila Cariblanco, la cual forma un escarpe subvertical en su frente montañoso.

Entre Cambutal y la Cuesta Diablo, no hay ríos o quebradas importantes, además de que la carretera se eleva a unos 100m sobre el nivel del mar. Si se desarrollan cortes y rellenos importantes (ver Fotog. 6).

En el litoral, se nota una serie de escollos rocosos y plataformas de abrasión, además de que el escarpe de la Roca Escalera puede considerarse como un acantilado activo.

Sobre la carretera, se observan pequeños desprendimientos de bloques rocosos, asociados a la fracturación un poco más densa, generada por la proximidad de algunas fallas locales.

Las primeras quebradas que aparecen son: la quebrada Peje y la quebrada Puerto Nuevo. De ellas, la segunda se desarrolla en una microcuenca limitada al norte por el escarpe subvertical del cerro Cabeza de Mono.

Su cauce, casi lineal, posee un gradiente longitudinal de cerca de 30% en promedio, mientras que el relieve en la cuenca alcanza valores de hasta 500m/Km<sup>2</sup>. Se observan varios deslizamientos activos en la parte alta, de los que se han desprendido materiales en forma de pequeños aludes.

La quebrada Hermosa posee características semejantes. Vale la pena mencionar que durante el Huracán Joan, se registraron sobre estas cuencas, alrededor de 700mm de lluvia.

Hacia el litoral, se presentan varios sectores con escollos rocosos, de los cuales, el de la Piedra Achiote, podría ya considerarse como un acantilado activo. Es importante considerar esta situación para preveer el desgaste prematuro de las bases de los rellenos, sometidos a la erosión del oleaje marino.

En este sector, desde los cortes existentes de la carretera, ocurren usualmente pequeños deslizamientos y desprendimientos rocosos.

Recientemente, ha ocurrido la caída de un enorme bloque de arenisca, de dimensiones aproximadas a 4m X 6m X 6m, es decir, alrededor de 145m<sup>3</sup> y 360 toneladas (coordenadas aproximadas:



Fotografía 6.

550,425N-486,100E, (ver foto. H). En apariencia, esta situación podrá repetirse de nuevo, dadas las características inadecuadas del corte de la carretera, de la fracturación de las rocas en el talud y de la posición inestable de más bloques que caerán pronto.

Puede mencionarse que por sus características internas, los materiales rocosos sedimentarios podrían ser utilizados como lastre para la base y sub-base de la carretera, luego de haberse certificado su calidad, perennidad y propiedades por medio de las pruebas de laboratorio necesarias (CBR, Próctor, Los Angeles, Slake-durabilidad, Sanidad, resistencia a la compresión, etc.).

Para agregados de concreto y asfalto, se recomienda más bien utilizar los materiales aluviales depositados por los ríos más cercanos, considerando las distancias de acarreo económicas. Los gabros que afloran alrededor de Puerto Nuevo podrían utilizarse también, aunque luego de certificar su calidad.

Las explotaciones deberán realizarse con el cuidado de no disturbar el ambiente con cortes abruptos, deforestación, contaminación con sedimentos de las aguas y manglares, etc.

Por otra parte, la compañía CIMCO, S.A. (en Madrigal y Torres, 1973), realizó varias perforaciones en los ríos Dominical, Peje, Puerto Nuevo y Playa Hermosa (no se conoce el emplazamiento exacto del pozo por falta de coordenadas y por haberse perdido el mapa de ubicación).

En la margen izquierda del río Dominical, fue encontrada una sucesión de capas de grava ( $\phi \leq 4,5\text{cm}$ ) suelta de 0 a 4,5m (N-SPT = 7 @ 50; Nprom = 40), arcillas con gravilla de 4,5 @ 8m (N-SPT = 18 @ 5 @ 20; Nprom = 13), gravas ( $\phi \leq 8\text{cm}$ ) de 8 @ 11m (N-SPT = 50' Nprom = 45), arcilla compacta (N = 60) de 11 @ 14m. El nivel freático se encontró a 0,5m de profundidad, en relación al nivel del río.

En la margen derecha del río Peje aparecen, de 0 @ 1,7m arcillas arenosas de alta plasticidad (N-SPT = 2 @ 14, Nprom = 7), de 1,7 a 5,6m lutitas (roca), del cual no queda claro, por parte del perforador si es seguro que no se trata de un gran bloque rodado. El nivel freático se encontró a 1,5m.

En la margen derecha del río Puerto Nuevo, aparecieron de 0 @ 0,5m arcillas y limos, de 0,5 a 3,4m gravas arenosas densas ( $\phi \leq 60\text{ cm}$ , N-SPT = 60) y de 3,4 @ 7,8m grava con bloques y arena (coluvio de avalancha?). El nivel freático apareció a 2,5m.

#### 3.3.4.2. Sector Uvita



Fotografía H.

Se inicia con la quebrada Playa Hermosa, cuyo cauce, casi lineal, posee un gradiente promedio total de cerca de 30% y que desemboca, junto a sus afluentes, en la playa por medio de un pequeño conoide de deyección (ver Mapa Nº 1).

En la margen derecha del quebrada Playa Hermosa, la Compañía CIMCO, S.A. realizó una perforación en la que aparecieron, de 0 @ 1m limos areno-gravosos (N-SPT = 6 @ 15' Nprom = 12), de 1 @ 6m grava areno-limosa ( $\phi \leq 20\text{cm}$ , N-SPT = 6 @ 70, Nprom = 35) y de 6 @ 10, 1m areniscas (roca). El nivel freático apareció a 2m.

Hasta antes de su intersección con el río Higuierón, la carretera atravieza una serie de pequeños conoides de deyección formados por las quebradas al alcanzar la llanura.

Esto ha desarrollado un sistema de drenajes superficiales radiales y coalescentes, que deben ser tomados en cuenta al diseñar los alcantarillados y desagües para evitar que la carretera se convierta más bien en un obstáculo para el flujo de escorrentía superficial natural.

Por su parte, la Playa Hermosa se ha formado como un cordón litoral, al aprovechar las corrientes marinas dominantes que derivan hacia el sureste. El río Higuierón ha formado un abanico aluvial mediano, sobre el que se ha formado un conjunto complejo de terrazas aluviales, cauces desactivados y meandros anastomosados (ver Mapa Nº 1).

Este río ha mostrado el desarrollo frecuente y periódico de crecidas violentas, como fue el caso del huracán Joan, en octubre de 1988.

Hasta el inicio de la llanura, el gradiente promedio de su cauce longitudinal es de alrededor de 17%, con trayectos de mayor gradiente, especialmente en su cuenca superior, limitada esta por los escarpes rocosos subverticales de las Filas Alivio, Yeguas y Morete. Gran parte de su cauce es casi lineal y se nota gran cantidad de abras y áreas deforestadas.

Sus afluentes desembocan perpendicularmente, al estar controlados por las estructuras y direcciones estratigráficas de las rocas sedimentarias locales (ver Mapa Nº 1).

Por su parte, la cuenca del río Uvita presenta características aun más críticas.

Los límites de la cuenca son casi todos formados por escarpes subverticales (Filas Guágara, Uvita, Platanares, Carmen, Cantarrana, Felón y el flanco noreste de la Fila Ballena).

Hasta antes de llegar a la llanura, el cauce tiene un gradiente

promedio de 20%. Algunos sectores de la cuenca poseen valores de relieve de hasta 750m/Km<sup>2</sup>, de los más elevados del país, además de densidades de drenaje de hasta 4Km/Km<sup>2</sup>.

Su cauce principal es casi lineal y los afluentes desembocan perpendicularmente en él, controlados por la estratigrafía y las estructuras tectónicas locales (ver Mapa Nº 1)

Su abanico aluvial es extenso y puede haber iniciado su formación como un delta, posteriormente emergido por la acción conjunta de una tasa de sedimentación elevada y del levantamiento tectónico rápido que experimenta la región.

Sobre el abanico, el río ha desarrollado un sistema complejo de terrazas, cauces trenzados, anastomosados y meándricos (ver Figura. N 06), que alternadamente lo hacen cambiar de curso y hasta desembocar tanto al este como al oeste de la Punta Uvita.

Las inundaciones han afectado también sectores importantes del abanico, como aquellas ocurridas durante los huracanes Gilbert y Joan, en setiembre y octubre de 1988 (ver Mapa Nº 1).

Al respecto de Punta Uvita (ver Fig. Nº 6), puede mencionarse que ha sido formada como un "tombolo", quizás el de mejor desarrollo en el país, junto con el de Catedral de Punta Quepos. Por ello, este sitio debería declararse como "punto de interés geológico" y dársele la protección necesaria para evitar su deterioro artificial.

Las corrientes de deriva litoral, convergen en este punto, provenientes del sureste y noroeste, acarreando los sedimentos decantados por los ríos y quebradas Ballena, Curingo, Villegas y el brazo antiguo del Uvita y del brazo nuevo del Uvita, Higuierón y Playas Hermosa respectivamente.

El puente de arena y grava ha comunicado el litoral con un islote, en donde los estratos de roca sedimentaria de la Formación Terraba, poseen una dirección estratigráfica de N55°W (S55°E) y un buzamiento de 35 a 60°.

Las perforaciones realizadas por la Compañía CIMCO, S.A. en setiembre de 1971, una en cada margen del río Uvita, ofrecieron los siguientes resultados:

II. margen izquierda:

- 0 - 0,5m = limos arenosos, N-SPT = 2
- 0,5 - 2,0m = grava limosa suelta ( $\phi \leq 3\text{cm}$ ), N-SPT = 8 @ 15; Nprom=12
- 2 - 3,5m = arcilla arenosa de alta plasticidad (N-SPT = 15 @ 25, Nprom = 20)
- 3,5 - 14m = arena y grava ( $\phi \leq 5\text{cm}$ ), N-SPT = 23 @ 70, Nprom = 40

### 12. margen derecha:

- 0 - 1,5m = limo arcilloso, N-SPT = 2 @ 15, Nprom = 12
- 1,5 - 4m = arena limosa, N-SPT = 12 @ 20' Nprom = 15
- 4 - 12m = arena limosa, N-SPT = 17 @ 70, Nprom = 30
- 12 - 14m = limo areno-arcilloso compacto, N-SPT = 19 @ 100, Nprom = 90

El nivel freático apareció a 2,20m, en función de la posición del nivel del río.

Las perforaciones demuestran que el espesor de los aluviones es considerable y que además se presentan en sucesión de materiales gruesos y finos. Esto parece indicar una variación periódica de la energía de depositación sedimentológica. Los períodos de menor energía podrían correlacionarse con la época de delta o con la formación de lagunas, remansos o manglares temporales, mientras que las granulometrías gruesas con períodos de avalancha y crecida. Nótese que las capas de materiales finos de más de 10m de profundidad, han estado o casi están, bajo el nivel actual del mar.

Debe mencionarse que también las quebradas Villegas, Colonia y Curingo, han aportado una proporción de relleno importante, con la formación de varios conoides de deyección (ver Fig.6) Los abanicos aluviales de los ríos Uvita e Higuierón podrán tal vez aportar todos los materiales de préstamo necesarios, tanto para bases y sub-bases, como para agregados de concreto y asfalto. Debe tan solo tenerse la precaución de utilizar materiales de calidad certificada por medio de los ensayos de laboratorio correspondientes. Igualmente se recomienda realizar explotaciones racionales que no destruyan los lechos fluviales y sin generar contaminación con sedimentos en las aguas de los ríos y mar.

### 3.3.4.3. Sector Fila Ballena - Tortuga

Luego de cruzado el río Uvita, la carretera se introduce en las colinas de las estribaciones sureste de la Fila Ballena, la cual, cerca de su cima, forma un pequeño escarpe rocoso de fuerte pendiente. Se aprecia la existencia de varios pequeños deslizamientos y áreas con manifestaciones de erosión intensa.

(ver Figura. Nº 7)  
Prácticamente todas las quebradas que drenan esas colinas, han formado conoides de deyección en sus bases. En las colinas, las rocas sedimentarias se encuentran muy alteradas y han generado espesores de meteorización de hasta 7 y 8m. En algunos sitios, la alteración parece haber alcanzado niveles que dan al suelo el aspecto de la laterita bauxítica (limos arcillosos de alta plasticidad, colores rojo, pardo, anaranjado), de hasta 2,5m de espesor.

El diseño de los cortes y rellenos deberá tomar en cuenta estas condiciones previas.

En el litoral, se han formado varias áreas con escollos rocosos y acantilados activos (puntas Quebrada Grande y Chimenea) y la playa Pedregosa contiene un cordón de pedraplén con guijarros numerosos (ver Fig. 7).

Playa Ballena se ha formado inicialmente por el relleno coluvial de varias de sus quebradas y luego, por el desarrollo de un cordón litoral.

Las quebradas Ballena, Simón y Mercedes, han formado conoides de deyección y poseen cauces casi lineales de gradientes importantes, del orden de 27% y sus cuencas tienen relieves de hasta 600m/Km<sup>2</sup>. Están limitadas por escarpes de laderas subverticales en las Filas Ballena y Cerro Pelón.

Playa Piñuela, con forma de pequeña ensenada, posee afloramientos y pedraplenes de gabra y la quebrada Piñuela ha depositado un incipiente conoide de deyección. Su cuenca es también de fuerte relieve (hasta 600m/Km<sup>2</sup>) y su cauce casi lineal, posee un gradiente longitudinal promedio de cerca de 37%.

En punta Piñuela aparecen algunos escollos rocosos y pequeños acantilados costeros que se prolongan hasta Punta Ventanas.

La carretera se mantiene, hasta llegar al río Tortuga, sobre colinas de rocas sedimentarias muy alteradas con indicios frecuentes de erosión intensa y deslizamientos de suelos.

(ver Figura N<sup>o</sup>. 8)

En este tramo, podrían utilizarse los materiales aluviales y coluviales de las quebradas Grande y Ballena. La utilización de materiales sedimentarios no parece adecuada por razón de los elevados niveles de alteración meteórica que aparecen. Sin embargo, no se descarta su utilidad en caso de demostrarse su calidad por medio de la ejecución de los ensayos de laboratorio correspondientes.

#### 3.3.4.4. Sector Tortuga Abajo - Palmar Norte

El río Tortuga alcanza el litoral formando un pequeño conoide de deyección hasta el estero del río Balso. Su cauce es prácticamente lineal y tiene un gradiente promedio del 20% y relieves en la cuenca que alcanzan hasta 700m/Km<sup>2</sup>.

La quebrada Tortuguita, afluente del oeste, tiene un gradiente de 50%. La cuenca está limitada por los escarpes subverticales de las Filas Sierra y Margarita.



**SIMBOLOGIA**

- ACANTILADOS MUERTOS
- ACANTILADO VIVO
- ESCOLLOS ROTUNDOS
- PLATAFORMAS DE EROSION DEZ (TECTONICAS)
- PLATAFORMAS DE ABRASION ACTIVA
- TOMBOLO
- PLAYA DE ENSEADA
- PLAYA DE CORDON LITORAL
- DIRECCIONES PREDOMINANTES DE CORRIENTES
- PEDRAPLENES LITORALES
- DECANTACION DE SEDIMENTOS FLUVIALES
- FLECHA LITORAL
- DELTA DIGUIS (RIO GdA DE TERRABA)
- CAIDA DE BLOQUES
- DESLIZAMIENTOS REGGITICOS O EROSION CONCENTRADA
- DESLIZAMIENTO ACTIVO
- DESLIZAMIENTO ACTIVO O RECIENTEMENTE ACTIVO
- AREAS CON EROSION INTENSA
- CONOIDE DE DEYECCION
- DIRECCION ESTRATIGRAFICA Y DIRECCION DE BUZAMIENTO (FOTOGEOLOGICO)
- DIRECCION ESTRATIGRAFICA Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN EL SITIO
- CAUCES ANTIGUOS Y TERRAZAS FLUVIALES
- FALLA INVERSA (ALINEACION APROXIMADA)
- FALLA TRANSCURRENTE NO VERIFICADAS
- CAUSES DESORDADOS DURANTE EL HURACAN JOAN (OCT 1988)

190  
R-53-L-344

Profesional Responsable:

Coordinador:  
**KFV - MOPT**

Dir. Ejecutiva:  
**SINERGIA 69 S.A.**

Escala: **1:20.000**

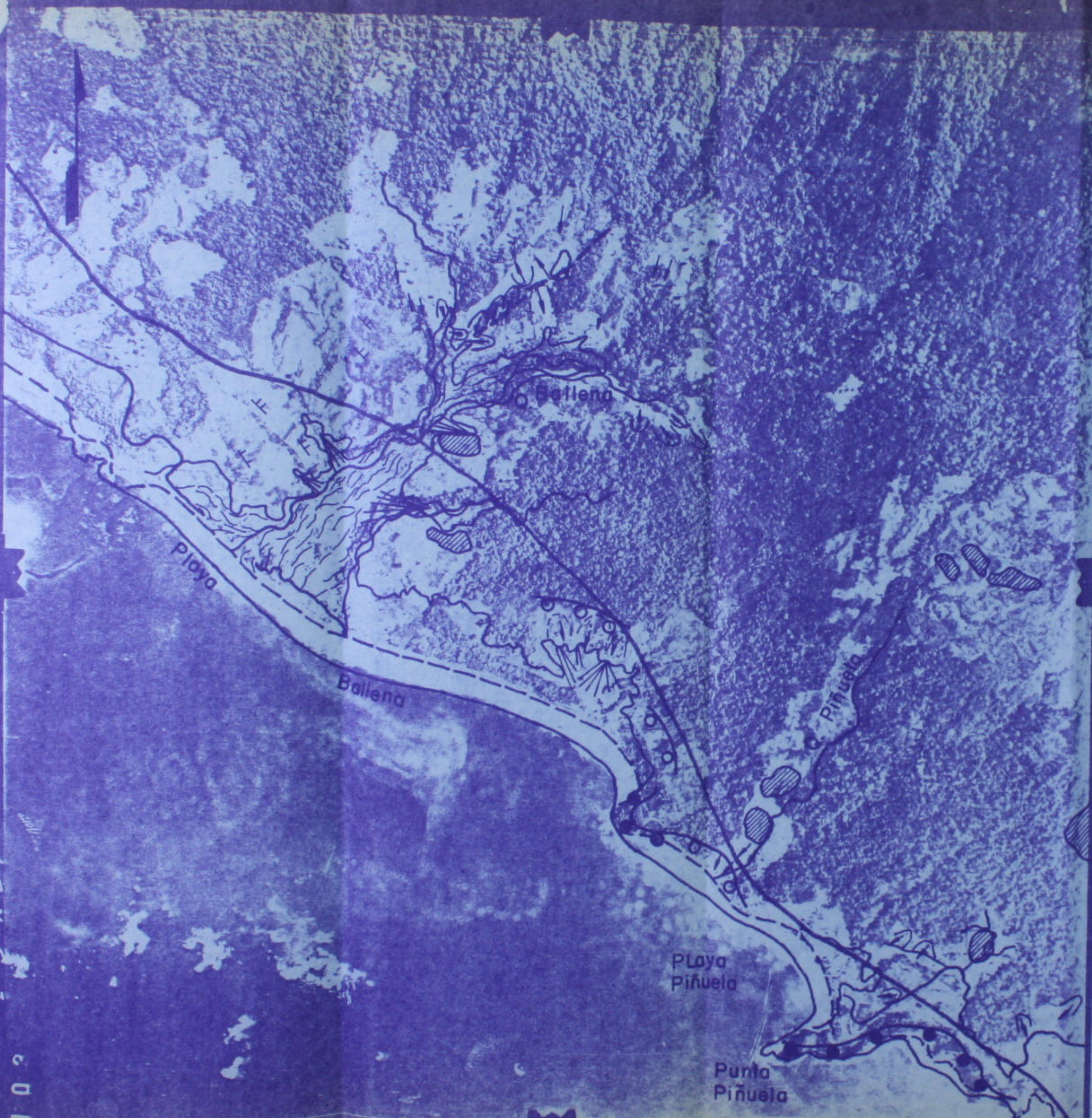
Fecha: Enero-Mayo 1991

**FIG. N°7 ANALISIS GEOMORFOLOGICO  
PUNTA QUEBRADA GRANDE  
FOTOS AEREAS I.G.N., R-53,L344,  
N°: 186-187-188**

Proyecto:  
Cafretera Costanera Sur  
Estudio Impacto Ambiental  
del tramo Dominical-Puerto Cortes

Proyecto	Cadente
Puntarenas	Osa

**GEOLOGIA**



- SIMBOLOGIA**
- ☐ ACANTILADOS MUERTOS
  - ACANTILADO VIVO
  - ESCALOS ROCOSOS
  - ▨ PLATAFORMAS DE EROSION PASIVAS (TECTONICAS)
  - ▩ PLATAFORMAS DE ABRASION ACTIVAS
  - ☐ TOMHOLO
  - PLAYA DE ENSENADA
  - ▬ PLAYA DE CORDON LITORAL
  - DIRECCIONES PREDOMINANTES DE CORRIENTES
  - PEDRAÑALES LITORALES
  - ☁ DECANTACION DE SEDIMENTOS FLUVIALES
  - FLECHA LITORAL
  - △ DELTA DISGUS (RIO Gde TERRABA)
  - ▾ CAIDA DE BLOQUES
  - ▬ DESLIZAMIENTOS REGOLITICOS O EROSION CONCENTRADA
  - ▬ DESLIZAMIENTO ACTIVO
  - ▬ DESLIZAMIENTO ACTIVO O RECIENTEMENTE ACTIVO
  - ▨ AREAS CON EROSION INTENSA
  - ▬ CONOIDE DE DEYECCION
  - ▬ DIRECCION ESTRATIGRAFICA Y DIRECCION DE BUZAMIENTO (FOTOGEOLOGIA)
  - ▬ DIRECCION ESTRATIGRAFICA Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN EL SITIO
  - ▬ CAUCES ANTIGUOS Y TERRAZAS FLUVIALES
  - ▬ FALLA INVERSA/ALINEACION APROXIMADA
  - ▬ FALLA TRANSCURRENTE NO VERIFICADAS
  - ▬ CAUSES DESBORDADOS DURANTE EL HURACAN JOAN (OCT/1988)

L-5-R-34  
103

Dirección: Responsables:

Dr. SERGIO MORA C.

KFW - MOPT

SINERGIA 69 S.A.

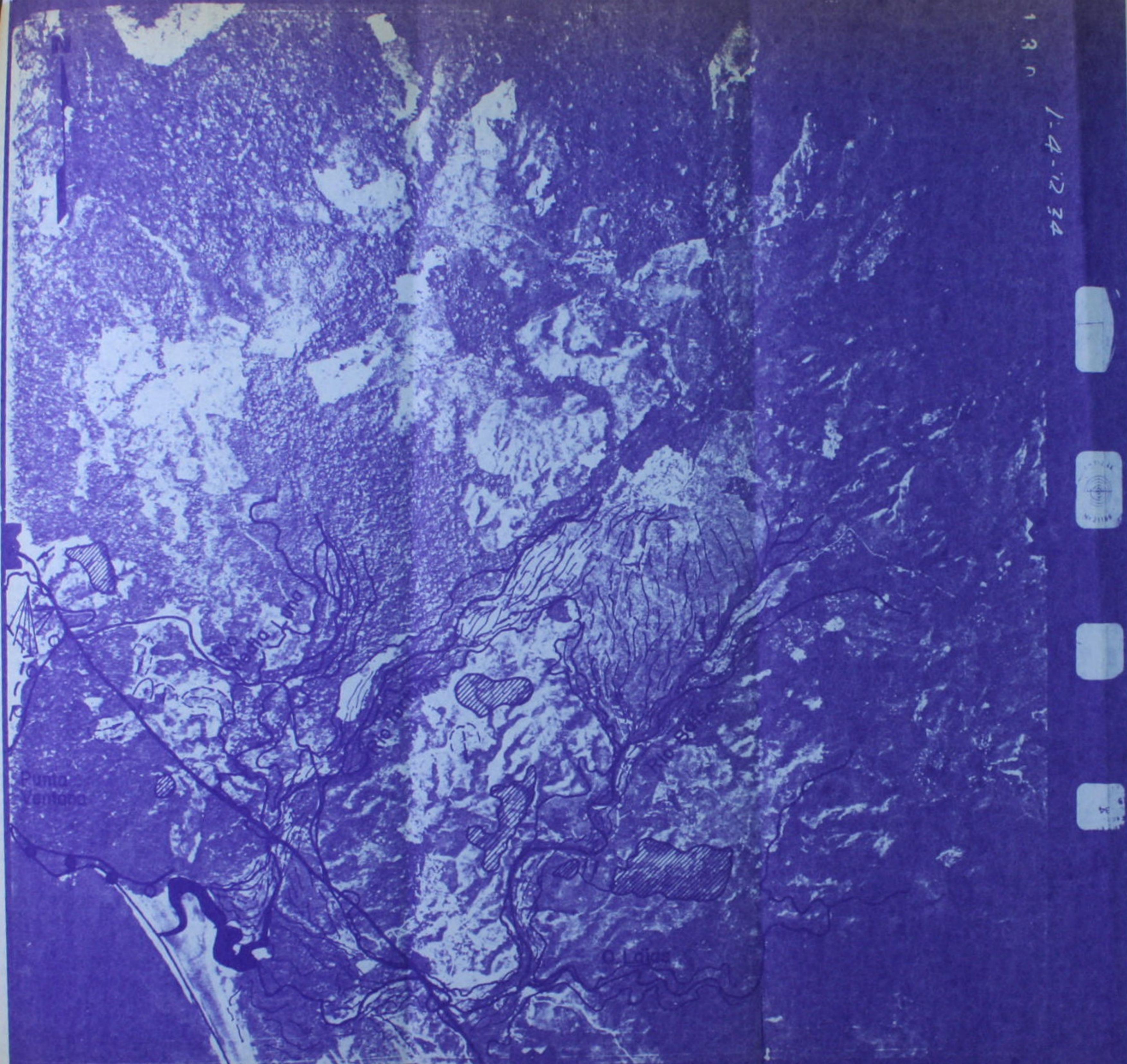
Escala: 1:20.000

FIG. N° 7A  
ANALISIS GEOMORFOLOGICO DE  
LAS PLAYAS BALLENA Y PINUELA  
FOTOS AEREAS I.G.N.  
L-5, R-34, N°: 102-103-104-105

Proyecto:  
Carretera Costanera Sur  
Estudio Impacto Ambiental  
del tramo Dominical-Fuente Cortés

País:	Costa Rica
Puntarenas:	Osa

Título:  
**GEOLOGIA**



130  
L-4-1234

- SIMBOLOGIA**
- ACANTILANOS MUERTOS
  - ACANTILADO VIVO
  - ESCOLLOS ROCOSOS
  - PLATAFORMAS DE ABRASION DE ACTIVADAS TECTONICAS
  - PLATAFORMAS DE ABRASION ACTIVAS
  - TOMBOLO
  - PLAYA DE ENSENADA
  - PLAYA DE CORDON LITORAL
  - DIRECCIONES PREDOMINANTES DE CORRIENTES
  - PEDRAÑALES LITORALES
  - ☁️ DEPOSITACION DE SEDIMENTOS FLUVIALES
  - FLECHA LITORAL
  - Δ DELTA DIGUI (NO DEL DE TIERRA)
  - ▲ CAIDA DE BLOQUES
  - DESLIZAMIENTOS REACTIVOS O EROSION CONCENTRADA
  - DESLIZAMIENTO ACTIVO
  - DESLIZAMIENTO ACTIVO O RECENTEMENTE ACTIVO
  - AREAS CON EROSION INTENSA
  - CONOIDE DE COLECCION
  - DIRECCION ESTRATIGRAFICA Y DIRECCION DE BUZAMIENTO (FOTOGRAFICO)
  - DIRECCION ESTRATIGRAFICA Y BUZAMIENTO MEDIDOS EN EL SITIO
  - CAUCES ANTIGUOS Y TERRAZAS FLUVIALES
  - ▲ FALLA INVERSALINEACION APROXIMADA
  - FALLA TRANSCURRENTE NO VERIFICADAS
  - CAUCES DESORDENADOS DURANTE EL HURACAN JOAN (OCT/1988)

Escala: 1:20,000

KFV - MOPT

SINERGIA 63 S.A.

Escala: 1:20,000

Fecha: Enero-Mayo 1991

Mapa

**FIG. N° 8**  
ANALISIS GEOMORFOLOGICO DE PLAYA VENTANAS Y LA BOCA DEL RIO BALSO  
FOTOS AEREAS I.G.N. R-34, L-4, N°: 129-130-131

Proyecto:  
Carretera Costanera Sur  
Estudio Impacto Ambiental  
del tramo Dominical-Puerto Cortés

Elaborado:	Caribe
Revisado:	Cia

**GEOLOGIA**

Una perforación realizada por la Compañía CIMCO, S.A., en la margen derecha del sitio de puente ofreció los siguientes resultados: de 0 a 1m, limos arenosos sueltos con N-SPT = 3; 1 a 5,5m, gravas arenosas ( $\phi \leq 15\text{cm}$ ) con N-SPT = 35 a 80, Nprom = 60, 5,5 a 7,5m, arcillas limosas compresibles y blandas de N-SPT, = 2 a 7, Nprom = 5; 7,5 a 12m, arena gravosa y limosa con N-SPT = 17 a 45, Nprom = 30; 12 a 15m, limos y arenas arcillosas blandas con N-SPT = 5 a 12, Nprom = 8 y de 15 a 16,5m limos arcillosos compactos con N-SPT = 41 a 74, Nprom = 56. El nivel freático apareció a 1,5m de profundidad.

A partir de este sitio, la carretera transcurre por el borde inferior del frente montañoso, entre el estrecho piedemonte y el margen derecho del río Grande de Terraba, con pequeñas incursiones en las colinas y los conoides de deyección (ver Figura. Nº 9).

La carretera deberá diseñarse de manera tal de no disturbar la estabilidad de las laderas naturales, formadas por rocas sedimentarias alteradas. Ello significa la necesidad de diseñar cortes estables. Nótese que se han detectado varios deslizamientos y desprendimientos rocosos desde ya.

Además, deberá proveerse de suficientes dispositivos de drenaje y alcantarillas de capacidad suficiente, para que la carretera no interrumpa innecesariamente la esorrentia natural.

La perforación realizada sobre la margen derecha del sitio del puente sobre el río Balso, dentro de su conoide de deyección, mostró de 0 a 1m, limos arenosos sueltos, de 1 a 6,5m, gravas y arenas relativamente compactas, de 6,4 a 7,5m, arenas limosas relativamente compactas, de 7,5 a 9m, gravas arenosas y arenas compactas. El nivel freático se encontró a 1,5m.

Por su parte, el río Punta Mala ha formado también un pequeño abanico aluvial que ha estrechado un poco la Boca Coronado del Río Grande de Terraba. Su cauce, casi lineal, tiene un gradiente promedio de 27% y su cuenca, con relieves hasta de 600m/Km<sup>2</sup>, limita hacia el norte con los escarpes subverticales de las Filas Margarita y Vista del Mar ( ver Fig. Nº 9 ).

Las perforaciones realizadas, tanto en la margen derecha como en la izquierda, muestran la presencia de limos (0-1m), gravas compactas (1-6m), arenas gravosas y limosas densas (6-8m) y de ahí en profundidad, aparecen las areniscas de la Formación Terraba (al menos hasta 14m). El nivel freático apareció a partir de 1,2m.

El río Coronado también ha formado un abanico aluvial, a partir del cual, la llanura se hace más extensa, dentro del delta de Diquís, del río Grande de Terraba. Parte de esta área es

inundable durante las avenidas importantes, como sucedió en octubre de 1988 durante el huracán Joan.

Hasta el caserío de Tres Ríos, el río Coronado ha formado un estrecho valle aluvial. La perforación realizada en la margen izquierda del sitio del puente, indica la presencia de arenas limosas y gravosas hasta 5m de profundidad, luego gravas arenosas densas hasta 9,5m y de ahí en adelante, areniscas de la Formación Terraba.

Tanto en este caso como en el anterior, se nota que los depósitos aluviales no poseen una gran potencia, aparte de que la morfología del frente montañoso indica que se trata de antiguos acantilados costeros ( ver Mapa N°1)

El cauce del río Coronado es casi lineal, y su gradiente longitudinal promedio es de alrededor del 20%, desde el límite noreste, en los escarpes de las Filas Marítima y Guágara. El relieve alcanza valores de 700m/Km<sup>2</sup> y densidades de drenaje de alrededor de 5,5Km/Km<sup>2</sup>. Se nota la presencia de áreas numerosas con problemas de erosión y deslizamientos.

Hasta el río San Buena, la carretera continúa por el pie de la ladera de un frente montañoso que muestra pequeños deslizamientos y conoides de deyección. Debe prestarse atención a la estabilidad de los cortes y a la provisión adecuada de drenajes.

Luego, la carretera atravieza el abanico de los ríos San Buena y quebrada Seca. Una perforación en su margen derecha indica la presencia de limos arenosos y arcillosos blandos hasta 4,5m, arenas limosas densas hasta 10m y de ahí en adelante, areniscas de la Formación Terraba.

El curso de la vía se mantiene por el pie de la ladera hasta llegar al río Balsar, uno de los más grandes de la región y que se ha caracterizado por sus crecidas violentas durante los temporales fuertes. Su puente ha sufrido varias veces de estos embates.

El río Balsar y sus afluentes, (Pavón y Tigre), tienen cuencas de alto relieve (hasta 600m/Km<sup>2</sup>) y elevadas densidades de drenaje (hasta 5Km/Km<sup>2</sup>), con límites en los escarpes subverticales de las Filas San Rafael, Retinto y Alta.

Sus cauces son casi lineales y tienen gradientes de 22 a 28%. Afloran en esta cuenca rocas sedimentarias de la Formación Terraba, calizas de la Unidad Cajón e intrusiones de la Formación Puerto Nuevo. Las calizas poseen ciertas estructuras kársticas, en particular manantiales, de los que se surte el acueducto de Ciudad Cortés.

El río Balsar ha formado un extenso abanico aluvial, sobre el cual, se ha desarrollado un complejo sistema de cauces, terrazas y meandros. Algunos de esos cauces fueron reactivados durante las crecientes desarrolladas por el Huracán Joan (ver Mapa Nº 1). La perforación, sobre la margen derecha del sitio del puente, muestra 3m de arena y grava y de ahí en adelante, estratos de arenisca y lutita.

Luego, hasta Palmar Norte, la carretera sigue sobre rocas sedimentarias alteradas, coluvios y los concoides de deyección de las quebradas Camaronal, Benjamín (gradiente = 35%, densidad de drenaje = 3,5 Km/Km<sup>2</sup>, relieve = 600m/Km<sup>2</sup>) y Fria (gradiente = 32%, densidad de drenaje = 4Km/Km<sup>2</sup> y relieve de hasta 550 m/Km<sup>2</sup>).

Sus cauces son casi lineales y sus cuencas están limitadas por escarpes subverticales en la Fila Retinto, formada por rocas sedimentarias, calizas y gabros. Diversas áreas con deslizamientos y erosión intensa han sido identificadas (ver Mapa Nº 1).

Debe recordarse también que la carretera circula por el borde del delta del río Grande de Térraba y que este sector ha sido inundado durante avenidas importantes, como por ejemplo el huracán Joan, en octubre de 1988 (ver Mapa Nº 1). Durante esta avenida, el caudal estimado alcanzó alrededor de 12.000m<sup>3</sup>/s, equivalente a un período de recurrencia de 25 años. Para un período de recurrencia mayor, por ejemplo de 100 años, la avenida sería de más de 15.000m<sup>3</sup>/s, lo que inundaría áreas mucho más extensas aun. El diseño de la carretera y sus obras anexas deberá tomar estas condiciones en consideración.

Otro dato interesante a indicar es la aparente existencia de un antiguo cauce abandonado al norte de Palmar Norte. De reactivarse durante una avenida extraordinaria, es obvio que se produciría un daño considerable a la carretera y a la población mencionada.

Existen suficientes depósitos aluviales y coluviales como para facilitar la utilización de materiales de préstamo adecuados. Su transporte se facilita por la topografía suave del sector. No puede olvidarse la realización los ensayos de laboratorio respectivos para garantizar la calidad de los materiales que se utilicen.

### 3.3.5. CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio preliminar, utilizando criterios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos, con el que se ha

demostrado que desde estos puntos de vista, el tramo entre Dominical y Palmar Norte de la Carreteras Costanera Sur, es factible.

Esto será así en la medida en que su diseño (cortes, rellenos, drenajes, puentes, alcantarillas, etc.) contemple los elementos necesarios para adaptar lo mejor posible la obra a las exigencias que impone la naturaleza (sismicidad, hidráulica, geotecnia, ingeniería civil, etc.). De ser respetado este principio, la obra tendrá una longevidad acorde con el esfuerzo económico-social y ambiental que realiza el país en su construcción.

Debe sin embargo considerarse que la carretera atravesará por una región con varios aspectos adversos. Por ejemplo, las litologías y suelos muestran condiciones desfavorables para la vía, pues se encuentran en condiciones avanzadas de alteración meteórica y su resistencia al corte es moderada. De aquí se deriva un problema intenso de erosión y deslizamientos frecuentes, en especial porque se aprecia un avance importante de la deforestación y de las prácticas agropecuarias inadecuadas.

Aunado a esto, la región se ve sometida muy frecuentemente al embate de fenómenos naturales destructivos (sismos, lluvias intensas, inundaciones, deslizamientos grandes, etc.), con lo que de antemano, se previene que de no tomarse en cuenta adecuadamente estos factores en el diseño de la vía y sus obras anexas, habrá daños frecuentes y cuantiosos que pueden volverla antieconómica. Es así que en sus alrededores han sido identificadas varias fuentes sísmicas muy activas: la subducción de la placa del Coco bajo la del Caribe, la fractura de Panamá que limita la placa del Coco con la de Nazca, la fractura del Golfo de Nicoya y las fallas de la Fila costeña, Pérez Zeledón, Drotina y otras, capaces de generar sismos de magnitudes e intensidades que afecten considerablemente el área.

Por otra parte, los sistemas de vientos y distribución de nubosidades locales y regionales, aparte de los efectos indirectos de los huracanes del Caribe, las vaguadas, empujes polares, la traslación de la humedad de la Zona de Convergencia Intertropical, etc, se conjugan con la disposición topográfica de fuerte relieve y gran altura de las cordilleras locales, para generar las lluvias de mayor intensidad de las que se tiene registro en Costa Rica. Estos factores, sumados a los fuertes gradientes longitudinales de los ríos y a la fuerte pendiente de las laderas, genera periódicamente grandes inundaciones, deslizamientos y erosión.

En el sector entre Dominical y Piedra Achiote, la carretera atraviesa por lomas formadas de rocas sedimentarias. Será necesario realzar cortes y rellenos grandes en terrenos alterados, por lo que su diseño debe ser suficientemente

conservador.

Además, debe considerarse la necesidad de utilizar alcantarillas de capacidad suficiente para garantizar el flujo de varias quebradas y acequias que durante las lluvias fuertes multiplican grandemente sus caudales.

Los acantilados activos, cerca de los cuales debe pasar la carretera, podrían eventualmente posar problemas de erosión por el oleaje en su base.

En el sector de Uvita, la carretera atraviesa por la llanura de inundación desarrollada por los abanicos aluviales de los ríos Higuierón y Uvita. Se han identificado varios sistemas de cauces antiguos, terrazas y meandros, que deben considerarse para diseñar los puentes, drenajes, alcantarillas, rampas de aproximación, rellenos, etc.

Es interesante recalcar el tómbolo Uvita, que conecta el litoral con un islote, por medio de una barra arenosa. Su grado de desarrollo lo hace un punto de interés científico que amerita su protección por medio de algún tipo de "status" legal adecuado.

En el sector entre Ballena y Tortuga, la carretera circula de nuevo por colinas de rocas sedimentarias alteradas y suelos lateríticos. Se requerirá entonces de diseños apropiados en los cortes, rellenos y drenajes para garantizar la longevidad de la obra. Cerca de la playas, deberá atravezarse por conoides de deyección y acantilados costeros activos.

En el sector Tortuga Abajo-Palmar Norte, la carretera cruza casi siempre por la base del frente montañoso y el inicio de la llanura, además de cortar por los conoides de deyección de los ríos Tortuga, Balso, Punta Mala, Coronado, San Buena, Balsar, Camaronal, Benjamín y Fria. Debe entonces considerar los factores de diseño hidráulico apropiado, en especial porque estos ríos han mostrado un comportamiento violento durante las crecientes generadas por las lluvias de alta intensidad.

Los puentes a todo lo largo de este tramo de la carretera, estarán en su mayoría cimentados en los aluviones de los conoides de deyección y abanicos de los ríos principales. Ante ello, deben considerarse las precauciones de una cimentación en estratos de capacidad soportante adecuada a las cargas estáticas y dinámicas que requiera la estructuras, la reactivación de cauces y meandros antiguos y su relación con los rellenos y rampas de aproximación. Además, se debe tomar en cuenta un diseño estructural apropiado que resista los eventos sísmicos de gran intensidad que ocurren frecuentemente en esta región.

En cuanto a los materiales de préstamo, se concluye que los más

apropiados, por su calidad y abundancia, son los aluviones de los ríos principales (Uvita, Higuierón, Ballena, Coronado, San Buena, Balsar, etc.). En caso necesario, podrá considerarse la utilización de rocas sedimentarias, calizas o gabros, a condición de certificar apropiadamente su calidad y cualidades por medio de los ensayos de laboratorio correspondientes.

### 3.3.6. RECOMENDACIONES

En síntesis, se recomienda que la carretera incluya, dentro de su diseño, la aplicación de las normas más conservadoras posibles desde los puntos de vista Geológico, geotécnico, hidráulico, sísmico e ingenieril, con el objeto de adaptarla lo mejor posible a los requerimientos que imponga la naturaleza.

De esta forma, los cortes, rellenos, puentes, rampas, alcantarillas, cunetas, drenajes, etc, deben diseñarse prestos a soportar un ambiente desfavorable desde varios puntos de vista. La región, como se ha visto ha sido y será afectada por diversos tipos de amenazas naturales, por ejemplo: sismos, deslizamientos, inundaciones, erosión, sequías, etc.

Es por ello, que antes de su conclusión, se recomienda completar el estado de conocimiento acerca de estos tipos de fenómeno, por medio de estudios especializados, realizados por profesionales competentes en la materia. (geotecnistas, geólogos, hidrólogos, sismólogos, etc.).

Esta recomendación se enfatiza por cuanto ha sido detectada una insuficiencia alarmante al respecto de la información y documentación técnico-científica en la región. Su remotidad y falta de vías de acceso han impedido un adecuado conocimiento previo de las condiciones locales.

### BIBLIOGRAFIA

ARROYO, N; PATTERSON, O; 1988. Tipos y distribución de algunos

peligros naturales en Costa Rica. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia. Comisión Nacional de Emergencia. 195pp.

CLIMENT, A; 1990. Observaciones macrosísmicas y aceleraciones del sismo de Cobano, Costa Rica. III Seminario Nacional de Ingeniería Estructural. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. 12pp.

ESTUDIOS BASICOS, OFICINA DE; 1973. Informe hidrológico del Proyecto Hidroeléctrico Boruca. Dirección de Electrificación, I.C.E.

ESTUDIOS BASICOS, DEPARTAMENTO DE; 1989. Estudio hidrometeorológico de los efectos del huracán Joan (octubre, 1988), Costa Rica. Instituto Costarricense de Electricidad, Dirección de Planificación Eléctrica.

HUTCHISON, D; 1980. Stratigraphy, sedimentary petrology and petrologic evolution of forearc basin rocks of the Térraba Trough, southwestern Costa Rica. MSc. degree thesis, Louisiana State University, Department of Geology. 114pp.

KOLARSKY, R; 1990. Geological map of the Térraba Belt, southeastern Costa Rica. MSc. Thesis, University of Texas.

MADRIGAL, R; TORRES, C; 1973. Estudios de factibilidad para la Carretera Costanera Sur. Esparta-Palmar Norte. Anexo Técnico No. 1. Geología y Geotecnia. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Vialidad.

MONTERO, W; CLIMENT, A; 1990. Los terremotos de 1882 y 1952 de Costa Rica. Distribución de intensidades y origen tectónico. Red Simológica Nacional, Departamento de Geología ICE - Escuela Centroamericana de Geología UCR. 29pp. en prensa.

MORA, S; 1979a. Estudio geológico de una parte de la región sureste del Valle de El General, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. 2 Vol. texto, vol. planos.

MORA, S; 1979b. Estudios geológicos y geotécnicos para la

factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Boruca. Informe de Progreso No. 5 de la fase de Factibilidad. Departamento de geología, ICE.

MORA, S; 1983. Una revisión y actualización de la clasificación morfotectónica de Costa Rica, según la teoría de la Tectónica de Placas. Boletín de Vulcanología, Universidad Nacional, Heredia, p. 18-36.

MORA, S; VALDES, R; 1984. Estudio geológico y geotécnico preliminar del Proyecto Hidroeléctrico Savegre. Vol.1, Estudios regionales, Vol. 2, Estudios locales, Vol. 3 Planos. Departamento de Geología, I.C.E.

MORALES, L.D.; 1985. Las zonas sísmicas de Costa Rica. Revista Geológica de América Central, Vol. 3; p. 69-101.

RED SISMOLOGICA NACIONAL (I.C.E.-U.C.R.). Información macrosísmica y mapas de isosistas de los sismos históricos y recientes más importantes de Costa Rica. Catálogos e informes diversos e inéditos.

RIVIER, F; 1985. Sección geológica del Pacífico al Atlántico a través de Costa Rica. Revista Geológica de América Central, Vol. 2, p. 23-32.

SINERGIA 69, S.A.; 1990. Estudio de impacto ambiental de la carretera Costanera. Sector Parrita-Dominical. Ministerio de Obras Públicas y Transportes- Ministerio de Planificación Nacional. 2 vols.

SPRECHMAN, P et al; 1984. Manual de Geología de Costa Rica. Vol. 1 Estratigrafía. Editorial Universidad de Costa Rica. 321pp.

VAHRSON, W; ARAUZ, I; CHACON, R; HERNANDEZ, G; MORA, S; 1990. Amenaza de inundaciones en Costa Rica, América Central. Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia-Comisión Nacional de Emergencia-CEPRENAC. Mapa 1:500.000 + texto.

WELLS, S; BULLARD, T; MENGES, P; DRAKE, P; KARAS, K; KELSON, J; RITTER, J; WESLING, J; 1988. Regional variations in tectonic geomorphology along a segmented convergent plateboundary, Pacific

Coast of Costa Rica. Geomorphology, Vol 1, p.239-265.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

SECTOR BARU - PALMAR NORTE

Proyecto MOPT - KFW.

Cap.3 - Acapite 3.4

Los Suelos del Area de Influencia de la Carretera

Realizado por:

Lic. Sergio Salas

SINERGIA 69

### 3.4 LOS SUELOS DEL AREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA

Los suelos de la zona deben su distribución a los siguientes elementos:

- a) El tipo de materiales que les dió origen: la roca madre de lutita o arenisca, los materiales derrumbados y semimeteorizados, los materiales lavados y transportados desde los cerros o derrumbes y que se acumulan en capas con diferente constitución, las arenas depositadas por el río y el mar.
- b) Los agentes de transporte: ríos que acarrean cantos grandes y pequeños, gravas, arenas y material suspendido; la lluvia que acarrea limo y principalmente arcillas; el mar arenas y gravilla; los derrubios todos los materiales menos arena..
- c) El proceso de meteorización: la regolización o meteorización profunda de lutitas que las arcillifica rápidamente bajo un régimen de alta temperatura y humedad después de una fuerte expansión y contracción diferencial. La meteorización secundaria de arenas transportadas, grava y cantillos.
- d) El moldeo final por agentes secundarios físicos y biológicos: La infiltración de materiales finos como arcilla y arenas en los camas de piedra, la pedoflexión o labor de revolcado de los cangrejos que retornan arcilla y nutrientes a la superficie, la lixiviación de nutrientes a capas profundas, la impregnación salina de arcillas, la agregación de humus a los suelos.

Lo anterior determina que en el área exista cinco series de suelos con una distribución paralela a la costa que son:

- 1.- Los suelos zonales, maduros, lateríticos de los cerros empinados y hondonadas con meteorización in situ.
- 2.- Suelos azonales transportados, ubicados en el pie de monte y terrazas de la llanura costera. Son el reflejo de los materiales transportados desde los cerros y trabajados por agentes del medio.
- 3.- Los suelos azonales aluvionales construidos en el extremo del área de estudio con la influencia del Río Térraba.
- 4.- Suelos azonales gley húmicos y de manglar con influencia de inundaciones y mareas.

5.- Suelos azonales formados mayormente por las arenas acumuladas en el cordón litoral.

La Figura # 1 ilustra el perfil del relieve de zona, con los tipos de suelos distribuidos según los procesos pedogénicos, así como la distribución de las características principales que tienen relación con el uso de la tierra.

Para la descripción de los suelos se ha seguido el orden de la Figura # 1, o sea desde los cerros hacia la playa. La distribución general esta indicado en el mapa N° 1 de suelos de la zona.

3.4.1.

Serie 1: Suelos zonales de los cerros

Oxisoles.

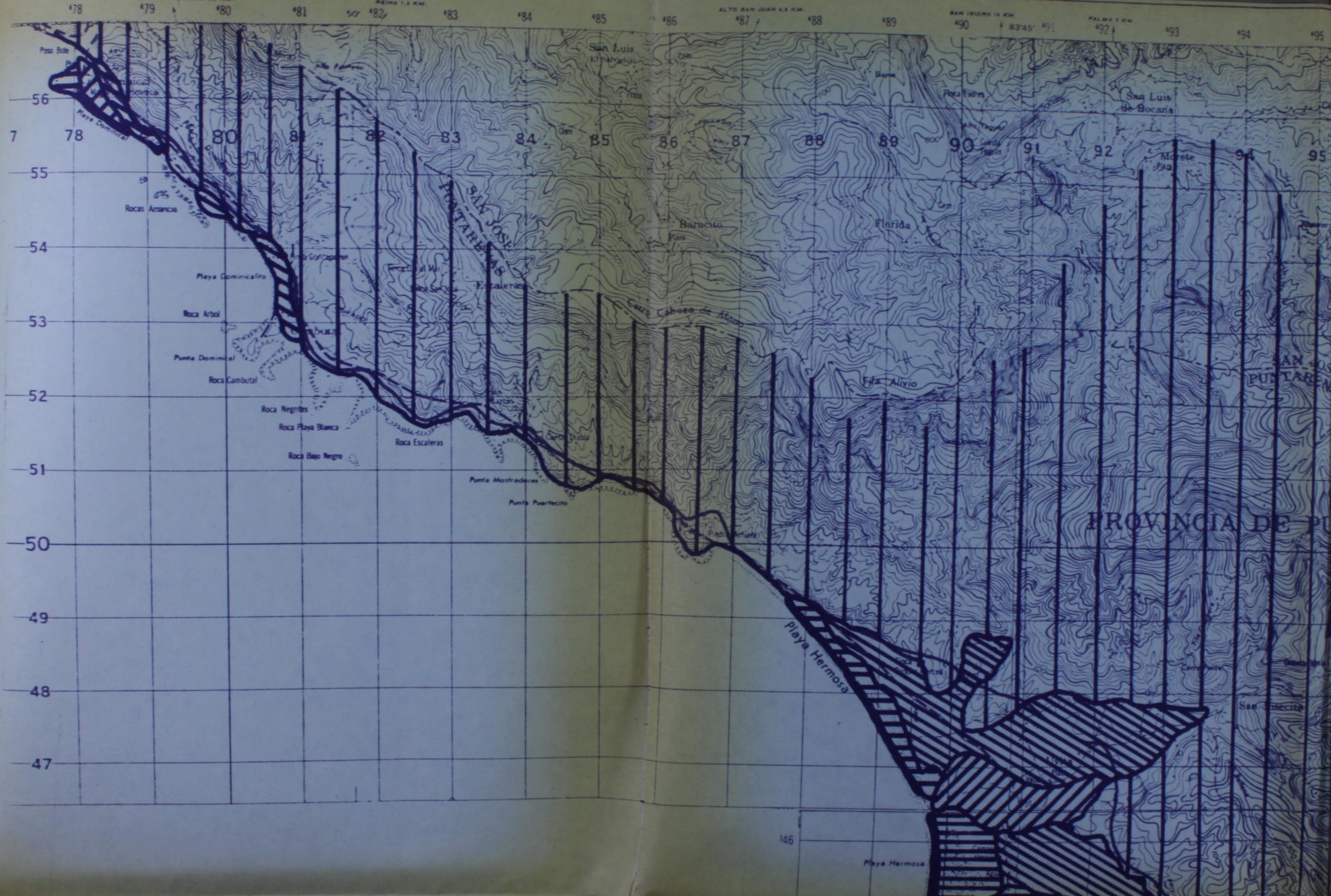
Estos son suelos de tipo inceptisol, lateríticos, ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio, de ahí su color rojizo. Formados por meteorización de rocas sedimentarias in situ bajo alta precipitación y temperatura.

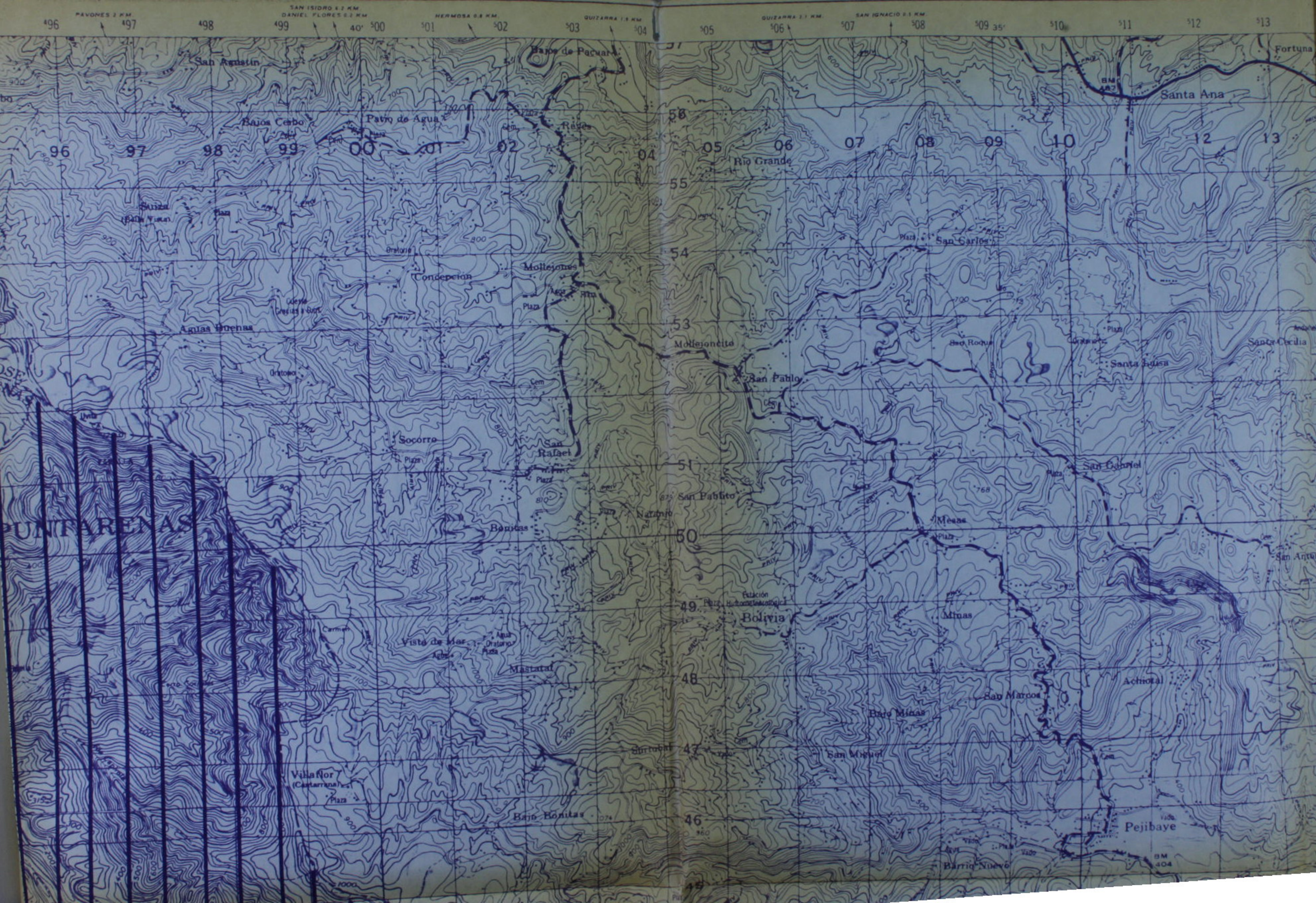
Se presenta en esta serie 3 tipos de suelo laterítico.

TYPIC DYSTROPEPT. Suelos más o menos profundos, bajos en sales por la elevada lixiviación, muy erosionables por el relieve quebrado, alta lluvia y dificultad de desarrollar mantillo. Ocupa los cerros quebrados. No hay diferenciación de horizontes ( ver Fotog N°1 ).

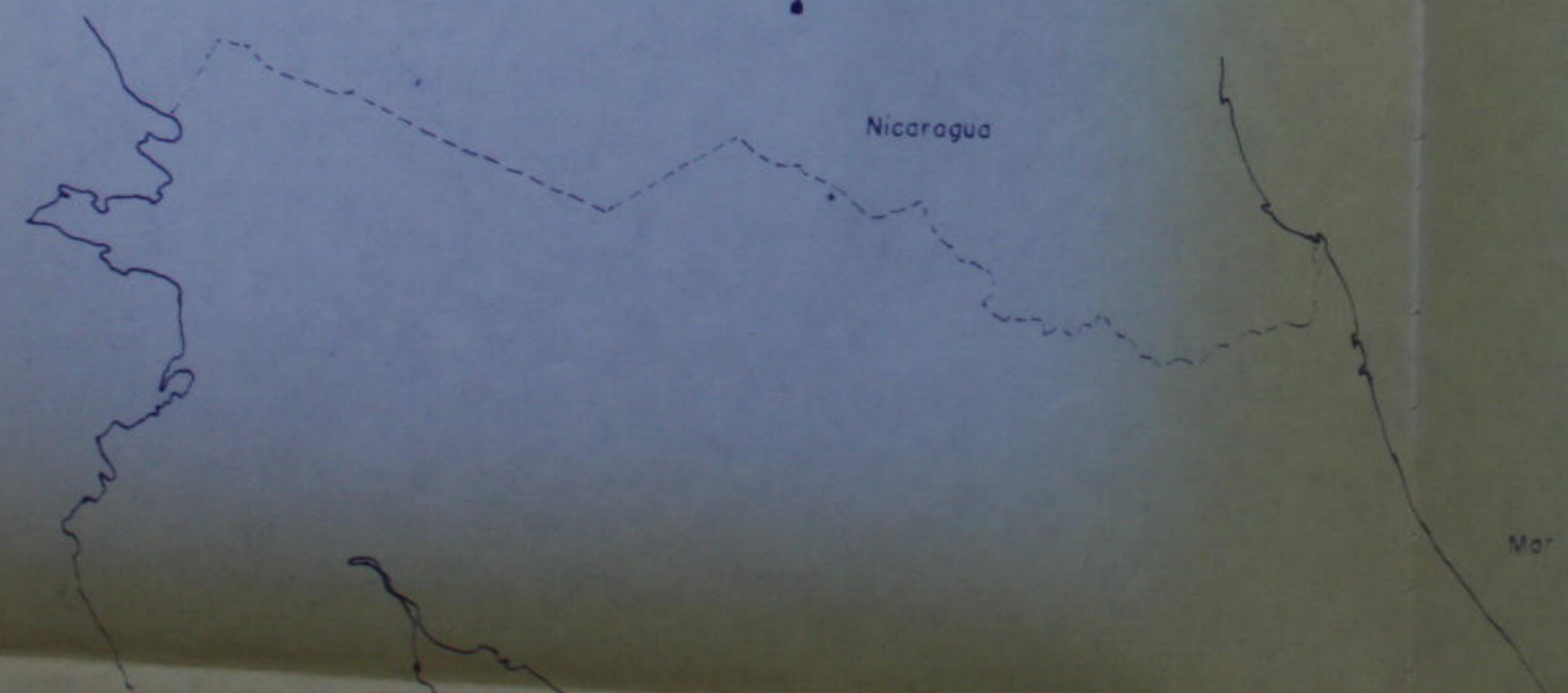
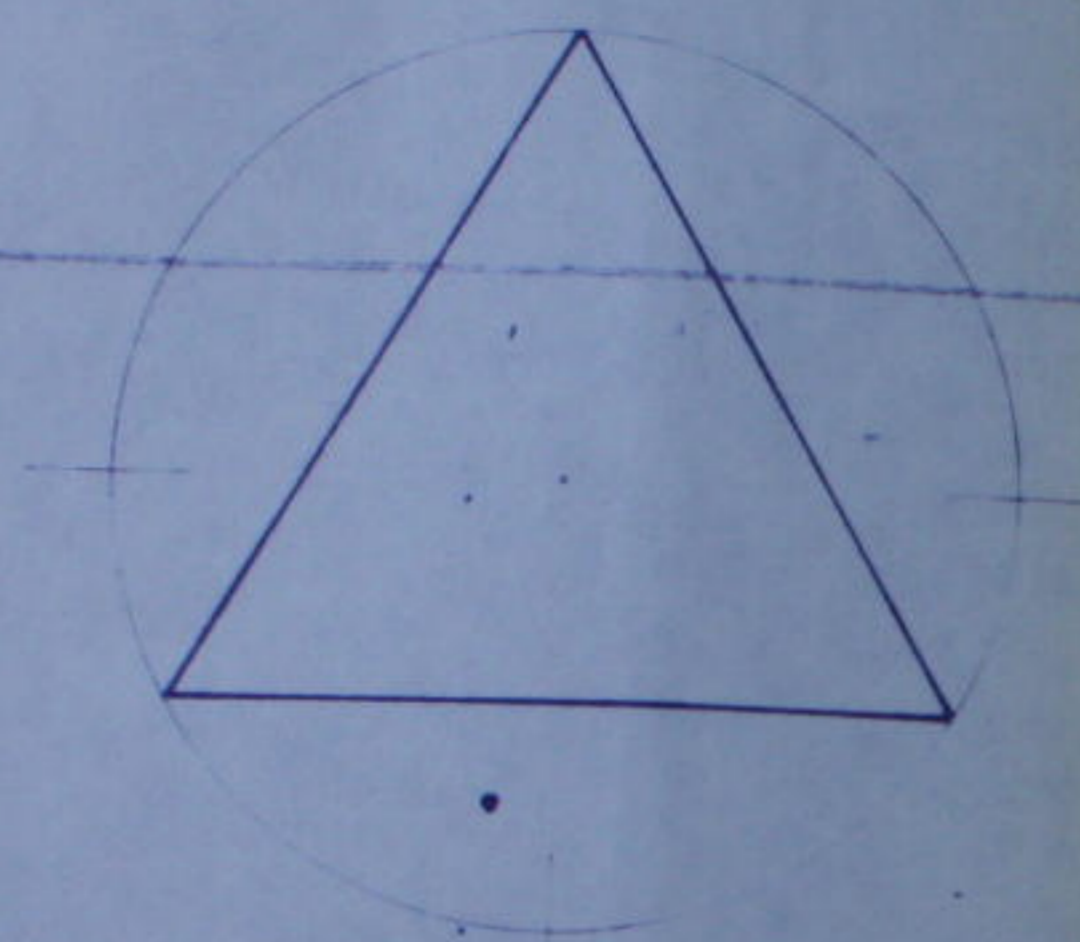
LITHIC DYSTROPEPT. El mismo suelo montañoso pero más delgado por erosión y por inmaduro. Aflora roca madre y en sus horizontes aparecen guijarros de la desagregación de esta. Es un litosol laterítico o sea un suelo rojizo, pobre y pedregoso. Cuando se erosiona mucho queda la roca expuesta. Es una matriz rocosa, suelta o rocosa fracturada, con arcillas derivadas de la roca madre ( ver Fotog. N°2 ).

TYPIC TROPORTHENT. Latosol profundo de colinas onduladas, de color más pardo rojizo, con piedras grandes y pequeñas en su interior. Con horizontes incipientes. Un pequeño horizonte húmico de 10 a 25 cms se presenta generalmente.

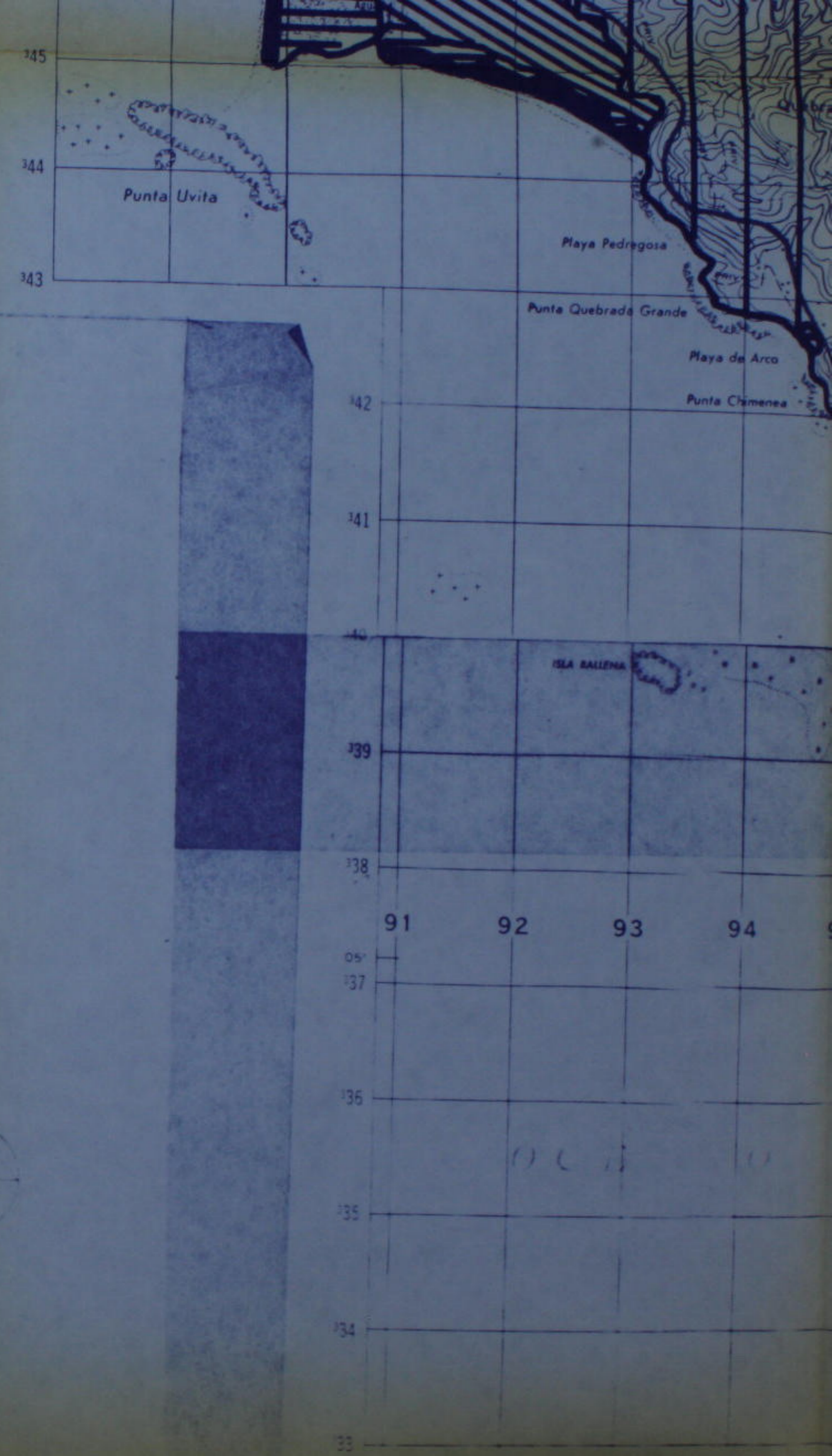


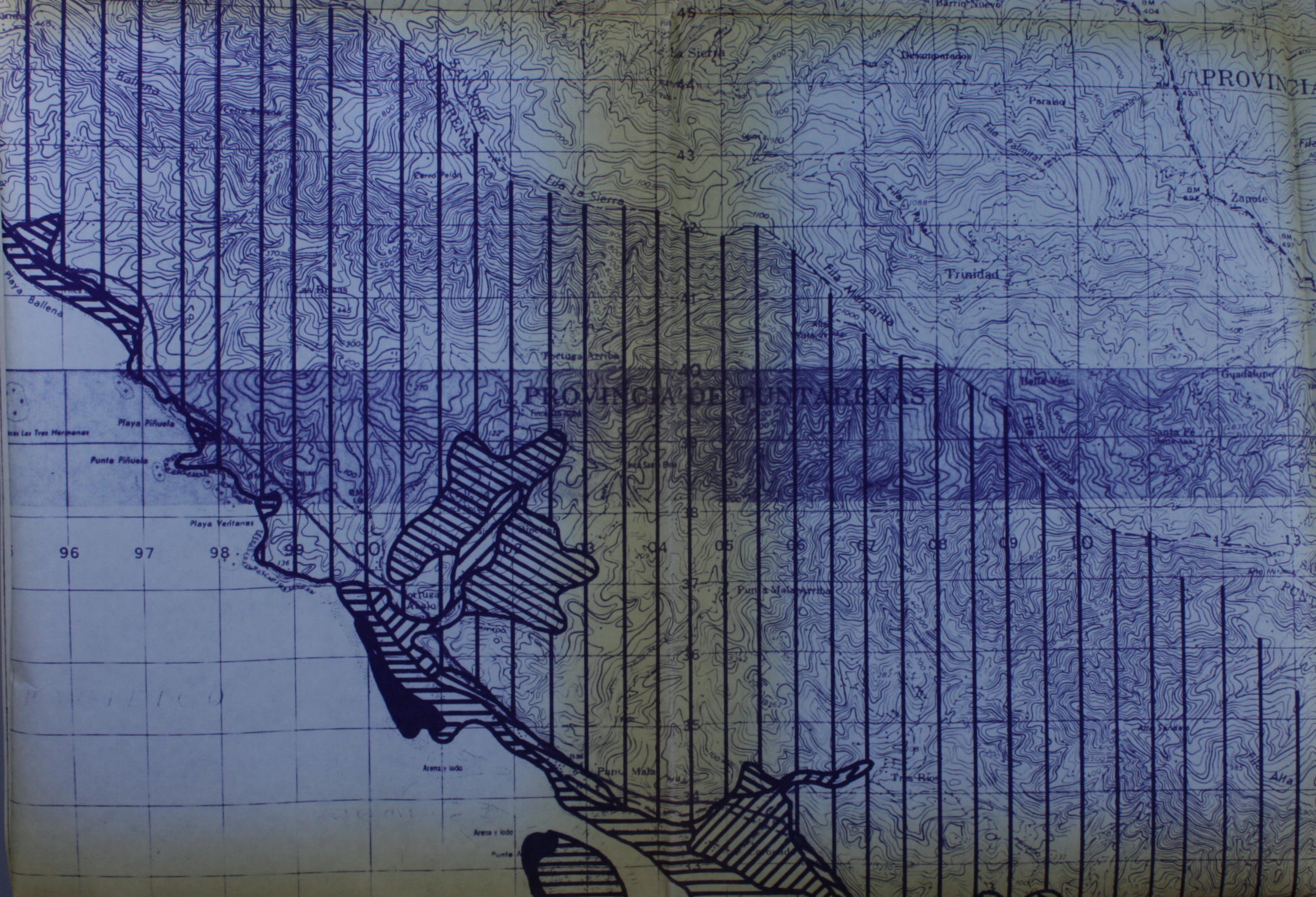






Mar  
Caribe





# LA DE SAN JOSE

la Zapote  
Alto Liberacion

San Martin  
(de las Mulas)

Aguila Abajo

Las Cruces

Delicias

Calientillo

14

15

16

17

18

JOSE

ENAS

Fila Guagara

Plaza  
Gungural

La Virgen

Fila San Rafael

Profesionales Responsables:

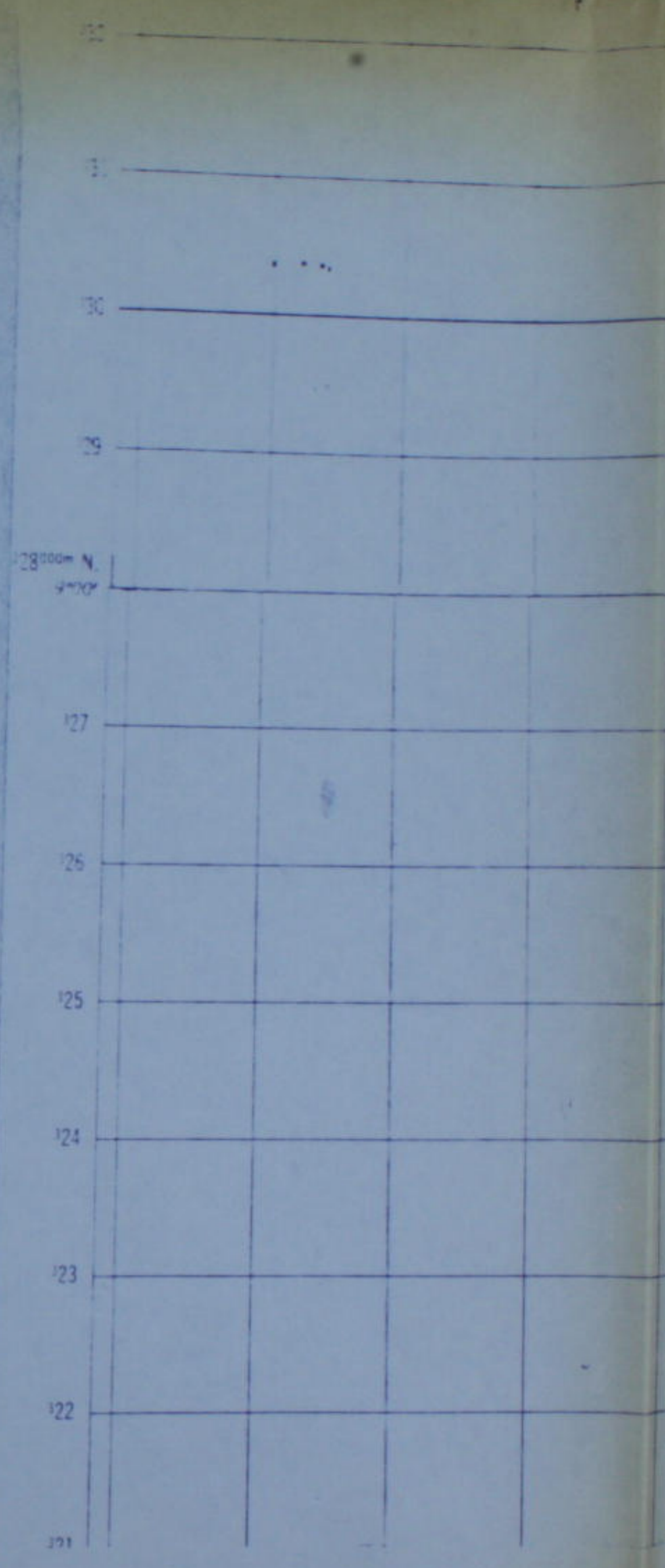
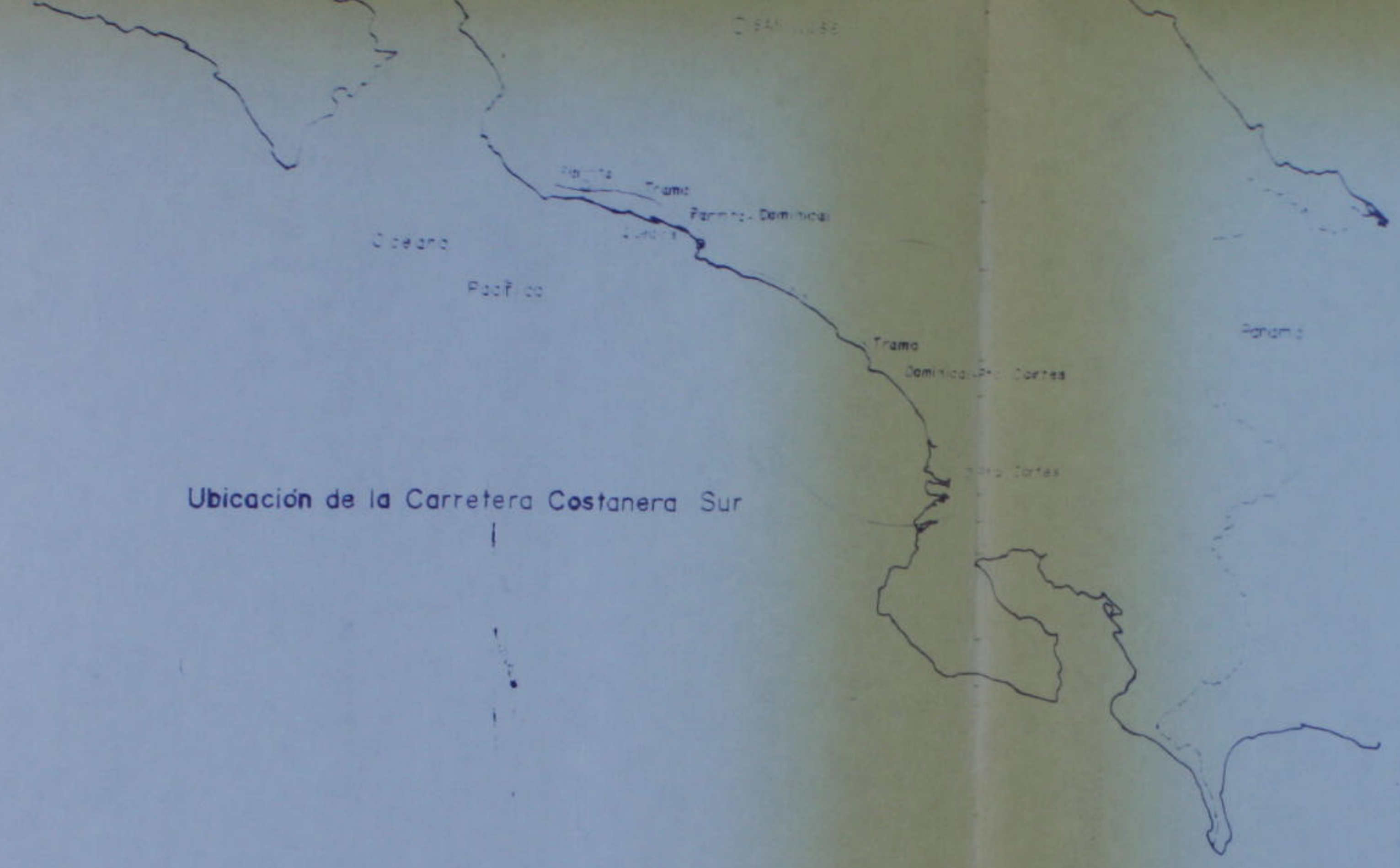
**Lic. SERGIO SALAS D.**

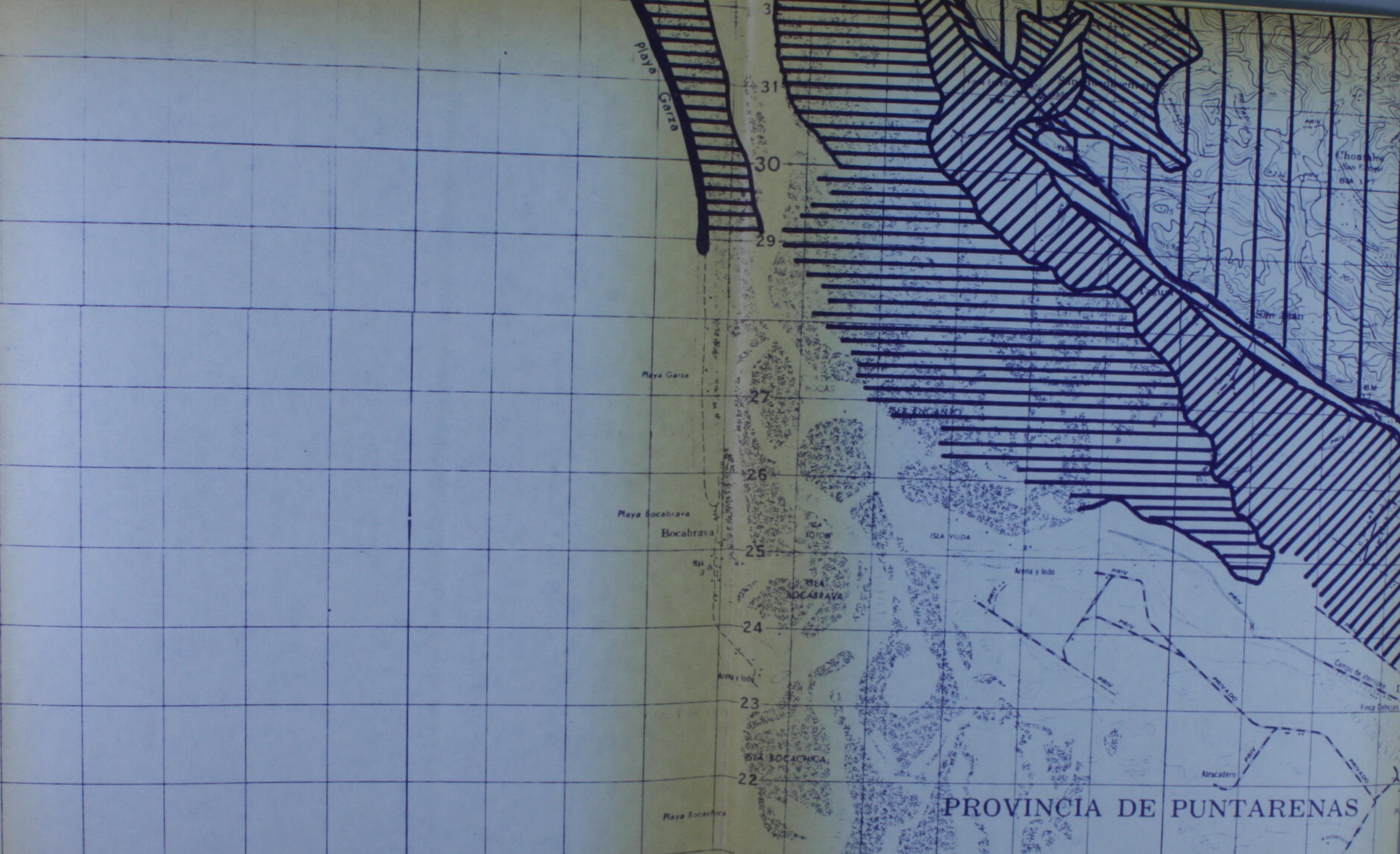
**Sr. ROBERT CHAVERRI P.**

Contratante:

**KFW - MOPT**

Ubicación de la Carretera Costanera Sur





playa Garza

Playa Garza

Playa Bocabrava

Bocabrava

Ri

Arena y lodo

Playa Bocachica

ISLA BOCACHICA

ISLA BOCABRAVA

ISLA VIUDA

Arena y lodo

Miracadero

Finca Delicias

Cerro de Ahorcado

# PROVINCIA DE PUNTARENAS

Cia Consultora:

**SINERGIA 69 S.A.**

Escala: 1 : 50 000

Mapa:

1  
/  
1

Fecha: Enero - Mayo 1991

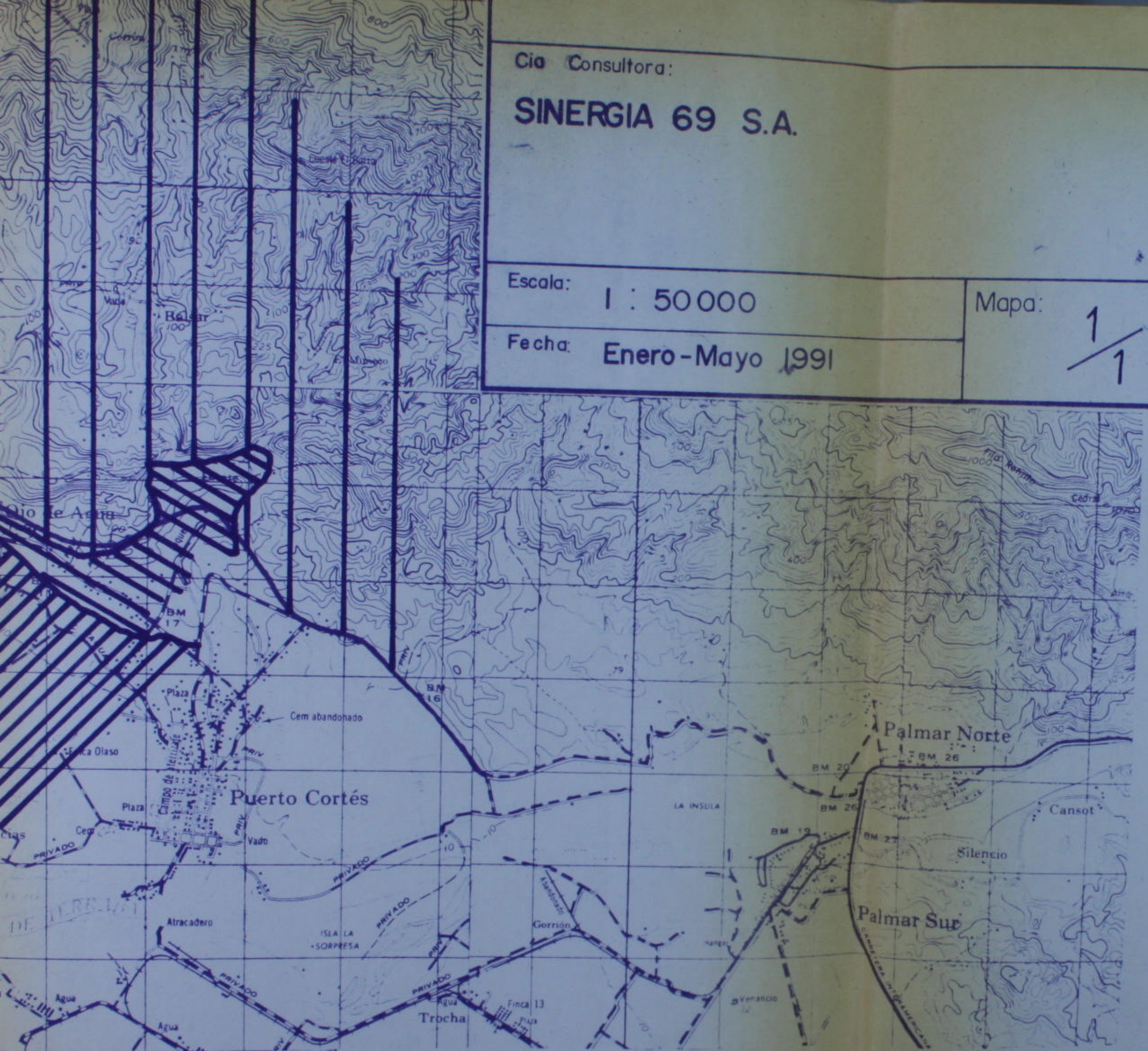
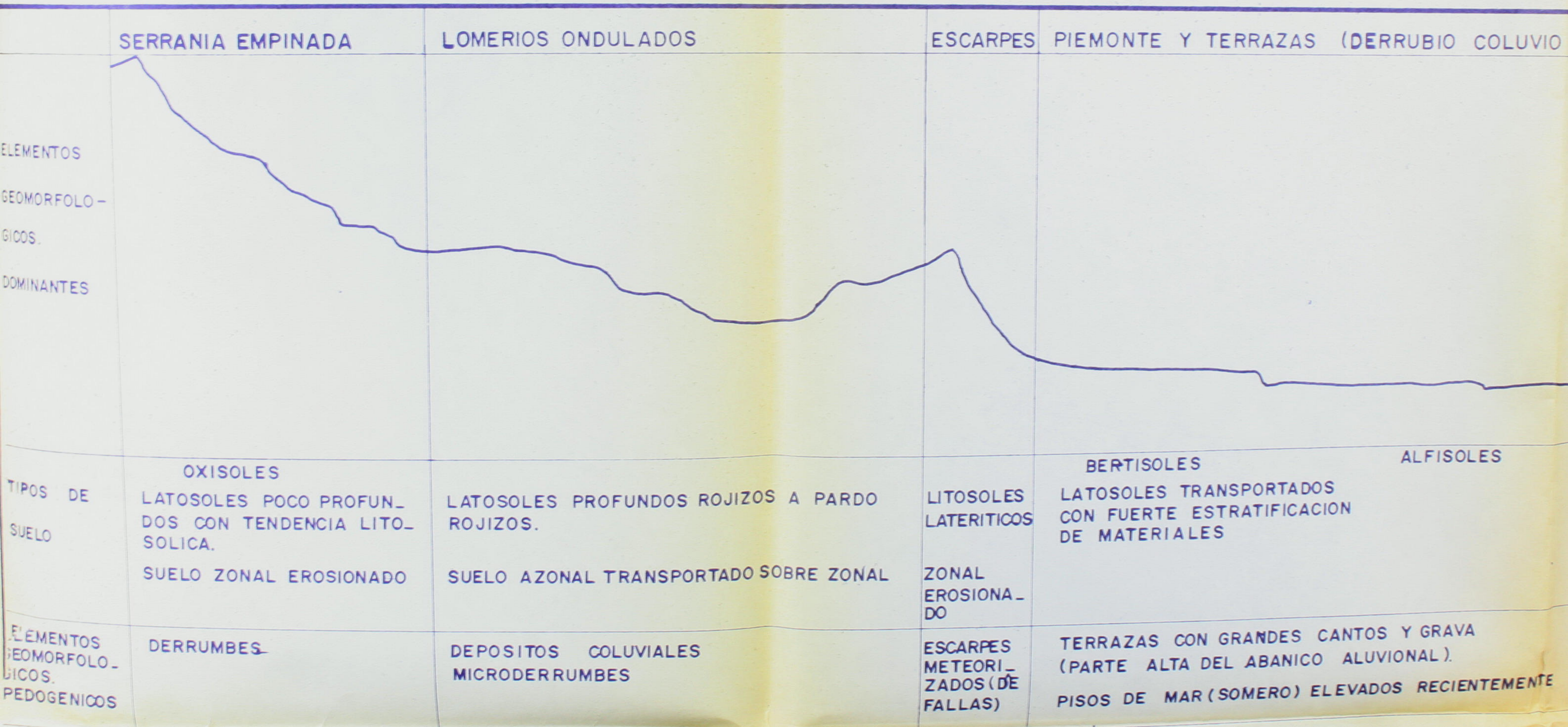



Fig. Nº 1 : TIPOS DE SUELOS , SU DISTRIBUCION , PROCESOS FORMA  
Y SUS CARACTERISTICA AGRICOLAS.



# SU DISTRIBUCION , PROCESOS FORMADORES Y MODIFICADORES DEL SUELO TICA AGRICOLAS,

	ESCARPES	PIEMONTE Y TERRAZAS (DERRUBIO COLUVIO -ALUVIALES)	FOSETAS DE SEDIMENTACION	CORDON LITORAL
				
O IAL	LITOSOLES LATERITICOS  ZONAL EROSIONADO	<p>BERTISOLES</p> <p>LATOSOLES TRANSPORTADOS CON FUERTE ESTRATIFICACION DE MATERIALES</p> <p>ALFISOLES</p> <p>ENTISOLES Y MOLLISOLES</p> <p>ALUVIONES ARCILLOSOS CON INFLUENCIA LATERITICA Y APORTE DE ARCILLAS POR LLUVIA.</p> <p>ALUVIONES DEL DIQUIS</p>	GLEY HUMICOS CON INFLUENCIA MARINA	<p>INCEPTISOLES ARENOSOS O ARENO-LIMOSOS</p> <p>AZONALES TIPICOS</p>
	ESCARPES METEORIZADOS (DE FALLAS)	<p>TERRAZAS CON GRANDES CANTOS Y GRAVA (PARTE ALTA DEL ABANICO ALUVIONAL).</p> <p>PISOS DE MAR (SOMERO) ELEVADOS RECIENTEMENTE</p>	MANGLARES Y MARISMAS	<p>BERMAS VIEJAS Y NUEVAS</p> <p>EROSION MARINA</p>

RECIENTEMENTE

PROCESOS  
PEDOGENICOS

METEORIZACION PROFUNDA CON FORMACION DE OXIDOS DE HIERRO Y ARCILLAS (REGOLIZACION) BAJO REGIMEN DE ALTA TEMPERATURA Y PRECIPITACION, DESAGREGACION DE LA ROCA POR CONTRACCION Y DILATACION DIFERENCIAL

LAVADO, TRANSPORTE Y DEPOSITACION DIFERENCIAL DE COLUVIALES (DERRUMBES Y MICRODERRUMBES). AL FRENTE CAMAS DE CANTOS LENTICULARES POR RODAD INUNDACIONES METEORIZACION DE MATERIALES TRANSPORTADOS INFILTRACION DE MATERIALES FINOS (ARCILLA Y LIMO) EN

PROCESOS  
PEDOLOGICOS

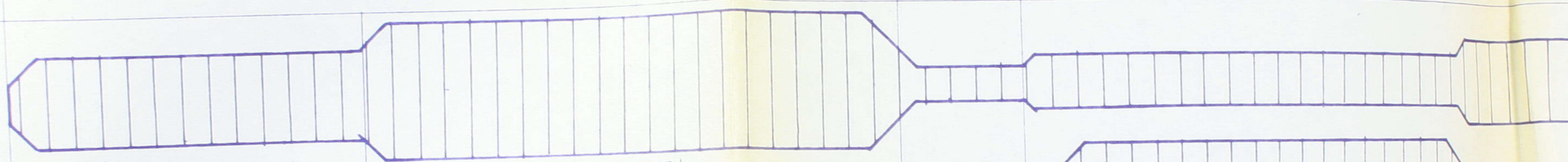
LIXIVIACION

ANCLAJE RADICAL  
EROSION HIDRICA Y LAMINAR

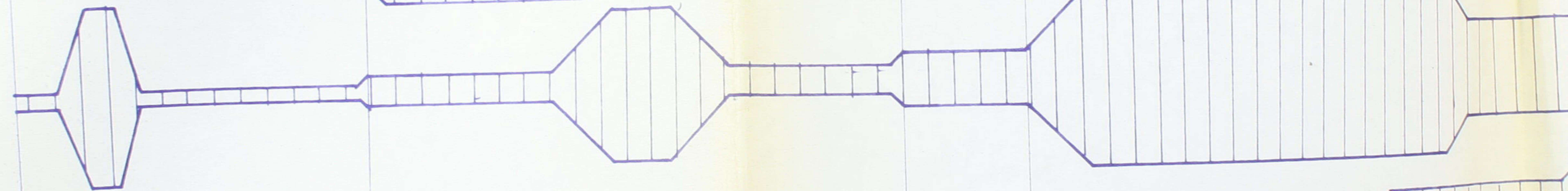
ELUVIACION  
ILUVIACION  
LIXIVIACION

ESCORENTIA LAMINAR  
RECICLO DE NUTRIENTES  
TRANSPORTE FREATICO

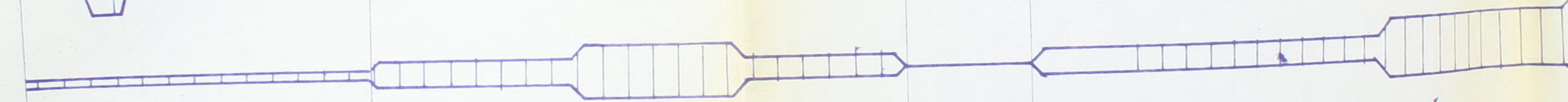
MATERIALES  
FINOS



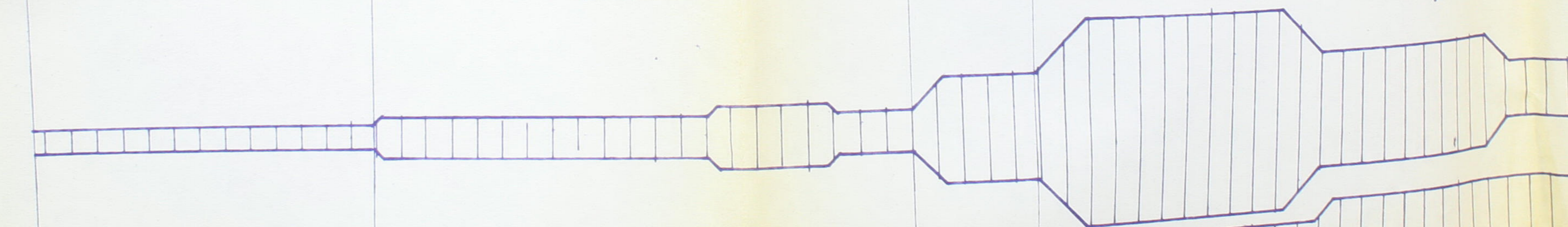
MATERIALES  
GRUESOS



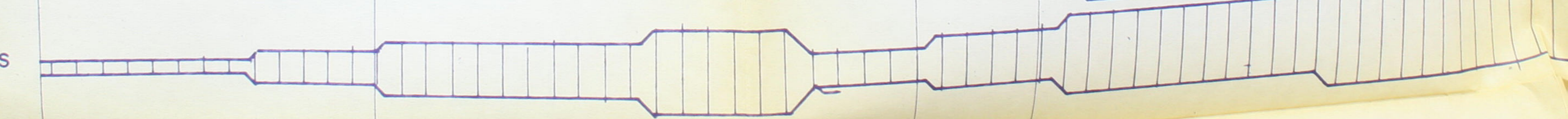
CANTO  
FREATICO



AEREACION



NUTRIENTES



LAVADO, TRANSPORTE Y DEPOSITACION DIFERENCIAL DE SEDIMENTOS DE DEPOSITOS COLUVIALES (DERRUMBES Y MICRODERRUMBES).  
 AL FRENTE CAMAS DE CANTOS LENTICULARES POR RODADO MARINO  
 INUNDACIONES  
 METEORIZACION DE MATERIALES TRANSPORTADOS  
 INFILTRACION DE MATERIALES FINOS (ARCILLA Y LIMO) ENTRE LAS CAMAS DE CANTOS

INUNDACION  
 SEDIMENTACION  
 EFECTO DE MAREAS

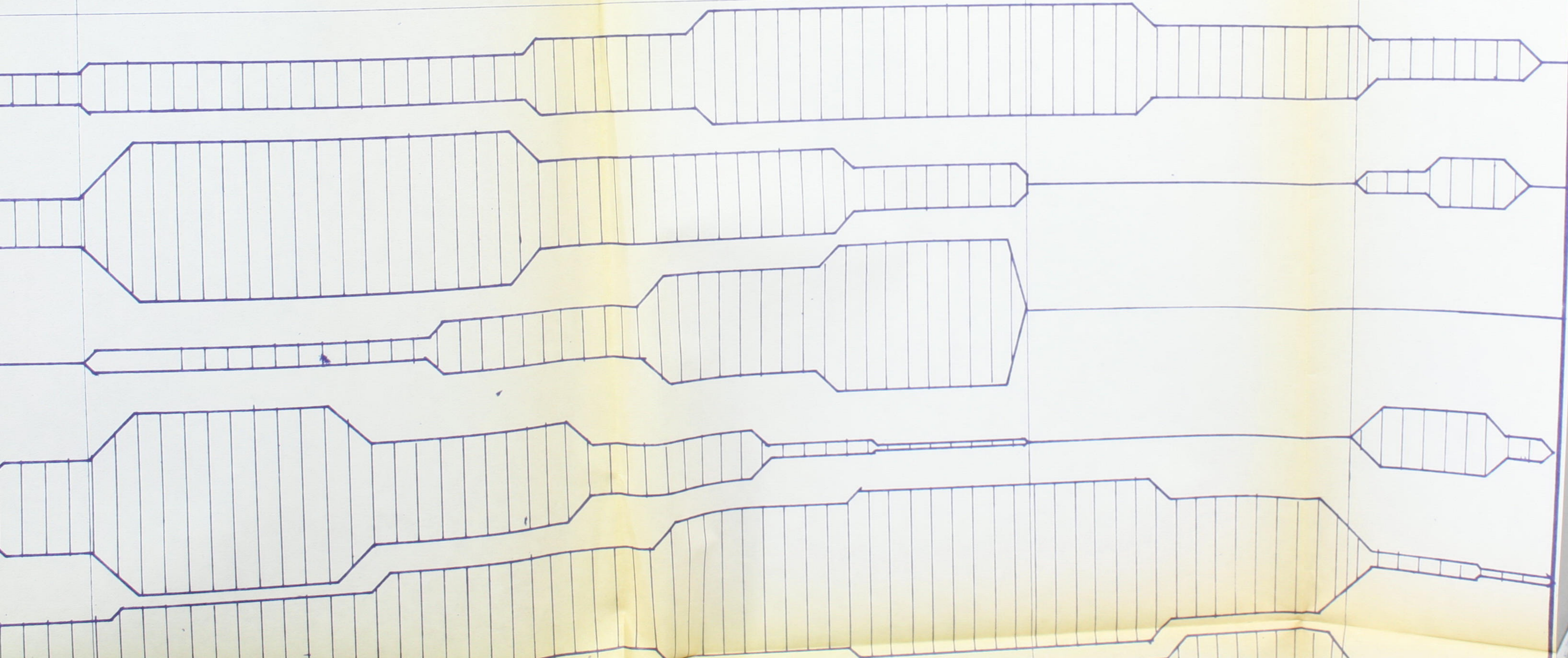
EROSION MARINA  
 ACRESION. METEORIZACION DE ARENAS  
 IMPREGNACION DE CAMAS DE CANTOS

ELUVIACION  
 ILUVIACION  
 LIXIVIACION

ESCORENTIA LAMINAR (EROSION DE PARTICULAS FINAS)  
 RECICLO DE NUTRIENTES POR LA VEGETACION  
 TRANSPORTE FREATICO DE NUTRIENTES

HUMIFICACION  
 PEDOFUXION  
 FLOCULACION SALINA

PEDOFUXION  
 HUMIFICACION  
 LAVADO DE SAL POR LLUVIA.



ACIDES

HORIZONTE ARABLE

SATURACION DE BASES

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

RESPUESTA AL ABONAMIENTO.

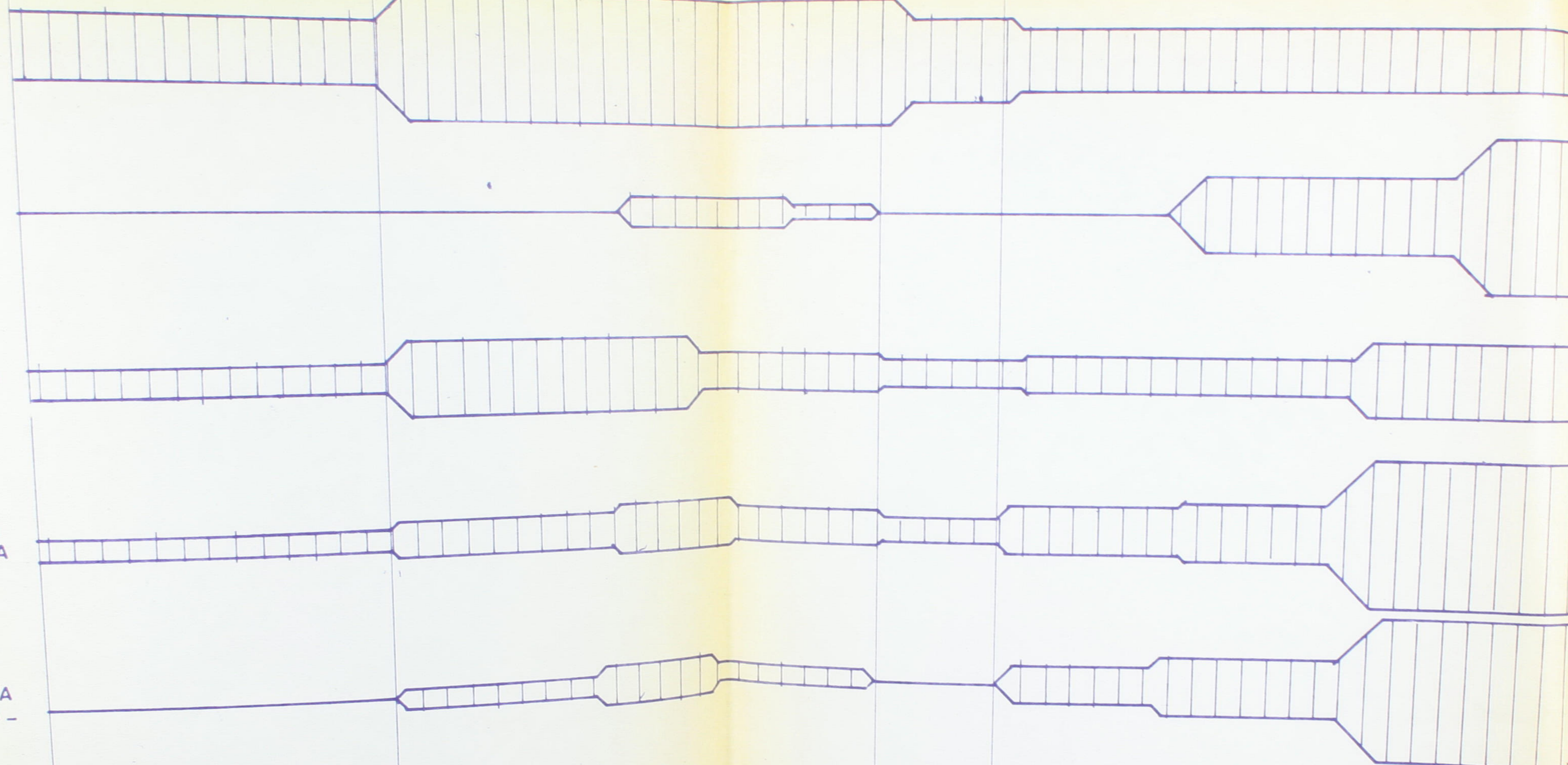
USOS RECOMENDADOS

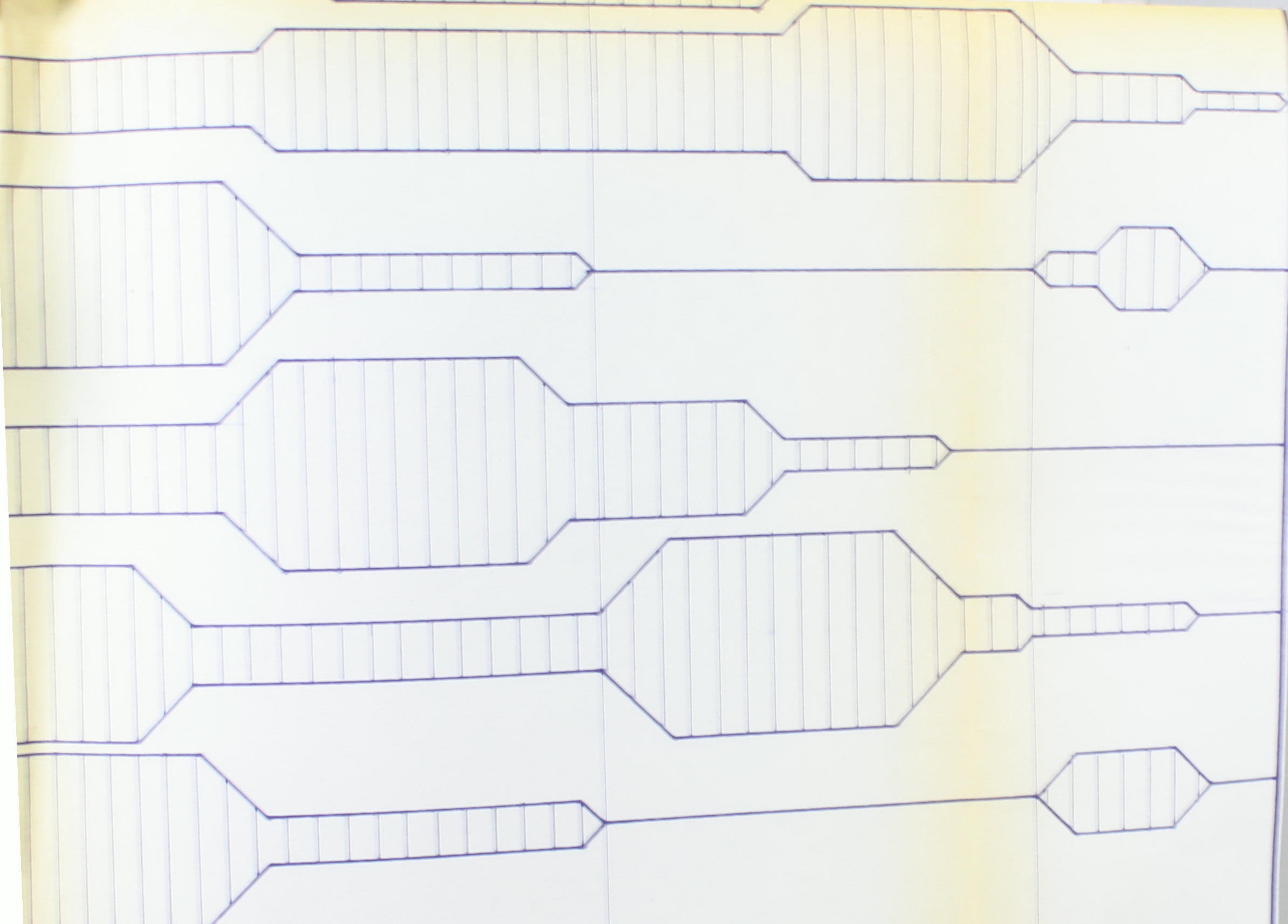
PROTECCION SILVICULTURA

PROTECCION SILVICULTURA Y/O REFORESTACION AGRICULTURA

PROTECCION

SILVICULTURA Y/O REFORESTACION AGRICULTURA GANADERIA PROTECCION DE BORDES DE RIOS BOSQUES NATURALES EN AREAS ANEGABLES





PROTECCION  
SILVICULTURA

PROTECCION  
AGRICULTURA



FOTOGRAFIA # 1:  
La serie de suelos zonales lateríticos de los cerros presentan suelos con horizonte más rocosos (líticos). Este es un ejemplo donde la roca madre está semimeteorizada. Sólo en la horizonte superior, de unos 50 cms., el suelo es más suelto. Ocurre en terrenos muy quebrados.



FOTOGRAFIA # 2:  
Suelo laterítico profundo, pero con horizontes con materiales de meteorización incompleta. Es un segundo estado que favorece un poco la penetración de raíces. Propio de terrenos ondulados.

Lixiviados por el exceso de lluvia pero retiene mejor la hojarazca por lo que mejora su intercambio de bases al tener más materia orgánica. A veces llega a un Typic ustropept, que es más profundo, mejor drenado y moderadamente fértil. Este latosol de terrenos ondulados se humifica más y desarrolla un pequeño horizonte húmico que favorece su capacidad agrícola.

Dentro de esta serie montañosa éste es el único suelo que se debe de dotar de estructuras de conservación y aporte de mantillo, para dar rendimientos agrícolas. Son suelos bien drenados por el relieve ondulado y cualquier otro uso que no sea bosque o plantación forestal, requiere protección a la erosión. La mejor condición en su uso sería estar bien cubierto de vegetación baja o con un fuerte mantillo debajo de la vegetación alta (Foto Nº 3).

3.4.2.

Serie 2. Suelos de pie monte y terrazas. (Fotos Nº 4 a 7)

Comprende los suelos que se forman a partir de materiales de derrumbes, microderrumbes y de disgregación que son aportados a pie de monte y luego lavados y distribuidos por la faja costera. El lavado de materiales es diferencial, así como su depositación, permitiendo que los más finos (limo y arcilla) se depositan más lejos.

Estos materiales pedógenos se depositaron sobre terrazas de guijarros o cantos que los ríos transportaron desde los grandes derrumbes y que constituyeron el segundo estrato de la faja costera, en forma de grandes terrazas sobre el piso de bahías, moldeadas por el mar.

El proceso ha pasado por episodios internos asociados a terremotos y efectos indirectos de huracanes. Estas generaron grandes derrumbes e inundaciones que distribuyeron los materiales en la faja costera. El proceso continúa todavía hoy.

Vertisol de pie de monte:

Los materiales de los derrumbes se lavan fácilmente por la lluvia y la escorrentía superficial. De tal forma que los más finos se



FOTOGRAFIA # 3:  
Suelo laterítico profundo y maduro, con horizontes terreos, sólo con piedras residuales que resistieron la meteorización. Propio de terrenos ondulados. Se desarrolla un horizonte superior húmico que favorece el uso agrícola.



FOTOGRAFIA # 4:  
La serie de suelos transportados que ocurren sobre las terrazas,  
son desgregados, no hay una roca madre que le dé origen. En este  
caso es un horizonte casi uniforme de materiales de derrubio, con  
grandes bloques angulares.



FOTOGRAFIA # 5:

En otros casos los derrumbes han sido más ferrosos y dan un único horizonte de tierra con piedras sueltas. El suelo es rojizo por su origen laterítico.



FOTOGRAFIA # 6:

El lavado de material terroso posterior al microderrumbe hace que sean más abundantes los guijarros. Así, se forman capas de materiales de diferentes tamaños. El suelo es profundo pero pedregoso, bien penetrado por las raíces. Generalmente se ubica en vegas de ríos.



FOTOGRAFIA # 7:

En otros sitios el lavado ha sido muy fuerte y la acción conjunta de los ríos y mareas. Se forman camas de cantos semiredondeados, poco angulosos. Entre ellos algún material. Es un suelo aluvional pedregoso.

depositan en las changuas (arcillas y algo de limo) y los más gruesos persisten en el lugar. Así, su composición es de capas de grava impregnadas de arena y arcilla. De color pardo - rojizo, más claro que el suelo zonal pues mucho del material férrico ha sido lavado. Son suelos profundos de 1 a 14 metros según el grosor de los derrumbes. Con capas de grava subyacentes y con variación en el tamaño de las piedras desde gravilla hasta guijarros grandes. A veces se intercalan capas de naturaleza limo - arcillosa o arena - arcillosa.

En algunos sitios este suelo está mejor desarrollado porque los derrumbes fueron más grandes y numerosos y el sustrato predominante fue la lutita. En otros sitios la faja de pie de monte es angosta y predomina la arenisca, que es poco meteorizable. Los derrumbes son menores y con poco material para conformar el suelo. Así el suelo está lleno de guijarro, grava, arena y poco limo o arcilla. El efecto de lavado ha removido mucho de material fino. Aquí es menos marcada la influencia laterítica de los cerros.

El aspecto general de una área ocupada por este suelo es un terreno de inclinación suave, ondulado, cortado por quebradas, ubicada al pie de los cerros. Generalmente dedicado a ganadería, frutales o vegetación residual.

Alfisolos de las terrazas derrubio - coluviales:

Son los suelos formados sobre terrazas planas a diferentes niveles. De tal forma que en el macroperfil son rocas irregulares grandes, grandes cantos, cantos pequeños, gravas y arenas subyacentes, cubiertos por materiales de derrubio transportados por la lluvia e inundaciones de ríos y quebradas.

La Figura # 3 que perfila la distribución de materiales en la faja costera de Playa Hermosa es un ejemplo aplicable a toda la zona baja donde ocurre esta serie. Para los efectos del mapa de suelos la serie aparece como una unidad pues es imposible diferenciarle en el sitio, con la profundidad de este estudio. Los suelos de esta serie son:

Suelo alfisol: tipo general.

En las terrazas más bajas donde ha habido influencia del río se da una depositación más

PERFILES DEL SUSTRATO DE LA SERIE N° 3, EJEMPLO DE PLAYA HERMOSA

Río Morete.

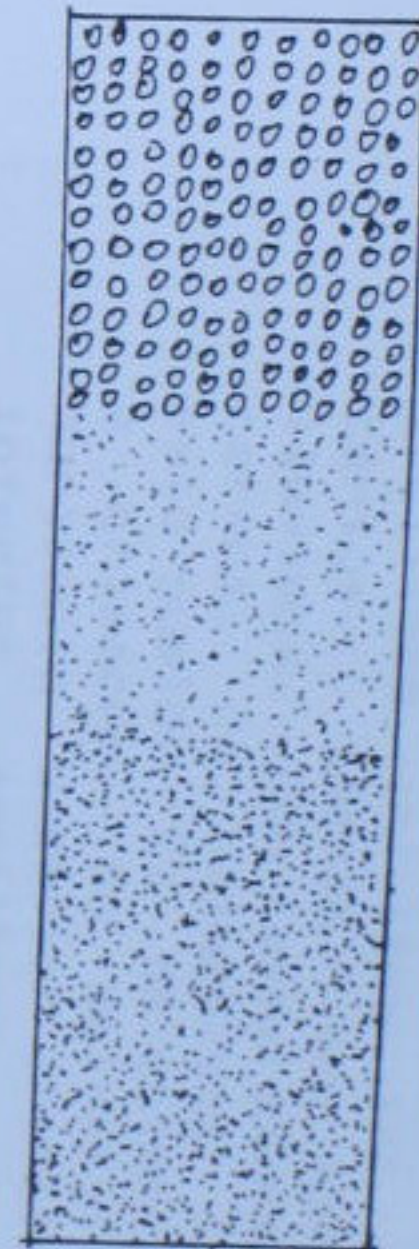
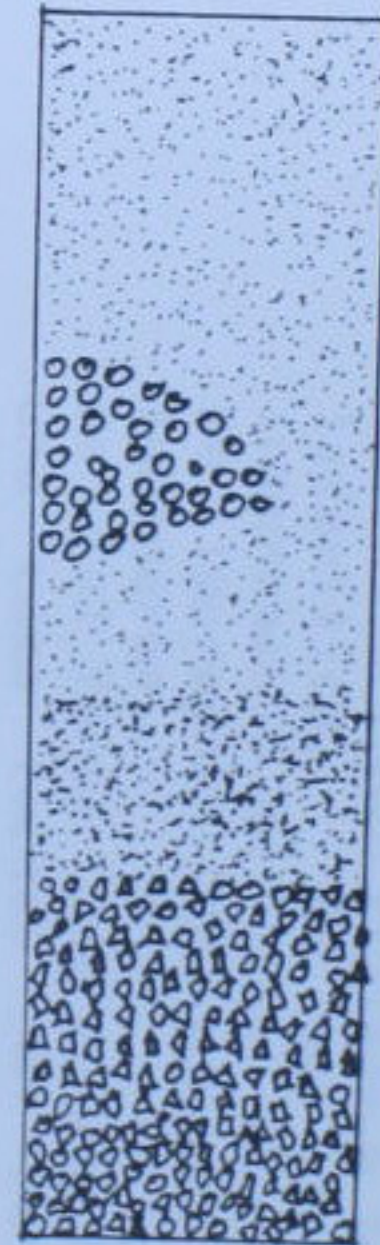
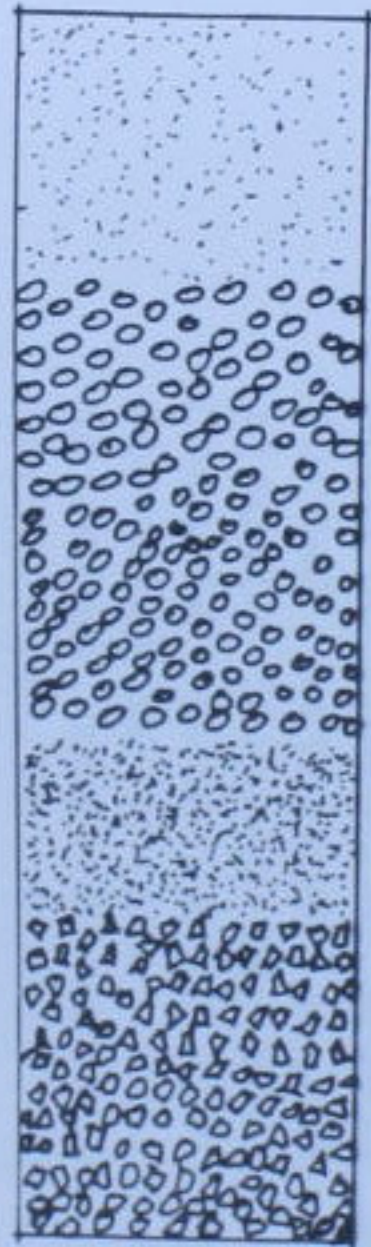
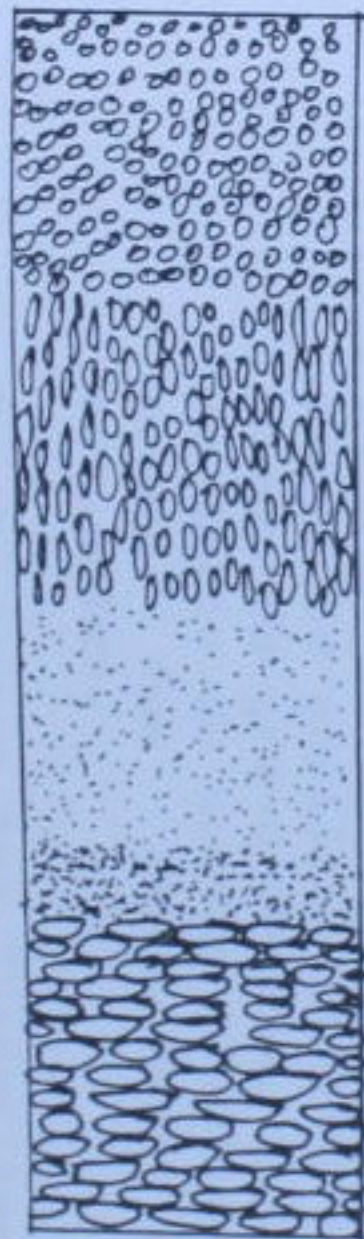
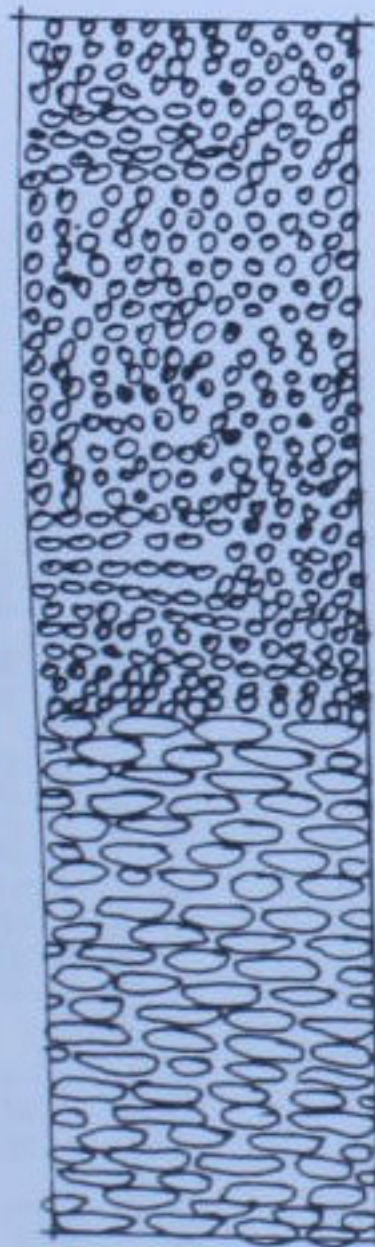
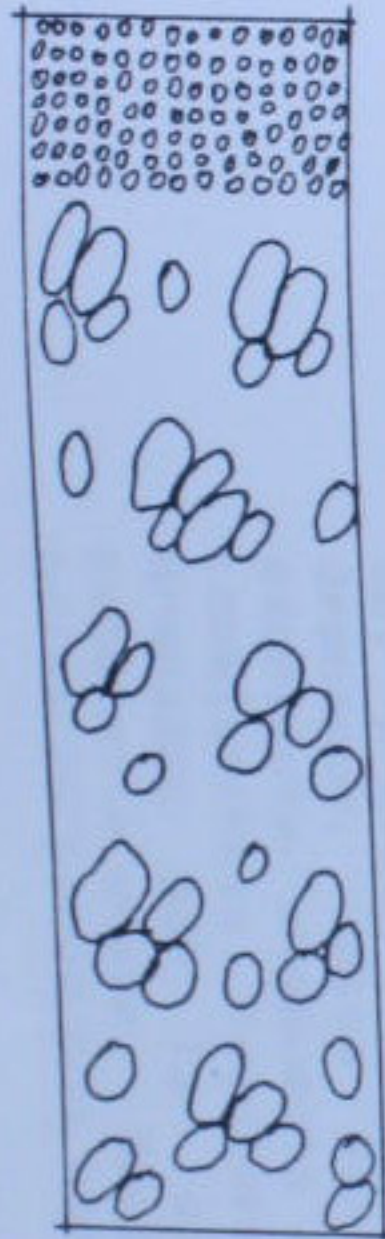
Río Seco.

El Pozo

Quebrada de la casa

Quebrada de la Socola

Río Morete abajo



# 1

# 2

# 3

# 4

# 5

# 6

Arcillo Limoso

Limoso-Arenoso

Gravilla

Arenisca meteorizada

Cantos planos

Cantos planos y finos

Cantos grandes

Arcilloso.

fina. Los derrumbes al ser lavados pierden limo y arcilla, que llega a depositarse en las zonas más bajas. Ahí se acumula arcilla que se enriquece con humus. El estrato arcilloso infiltra las camas de grava y cantos. Además se inunda en la estación lluviosa. Con materiales lavados de los cerros, de naturaleza laterítico se formó este suelo. Es de color pardo - amarillento a grisáceo. Su estratificación es de un horizonte superior arcillo - limoso y uno inferior arcilloso. En ambos hay incrustaciones rojizas o fragmentos de suelo laterítico. Es muy fértil por su buen intercambio de bases. En la época de lluvias se impregna de agua y puede llegar a inundarse.

De tal forma que el suelo es prácticamente una cama rocosa con cantos de diferente tamaño, impregnada de arcilla y limo. Cuando hubo un período fuerte de inundaciones se forman estratos angostos más arcillosos o limosos (Figura #3, perfil 6).

Como se observa en la Figura # 3 en estas terrazas se inicia la depositación de camas de rocas que se impregnan de arcilla y limo hasta que la final, más hacia la costa y lejos del pie monte, son gravas impregnadas de arcilla y limo. Al final aparecen ya las camas de arcilla, última fracción lavada con camas de grava encima, que es la transición a la serie de suelos aluvionales. Esta capa de grava fue depositada por inundaciones recientes.

Se describen los 2 perfiles más típicos:

Suelo limo - arcilloso costero (Figura # 3, perfil 5)

Se ubica al final de las terrazas de lavado de materiales y detrás de los terrenos de anegamiento estacional donde se ha mezclado las fracciones más finas del proceso de lavado. Son terrenos drenados, aptos para agricultura, con excelente respuesta al arado. Son de consistencia regularmente suelta, bien drenados por la existencia de una pendiente suave. Suelo de color oscuro, grisáceo pardo con núcleos gris claro de

arcillas transportadas o núcleos y vetas rojizas de la oxidación laterítica. Todo sobre una matriz limosa que le da soltura y aereación, y permeabilidad al agua. Mientras los componentes arcillosos le dan buen intercambio de bases.

En los perfiles expuestos en las quebradas generalmente aparecen 3 horizontes:

a.- Superior: material fino, humificado de color más oscuro, de profundidad 10 - 30 cms.

b.- Medio: material limo - arcilloso mezclado con grava de profundidad muy variable de 50 a 150 cms.

c.- En algunos sitios aparece un estrato de cantos aplanados o redondos de tamaño pequeño.

Por la configuración del perfil este suelo es de rica infiltración, por lo que en la época seca hay déficit de agua superficial. Los árboles son de raíces superficiales y muestra floración o defoliación prematura por el déficit de agua debido al elevado drenaje.

También hay iluviación o lavado de arcilla a profundidad, con la consecuente pérdida de nutrientes (lixiviación).

Son buenos suelos para agricultura y requieren mucha materia orgánica.

El manto freático es profundo y mantiene su humedad por el agua de lluvia o el agua freática que escurre horizontalmente.

Suelo arcillo - limoso costero (Figura # 3 , perfil 7)

En la vega de los rios sobre terreno plano a veces con inundación leve de pocos días, se acumula un perfil más arcilloso que tiene los siguientes estratos:

a.- Capa superficial limosa con arena

fina o núcleos erosionados de las partes altas, con un color pardo rojizo, de 20 - 60 cms. Se agrietan si hay sequía, con fisura muy finas.

b.- Capa arcillosa laterítica. Horizonte profundo y variable de 80 a 200 cms, de material arcilloso de color pardo rojizo o amarillento, muy plástico.

c.- Capa arcillosa de profundidad desconocida. De color grisáceo con presencia de sulfuros, lo que indica viejos pisos de manglar.

Este suelo es fuertemente afectado por la acción de los cangrejos que transportan a la superficie las capas arcillosas retornan los nutrientes. Son planos con inundación leve en los temporales por lo que su uso es muy limitado. Son de gran riqueza de nutrientes y con una capa freática poco profunda. Esto permite el desarrollo de bosques de gran altura y frondosidad. Se puede asociar a ellas los bosques de galería con ricas gambas y elementos de los bosques anegados. En este suelo no hay déficit de agua en verano y ocupa un sitio privilegiado a la orilla de la playa donde se puede tener un bosque exhuberante. Muy pocos de estos parches quedan, como el de Playa Hermosa a orillas del río Morete. Muchos de los materiales de este tipo de suelo provienen del lavado por la escorrentía laminar y de las inundaciones provocadas por los ríos. De tal manera que su naturaleza es coluvio-aluvional. Es un suelo pardo por su alto contenido de arcilla, pero rico en intercambio de iones. Su limitante es el contenido de humedad, que mejora por la pedoflexión realizada por los cangrejos en periodos de poca lluvia.

3.4.3

Serie 3. Suelos aluvionales:

Al final de las terrazas de rocas se forman

depósitos aluvionales, o sea, donde la acción del río es la dominante. La naturaleza del suelo va desde grava con arena hasta arcilla.

Mollisoles o aluviones de tendencia laterítica:

Ocurren en la llanura, entre los cerros y los terrenos con bosque anegados. Las diferencias vienen dadas por el tipo de materiales y por el régimen de drenaje.

1. Aluvión anegable: Corresponde a materiales finos arcillosos en las capas inferiores, con gravilla o arena y limo en la superficie. Su estructura original muy alterada por la acción de los cangrejos, que extraen la arcilla del manto inferior y la revuelven con el limo y arenas de arriba. Son fértiles pero limitados en su uso por anegamiento estacional. Son de relieve plano pero con ondulaciones creadas por el drenaje superficial: con muchos nacientes de agua. Tienen problemas de aereación: por el mal drenaje al ser planos y por la alta precipitación, formándose una pequeña capa de agua sobre la superficie. También incluye a que hacia esas áreas drenan los potreros, anegándose parcialmente. La respuesta al anegamiento se detecta en el fuerte desarrollo de gambas por los árboles y a la abundante proliferación de cangrejos. Si los materiales originales eran aluviones arenoso-limosos tienen un color pardo claro a grisáceo; si estos materiales son transportados por el escorrentia superficial desde los cerros, el color predominante es pardo rojizo.

2. Aluvión drenado: El resto de las llanuras es un suelo bien desarrollado que se origina de capas de arena y limo. Se presenta así un suelo pardo oscuro a amarillento, bien drenado, aereado y fértil, con buenas condiciones laborables, con una buena proporción de arcilla. Responde muy bien al abonado y presenta una buena capacidad de intercambio de bases. Dado el régimen de alta lluvia y temperatura, le va bien el abonado orgánico que mejora su estructura, aereación y retención de nutrientes.

Entisoles: (Fotos Nº 8, 9 y 10)

Suelo pesado, arcilloso, impregnado de agua e inundado periódicamente. El horizonte superior es la arcilla laterítica transportada y el horizonte inferior es una arcilla gris rica en sulfuros. El suelo es fuertemente aireado y escurrido por las galerías profundas de cangrejos azules y los tajalines. Estos transportan a la superficie la arcilla gris.

Se inunda estacionalmente y permanece húmedo en la época seca. Por la ubicación de las orillas de bocas de río y con influencia del mar, las arcillas están enriquecidas por iones. Es un suelo fértil pero con limitaciones de drenaje, aireación y acúmulo de sulfuros tóxicos. Sobre él se ha desarrollado en parte manglar, en parte corozal o un bosque anegado.

3.4.4

Serie 4. Suelos Gley húmicos y de manglar:

Se ubican en los terrenos de anegamiento por agua dulce o con influencia de mareas, que ocupan las changuas o marismas y los manglares. Ocupan el último nivel de sedimentación de materiales lavados por la escorrentía laminar o los ríos y quebradas. De ahí que los materiales son más finos de naturaleza arcillosa, a veces mezclados con limo y secundariamente con arena.

Son de color gris oscuro o negruzco, ácidos o salinos. Sobre ellos proliferan cangrejos los cuales retornan los nutrientes a la superficie. Pero su problema de inundación los hace inútiles para el uso agrícola.

En su condición natural están cubiertos de manglar, palmares de yolillo y algunas especies correspondientes a los bosques pantanosos. Esto por la razón de ocupar los depósitos de lodo (limos y arcillas) las áreas detrás del cordón litoral y las fasetas de viejos cauces, donde las inundaciones, la acción de las mareas y la erosión laminar va depositando esos materiales finos.

3.4.5

Serie 5. Suelos de cordón litoral:

En general el cordón litoral en esta zona es muy angosto. Aún donde se ha desarrollado una faja litoral relativamente ancha como en Uvita y Playa



FOTOGRAFIA # 8:

La serie de suelos azonales gley-húmicos arcillosos, son  
construidos de materiales más finos. Ocupan áreas de anegamiento.  
En este caso se presenta un perfil de transición entre suelos  
aluvionales pedregosos y arcillosos. Una cama de grava sobre la  
que se deposita suelo laterítico transportado. Típico de vega  
baja de río.



FOTOGRAFIA # 9:

Este suelo presenta algún residuo pedregoso en el fondo, sobre el que se han depositado dos horizontes arcillosos. Uno gris, viejo; uno rojizo, más reciente. Hay acción fuerte de cangrejos azules *Cardisoma crassum*. Es semiinundable, por acción pluvial y mareal.



FOTOGRAFIA # 10:

Suelo arcilloso anegado. Un horizonte uniforme de arcillas depositadas, de profundidad variable y sometido a inundación mareal. El efecto de cangrejos violinistas (*Uca spp*) es muy fuerte.

Hermosa, el cordón litoral refleja la fuerte influencia del proceso de construcción de suelos en las terrazas posteriores.

Esto hace que en muchos sitios lo que existe es una terraza de piedraplen con arena encima, a veces mezclada con restos de suelo laterítico derrumbado de terrenos elevados adyacentes. En otros sitios son camas de cantos lenticulares, aplanados por la acción marina, sobre los cuales se deposita arena.

Toda esta serie de materiales realmente no se consideran suelo por lo primigenio del material y por la elevada movilidad que presentan por las grandes mareas, inundaciones o bajadas de agua por las laderas de acantilados.

#### Inceptisoles del cordón litoral:

En el resto del cordón litoral donde el proceso de acreción ha estabilizado arenas, se distinguen dos tipos de suelo: generalmente paralelos a la línea de costa, en la parte posterior a la berma.

#### Inceptisol reciente:

Suelos arenosos litorales recientes. Se caracterizan por ser suelos poco desarrollados, no tienen horizontes diferenciados y presentan muy poca meteorización. Estos suelos jóvenes reciben una gran influencia marina por depositación de arenas provenientes de la berma y aerosoles marinos. Son suelos minerales con muy poca humificación por lo cual son poco retentivos de la humedad y muy susceptibles a la erosión eólica y al lavado. Estos suelos se localizan en la parte inmediata posterior a la berma. En algunos sitios esta unidad está sometida a un proceso de salinización y cuentan con un horizonte inferior impermeable, arcilloso y gris de origen manglárico. Estos suelos presentan procesos de pedoflucción provocada por cangrejos y tienen alto drenaje.

#### Inceptisoles semi-maduros:

Suelos arenosos litorales poco meteorizados. Estos suelos arenosos son un poco más evolucionados que el anterior, no cuentan con horizontes diferenciados, pero en la superficie tienen un poco de humus y en su perfil algo de limos y arcillas provenientes de la descomposición

de sedimentos en su superficie. Estos suelos están sujetos al anegamiento ocasional y presentan el fenómeno de pedoflucción por acción de cangrejos. Se localizan en forma paralela a los anteriores.

Es un inceptisol desarrollado por la meteorización de playones arenosos con alguna influencia limosa de las inundaciones de ríos. En el fondo puede ocurrir camas de cantos lenticulares trabajados por el oleaje y producto de la descarga fluvial. En general bien aireados, arables, fértiles con buena respuesta al abonado y mejoran mucho al agregarles materia orgánica. Esta se descompone muy rápido pero mejora la retención de nutrientes. El proceso de pedoflexión retorna minerales y humus iluviado a la superficie. De tal manera que la agricultura sobre el suelo es subsidiada por la acción de los cangrejos. Pero este mismo proceso de reciclaje puede volverse negativo por la excesiva infiltración en las galerías y por el socavamiento que provocan sobre las plantas grandes. Esto indica que los cangrejos deben controlarse a niveles compatibles con los cultivos.

#### 3.4.6 Bibliografía:

- Pérez S. Alvarado, A y Ramírez E. 1978. Asociación de subgrupos de suelos en Costa Rica .OFSA.
- Salas D, S. 1985. Estudio Ambiental: Suelos. En Monitores S.A. Plan Regulador de Playa Barú.
- Salas D, S. 1987 Estudio Ambiental: Suelos. En DEPPAT S.A. Plan Regulador de Playa Hermosa.
- Salas D, S. 1990./ Estudio Ambiental: Suelos. En DEPPAT -ICT, Plan Regulador Parcial de Playa Dominical.
- Salas D, S. y Montoya M. 1990. Estudio Ambiental: suelos. En DEPPAT S.A. Plan de uso del suelo de Playa Tortuga.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CARRETERA COSTANERA SUR.

## SECTOR BARU - PALMAR NORTE

Proyecto MOPT - KFW.

Cap.3 - Acapite 3.5  
Clima

Realizado por:  
Dr. Wilhem-Gunther Vahrson

SINERGIA 69

### 3.5.- Clima

#### 3.5.1. Aspectos Generales

La Vertiente Pacífica de Costa Rica cubre más del 50% de la superficie nacional y se localiza en la parte occidental del mismo.

Esta presenta un régimen de precipitaciones bien definida, una estación seca y una estación lluviosa, con una disminución en las lluvias en julio y agosto. Sin embargo la duración de los períodos seco y lluvioso en las diferentes regiones de la vertiente obedece en gran parte al desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (Chacón, 1990).

Asimismo según Pastrana (1979), la distribución mensual de las precipitaciones en el período lluvioso está vinculada a los desplazamientos de la ZCI que en este período se encuentra en su posición más septentrional, a la disminución de los vientos alisios, y al efecto de brisas de mar en la costa del Pacífico que alcanza a producir un flujo neto del mar hacia tierra. Esta brisa es un mecanismo generador de convección, lo cual contribuye a que se originen diversos fenómenos, principalmente ciclones tropicales, los cuales influyen directamente en el régimen de precipitaciones de las diferentes regiones de la Vertiente.

Dentro de la Región Pacífico Sur de la Vertiente Pacífica se ubica el área en estudio (segmento Barú-Palmar Norte). Las características climáticas generales de esta región son las siguientes: debido a la diversidad de formas topográficas y a la acción de la misma, la precipitación promedio anual varía bastante. En la zona costera ésta oscila entre los 3000 y 4000 mm anuales. En el Valle del General se presenta el mínimo de precipitación de la región con 2200 mm anuales.

Esta región al igual que toda la Vertiente presenta dos estaciones bien definidas (período seco y período lluvioso). El período lluvioso se extiende de abril a diciembre y el período seco de enero a marzo, siendo los meses de transición abril y diciembre entre ambos períodos. El mes más lluvioso suele ser octubre y el más seco es febrero. (I.M.N, 1989)

Sin embargo la duración de estos períodos en algunos años se ven afectados por la ocurrencia del Fenómeno de El Niño; el cual altera la estación lluviosa presentándose de manera irregular y produciendo una prolongación del "Veranillo" de fines de junio hasta fines de agosto. En algunas ocasiones las lluvias se reinician hasta principios de setiembre y finalizan en octubre, comenzando una estación seca larga provocando que la estación lluviosa siguiente se inicie tarde (Ramírez, 1986).

Otros efectos de este fenómeno pueden observarse en una disminución de las precipitaciones, en la humedad relativa y en el número de días con lluvia, así como un aumento en la temperatura y la evapotranspiración potencial (Chacón, 1990).

El periodo del año con la mayor frecuencia de temporales son los meses de setiembre y octubre (Manso 1981). Durante estos meses se dan con cierta frecuencia huracanes en el mar Caribe. Estos huracanes, o estos centros de baja presión atmosférica importantes en el Caribe, provocan muchas veces que la dirección predominante de los vientos sea invertida y que predomine un flujo del aire hacia el este. Este flujo del aire húmedo que proviene del Océano Pacífico, al tener contacto con las filas montañosas, se convierte en temporales importantes, liberando grandes volúmenes de aguas. Ejemplos de este fenómeno son los huracanes Kattie (octubre 1955), Gilbert (setiembre 1989) y Joan (octubre 1989). Sin embargo, no todos los temporales en el Pacífico Sur son efectos indirectos de los huracanes: Hernando (1990), mostró en el caso de las inundaciones que afectaron a Ciudad Neilly que de 7 eventos que provocaron inundaciones, 4 estaban relacionadas con efectos indirectos de diferentes huracanes mientras el resto correspondía a lluvias intensas sin relación con un huracán, o sea, a condiciones normales de la época lluviosa en esta zona.

Las temperaturas en esta región oscilan entre los 22º C y 30º C en las cercanías a las costas y disminuyen hacia las partes más altas. Presentándose las máximas temperaturas en los meses correspondientes al periodo seco y las mínimas durante el periodo lluvioso.

La construcción de una nueva carretera normalmente no afecta directamente las condiciones climáticas en una zona, y la construcción de la costanera sur no va a presentar una excepción. Cuando los cambios introducidos por una nueva carretera en cuanto al uso del suelo son grandes, este cambio puede afectar las condiciones climáticas. Ejemplo de ello son los cambios en la selva amazónica por la deforestación. En el caso de la Costanera Sur, este tipo de cambio no es de esperar. Primero, porque la zona directamente afectada y alterada por la carretera, no es muy extensa, y segundo, porque el clima de esta zona depende en primer lugar del océano Pacífico y de su influencia marítima. Cambios microclimáticos, por ejemplo de la humedad relativa o de la temperatura, inducidos por un cambio del uso de la tierra, son posibles.

Por el otro lado, una carretera nueva puede ser afectada altamente por las inclemencias climáticas, y en mayor grado por lluvias de altas intensidades y por lluvias prolongadas. Por lo tanto, el énfasis de este capítulo es un análisis de la precipitación, de la frecuencia de ella y de las intensidades por

un lado, y de los efectos posibles en cuanto a escorrentia, y recarga.

### 3.5.2 Materiales

El análisis de datos de precipitación se basa en los valores máximos diarios de diferentes estaciones del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y de una estación privada (Hacienda Barú) (Cuadro No.1) dándose énfasis en la estación Palmar Sur por contar con un largo período de registro de diferentes parámetros, (Precipitación, temperatura, viento, humedad relativa).

Además se utilizaron las otras estaciones con el fin de caracterizar climáticamente todo el sector en estudio, analizando también diferentes parámetros como: días con lluvia y cantidades máximas diarias a nivel anual para períodos de retorno de 2 hasta 200 años etc.

Para el análisis de intensidades de duración y frecuencia de 5 minutos a 72 horas, se utilizan las estaciones pluviográficas Alto San Juan y Palmar Sur; estaciones representativas de la zona, por contar con registros que permiten analizar las intensidades de las lluvias las cuales han registrado eventos extremos importantes como lo es el Huracán Joan, que registró precipitaciones de 475 mm en 24 horas y para 5 días 850 mm en la estación Alto San Juan. Este evento causó altas precipitaciones en la zona ocasionando aumento en los caudales provocando deslizamientos e inundaciones afectando varios poblados de la región.

CUADRO Nº 1

NOMBRE	No.	TIP.	LAT.	LONG.	ELEV.	REG
Palmar Sur	98002	A	8 57' 83	28'	16	43-
A. San Juan	98032	FG	9 20' 83	44'	1040	72-
Tinamaste	96001	FG	9 18' 83	47'	680	82-88
Hda. Barú	Sin	PV	9 17' 83	50'	10	81-
Agua Buena	98058	PV	9 13' 83	41'	1180	75-

Fuentes: I.M.N - I.C.E

### 3.5.3. Precipitación Mensual y Horaria.

La precipitación anual llega a 4720 mm en la estación Barú, y a 3707 mm en la estación Palmar Sur. En ambos casos se da una distribución mensual de las lluvias como la expuesta en el

## CLIMOGRAMA

climograma de la estación Palmar Sur (ver Figura N<sup>o</sup>.1): Existe una época seca claramente definida que comienza en el mes de diciembre con sólo 107 mm y que llega hasta el mes de marzo, con 87 mm. Mientras los meses de mayo hasta noviembre poseen precipitaciones mayores a los 225 mm con el máximo en octubre con 697 mm.

Las figuras N<sup>o</sup> 2 y 3 indican la distribución horario-mensual de la frecuencia y de la cantidad de las lluvias:

En cuanto a la frecuencia:

- se dan los máximos en los meses de setiembre y octubre con valores mayores de más de 15 días para las 17, 18 y 19 horas, o sea, que en estos meses se dan lluvias a estas horas en más de 15 hasta 18 días.

- las 17 horas poseen para un total de 111 casos la más alta frecuencia anual, seguidas por las 18 horas (106 casos), 19 y 16 horas (93 y 92 casos respectivamente) y por las horas 15, 20 y 14, o sea, que la mayoría de los casos de lluvias suceden en las tardes, alrededor de las 17 horas.

- valores bajos (frecuencias inferiores a 5) se dan durante los meses de diciembre hasta abril, y, con las excepciones de los meses de agosto a noviembre, siempre de las 22 horas hasta las 12 horas.

En cuanto a la cantidad de las lluvias:

- se da una distribución parecida: Los valores más altos con más de 50 mm pueden encontrarse en los meses de julio hasta noviembre, a partir de las 14 hasta las 18 horas, con máximos claramente definidos a las 15 horas del mes de octubre (100.9 mm) y a las 17 horas en el mes de Setiembre (93.2 mm).

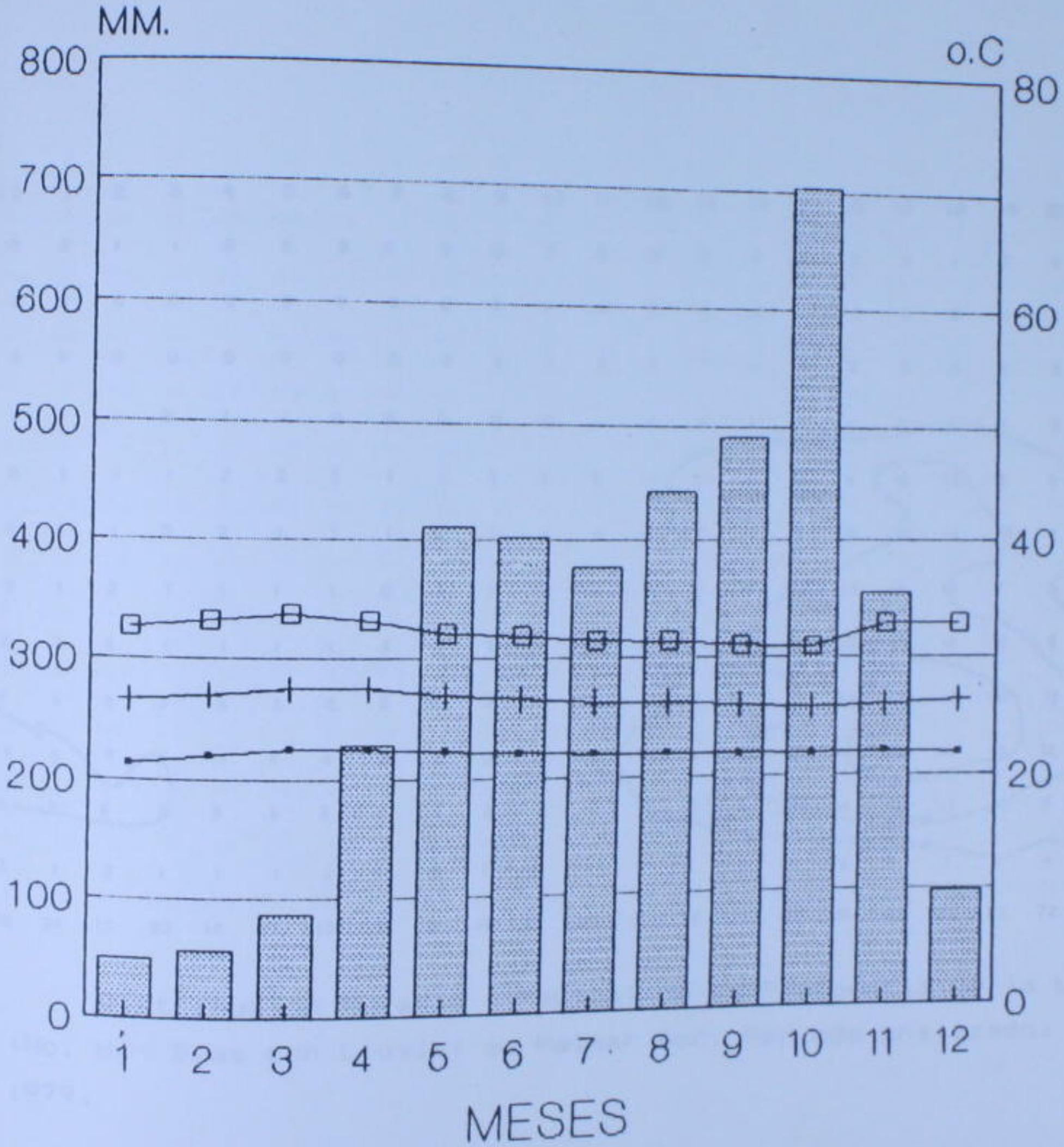
- Otro núcleo de valores superiores a los 50 mm corresponde a las 14 y 15 horas del mes de Mayo. En este caso, el máximo observado es de 74.1 mm.

Estos períodos pueden considerarse como críticos en cuanto a aguas de escorrentía que llegan a la carretera en forma directa o casi directa por quebradas pequeñas con tiempos de concentración cortos. En el caso de las cuencas mayores, hay que tomar en consideración el tiempo de concentración y sumarlo al horario antes indicado.

### 5.5.4. Intensidades Máximas de las Lluvias.

Fig. Nº 1

# CLIMOGRAMA ESTACION PALMAR SUR



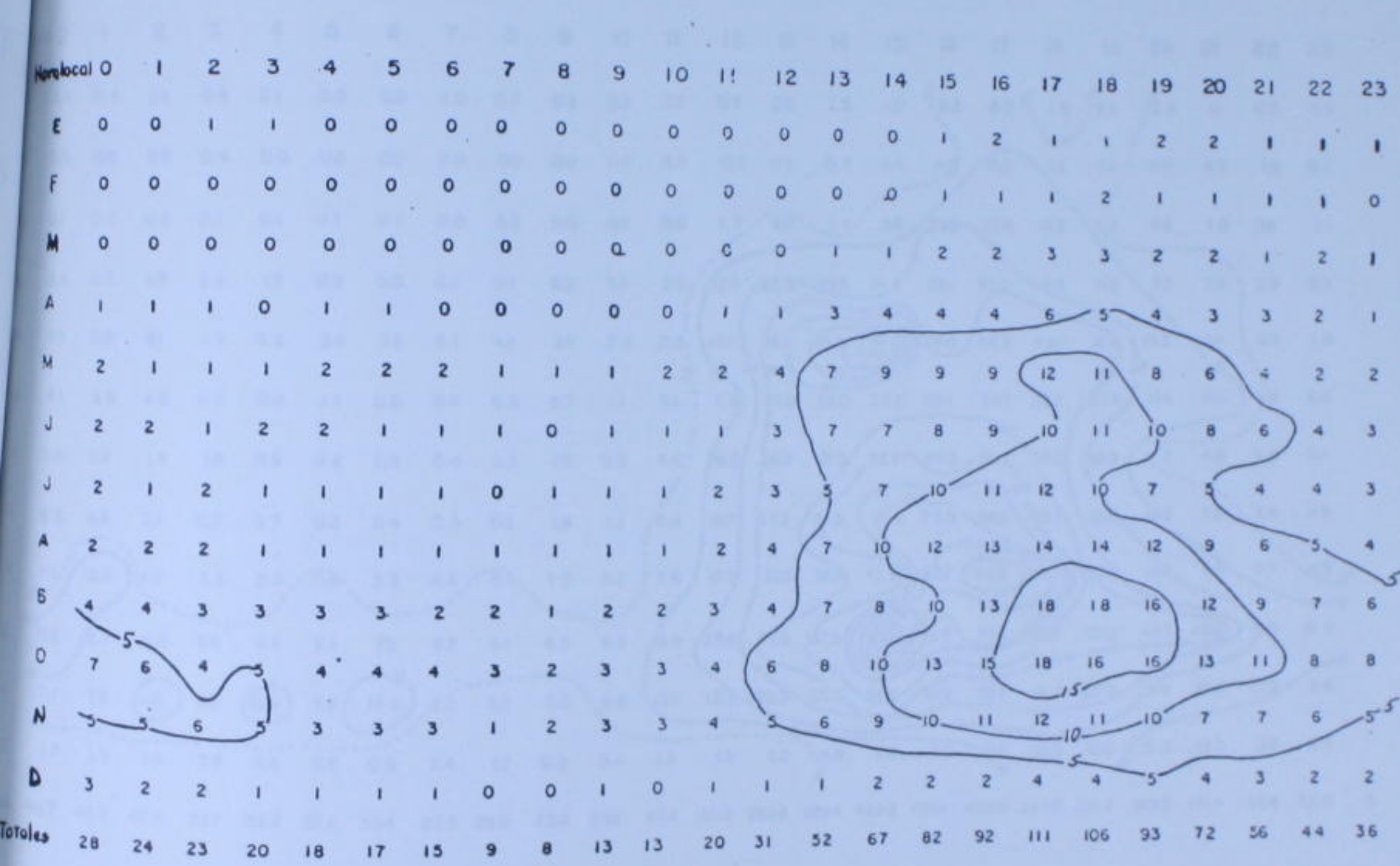
PRECIPITACION

TEMP. MAXIMA

TEMP. PROMEDIO

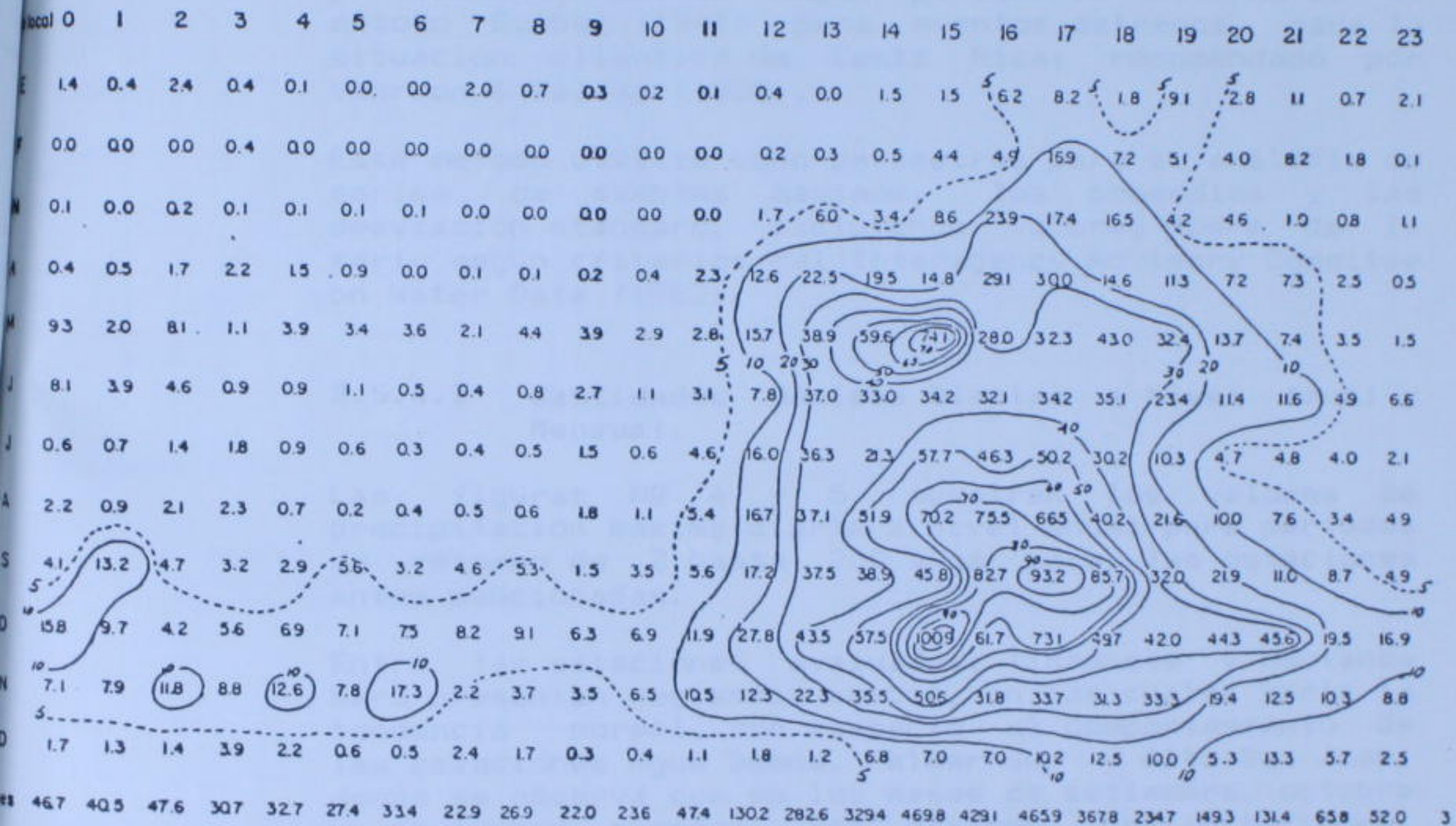
TEMP. MINIMA

Fig. Nº 2



Distribución Horario - Mensual de la Frecuencia de la Lluvia (No. de Días con Lluvia) en Palmar Sur. Periodo analizado: 1974-1979.

Fig. N° 3



Distribución Horario - Mensual de la Cantidad de Lluvia (mm) en Palmar Sur. Periodo analizado: 1974-1979.

Más importantes que los valores promedios de las lluvias, son las intensidades y volúmenes máximos que pueden ocurrir, o sea, los eventos extremos.

#### 3.5.4.1. Métodos

El método aplicado para el análisis de las intensidades y volúmenes máximos según período de retorno es el método Gumbel (1941) para eventos extremos, para la situación climática de Costa Rica; recomendado por Vahrson & Fallas (1988).

Este método utiliza como parámetros para el análisis de series de eventos máximos, los promedios y las desviación standard, excluyendo valores fuera de la serie según criterios del Interagency Advisory Committee on Water Data (1982).

#### 3.5.4.2 CANTIDADES MÁXIMAS DIARIAS A NIVEL ANUAL Y MENSUAL.

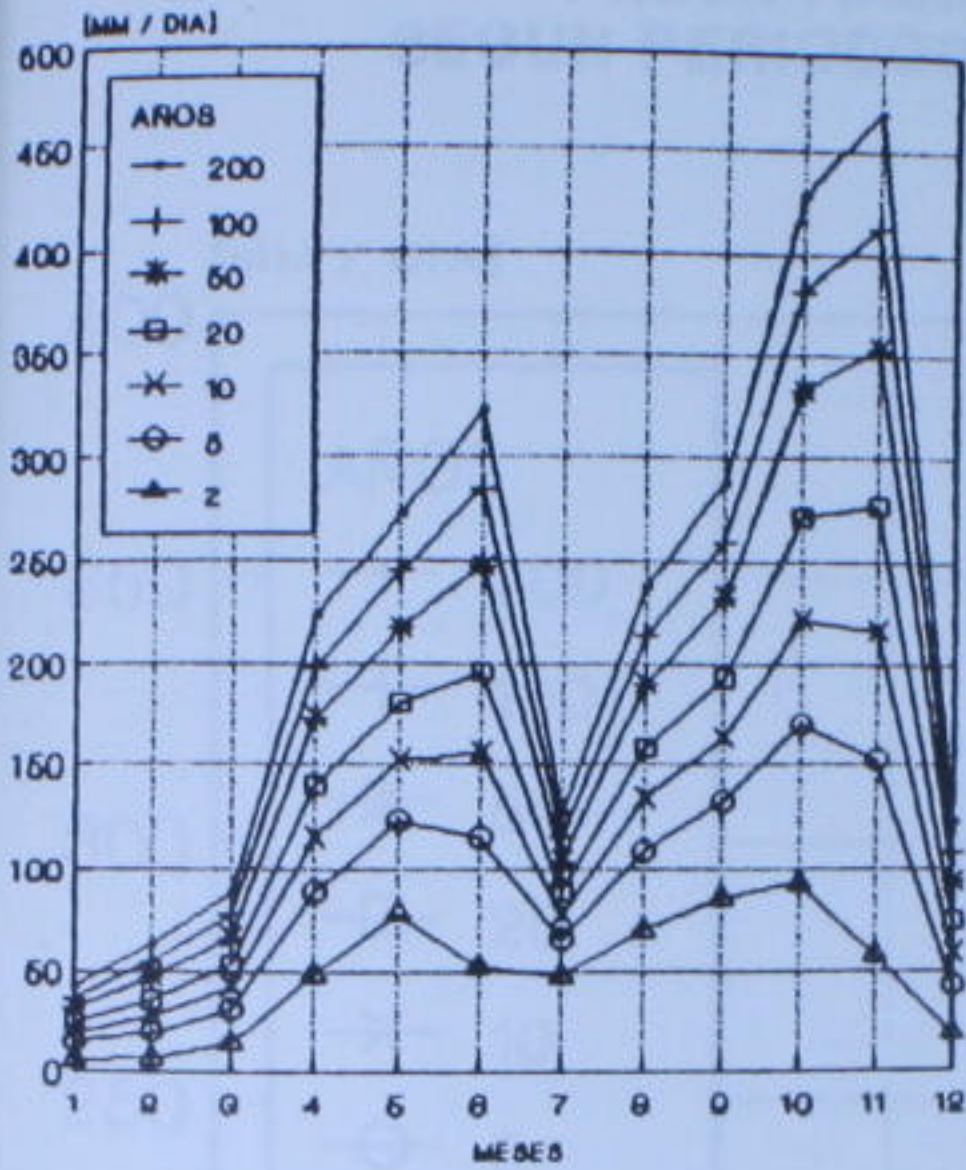
Las figuras Nº 4 y 5 muestran los valores de precipitación máxima diaria a nivel anual para períodos de retorno de 2 hasta 200 años para las estaciones antes mencionadas.

Entre las estaciones evaluadas, Tinamaste y Hacienda Barú presentan registros cortos, en las cuales varía la tendencia normal, con respecto al comportamiento de las estaciones Agua Buena, Palmar Sur y Alto San Juan, donde se observa que en los meses de setiembre, octubre y noviembre suceden las máximas precipitaciones, ubicándose en estos meses las épocas más críticas de todo el año, indicando altas probabilidades de temporales fuertes. Asimismo menciona Manso (1981), que los temporales en el Pacífico tienen una frecuencia máxima en los meses de setiembre y octubre. Un ejemplo claro de ello fue el Huracán Kattie (Oct. 1955), en el Mar Caribe, que afectó a la Vertiente del Pacífico logrando acumular alrededor de 650.0 mm en 3 días consecutivos, con un promedio de 18 horas de lluvia por día.

Dentro del período lluvioso, se da una disminución relativa en las precipitaciones en el mes de julio debido a la presencia del veranillo de San Juan, característico de la zona para esa época. El comportamiento de las precipitaciones en el área de estudio presenta para un período de 200 años valores superiores a 375 mm., principalmente durante el mes de

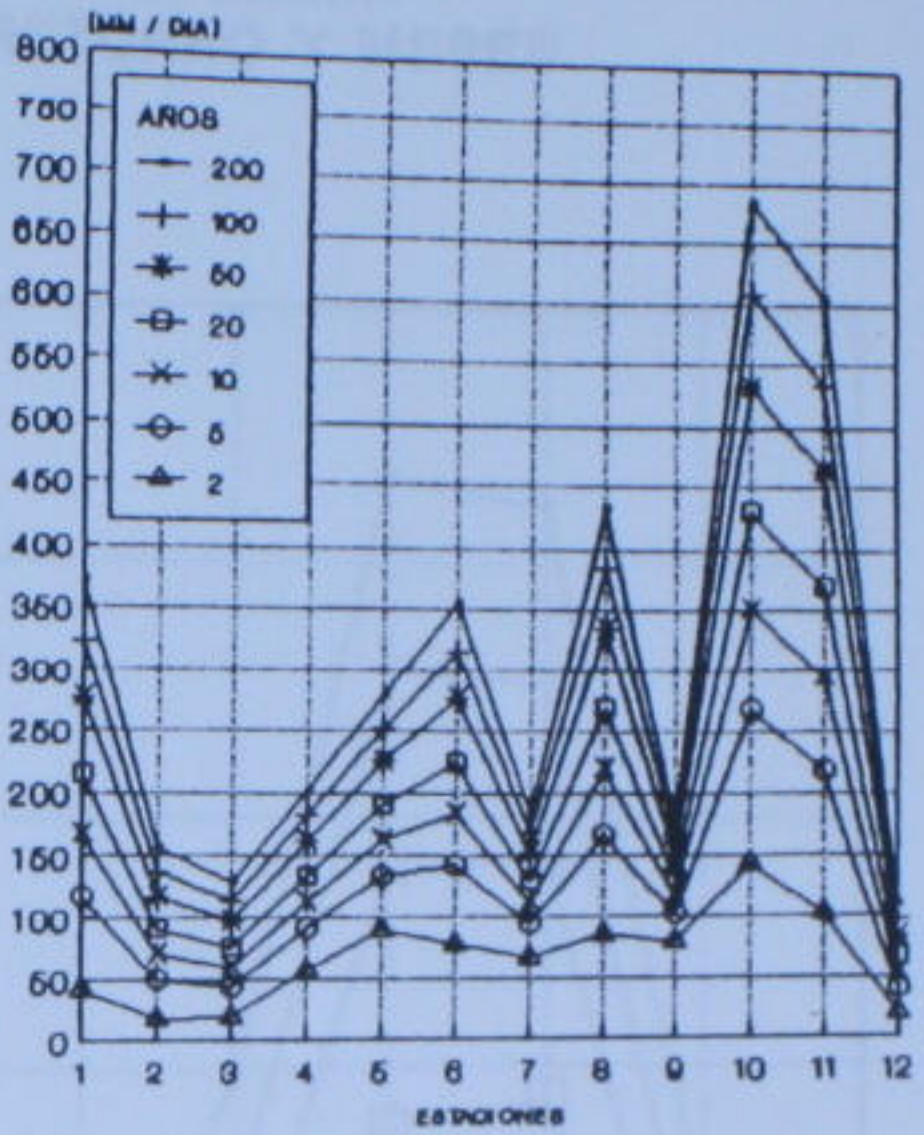
Fig. N° 4

**ESTACION AGUA BUENA**  
 PRECIPITACION MAXIMA DIARIA  
 SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



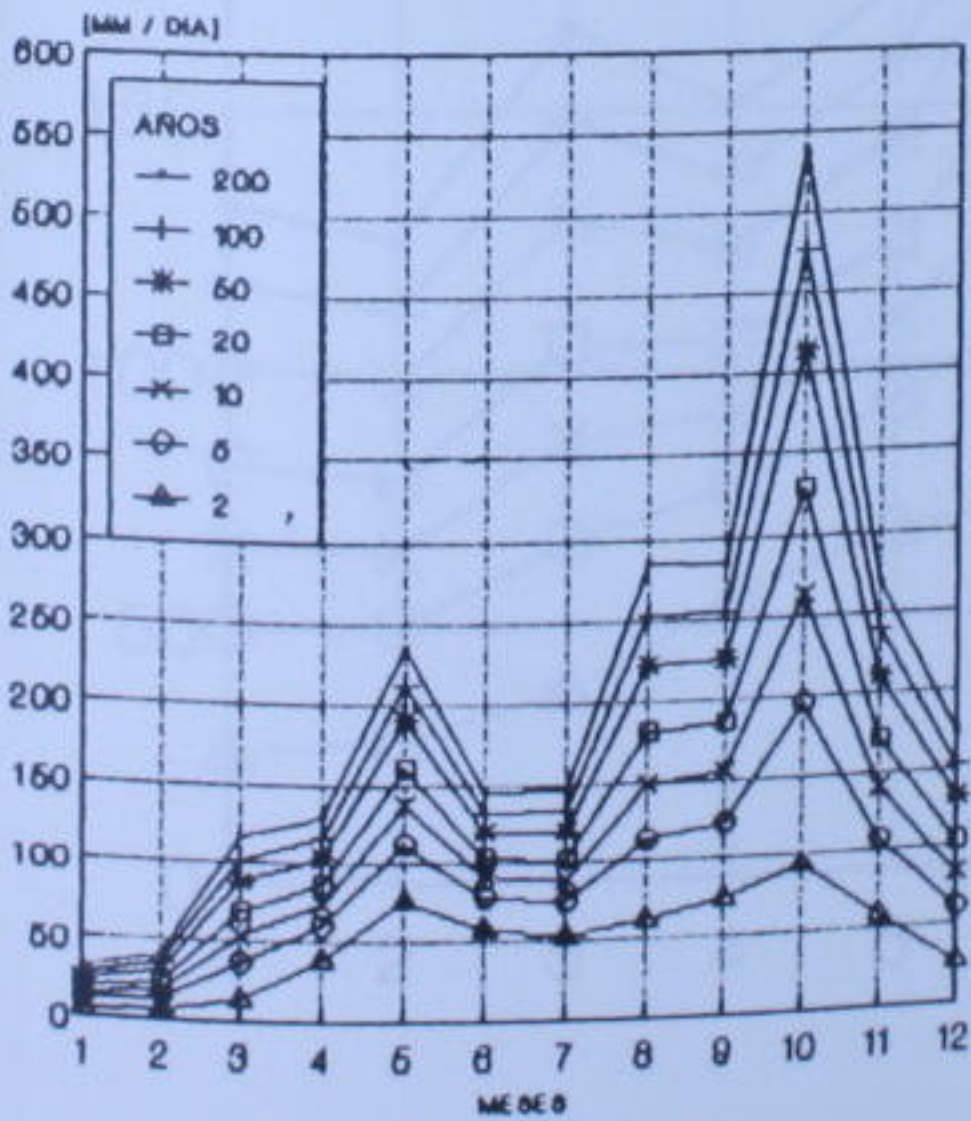
AROS EVALUADOS: 1975-1990

**ESTACION TINAMASTE**  
 PRECIPITACION MAXIMA DIARIA  
 SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



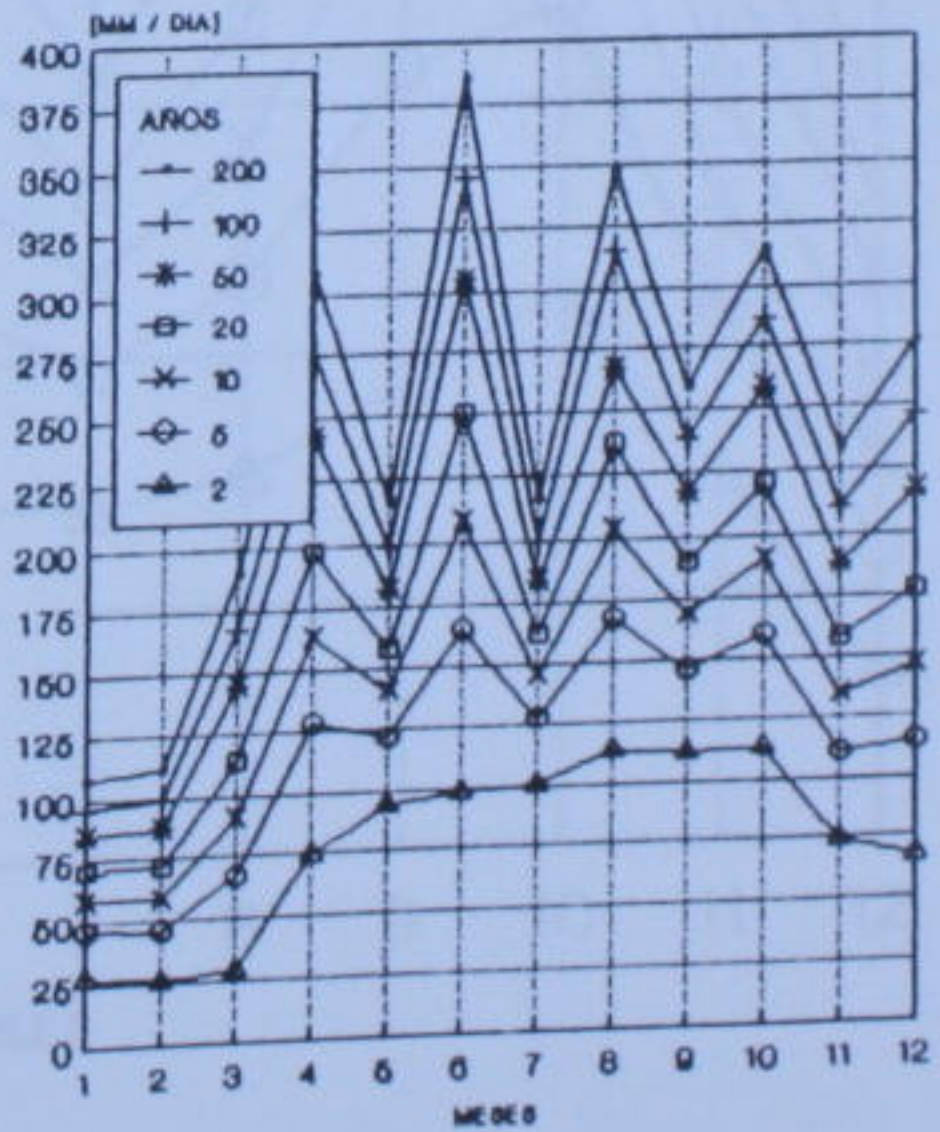
AROS EVALUADOS: 1982-1988

**ESTACION ALTO SAN JUAN**  
 PRECIPITACION MAXIMA DIARIA  
 SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



AROS EVALUADOS: 1972-1990

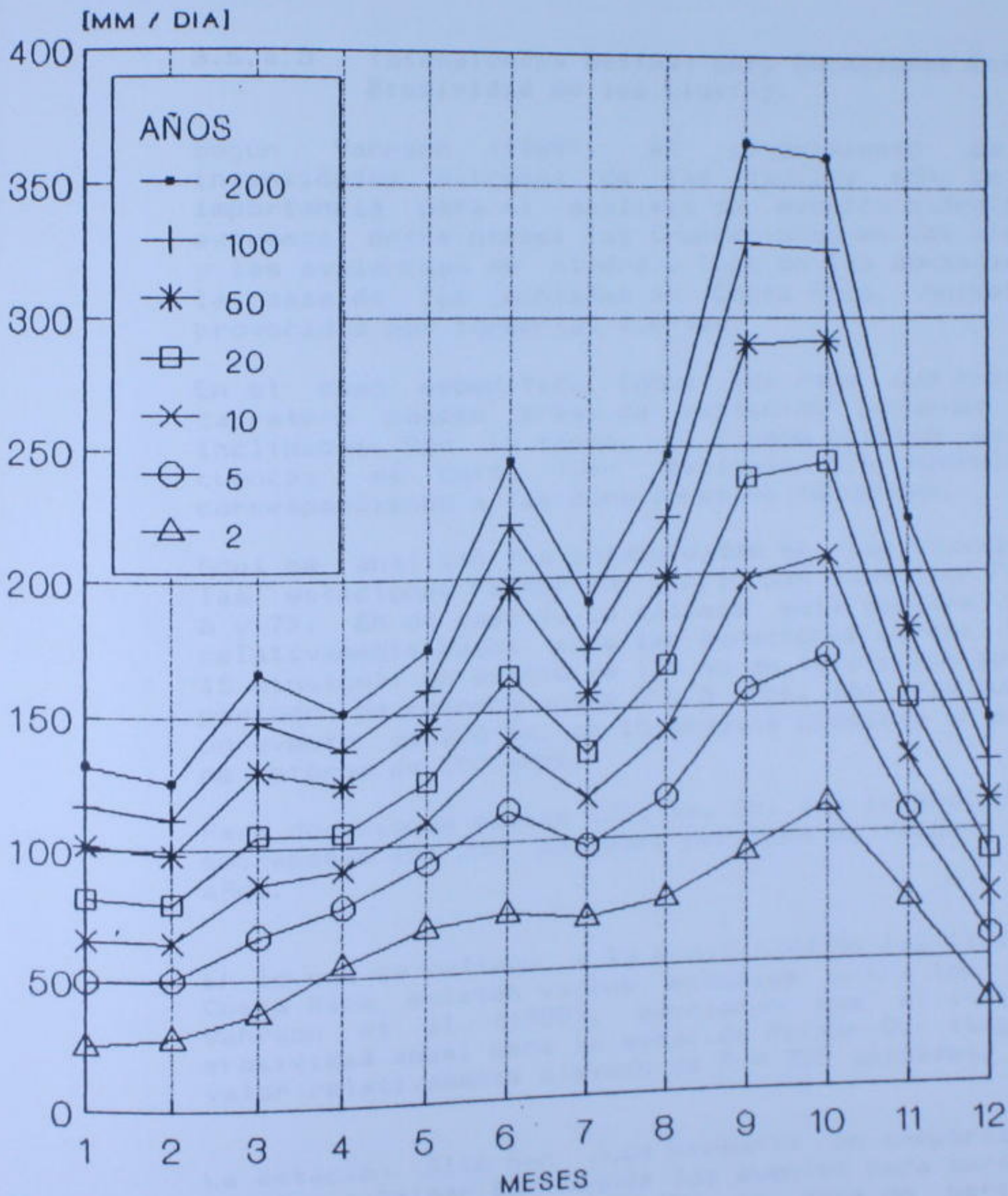
**ESTACION BARU**  
 PRECIPITACION MAXIMA DIARIA  
 SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



AROS EVALUADOS: 1981-1988

Fig. Nº5

### ESTACION PALMAR SUR PRECIPITACION MAXIMA DIARIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO Y MESES



AÑOS EVALUADOS: 1949-1990  
ELABORADO POR VAHRSON, ARAUZ & CHACON

## LLUVIAS MÁXIMAS ANUALES PALMAR SUR RETORNO, DURACIÓN Y FRECUENCIA

octubre, mientras que para los meses de enero, febrero y marzo las probabilidades de ocurrencia de un evento superior a los 200 mm de precipitación para un período de 200 años es baja.

### 3.5.4.3 Intensidades Máximas para Duraciones Cortas y Erosividad de las Lluvias.

Según Vahrson (1989), el conocimiento de las intensidades extremas de las lluvias son de suma importancia para el análisis de eventos hidrológicos extremos, entre otros: las inundaciones en las llanuras y las avalanchas de piedra y lodo en las montañas y en la base de las montañas de Costa Rica. Normalmente provocadas por tormentas fuertes.

En el caso específico, todos los ríos que cruzan la carretera poseen áreas de captación pequeñas y muy inclinadas. Por lo tanto, el tiempo crítico de estas cuencas es corto (ver capítulo 3.6 Hidrología), correspondiendo a las duraciones de tormentas.

Aquí se analizan las intensidades de las lluvias para las estaciones Palmar Sur y Alto San Juan (ver Fig. N° 6 y 7). En el caso de la primera esta muestra valores relativamente bajos para las duraciones cortas (5, 10, 15 minutos). Un evento de 150 mm en 10 minutos posee un período de retorno entre 2 y 5 años, mientras que para un evento de 200 mm. en 15 minutos presenta un período de retorno de 100 años.

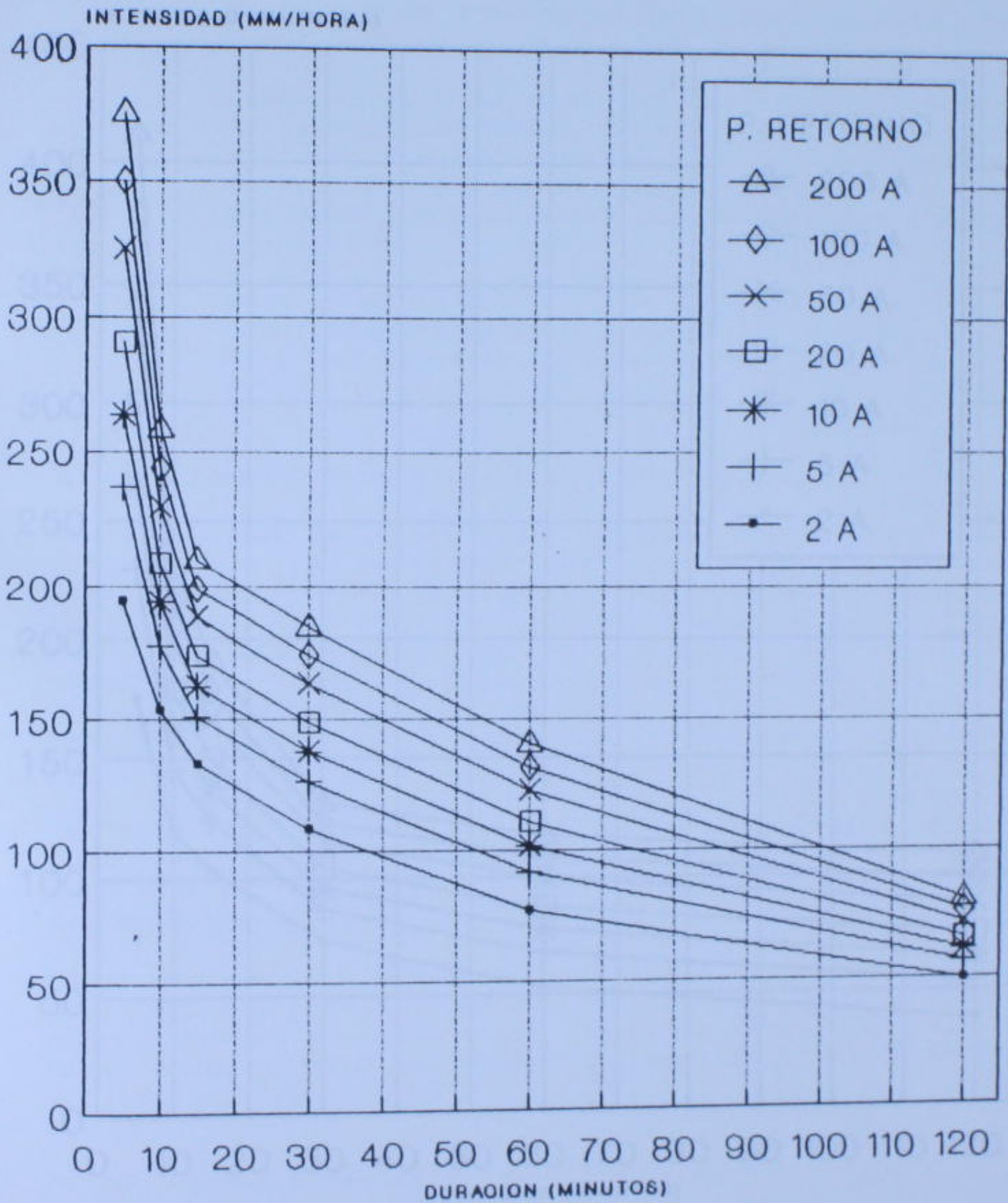
Para duraciones medias (30, 1h, 2h) las intensidades no sobrepasan los 200 mm, para períodos de retorno de 200 años.

En lo que se refiere a la erosividad de las lluvias en Costa Rica existen varios estudios entre los cuales Vahrson et al. (1989), mencionan que el índice de erosividad anual para la estación Palmar Sur llega a un valor relativamente elevado de  $R = 739$  unidades.

La estación Alto San Juan presenta un comportamiento similar a Palmar Sur donde los eventos para duraciones cortas no sobrepasan los 450 mm. para un período de retorno de 200 años (ver Fig. N° 7) En el caso de un evento de 200 mm. en 10 minutos posee un período de retorno de 10 años.

Fig. Nº 6

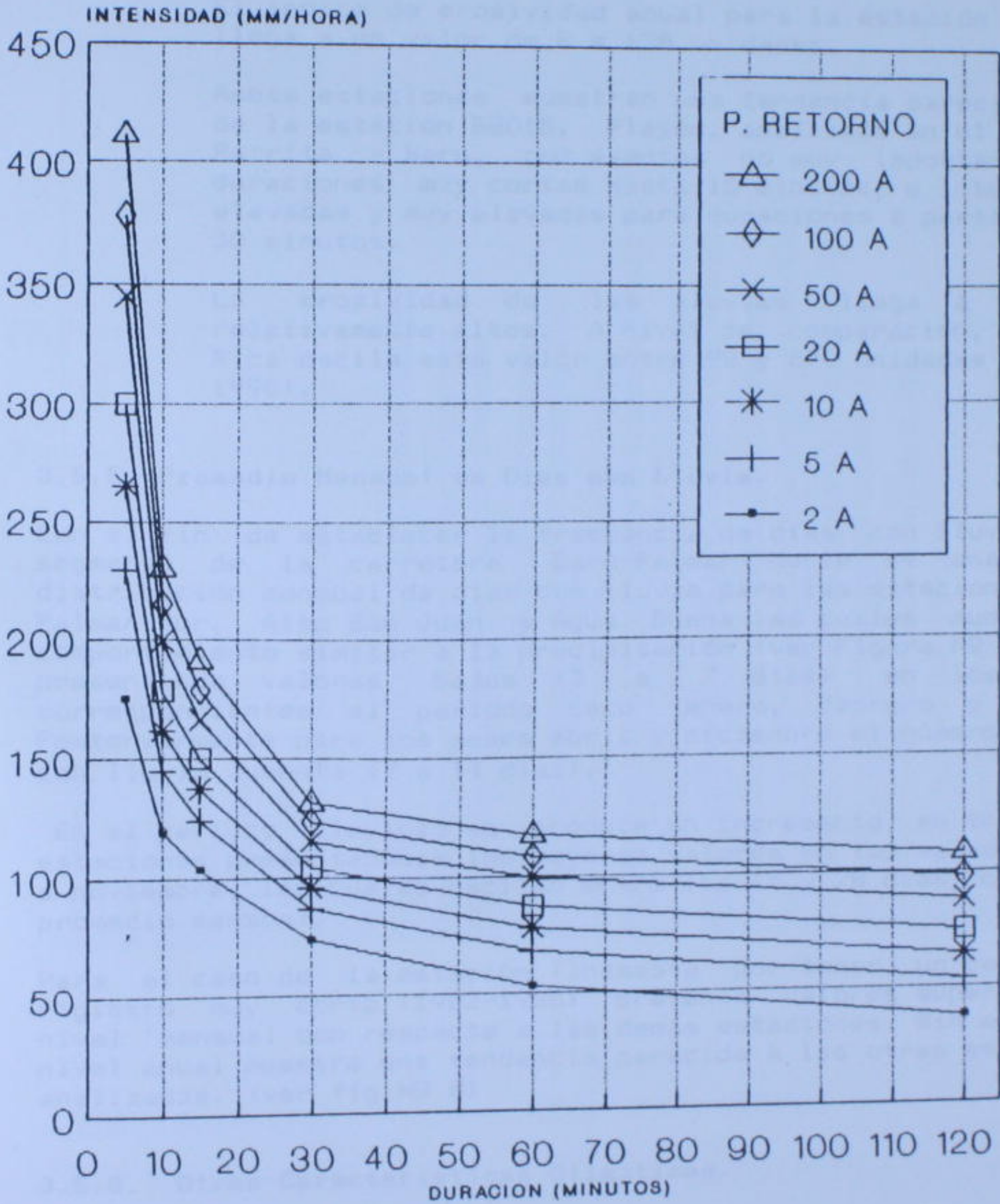
# LLUVIAS MAXIMAS ANUALES PALMAR SUR INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO



ELAB. POR: VAHRSON, ARAUZ & CHACON

Fig. N° 7

# LLUVIAS MAXIMAS ANUALES ALTO SAN JUAN INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA SEGUN PERIODOS DE RETORNO



### PROMEDIO MENSUAL DE DIAS DE LLUVIA.

Para duraciones medias la mayor parte de los eventos oscilan entre 50 y 150 mm. para periodos de retorno de 2 a 200 años.

El indice de erosividad anual para la estación Alto San llega a un valor de  $R = 628$  unidades.

DIAS

Ambas estaciones muestran una tendencia parecida a la de la estación 88015, Playón, analizada en el trayecto Parrita - Barú, con eventos no muy importantes para duraciones muy cortas hasta 15 minutos, e intensidades elevadas y muy elevadas para duraciones a partir de los 30 minutos.

La erosividad de las lluvias llega a valores relativamente altos. A nivel de comparación, en Costa Rica oscila este valor entre 98 y 870 unidades (Vahrson 1990).

#### 3.5.5. Promedio Mensual de Dias con Lluvia.

Con el fin de establecer la frecuencia de dias con lluvia en el segmento de la carretera Barú-Palmar Norte se analiza la distribución mensual de dias con lluvia para las estaciones Palmar Sur, Alto San Juan y Agua Buena las cuales muestran un comportamiento similar a la precipitación (ver Figura No 8), presentando valores bajos (3 a 7 dias) en los meses correspondientes al periodo seco (enero, febrero y marzo). Posteriormente para los meses abril y diciembre el número de dias con lluvia aumenta (7 a 14 dias).

En el periodo lluvioso se produce un incremento en todas las estaciones presentandose los mayores valores en los meses de mayo a noviembre, los cuales oscilan entre los 15 y 28 dias, como promedio mensual.

Para el caso de la estación Tinamaste por tener un periodo de registro muy corto (1982-1988) presenta valores superiores a nivel mensual con respecto a las demás estaciones. Sin embargo a nivel anual muestra una tendencia parecida a las otras estaciones analizadas. (ver fig No 8)

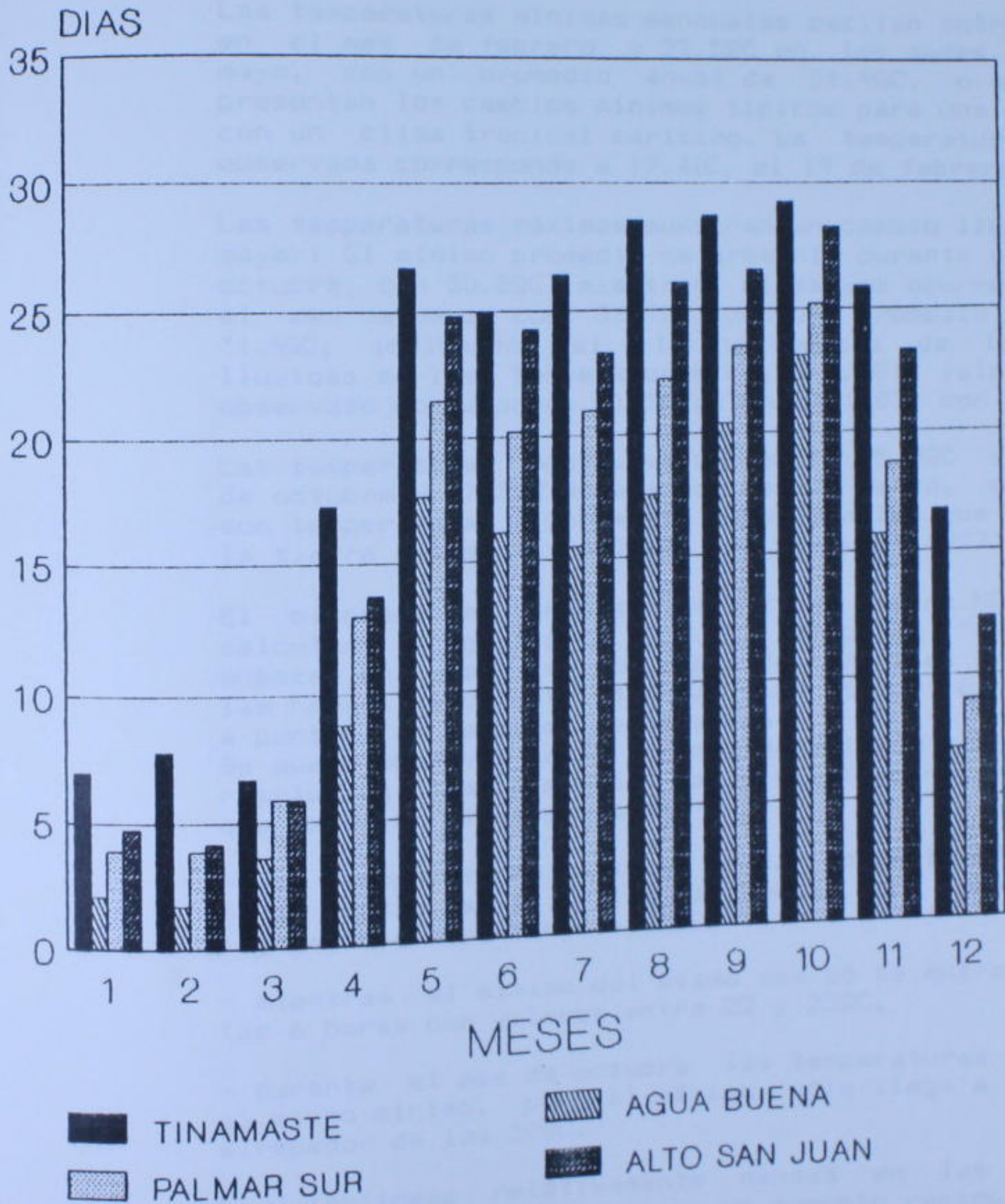
#### 3.5.6. Otras Características Climáticas.

##### 3.5.6.1. Temperatura.

El climograma (ver Fig. No 1) indica la distribución mensual de las precipitaciones (marcando claramente una época seca de diciembre hasta marzo) y la variación de

Fig. N°8

# PROMEDIO MENSUAL DE DIAS DE LLUVIA. COSTANERA SUR



ELABORADO POR VAHRSON, ARAUZ & CHACON

las temperaturas mínimas medias y máximas mensuales. De acuerdo con las reglas para establecer climogramas (ver Weischet 1983), 100 mm de precipitación (eje y) corresponden a 10°C.

Las temperaturas mínimas mensuales oscilan entre 21.3°C en el mes de febrero y 22.5°C en los meses abril y mayo, con un promedio anual de 21.9°C, o sea, que presentan los cambios mínimos típicos para una estación con un clima tropical marítimo. La temperatura mínima observada corresponde a 17.4°C, el 19 de febrero 1976.

Las temperaturas máximas muestran un cambio ligeramente mayor: El mínimo promedio se presenta durante el mes de octubre, con 30.8°C, mientras el máximo ocurre durante el mes de marzo con 33.7°C, con un promedio anual de 31.9°C, indicando así la influencia de la época lluviosa en las temperaturas máximas. El valor máximo observado corresponde al 28 de enero 1983, con 39.5°C.

Las temperaturas medias varían entre 25.8°C en el mes de octubre y 27.5°C durante el mes de marzo, o sea que son temperaturas ligeramente mayores a las que definen la tierra caliente (24-27°C, ver Nieuwolt 1977).

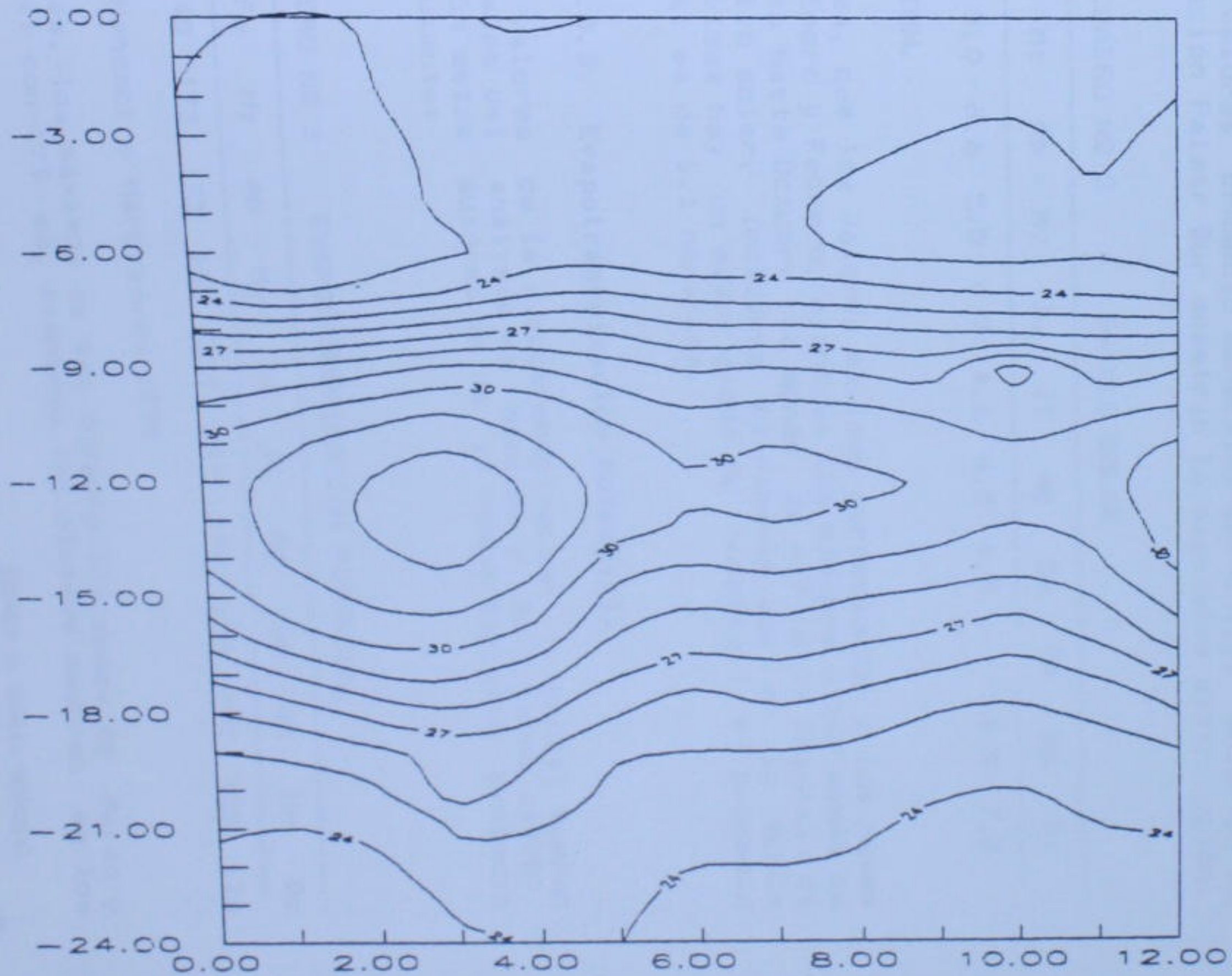
El diagrama de termoisopletas (ver Figura N° 9) fue calculado y graficado con el programa "Surfer" y muestra en su eje (x) los meses del año y en su eje (y) las horas de 0 hasta 24 horas. Las líneas corresponden a puntos con la misma temperatura. Se puede observar aquí con más detalle, o sea con una resolución horaria/mensual la misma tendencia general que se da en el climograma:

- Las temperaturas máximas se dan durante el mes de marzo entre las 12 y las 14 horas, con temperaturas ligeramente superiores a 32°C,
- mientras el mínimo del mismo mes se da entre las 3 y las 6 horas con valores entre 22 y 23°C,
- durante el mes de octubre las temperaturas muestran el mismo mínimo, pero el máximo sólo llega a valores alrededor de los 30°C.

Las isolíneas relativamente densas en las mañanas durante todo el año indican un aumento rápido de las temperaturas después de la salida del sol, mientras en las tardes y las noches el proceso de enfriamiento es más lento, expresado por una distancia creciente entre las isolíneas.

Fig. N°9

PALMAR SUR: TEMPERATURA



Las termoisopletas muestran el comportamiento típico de un clima tropical marítimo: Los cambios durante el día son superiores a los cambios a nivel anual (clima tropical), pero los cambios diarios llegan a sólo alrededor de 100 C (influencia marítima).

Las ligeras diferencias en cuanto a las temperaturas máximas en el diagrama de las termoisopletas y el climograma se debe a registros ligeramente diferentes y al proceso de interpolación de las isoclinas.

### 3.5.6.2. Brillo Solar.

Los valores promedio mensuales del brillo solar en la estación Palmar Sur muestran la siguiente distribución.

CUADRO Nº 2 BRILLO SOLAR

Mes	En	Fe	Mz	Ab	My	Ju	Jl	Ag	Se	Ot	No	Dc
	9.0	9.0	8.0	6.6	5.5	4.7	4.6	4.5	4.5	4.9	7.3	

Fuente: IMN.

O sea, que los valores máximos corresponden a los meses de Enero y Febrero, mientras los mínimos a los meses de Junio hasta Octubre con menos de 4.7 horas diarias de brillo solar, indicando claramente que en la época lluviosa hay un mayor grado de nubosidad. El promedio anual es de 6.1 hora/día.

### 3.5.6.3. Evapotranspiración Potencial.

Los valores de la evapotranspiración potencial fueron tomados del análisis de Hancock y Hargreaves (1978). Según estos autores se da el comportamiento promedio siguiente:

CUADRO Nº 3 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

Mes	En	Fe	Mz	Ab	My	Ju	Jl	Ag	Se	Ot	No	Dc
EPT	143	145	173	173	155	139	147	144	135	132	125	126

Fuente: Hancock y Hargreaves 1978

O sea, los máximos se dan durante los meses de Marzo y Abril con 173 mm, mientras los mínimos ocurren en los

meses de noviembre y diciembre con 125 y 126 mm respectivamente, reflejando una alta correlación con los valores de la temperatura, mientras por la metodología aplicada, la relación con el brillo solar no es clara.

#### 3.5.6.4. Humedad Relativa.

La variación de la humedad relativa promedio mensual durante el año es relativamente baja: Los valores oscilan entre 81% en el mes de febrero y 91% en el mes de octubre, siempre mostrando valores relativamente altos.

La figura Nº 10 muestra una información más detallada con una resolución horario/mensual de las tendencias de la humedad relativa. Aquí se puede observar una tendencia exactamente inversa a la de las termoisopletas:

- los valores menores, entre 68 y 69 %, se dan entre las 11 y las 13 horas de los meses enero, febrero y marzo, coincidiendo con las temperaturas máximas de la época seca,
- mientras los máximos ocurren durante las noches con valores superiores a los 91% (abril - diciembre). Conforme las temperaturas se aumentan durante las mañanas y se reducen durante
- las tardes y noches, se reducen y aumentan los valores de la humedad relativa, causando así una densidad mayor de las isolíneas durante las mañanas y un aumento relativamente lento de la humedad relativa durante las tardes y noches.

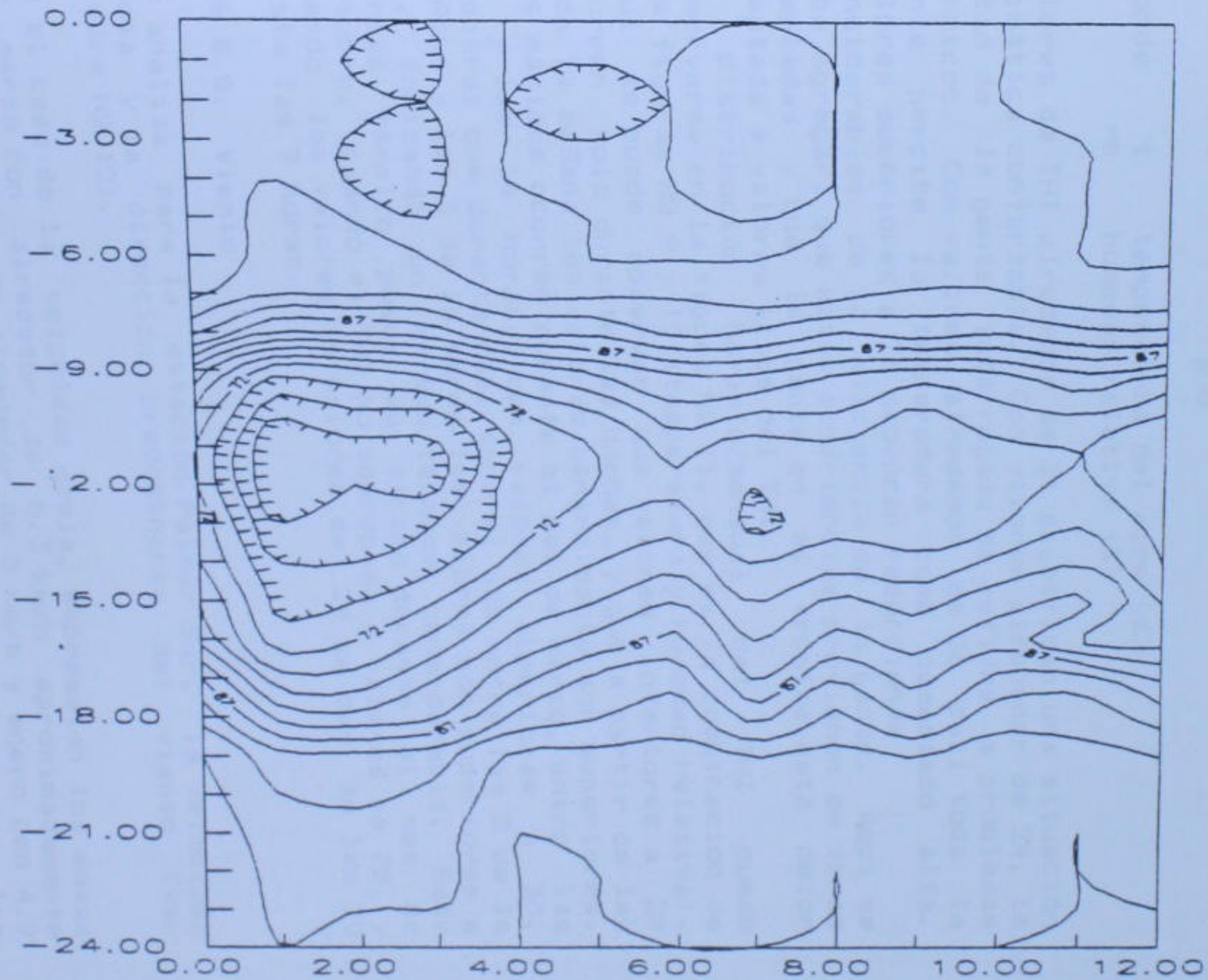
#### 3.5.6.5. Confort.

La temperatura que está percibiendo el hombre, o sea, la temperatura fisiológica, depende en su mayoría de la pérdida de calor del cuerpo. La temperatura fisiológica es por lo tanto una función de la temperatura, de la humedad del aire, de la circulación del aire (viento) y de la exposición directa a la radiación solar (ver Nieuwolt 1977). Mientras los últimos factores (viento, exposición) pueden ser alterados fácilmente, los valores de la temperatura y de la humedad relativa se mantienen constantes.

Para el cálculo de la temperatura fisiológica como función de la temperatura y de la humedad relativa

Fig. N° 10

PALMAR SUR: HUMEDAD RELATIVA



existen varios índices, uno de ellos, según Nieuwolt (1977) el más aplicado es el índice de temperatura y humedad (THI, Temperature - Humidity - Index):

$$THI = 0.8 * t + \frac{rh * t}{500}$$

donde t temperatura del aire (°C)  
rh humedad relativa (%)

Valores de THI alrededor de 21 significan una situación climática confortable. Con valores alrededor de 24, la mitad de la gente interrogada se refiere a problemas térmicos. Con valores alrededor de 26 casi toda la gente percibe la temperatura como demasiado alta. Valores superiores a 26 provocan reducciones considerables de la eficiencia de la gente. Aquí se debe agregar, que estas experiencias provienen de zonas templadas y que la gente en el trópico está mejor adaptada a valores altos del THI.

La distribución horario/mensual del THI puede observarse en la figura Nº 11, que es la combinación de las figuras Nº 9 y 10 (temperatura y humedad relativa). Aquí se puede observar que valores inferiores a 24 ocurren solo durante las noches, y que a partir de las 7 de la mañana los valores generalmente son superiores. Los máximos ocurren durante el mes de marzo, entre las 12 y las 14 horas, con valores superiores a 30, mientras que durante casi todo el año entre las 8 de la mañana y las 5 de la tarde los valores son superiores a 26, indicando un stress térmico considerable. Este stress térmico posee su mínimo durante el mes de octubre, cuando el THI no sobrepasa e valores de 28, y cuando los valores inferiores de 24 se dan de las 20 hasta las 7 horas.

#### 3.5.6.6. Viento

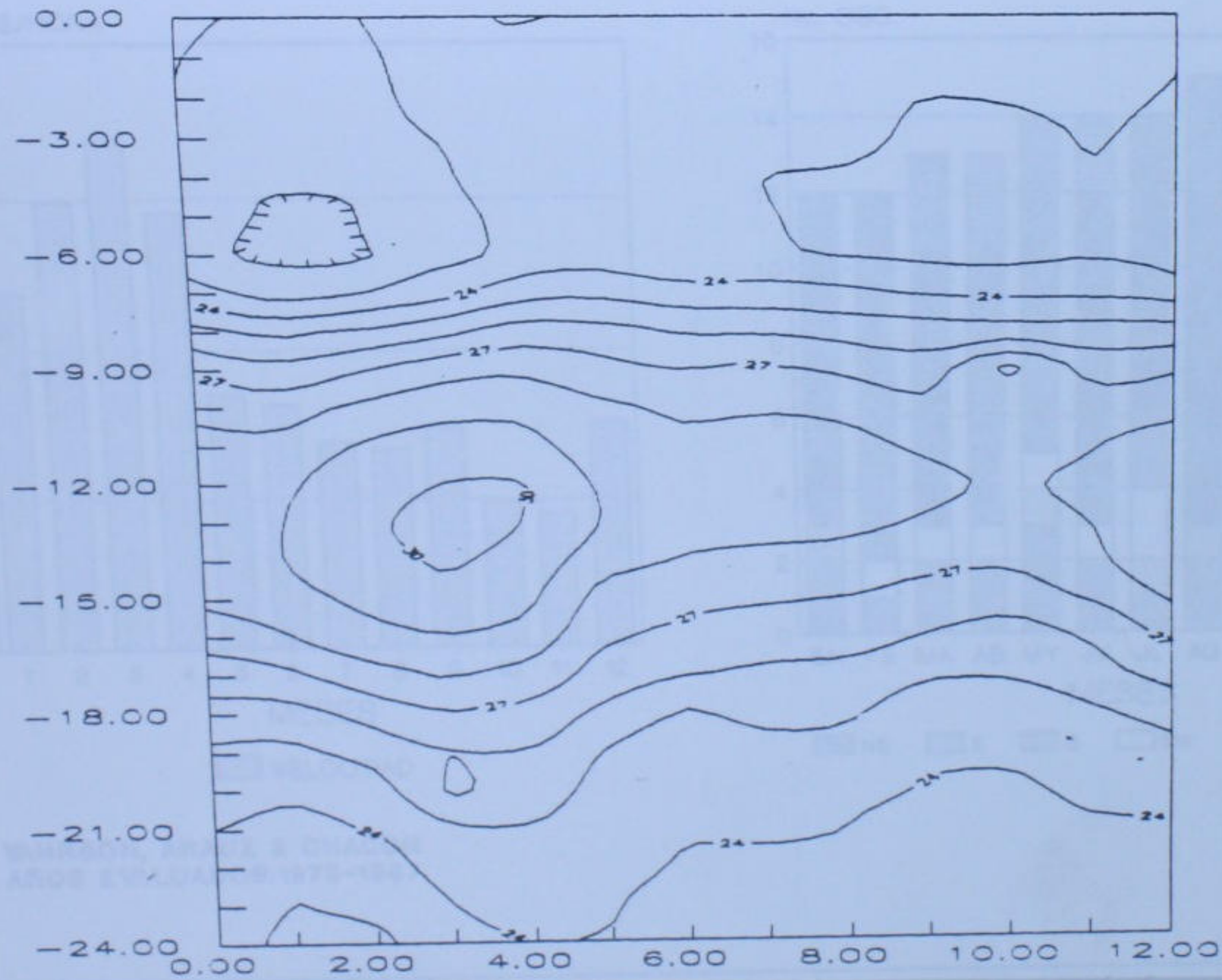
Se analiza para la estación Palmar Sur, la velocidad media y la dirección predominante del viento (ver figura Nº 12).

En el caso de la velocidad media, sobresalen los meses de marzo con alrededor de 5.3 Km/h aproximadamente febrero y abril con alrededor de 5 Km/h y enero con 4.7 Km/h. Mientras que los demás meses no sobrepasan los 4.5 Km/h. O sea, que las velocidades de los vientos mensuales pueden considerarse como bajas.

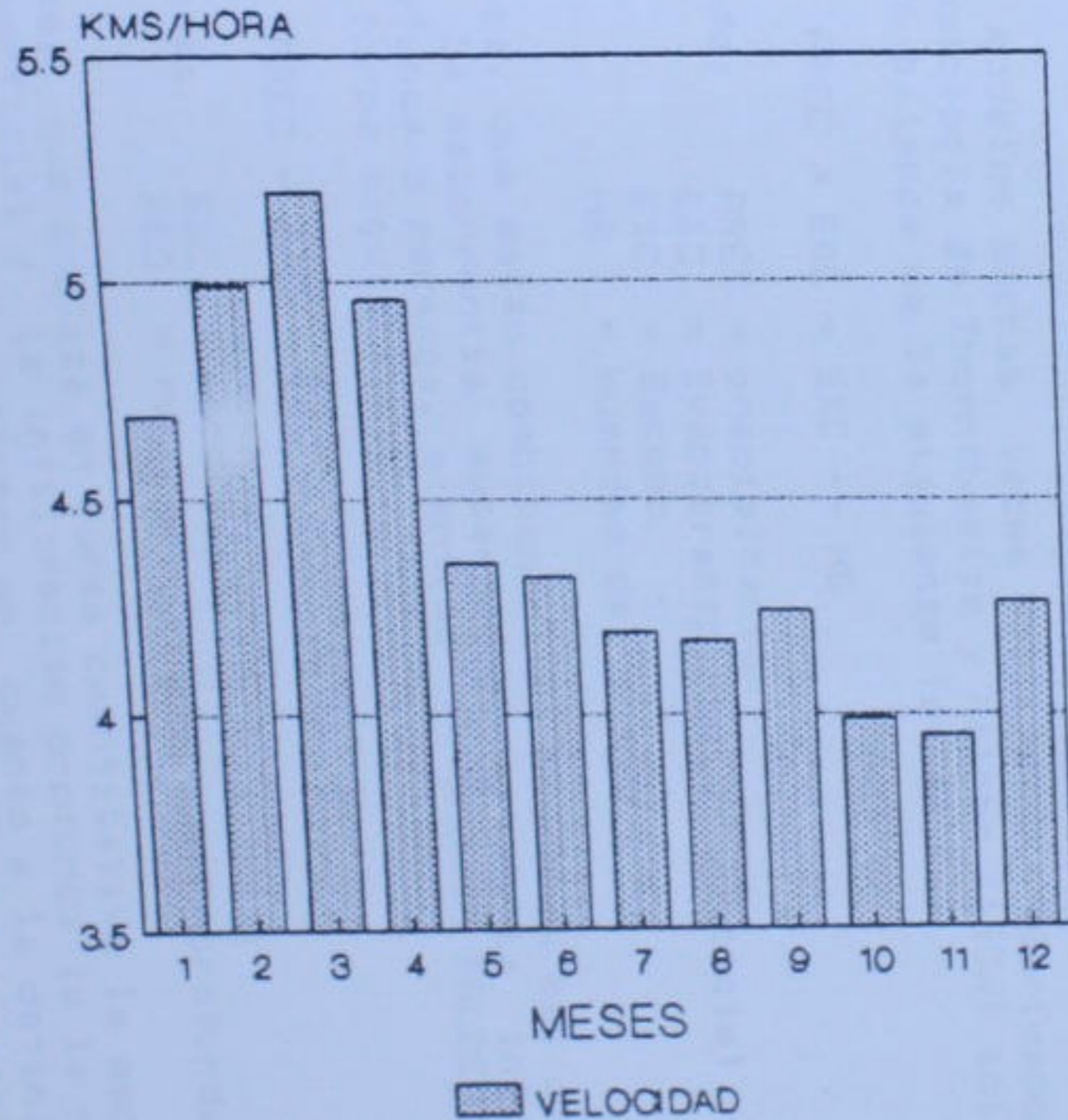
Las máximas velocidades del viento se registran en el

Fig. Nº II

PALMAR SUR: CONFORT



### VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO ESTACION PALMAR SUR



VAHRSON, ARAUZ & CHACON  
AÑOS EVALUADOS: 1978-1987

### DIRECCIONES PREDOMINANTES DEL VIENTO ESTACION PALMAR SUR

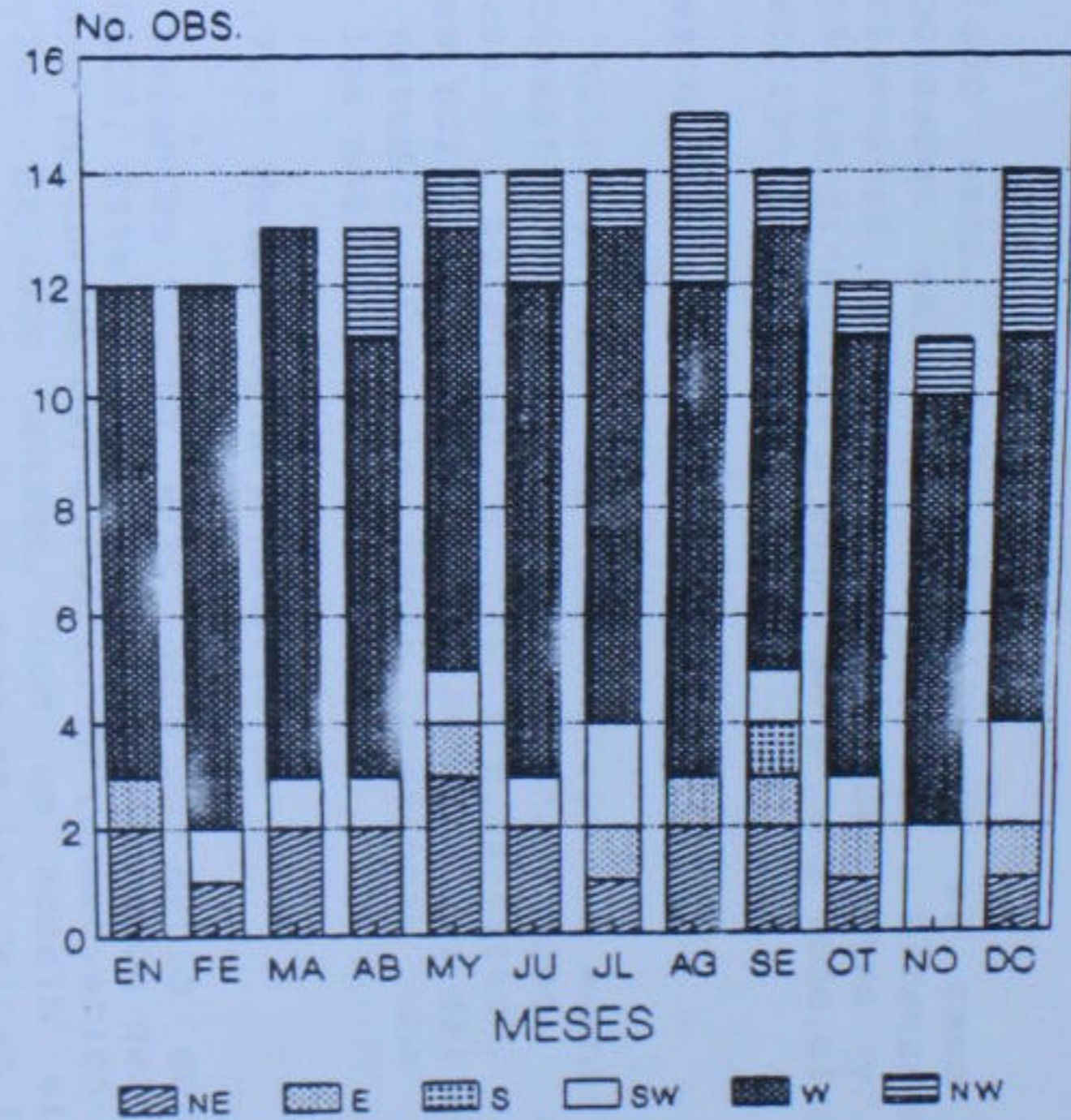


Fig. Nº 12

periodo seco. Pero también en el caso de las velocidades máximas, los niveles alcanzados deben considerarse como muy bajos (Barrantes y Cascante 1991). La dirección predominante para todo el año es la dirección oeste. (ver Fig. Nº 12)

### 5.5.7. Balances Hidricos.

Los balances hídricos son la combinación de muchos de los elementos climáticos hasta ahora analizados, como la evapotranspiración potencial y la precipitación, con las características edáficas, geomorfológicas, del uso del suelo etc. del área de estudio. Por lo tanto presentan una forma de paréntesis de los análisis climáticos.

#### 3.5.7.1. Metodología y Materiales

Los balances fueron efectuados por medio del Programa BALDEC3. Este programa es una combinación del método de número de curvas del servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, con un modelo simple del movimiento de aguas en la zona de las raíces (Capacidad del campo - Punto de Marchitez Permanente, una capa simulada).

Los modelos muchas veces utilizados, derivados de la metodología de Thornthwaite y Mather (1954) solo llegan a un balance de la siguiente forma:

$$PREC = EAC + EXC \pm HS$$

donde:      PREC = precipitación  
              EAC = Evapotranspiración potencial  
              EXC = Exceso  
              HS = Humedad del suelo

O sea, que están combinando los procesos muy diferentes de la escorrentía superficial y de la infiltración profunda o recarga, mientras el modelo BALDEC3 llega a la forma siguiente:

$$PREC = EAC + ESC + REC \pm HS$$

donde:      ESC = escorrentía superficial  
              REC = recarga, infiltración profunda

O sea, que analiza en forma cuantitativa la escorrentía superficial y la infiltración profunda (o la recarga), procesos muy importantes en cuanto a la definición del impacto ambiental de carreteras y de épocas críticas.

Como información edáfica para manejar el movimiento del agua en el suelo es fundamental la profundidad de las raíces, la Capacidad del campo, el punto de Marchitez Permanente.

Para la evaluación de la escorrentia superficial se requiere de las condiciones hidricas de los suelos, de la información del uso del suelo y de algunas características más para definir el número de curva (ver Dunne y Leopold 1978).

La información meteorológica necesaria consiste de la precipitación diaria y la evapotranspiración potencial diaria, la cual se toma de Hancock y Hargreaves (1978).

Los resultados son los valores diarios de: escorrentia, humedad del suelo, recarga, deficit, Evapotranspiración actual, que más tarde son resumidos (sumados) por décadas. Los valores decadales son analizados después estadísticamente, llegando así a una caracterización cuantitativa en cuanto a periodos críticos de la escorrentia, del deficit y de la recarga, para niveles de probabilidad de 50% (1 de 2 años), 25 % (3 de 4 años), 10 % (1 de 10 años) y 1 % (1 de 100 años) (ver Vahrson 1991).

En el caso del presente estudio se utiliza las siguientes condiciones:

Lámina de agua disponible	50 mm
número de curva normal	70
número de curva seca	60
número de curva húmeda	80
humedad inicial en el suelo	5 mm

Estos valores describen a nivel general las diferentes condiciones en el área de estudio.

Como base de datos se analiza:

Los años 1981 - 1989 de la estación Hda. Barú

Los años 1961 - 1990 de la estación Palmar Sur, excluyendo aquí 7 años incompletos o con valores incoherentes.

### 3.5.7.2. Resultados

#### 3.5.7.2.1. Precipitación

ESTACION PALMAR SUR  
 LLUVIAS DECADALES  
 A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD

La estación Palmar Sur posee una precipitación anual promedio de 3707.0 mm. Su distribución define claramente una época seca que comienza en el mes de diciembre con sólo 107 mm. y que llega hasta el mes de marzo, con 87 mm, mientras los meses de mayo hasta noviembre poseen precipitaciones mayores a los 225 mm., siendo el máximo en octubre con 697 mm.

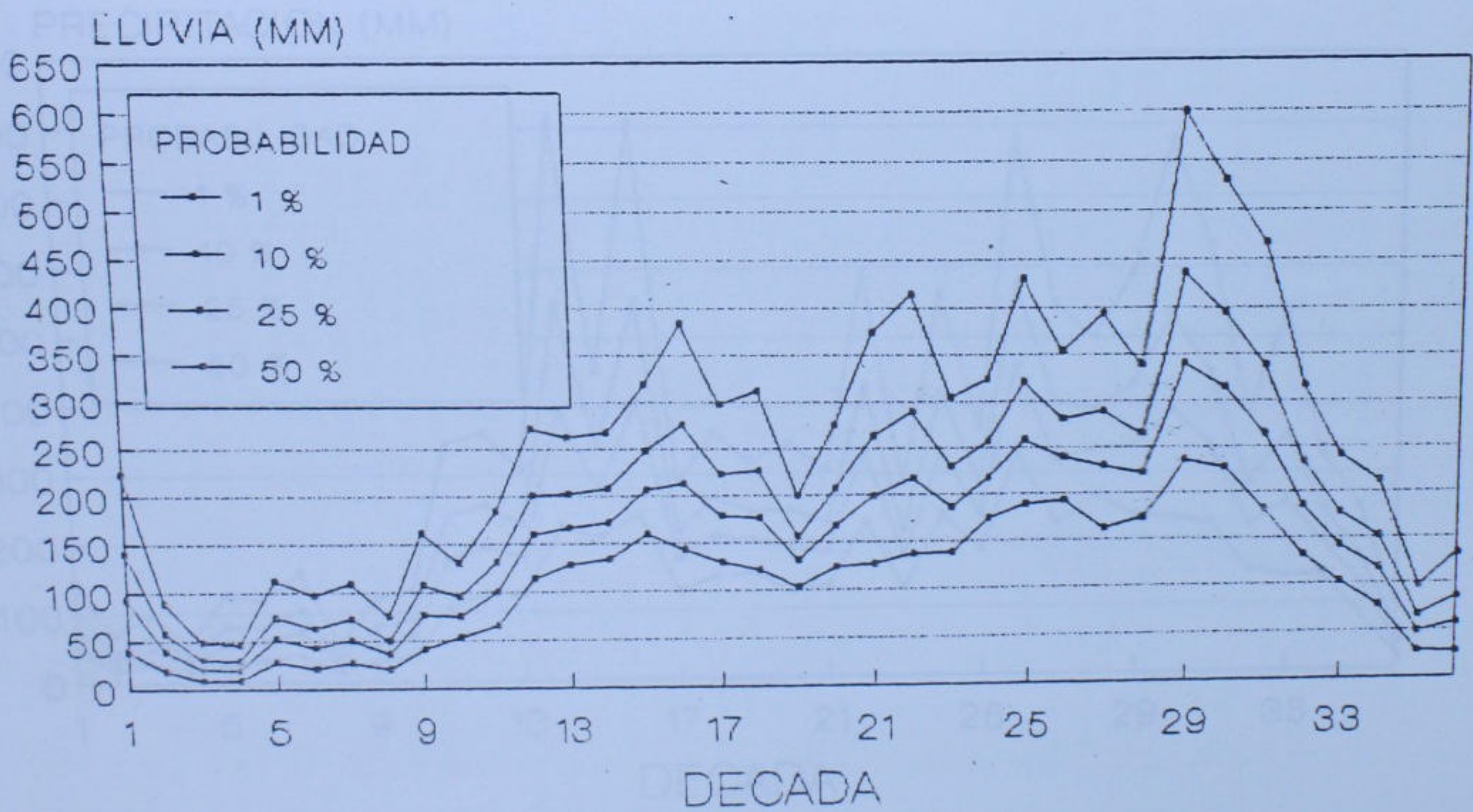
Esta tendencia se refleja también claramente en la figura Nº 13, que analiza la distribución decadal de las lluvias según los diferentes niveles de probabilidad. Se puede ver que desde la década 35 hasta la década 10 los valores de la precipitación promedio (50%) no sobrepasan los 50 mm, mientras que existen ciertas oscilaciones en cuanto a los valores de otros niveles de probabilidad, por ejemplo se llega en 1 de diez años en la primera década a valores alrededor de 140 mm.

Después de la décima década hasta la década 34 los valores promedios casi siempre sobrepasan los 100 mm decadales (nivel 50%) y llegan a un primer máximo relativo en la década 15 para el 50 %, mientras el primer máximo relativo para las probabilidades de las otras décadas está en la década 16, con un valor de alrededor de 380 mm para una probabilidad de 1 %.

Con la excepción de la década 20, que muestra valores bajos y un comportamiento muy homogéneo; aparentemente mostrando un veranillo bien definido, el resto de los valores hasta la década 28 se mantiene dentro de los mismos rangos. La década 29 posee los máximos absolutos, con valores desde 236 (50%) hasta 600 mm (1%), seguido por las décadas 30 y 31 con valores todavía muy altos, pero en pleno descenso hacia la época seca.

La estación Hacienda Barú posee una precipitación anual promedio de 4720 mm. Esta muestra un comportamiento decadal de la precipitación similar a la estación Palmar Sur (ver Figura Nº 14), donde se observan dos períodos bien definidos (período seco y período lluvioso). Durante el período lluvioso se dan precipitaciones de hasta 800 mm, principalmente en la década 14 y 16 con un nivel de probabilidad de 1 %, seguido por las décadas 26, 30 y 22 con precipitaciones hasta 600 mm con el mismo nivel de probabilidad. Durante este

# ESTACION PALMAR SUR LLUVIAS DECADALES A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD



FUENTE: I.M.N.  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

Fig. Nº 13

# ESTACION HACIENDA BARU LLUVIAS DECADALES A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD

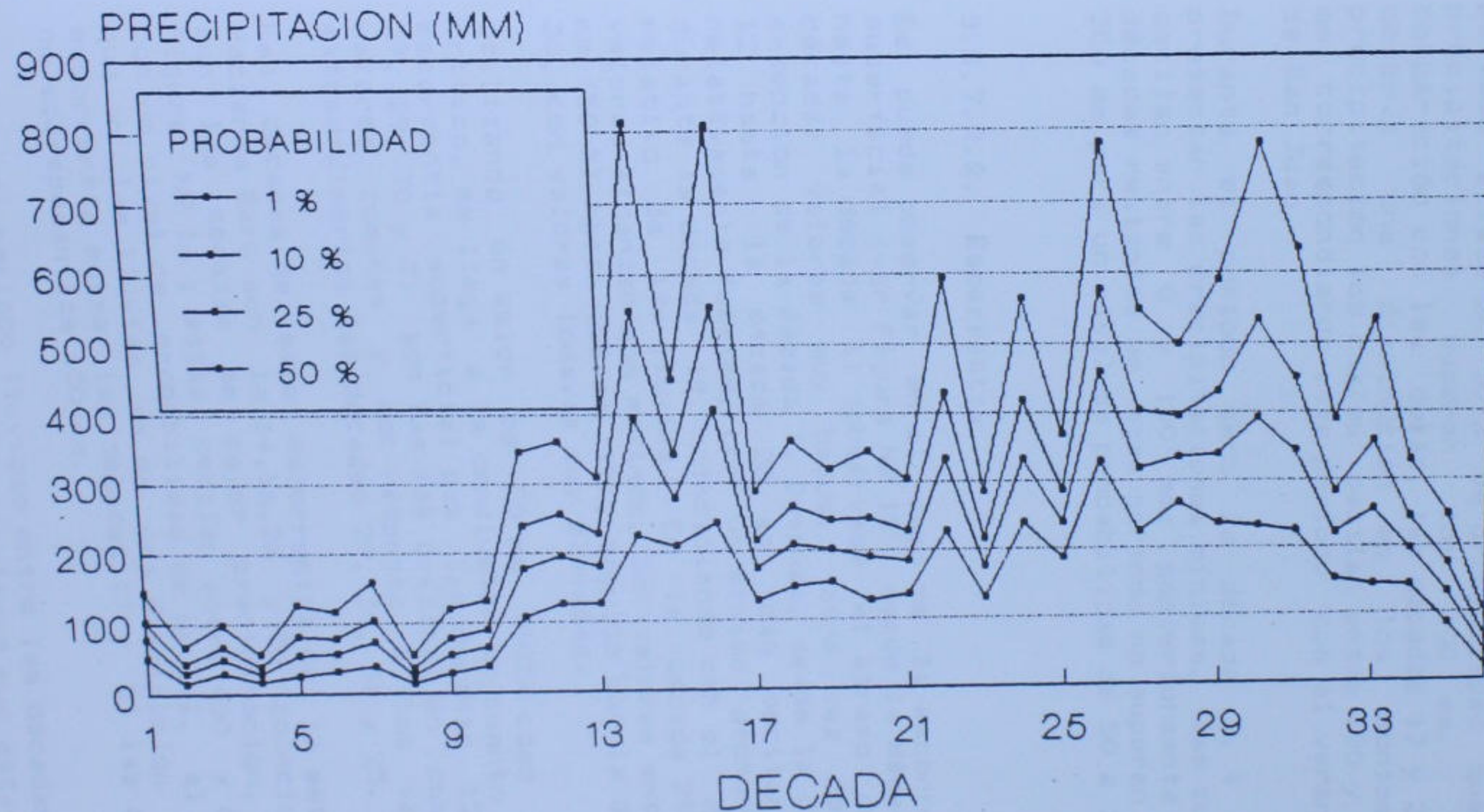


Fig. Nº 14

FUENTE: HACIENDA BARU  
VAHRSON, ARAUZ & CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC3

Fig. 10

periodo existe un 50 % de probabilidad que las precipitaciones superen los 100 mm. En comparación con las demás, las décadas 17 y 21 se observa una disminución en los montos de precipitación los cuales oscilan entre 100 y 400 mm correspondiendo este periodo con el veranillo de San Juan.

Durante el periodo seco la década 2, 4 y 8 presentan las precipitaciones mínimas, las cuales oscilan entre 0 y 100 mm; posteriormente las décadas restantes de este periodo no superan los 200 mm para un nivel de probabilidad de 50 a 1 %.

#### 3.5.7.2.2. Escorrentía.

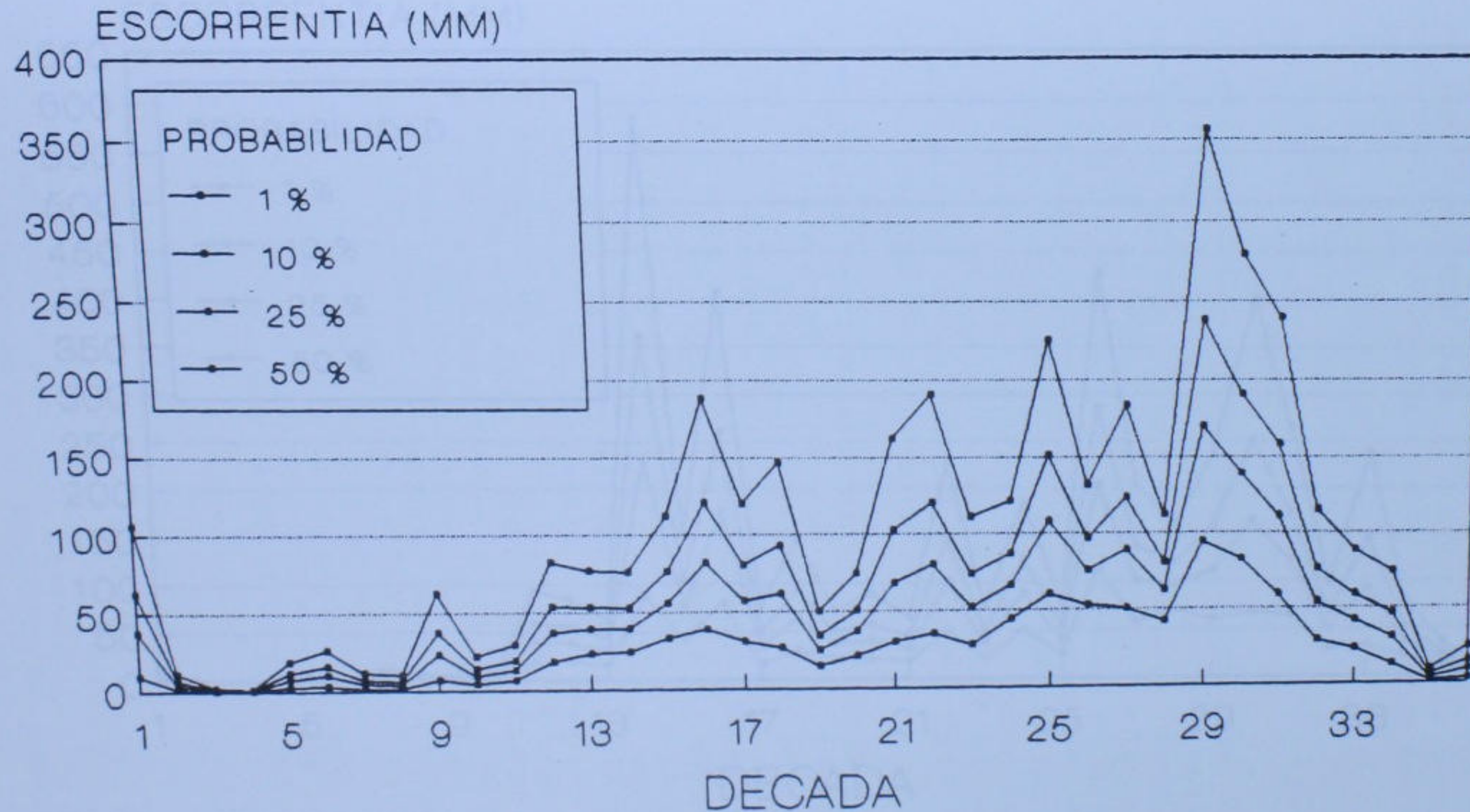
Se puede observar en el caso de la escorrentía superficial (ver Figura Nº 15); desde la década 35 hasta la década 11 (obsérvese el atraso de una década) valores muy bajos, otra vez con la excepción de la década 1. Después, desde la década 12 hasta la década 28 se dan oscilaciones relativamente fuertes, con un mínimo pronunciado durante la década 19, coincidiendo con el mínimo relativo de las lluvias. En la década 29 los valores alcanzan sus máximos, con valores entre 94 mm (50 %) hasta 356 mm (1%), seguido por la década 30, con valores todavía muy elevados.

Utilizando un valor de 50 mm (50%) como nivel crítico, se llega a la conclusión en cuanto a la escorrentía superficial que las décadas 12, 26, 27, 29, 30 y 31 son las más críticas en cuanto a valores comunes y con respecto a los valores extraordinarios las décadas 29, 30, 31 y 25.

Las décadas de mayor escorrentía de la estación Hacienda Barú son la 14, 15, 26 y 30 coincidiendo con las décadas de mayor precipitación, (ver Figura Nº 16; estas oscilan entre 400 y 600 mm con un nivel de probabilidad de un 1 %, al igual que en las lluvias se da una disminución en la escorrentía entre las décadas 17 y 21 las cuales no sobrepasan los 150 mm.

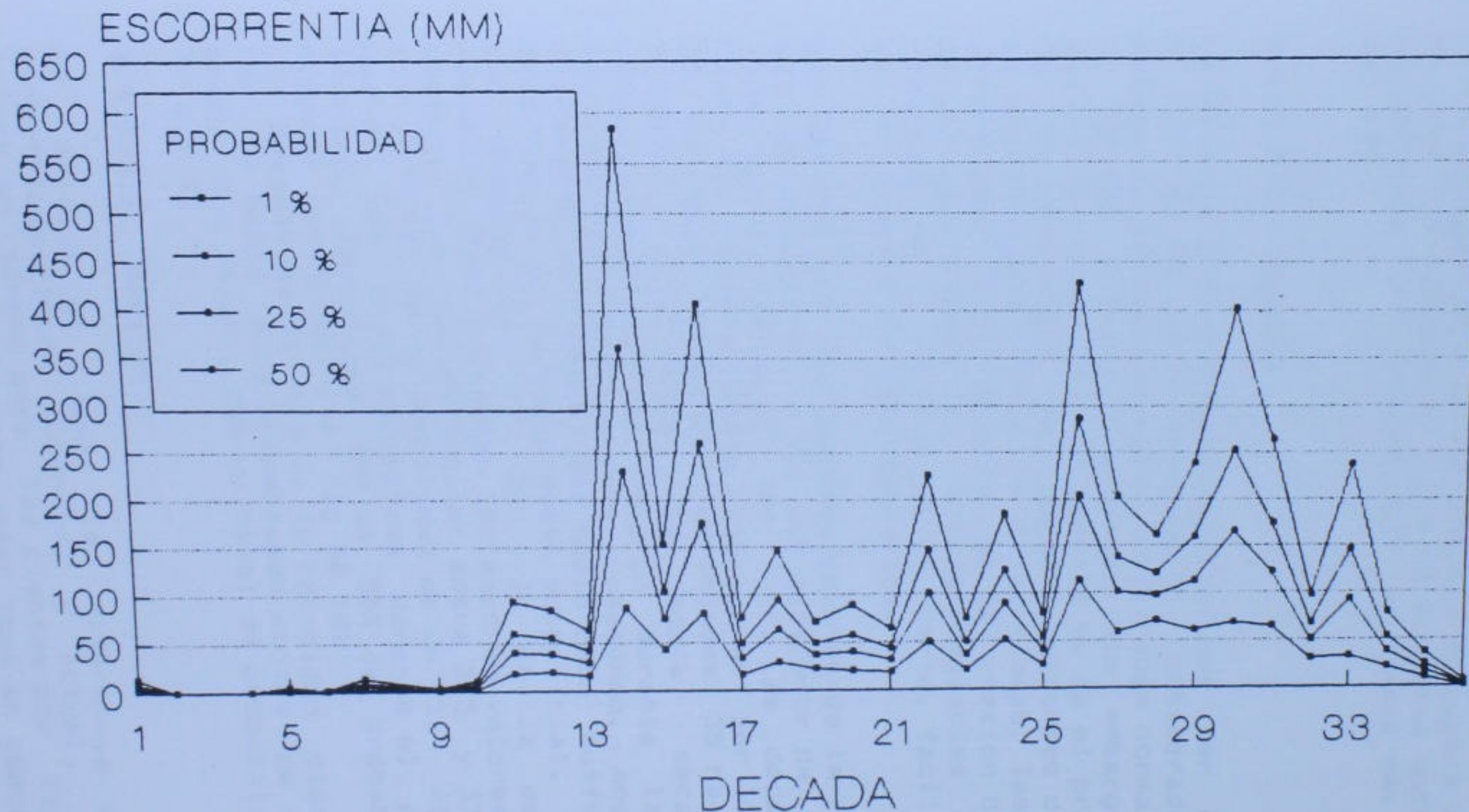
Durante el periodo lluvioso entre las décadas 10 a la 34 existe un 50% de probabilidad que estas sean superiores a los 25 mm.

# ESTACION PALMAR SUR ESCORRENTIA DECADAL A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD



FUENTE: I.M.N.  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

# ESTACION HACIENDA BARU ESCORRENTIA DECADAL A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD



FUENTE: HACIENDA BARU  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

Fig. N° 16

En el período seco la escurrentia no supera los 25 mm y en las décadas 2, 3 y 4 no presenta montos de escurrentia coincidiendo con los meses más secos del año.

### 3.5.7.2.3. Recarga.

La recarga o la infiltración profunda (ver Figura Nº 17) es un valor normalmente considerado como positivo, porque las aguas infiltradas normalmente no causan grandes problemas. Sin embargo, en suelos con un drenaje deficiente se da el problema de una saturación del suelo y entonces de una aireación insuficiente. Al mismo tiempo, las aguas infiltradas y el aumento de la presión de los poros contribuyen en laderas inestables a una reducción de la resistencia al corte, facilitando así el disparo de deslizamientos.

Las décadas con los mayores valores de la recarga son las décadas 29 y 30, con alrededor de 100 mm (50%) hasta más de 210 mm. (1%). Las décadas 12 hasta 34 muestran todas recargas de por lo menos 25 mm (50%), mientras las décadas 35 hasta 11 reflejan claramente la época seca. El comportamiento de la recarga durante la época lluviosa es relativamente homogéneo, mostrando claramente la función del suelo como buffer y la importancia de la escurrentia superficial. Las décadas 16, 22, 24 y 26 de la estación Hacienda Barú presentan los mayores valores de la recarga, los cuales oscilan entre 325 y 375 mm., con un nivel de probabilidad de un 1%. Al igual que en los otros parámetros durante el período lluvioso la recarga con un 50% de probabilidad superan los 50 mm. (ver Fig Nº 18) Las décadas de la 1 a la 10 coinciden claramente con la época seca presentando montos de recarga entre 0 y 75 mm., con un nivel de probabilidad de 50 a 1 %.

### 3.5.7.2.4. Déficit.

El déficit de agua, la diferencia de la evapotranspiración potencial y actual, es un índice de stress para las plantas por falta del agua. El cálculo de este valor toma en cuenta toda la humedad disponible para las plantas, sea del suelo, o de la precipitación. Se pueden observar en la figura Nº 19 valores inferiores a 10 mm

# ESTACION PALMAR SUR RECARGA DECADAL A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD

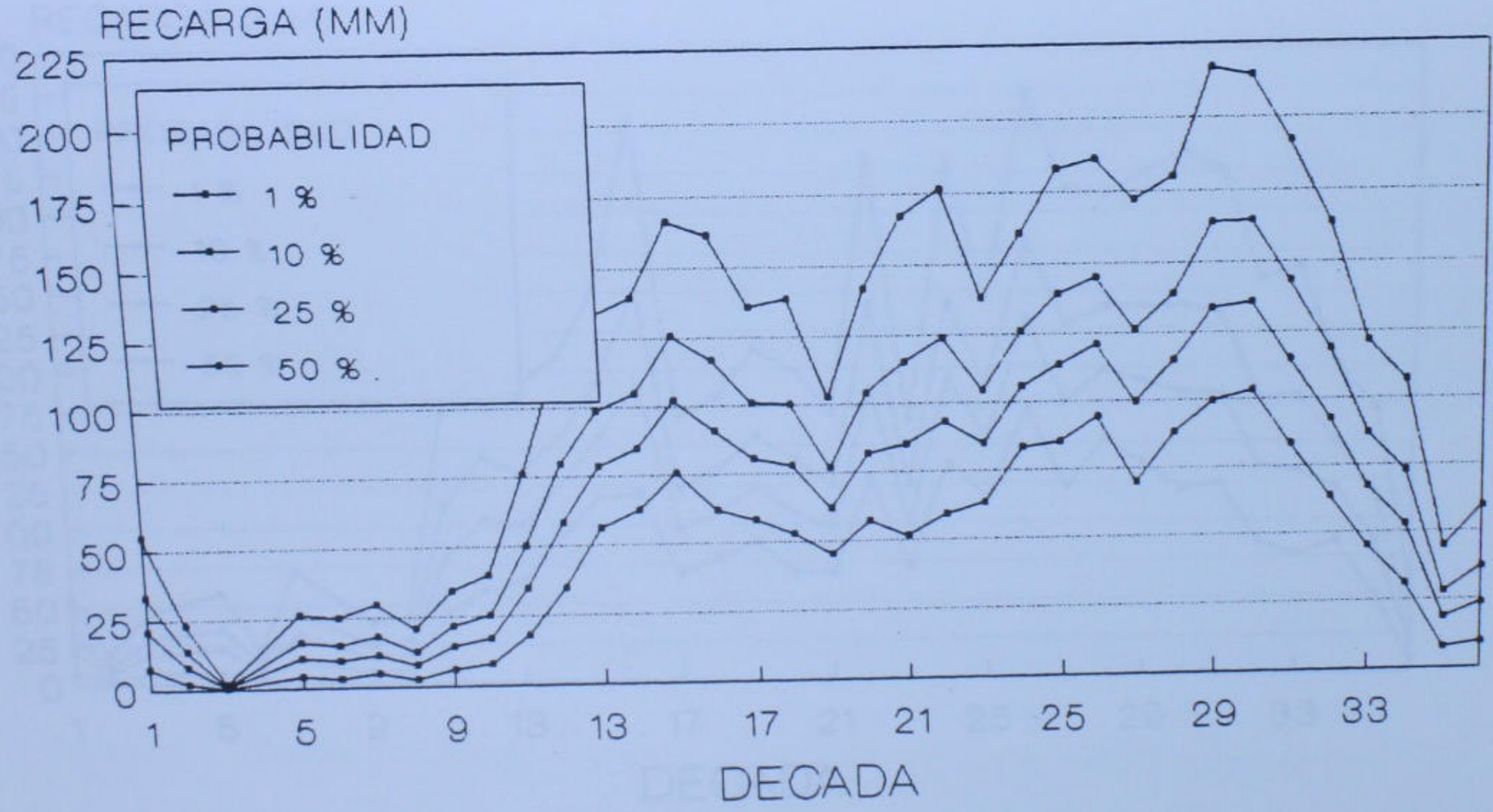


Fig. Nº 17

FUENTE: I.M.N.  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

# ESTACION HACIENDA BARU RECARGA DECADAL A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD

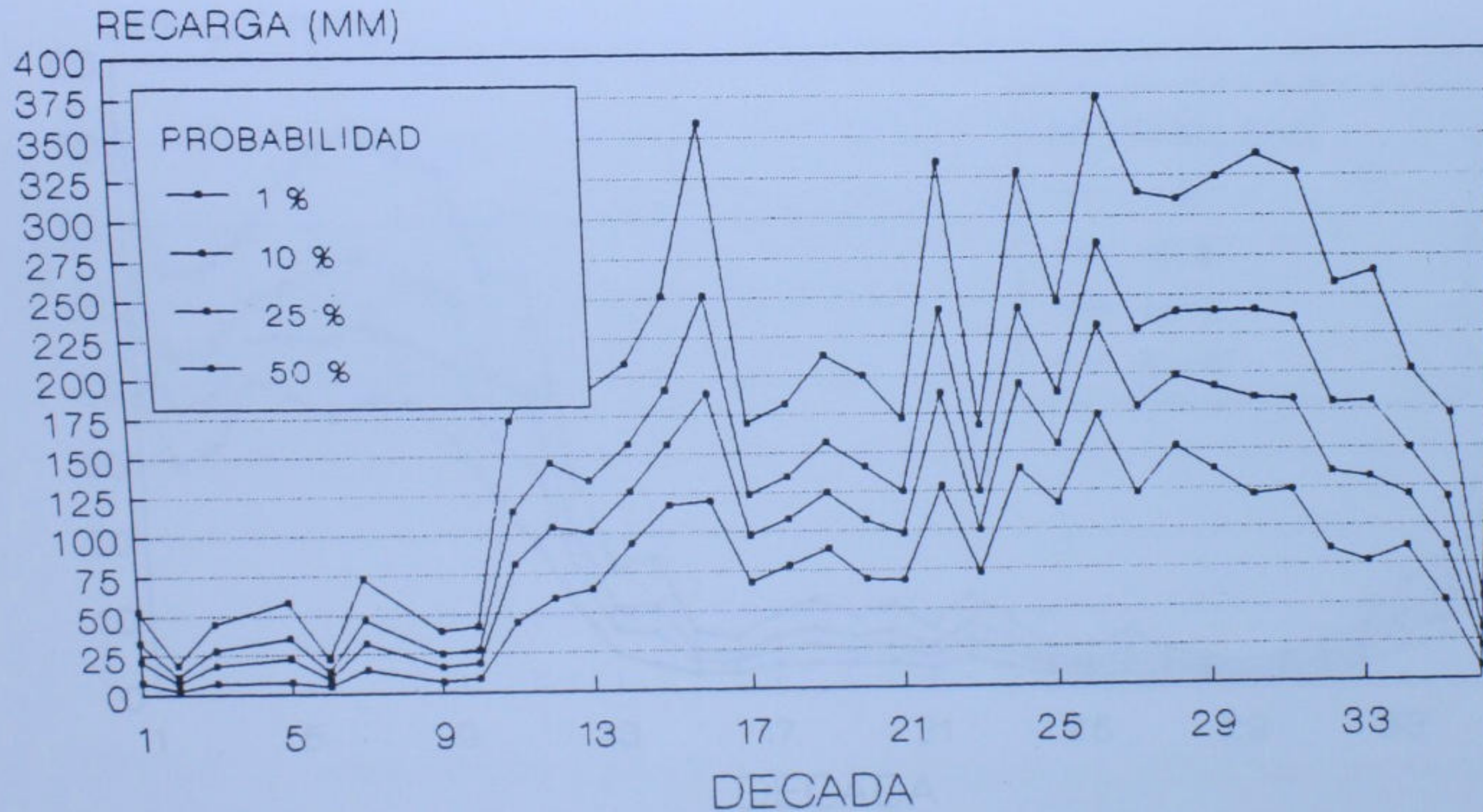
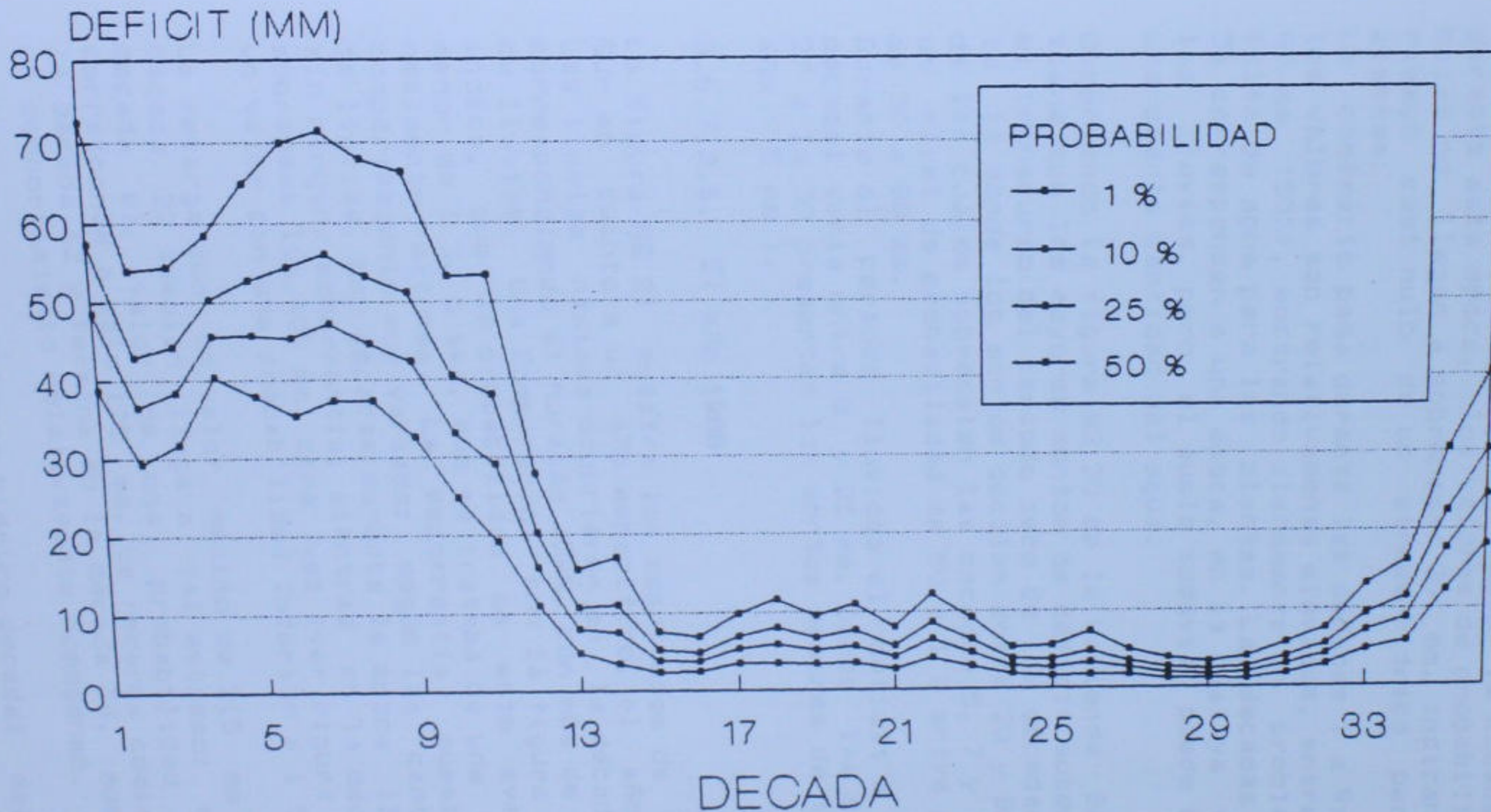


Fig. No 18

FUENTE: HACIENDA BARU  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

# ESTACION PALMAR SUR DEFICIT DECADAL A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD



FUENTE: I.M.N.  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

Fig. Nº 19

ESTACION HACIENDA BARU  
DEFICIT DECADAL  
A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD

(50%) desde la década 13 hasta la década 34. durante esta época, los valores de probabilidades bajas no llegan a sobrepasar 20 mm, indicando un riesgo casi nulo de un stress hidrico para las plantas.

Lo contrario pasa durante las décadas 1 a 9: aquí los valores son relativamente elevados, entre 30 y 40 mm (50%), mostrando claramente un problema de falta de agua para las plantas. Las décadas 35 y 36 corresponden a una época, en la cual ya faltan las lluvias, pero el suelo todavia puede suplir una cierta cantidad del agua.

Observando la figura N° 20 de la Hacienda Barú se tiene que los mayores montos de deficit suceden en el transcurso del periodo seco de las décadas 32 a la 14 donde los montos oscilan entre 20 y 80 mm., de las cuales sobresalen las décadas 5, 7 y 10 con un nivel de probabilidad de 50 a 1 % entre montos de 20 a 80 mm.

Durante el periodo lluvioso el deficit a nivel decadal varia entre 0 y 25 mm. Donde las décadas 27 a la 30 presentan los montos menores de todo el año ( 5 mm ).

### 3.5.7.2.5. El año 1988

La figura N° 21 muestra los resultados de Falmar Sur en cuanto a un año específico, el año 1988. Las lluvias máximas ocurrieron en la década 29, correspondiendo al huracán JOAN, con más de 600 mm de lluvias. Una Comparación con la figura N° 15 indica, que la probabilidad de este evento es menor de 1 %, o sea, que se trataba de una década realmente extrema. La escorrentia muestra un comportamiento muy variado: según las cantidades de lluvias, hay décadas durante la época lluviosa sin ninguna escorrentia, mientras en la década 29 sobrepasa los 400 mm, otra vez (ver figura N° 15) un valor con una probabilidad inferior a 1 %.

La recarga con un valor máximo de 215 mm en la década 22 también llega a tal extremo: en esta década el valor de una probabilidad de 1% corresponde a solo 175 mm. La recarga comienza en la década 12 y termina en la década 34, mostrando un comportamiento relativamente homogéneo.

Con respecto al balance hidrico decadal del mismo año de la estación Hacienda Barú se observa en la figura N° 22 que las máximas precipitaciones se

# ESTACION HACIENDA BARU DEFICIT DECADAL A DIFERENTES NIVELES DE PROBABILIDAD

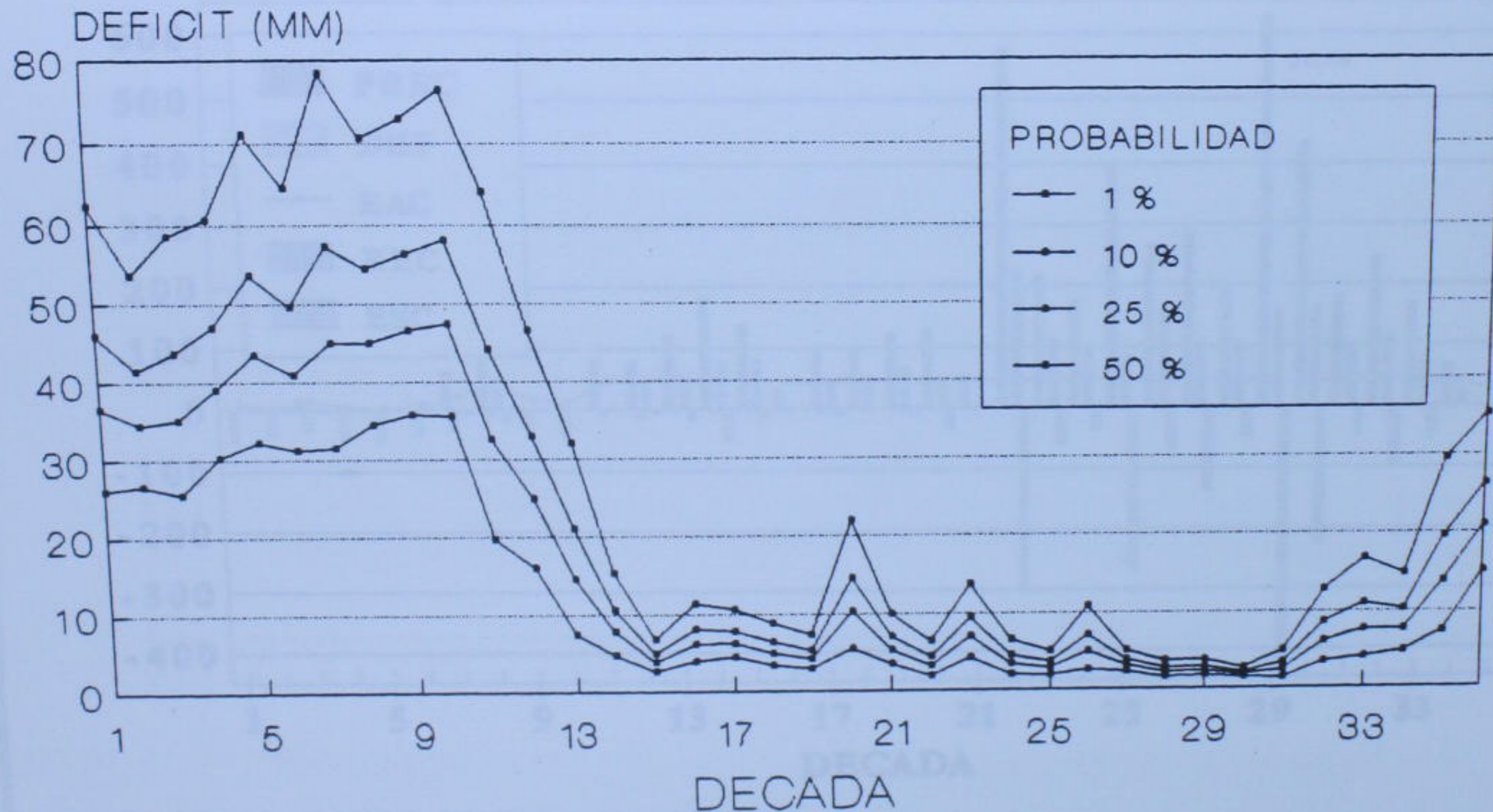
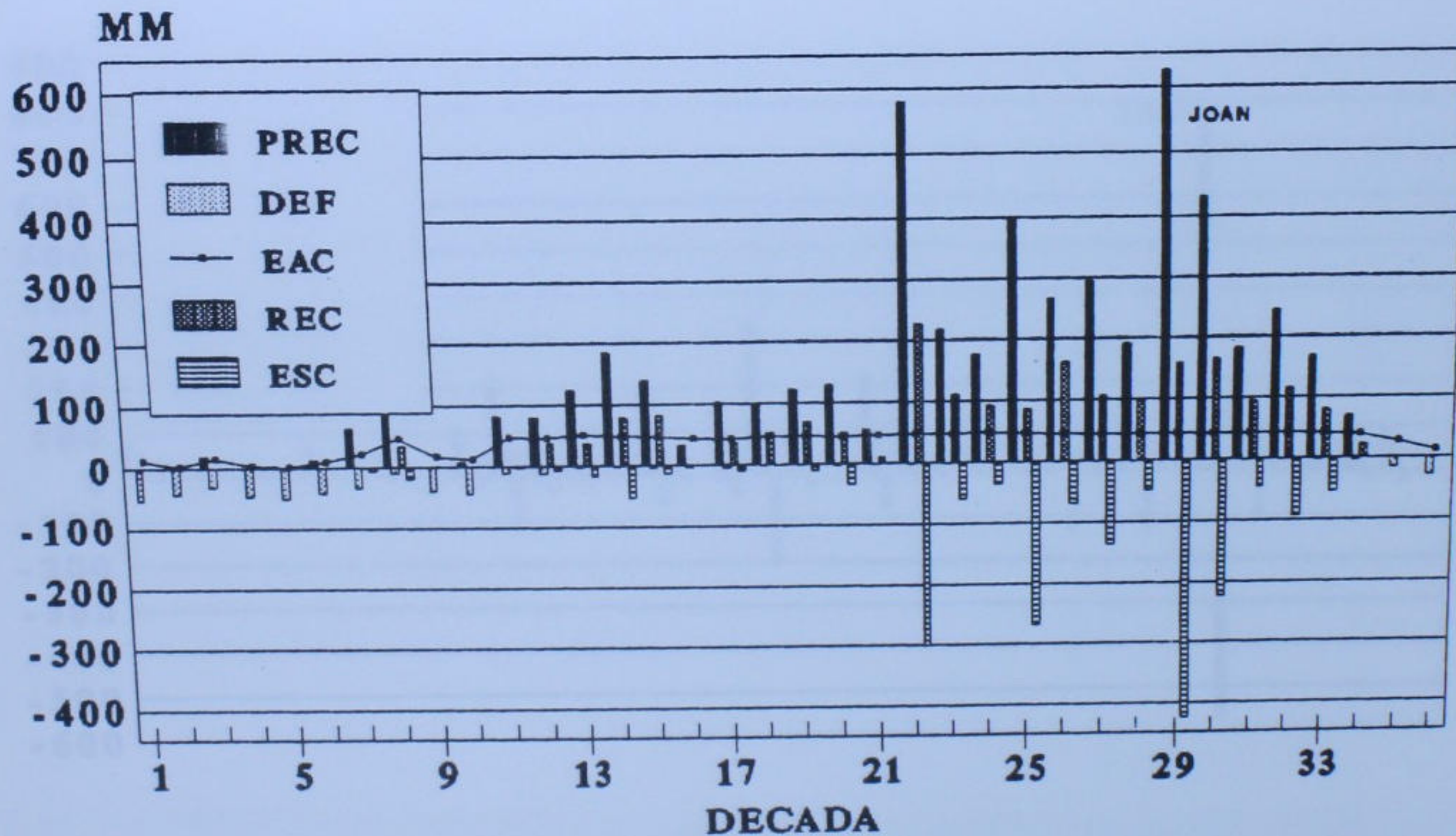


Fig. N°20

FUENTE: HACIENDA BARU  
VAHRSON, ARAUZ, CHACON 1991  
PROGRAMA BALDEC.3

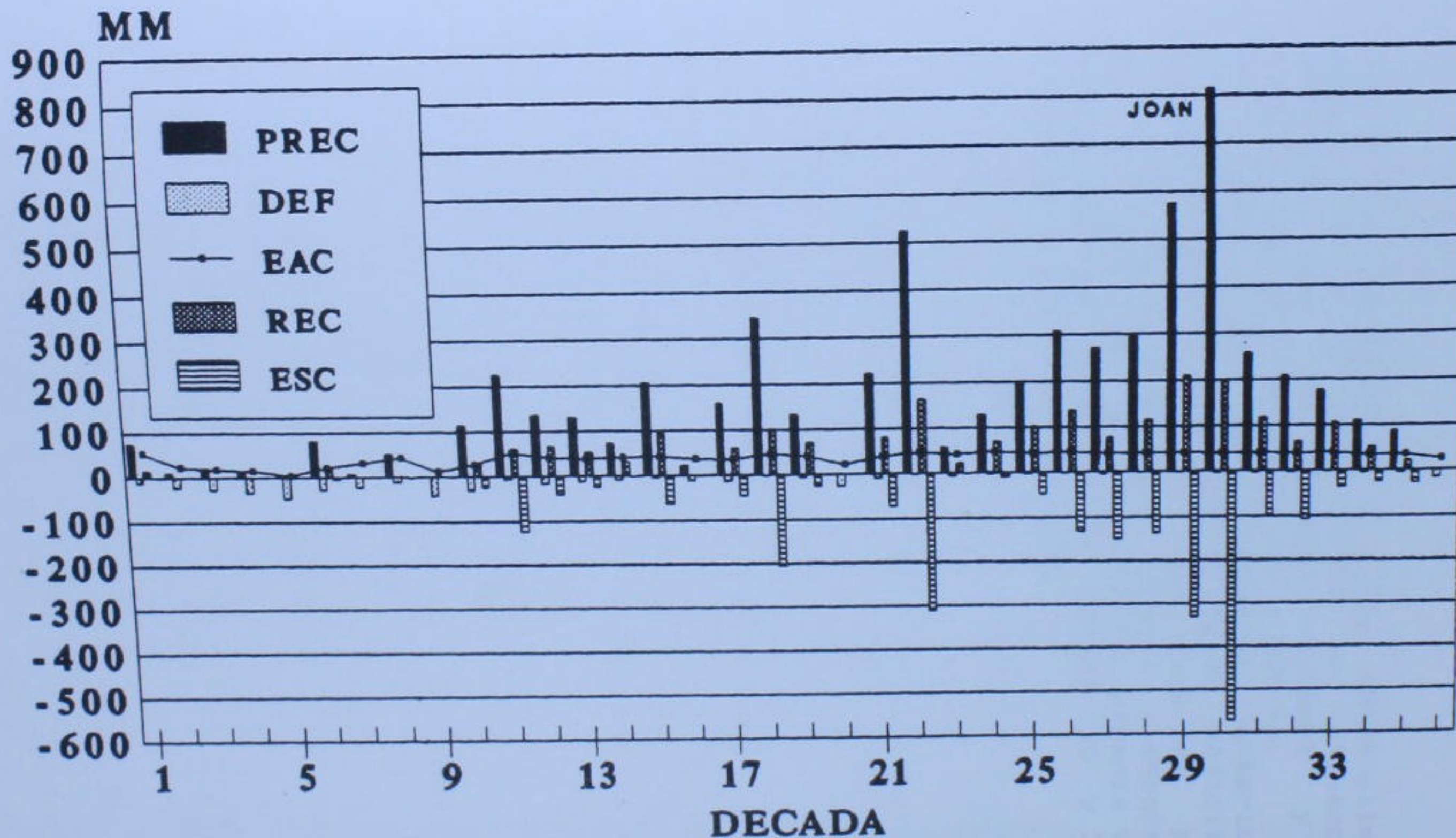
# BALANCE HIDRICO DECADAL ESTACION PALMAR SUR 1988



FUENTE DE DATOS: IMN ENDA DAZO  
VAHRSON 1991  
MODELO BALDEC3

Fig. Nº 21

# BALANCE HIDRICO DECADAL ESTACION HACIENDA BARU 1988



FUENTE DE DATOS: HACIENDA BARU  
VAHRSON 1991  
MODELO BALDEC3

dan entre las décadas 28 y 30; sobresaliendo la década 28 y 29 producto de la influencia de eventos como el Huracán Gilbert y Joan, presentando valores entre 600 y 800 mm.

Al igual que los parámetros anteriormente analizados para este año se da un déficit en el periodo seco, mientras que para el período lluvioso se da una mayor recarga y escorrentía. En el caso de la escorrentía alcanza valores relativamente altos en la década 28 y 29 con respecto a las demás décadas.

## BIBLIOGRAFIA

BARRANTES & CASCANTE, 1991: Vientos Máximos de Costa Rica. Tesis de Grado, en preparación. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

CHACON, R. 1990: Influencia del Fenómeno del Niño en el Clima Costarricense. Tesis de grado, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional. 151 pp

DUNNE, T. & L. LEOPOLD, 1978: Water in Environmental Planing. New York, 818 pp.

HANCOCK, J.K & G.H. HARGREAVES. 1978. Precipitación, Clima y Potencial para la Producción Agrícola en Costa Rica. Universidad de Utah, 136 pp.

I.M.N. 1988: Introducción al Clima de Costa Rica. Departamento de Información. Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica.

INTERAGENCY ADVISORY COMMITTEE ON WATER DATA. 1982: Guidelines for Determining Flood Flow Frecuencias. Hidrology Subcommittee, Boletín No. 17b.

MANSO, P. 1981: Boletín Mensual, Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.

NIEUWOLT, S. 1977: Tropical Climatology. An Introduction to the Climates of the Low Latitudes. Londres, Inglaterra.

PASTRANA, C. 1979: Ciclones Tropicales en Centroamérica. El Salvador.

RAMIREZ, P. 1986: "El Niño". Boletín Meteorológico Mensual, Mayo, 1986, año 10, No. 5, MAG, Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica.

THORNTHWAITE C. W. and MATHER, J. R. 1957: Instructions and Tables for Computing Potencial Evapotanspiration and the Water Balance. Drexel Institute of Climatology. Publications in Climatology. Vol. No.3, Third Printing New Jersey.

VAHRSON, W. G. & J. FALLAS. 1988: Evaluación Preliminar de Tres Métodos para estimar Periodos de Retorno para las Lluvias Máximas de 24 horas para la Estación San José, Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, Nota de Investigación No. 7.

VAHRSON, W. G. 1990: Erosividad Fluvial en Costa Rica, América Central. Agronomía Costarricense 14.1. en prensa.

VAHRSON, W. G. 1991: Metodología para una Clasificación Agroclimatológica. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.