

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983  
EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE PAITA,  
TALARA, MANGORA Y TUMBES**

**T E S I S**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO CIVIL**

**LEONEL SANTOS CASTRO SALAS**

**Lima - Perú**

**1984**

R E S U M E N

Las lluvias torrenciales en el norte del país, tuvieron un carácter extraordinario y las ciudades no se encontraban preparadas para este tipo de fenómeno.

La crecida de las aguas en los ríos, la formación de numerosas quebradas y el escurrimiento de las aguas pluviales por las calles de las ciudades, rebasaron la capacidad de la infraestructura urbana, vial y agrícola existente en la zona.

Dentro de las edificaciones, las más afectadas fueron las ubicadas en los pueblos jóvenes, debido a la fragilidad de sus materiales de construcción.

Las redes de agua potable quedaron al descubierto y en otros casos fueron arrasadas por completo, por la formación de quebradas dentro de las ciudades; mientras que las redes de alcantarillado en su mayor parte quedaron colmatadas de arena.

Las vías de transporte fueron las más afectadas, debido a las numerosas quebradas que se formaron y que cortaron a las carreteras en varios tramos, dificultando la movilidad de las personas y el flujo de la producción.

Respecto a las Instalaciones Portuarias, algunos muelles quedaron inútiles al ser arenados y otros fueron afectados en su estructura por los maretaños.

Las Instalaciones Petroquímicas de Talara, también fueron afectadas en su infraestructura lo que trajo como consecuencia una disminución en la producción de barriles de petróleo.

Por último, en las áreas agrícolas, la infraestructura de riego fué dañada casi por completo debido al desborde del Río Tumbes, comprometiendo seriamente a la producción agrícola.

Se recuerda que en los años 1891 y 1925, las lluvias causaron muchos daños en el norte del país, pero el monto perdido no fue tan grande por el poco desarrollo que tenía la zona en esa época. De esto se deduce que cuando el fenómeno se repita, de aquí a unas décadas, si los proyectos y construcciones no se planifican adecuadamente, las pérdidas pueden ser mayores que en 1983.

Con el presente trabajo de investigación, se podrá comprender como y por qué han ocurrido los daños, y estas enseñanzas permitirán un desarrollo de la zona con la debida seguridad, protegiendo a las futuras generaciones.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
Resumen .....	1
Introducción .....	xi
CAPITULO I - EL FENOMENO DEL NIÑO .....	1
1.1 .- Características de la Corriente del Niño..	1
1.2 .- Explicación del Fenómeno del Niño .....	3
1.3 .- El Fenómeno de "El Niño" de 1982-1983.....	
1.4 .- Cronología del Fenómeno del Niño .....	10
CAPITULO II - EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE PAITA....	21
2.1 .- Ubicación .....	21
2.2 .- Características Generales .....	21
Clima	
Temperatura	
Vientos	
Humedad Relativa	
Precipitación Pluvial	
Aspectos Poblacionales	
2.3 .- Daños en Edificaciones .....	23
2.3.1 .- Daños causados por la formación de quebradas	23
2.3.2 .- Daños por inundación .....	25
2.3.3 .- Daños por maretazos .....	26
2.3.4 .- Evaluación de los daños .....	27
2.3.5 .- Recomendaciones .....	28
2.4 .- Daños en el Sistema de Agua Potable y Alcan tarillado.....	28
2.4.1 .- Descripción .....	28

2.4.2	.- Daños causados por la formación de quebradas.	30
2.4.3	.- Daños por colmatación .....	31
2.4.4	.- Recomendaciones .....	31
2.5	.- Daños en las Vías de Transporte .....	32
2.5.1	.- Carretera Piura-Paita.....	33
	a) Características .....	33
	b) Daños causados por la formación de quebradas.	34
	c) Daños por inundación.....	35
	d) Factores que contribuyeron a los daños.....	38
	e) Criterios para el diseño de obras de drenaje.	39
2.5.2	.- Obras Complementarias .....	40
2.5.3	.- Recomendaciones .....	43
2.6	.- Daños en Instalaciones Portuarias .....	44
2.6.1	.- Daños por maretazos .....	44
2.6.2	.- Recomendaciones .....	45
2.7	.- Conclusiones y Recomendaciones .....	45
CAPITULO III - EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE		
1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE TALARA.....		48
3.1	.- Ubicación .....	48
3.2	.- Características Generales .....	48
	Morfología	
	Clima	
	Temperatura	
	Vientos	
	Humedad Relativa	
	Precipitación Pluvial	
	Aspectos Poblacionales	
3.3	.- Daños en Edificaciones .....	51
3.3.1	.- Características de la construcción .....	51
3.3.2	.- Daños causados por la formación de quebradas	52

	<u>Pág.</u>
3.3.3 .- Daños por arenamiento de la ciudad.....	54
3.3.4 .- Daños por inundación .....	56
3.3.5 .- Evaluación de los daños .....	56
3.3.6 .- Recomendaciones .....	57
3.4 .- Daños en el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado .....	58
3.4.1 .- Eje Paita-Talara (Sistema de Agua Potable)	58
Descripción.....	58
Daños ocasionados .....	60
3.4.2 .- Daños en el Sistema de Alcantarillado .....	63
3.4.3 .- Recomendaciones .....	63
3.5 .- Daños en las Vías de Transporte .....	64
3.5.1 .- Carretera Sullana-Talara .....	64
Tramo: Km. 1093.67 - Km. 1115.38 .....	65
A) Descripción General .....	65
B) Estudio Geológico y Geotécnico .....	66
Geomorfología	
Estratigrafía	
Geología Estructural	
Hidrogeología	
Suelos	
Geotecnia de la Ruta	
Conclusiones	
C) Estudio Hidrológico.....	74
Hidrografía	
Fisiografía	
Evaluación del comportamiento hidráulico de las obras de drenaje	
D) Exploración de Campo .....	82
Descripción General	



	<u>Pág.</u>
4.3.4 .- Daños por maretazos .....	101
4.3.5 .- Evaluación de los daños .....	102
4.3.6 .- Recomendaciones .....	103
4.4 .- Daños en el Sistema de Agua Potable y Al - cantarillado.....	104
4.4.1 .- Descripción .....	104
4.4.2 .- Daños ocasionados .....	104
4.4.3 .- Recomendaciones .....	105
4.5 .- Daños en las Vías de Transporte .....	106
4.5.1 .- Daños ocasionados .....	106
4.5.2 .- Recomendaciones .....	107
4.6 .- Conclusiones y Recomendaciones .....	108
CAPITULO V - EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE TUMBES...	
5.1 .- Ubicación .....	110
5.2 .- Características Generales .....	110
Clima	
Temperatura	
Vientos	
Humedad Relativa	
Precipitación Pluvial	
Aspectos Poblacionales	
5.3 .- Daños en Edificaciones .....	112
5.3.1 .- Daños causados por la formación de quebra- das.....	113
5.3.2 .- Daños por inundación .....	114
5.3.3 .- Daños causados por el Río Tumbes .....	115
5.3.4 .- Recomendaciones .....	116

	<u>Pág.</u>
5.4 .- Daños en el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado .....	117
5.4.1.- Descripción .....	117
5.4.2.- Factores que contribuyeron al desabastecimiento de agua potable .....	117
5.4.3.- Daños causados por la formación de quebradas.....	118
5.4.4.- Daños por colmatación .....	118
5.4.5.- Daños causados por el Río Tumbes .....	119
5.4.6.- Recomendaciones .....	120
5.5 .- Daños en las Vías de Transporte .....	121
5.5.1.- Descripción General de los daños .....	121
5.5.2.- Carretera Cancas-Aguas Verdes (Tramo : Km. 1306 - Km. 1326) .....	123
A) Ubicación .....	123
B) Estudio Geológico y Geotécnico .....	124
Geomorfología	
Hidrogeología	
Geotecnia de la ruta	
C) Estudio Hidrológico .....	130
Análisis de cuencas.	
Evaluación del comportamiento hidráulico de las obras de drenaje.	
Criterios para el diseño de las obras de drenaje.	
Quebrada de Río Viejo (Km.1318+260)	
Punto crítico	
5.5.3.- Puente "El Piojo" .....	136
5.5.4.- Puente Benavides (Puente Viejo) .....	137
5.5.5.- Recomendaciones .....	138
5.6 .- Conclusiones y Recomendaciones .....	139

	<u>Pág.</u>
CAPITULO VI - EFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS AREAS AGRICOLAS DE TUMBES .....	143
6.1 .- Ubicación .....	143
6.2 .- Características Generales .....	143
Extensión	
Delimitación	
Ecología	
Climatología	
Agrología	
Modalidad de riego	
6.3 .- Descripción de los Sectores de Riego .....	146
6.3.1.- Descripción General .....	146
6.3.2.- Sector Zarumilla .....	147
6.3.3.- Sector Margen Derecha del Río Tumbes .....	148
6.3.4.- Sector Casablanca .....	150
6.3.5.- Sector Margen Izquierda del Río Tumbes ...	150
6.3.6.- Sector Casitas .....	151
6.4 .- Daños ocasionados en los Sectores de Riego.	152
6.4.1.- Descripción General .....	152
6.4.2.- Sector Zarumilla .....	153
6.4.3.- Sector Margen Derecha del Río Tumbes .....	154
6.4.4.- Sector Casablanca .....	155
6.4.5.- Sector Margen Izquierda del Río Tumbes....	155
6.4.6.- Sector Casitas.....	155
6.5 .- Conclusiones y Recomendaciones .....	155
 CAPITULO VII - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	 158
 AGRADECIMIENTO.....	 166

	<u>Pág.</u>
REFERENCIAS .....	167
Incluye además:	
52 Fotografías	
5 Aerofotografías	
7 Planos	
13 Figuras	
2 Cuadros	

## I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo estudiar y analizar las causas que produjeron las lluvias torrenciales en la zona norte del país; sus efectos en la infraestructura física de las ciudades, las vías de transporte más significativas y las áreas agrícolas aledañas; y dar las recomendaciones necesarias para evitar otros desastres similares, con el consiguiente perjuicio en la producción e infraestructura socio-económica del país.

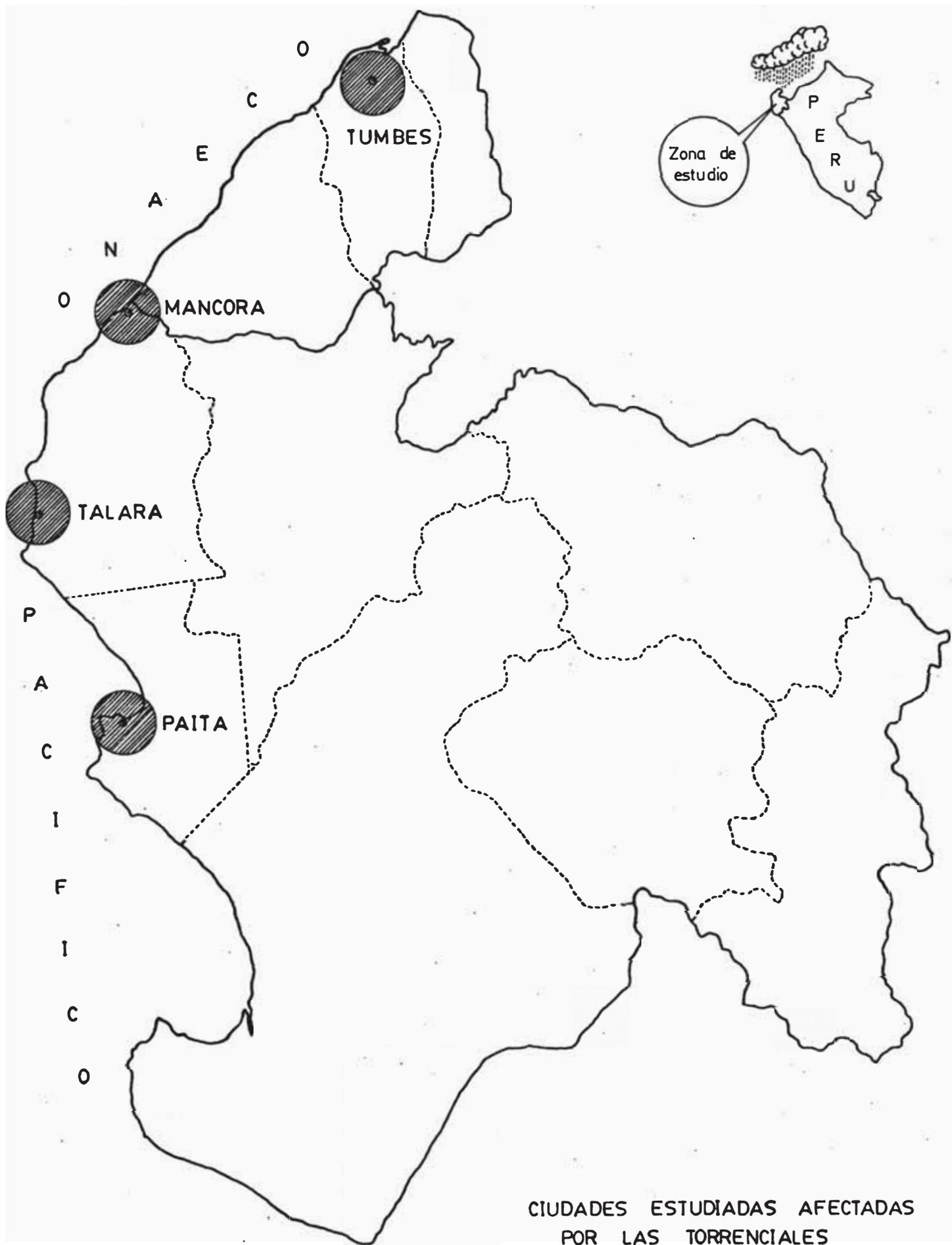
Este trabajo fué posible gracias a un convenio celebrado entre la Secretaría Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil y la Universidad Nacional de Ingeniería, para realizar estudios en los departamentos de Piura y Tumbes, por haber sido los más afectados por las lluvias torrenciales de 1983; siendo las investigaciones dirigidas por el Ing<sup>o</sup> Julio Kuroiwa Horiuchi. Las ciudades a estudiar fueron designadas por la Secretaría Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil, dividiéndose el trabajo en 2 partes. Una que abarca el estudio de las ciudades de Piura y Sullana, y otra que abarca el estudio de las ciudades de Paita, Talara, Máncora y Tumbes, siendo esta última la que corresponde al presente trabajo.

La tesis para el Título Profesional, contiene un es-

tudio del Fenómeno del Niño como causante de las lluvias, un análisis de los daños a las diferentes obras de ingeniería civil existentes en la zona, y la propuesta de alternativas y recomendaciones necesarias para minimizar en el futuro los daños y los consiguientes efectos socioeconómicos.

La metodología empleada para este trabajo, comprendió una labor previa de información sobre la zona a estudiar; luego un trabajo de campo, visitando las ciudades afectadas, examinando los daños "in situ" y efectuando entrevistas con funcionarios y técnicos de diversas entidades del lugar; y por último un trabajo de gabinete para el procesamiento de toda la información obtenida.

Leonel Castro Salas.



CIUDADES ESTUDIADAS AFECTADAS  
POR LAS TORRENCIALES  
LLUVIAS DE 1983

## CAPITULO I

### EL FENOMENO DEL NIÑO

#### 1.1 CARACTERISTICAS DE LA CORRIENTE DEL NIÑO.

Desde la Serena en Chile, hasta Tumbes en el Perú, el litoral del Sudoeste del continente sudamericano no presenta caracteres de aridez extremadamente marcados que llegan hasta latitudes casi ecuatoriales.

Esta primera anomalía es complementada por una segunda, tan importante por su tamaño como por su originalidad: la existencia permanente de una corriente de aguas mas frías de lo que deberían ser en relación a su latitud. Esta corriente hace evolucionar del Sur al Norte, sobre mas de 400 Km.de longitud, una masa de agua de mas de 200 Km.de ancho, que bordea las costas chilenas y peruanas. Es la corriente conocida bajo los nombres de Humboldt o Corriente Peruana.

Esta corriente, cuya dirección es sensiblemente SE-NW hasta llegar a los 5° Lat. S., se aparta del continente a la altura de Punta Pariñas (4°40' Lat.S), desviándose hacia el Océano Pacífico con

dirección W-NW.

Como la franja de tierras áridas y la de aguas frías son rigurosamente paralelas, se ha formado un mecanismo simple de causa a efecto: al ser las aguas más frías que el aire, no puede haber evaporación, ni nubes, ni lluvias.

Sin embargo, la propia naturaleza parece contraponerse a este mecanismo, ya que entre la mitad norte del Ecuador y el extremo norte del Perú, desde más o menos la Bahía de Caráquez hasta Tumbes, una corriente de aguas netamente más cálidas baña el litoral, que es una región de bosques densos, provocando una estación lluviosa de Diciembre hasta Mayo.

Esta corriente conocida con el nombre popular de "Corriente del Niño" por aparecerse generalmente corto tiempo después de Navidad, es menos salina que la de Humboldt y sus aguas son cálidas por proceder de pleno océano, donde no hay lugar a que las aguas frías emergan de las profundidades.

La Corriente del Niño baja y dá la impresión de rechazar la fría corriente de Humboldt hacia el sur.

Por el contrario de Junio hasta Noviembre, existe una estación seca y la Corriente de Humboldt avanza hacia el norte rechazando a su vez al Niño.

La observación de la alternancia de los dos fenómenos es exacta. La hidrología marina establece una relación de causa a efecto, de ritmos regulares.

Sin embargo, en el norte del Perú, fundamentalmente sobre la costa, estos ritmos se rompen a veces, y sobrevienen lluvias irregulares, que no han sido previstas y cuya cantidad es tan grande que pueden ser catastróficas.

## 1.2 EXPLICACION DEL FENOMENO DEL NIÑO.

"El Niño" es un fenómeno oceanográfico controlado por la atmósfera, que se presenta casi periódicamente y se manifiesta con la presencia de aguas muy cálidas frente a la costa peruana, con lluvias torrenciales en el norte del Perú causando grandes inundaciones y la muerte de millones de anchovetas y aves guaneras.

Científicos peruanos y extranjeros han podido estudiarlo en forma seria, solo desde 1957-1958, al principio con medios materiales bastante pobres y

solo desde 1972 con mayores facilidades y sobretodo, con una mejor coordinación e intercambio de experiencias y conocimientos.

No se trata simplemente de una corriente, como antes se decía, sino de un fenómeno en el cual intervienen factores meteorológicos (vientos, lluvias, a veces truenos y relámpagos, temperatura atmosférica) y oceanográficos (temperatura del agua, corrientes, marea, salinidad).

Las teorías más recientes relacionan la presencia de las aguas cálidas en las costas del Ecuador y Perú, a eventos atmosféricos miles de kilómetros al oeste, en el Pacífico Central Tropical.

El Dr. Klaus Wyrtki, oceanógrafo de la Universidad de Hawaii, sostiene que "El Niño" es el resultado del esfuerzo de los vientos alisios del Este y Sudeste sobre el Océano Pacífico en la región central ecuatorial. Las fluctuaciones del viento generan una perturbación en el océano, que se propaga como una onda hacia el Este. Esta onda al propagarse va hundiendo la termoclina. La termoclina es el nivel en el mar que separa las aguas superficiales de mayor temperatura y menor densidad, de las aguas profundas, frías y más densas. Cuando la ter

termoclina está profunda, la cantidad de aguas cálidas es mayor. El Dr. Wyrтки ha documentado las observaciones de los vientos, el nivel del mar y las profundidades de la termoclina en todo el Pacífico Tropical, para el período 1960-1978. Basado en estas informaciones explica que "El Niño" se inicia durante la transición de un sistema de circulación atmosférica a otro. En el primer sistema de circulación, los vientos del Este y Sudeste, en la región ecuatorial del Pacífico, se intensifican, así como la Corriente Ecuatorial Sur que fluye de Este a Oeste al sur del Ecuador (Fig. 1). El resultado de estas condiciones es la acumulación de aguas cálidas, el hundimiento de la termoclina y el aumento del nivel del mar en el Océano Pacífico Occidental; mientras que la temperatura en el Océano Pacífico Oriental, especialmente en la costa del Perú, es baja. Esta condición de la atmósfera y del oceano se desarrolla lentamente y puede perdurar por varios años. En el segundo sistema de circulación, los vientos del Este y Sudeste son débiles, la Corriente Ecuatorial Sur es lenta, la termoclina en el Pacífico Oriental se profundiza y la temperatura del mar es alta.. Esta situación es típica de épocas de "El Niño" (Fig. 2).

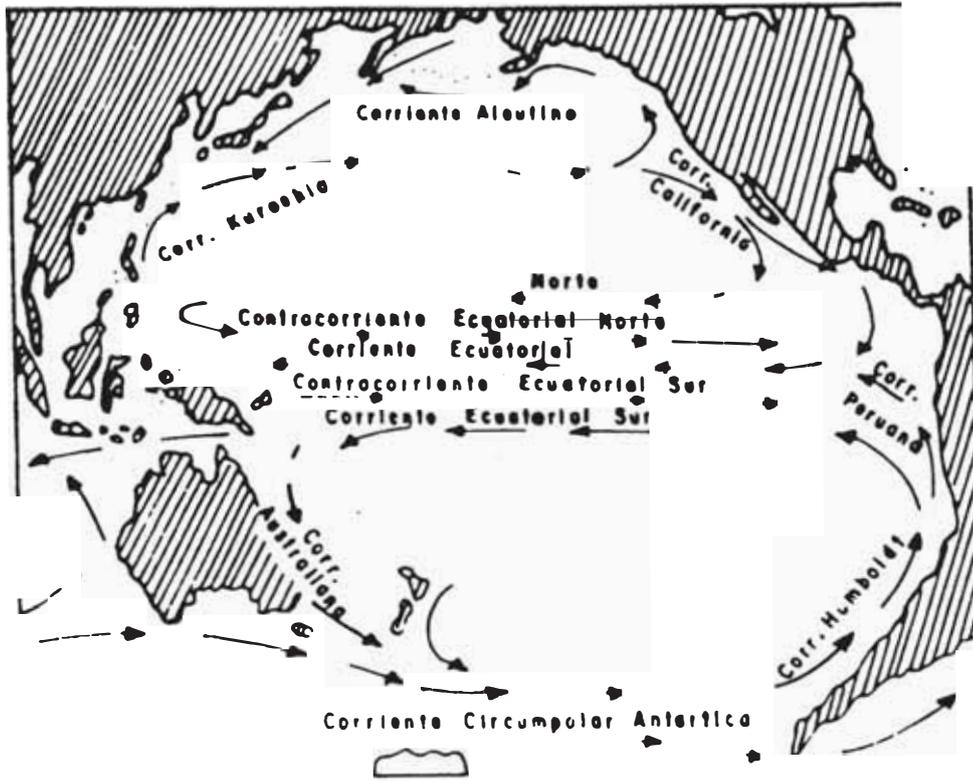


Fig. 1- Sistema de corrientes marinas en el Pacífico.

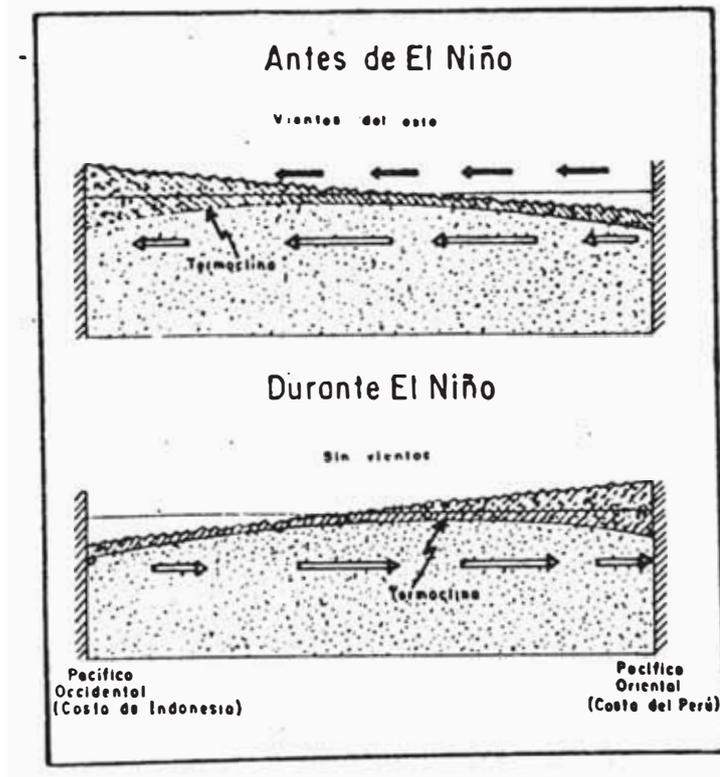


Fig. 2.- Diagrama de la circulación oceánica en el Pacífico Tropical, antes y durante "El Niño".

"El Niño" tiene su origen durante el cambio brusco del primer estado de circulación al segundo, es decir, cuando los vientos del Este y Sudeste, después de haber sido anormalmente intensos, repentinamente se debilitan o se reducen a cero. Este cambio brusco que se manifiesta principalmente en el Pacífico Central Ecuatorial, genera una perturbación en el océano en forma de una onda conocida con el nombre de Onda Ecuatorial de Kelvin que se demora aproximadamente dos meses en llegar a la costa oriental.

Cuando esta onda llega a la costa de Sudamérica, la termoclina está a mayor profundidad y las aguas cálidas se acumulan en la costa. A la presencia de estas aguas cálidas, con temperatura anómala por lo menos  $2^{\circ}\text{C}$  encima de lo normal, en la costa de Ecuador y Perú, durante más de 4 meses, se le ha denominado el fenómeno de "El Niño". (Fig.3).

### 1.3 EL FENOMENO DE "EL NIÑO" DE 1982-1983.

Desde fines de 1982 y parte de 1983, una serie de lluvias torrenciales al parecer interminables se abatió sobre regiones desérticas de Ecuador y del Perú Noroccidental. Las inundaciones cortaron los

caminos, barrieron con las cosechas y segaron cientos de vidas. En Perú los aludes de lodo destruyeron varias aldeas y arrasaron varios tramos de la Carretera Panamericana. En Marzo de 1983, al prolongarse el diluvio, unos funcionarios ecuatorianos informaron que un tercio de su nación estaba inundada.

En contraste, al otro lado del Pacífico, la región Sudoriental de Australia sufrió una de las peores sequías que registren sus anales, al igual que Africa Sudoriental donde una de las peores sequías del siglo originó temperaturas inusitadamente altas.

El clima del Pacífico, generalmente benigno, se había desquiciado. En escala mundial, los estragos fueron aterradores (Fig. 4). Entre los primeros meses de 1982 y los de 1983, según Joan Hock, de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), el mal tiempo causó daños a las propiedades por más de 2,000 millones de dólares y pérdidas agrícolas por cerca de 6,000 millones en cinco continentes y docenas de naciones, entre inundaciones, sequías, incendios originados por estas y un insólito huracán que azotó

OCTUBRE 1982

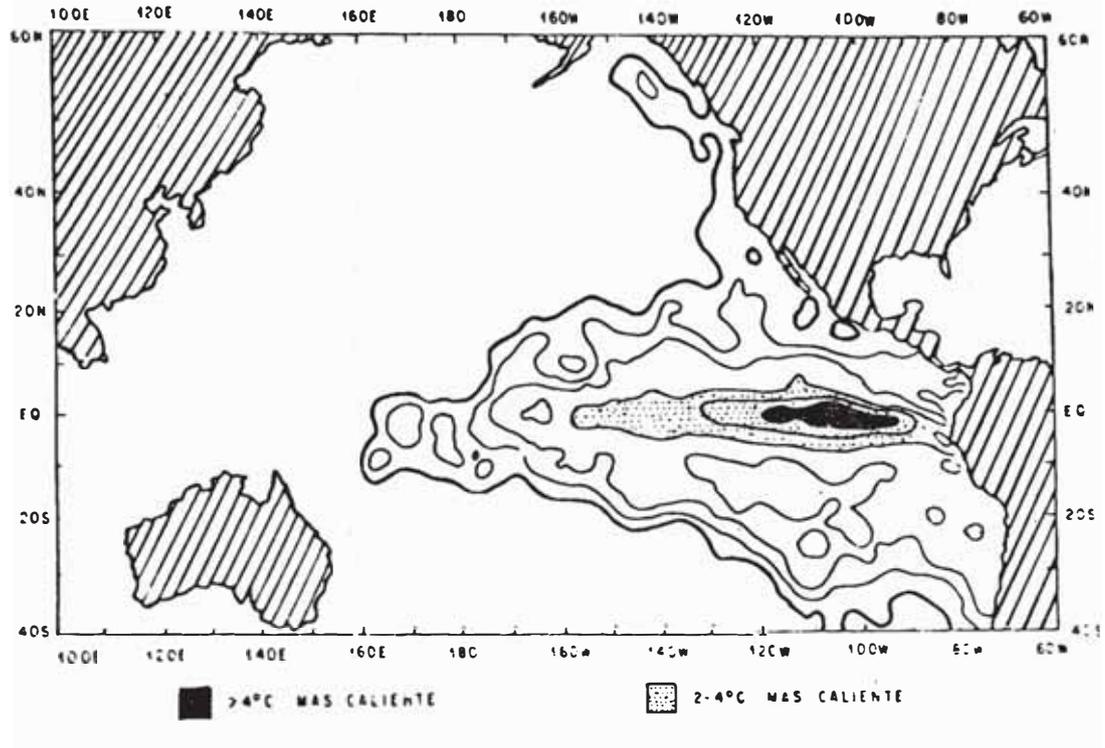


Fig. 3 - Anomalías de la temperatura superficial del mar, en Octubre de 1982



Fig. 4 - El Fenómeno de "El Niño" de 1982-1983, afectó el clima a nivel mundial.

tó a Hawaii en Noviembre de 1982.

Los científicos piensan que estos factores atmosféricos desastrosos se relacionan con una misteriosa perturbación atmosférica y oceánica generalizada, popularmente llamada "El Niño", que se forma en las sobrecalentadas aguas del Pacífico, y que se presenta mas o menos a principios de la temporada navideña.

Pero el Niño 82-83 fué muy distinto de lo que suele ser. Tuvo un radio de acción mucho más amplio, pues se adentró considerablemente en el Pacífico y se abatió sobre casi la cuarta parte del planeta, desde Perú y Ecuador. Eugene Rasmusson, del Centro de Análisis del Clima de la NOAA, declara: "es posible afirmar que un suceso importante de sobrecalentamiento afecta directamente al clima de por lo menos un tercio de la tierra, y acaso hasta a la mitad".

Refiriéndonos ahora al Perú, en 1982 cuando la temperatura empezó a elevarse, llegó en cierto momento a estar  $11^{\circ}\text{C}$  sobre lo normal (Fig.5). La elevación de temperatura en el mar tuvo manifestaciones nunca experimentadas en nuestras costas. Por un lado, mientras la tradicional fauna de nuestras a-

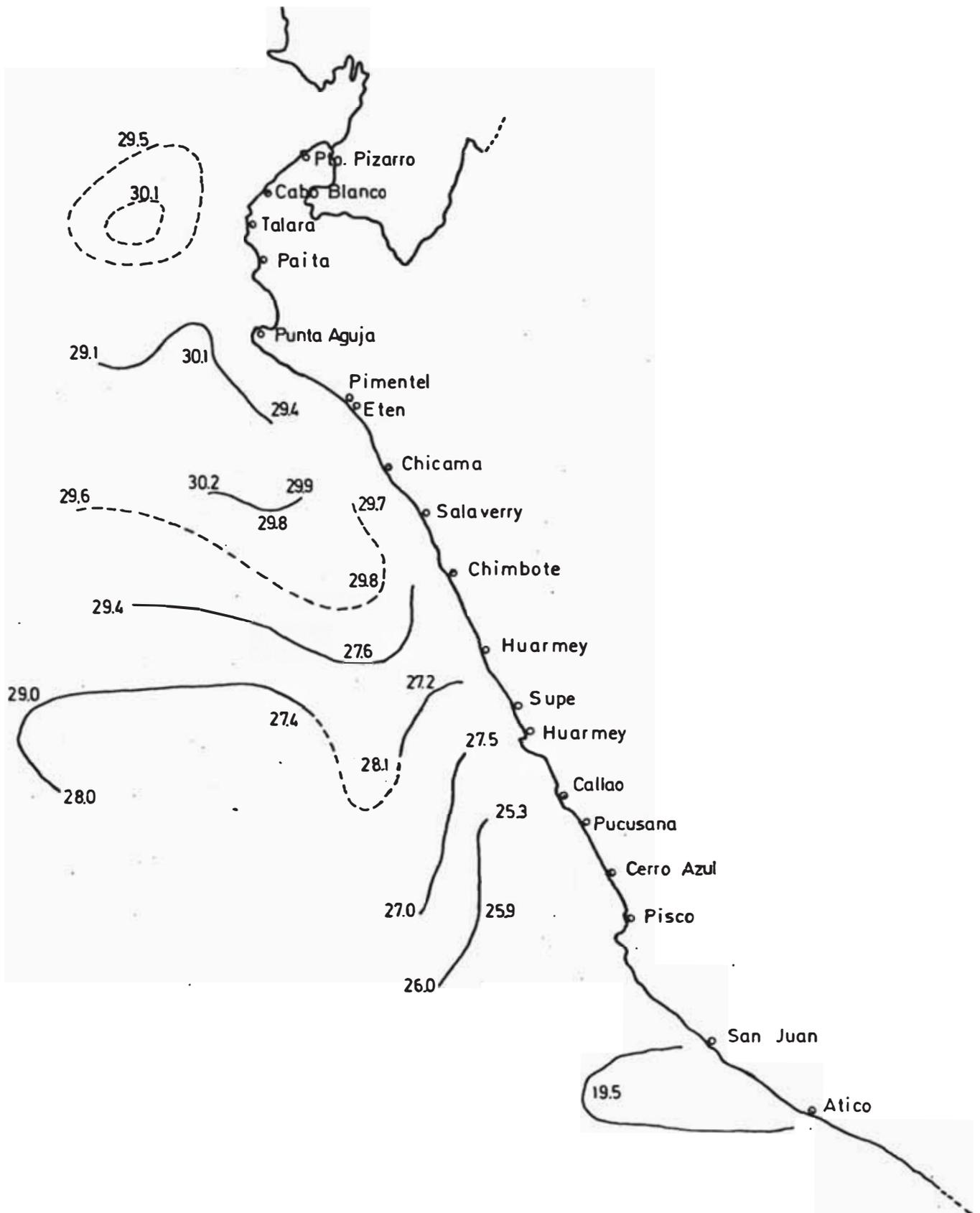


Fig. 5 - Temperatura superficial del mar (°C),  
en Abril de 1983.

guas se alejaba; por otro, aparecían especies nunca vistas; escualos y crustáceos, que jamás habían llegado tan profundamente al sur del país, esta vez fueron avistados.

¿Qué había sucedido en el clima de la zona para que se trastocara toda la naturaleza?

Según el SENAMHI, dos fueron los principales factores que influyeron en el inusual fenómeno.

En primer lugar, los vientos de la Polinesia, grandes masas de aire caliente, se incrementaron y empezaron a soplar dirigiéndose hacia América. Este movimiento hizo que la Corriente fría de Humboldt, se desplazara a su vez, y se alejara de las costas del país. El agua caliente que reemplazó a la corriente de Humboldt, produjo un inmenso fenómeno de evaporación frente a la región norte del país.

En segundo lugar, la Zona de Convergencia Intertropical, también cambió repentinamente de lugar.

Esta zona, ubicada en Las Antillas, al norte de Colombia, es el lugar donde se unen las masas de aire caliente de las regiones sur y norte del continente. Un lugar de abundantes lluvias tropicales. Entre el 82 y principios del 83, la masa de nubes

abandonó su ubicación habitual en los  $12^{\circ}\text{N}$ , para llegar a los  $6^{\circ}\text{S}$ ; es decir una desviación de  $18^{\circ}$  que hicieron que la franja intertropical convergiera sobre el norte del país.

Estos dos factores, fueron las principales causas de todo aquello que empezó como un drama y acabó en una enorme tragedia en Piura y Tumbes.

#### 1.4 CRONOLOGIA DEL FENOMENO DEL NIÑO.

En un período de casi 100 años, se ha podido señalar la presencia del fenómeno "El Niño" en nueve ocasiones:

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| 1) 1891      | 4) 1953      | 7) 1972-1973 |
| 2) 1925      | 5) 1957-1958 | 8) 1976      |
| 3) 1940-1941 | 6) 1965      | 9) 1982-1983 |

Es posible que se haya presentado también unas cuatro veces mas entre 1891 y 1925, pero habría que leer cuidadosamente los periódicos y revistas de la época, en los meses de verano, para darse cuenta de su presencia.

En tres ocasiones, el fenómeno ha sido catastrófico: 1891, 1925 y 1983 ; en los otros casos, el fe-

nómeno ha sido muy variado, desde poco intenso - (1976) hasta medianamente intenso (1972).

Durante los años 1891 y 1925, se precipitaron en el norte y centro del país, lluvias torrenciales con su secuela de huaycos, inundaciones y toda suerte de catástrofes similares a las ocurridas en 1983.

Incluso se tienen informaciones sobre lluvias torrenciales ocurridas en 1578, en la región de Lambayeque.

Los destrozos producidos durante esos años, considerando las características de la época, fueron de tanta magnitud como los de la época presente, como lo veremos a continuación:

A) 1,578 :

- El 24 de Febrero de dicho año, cayó una fuerte lluvia que duró toda la noche; según los relatos de quienes lo sufrieron, parecía que se derramaban cántaros de agua sobre la ciudad.

- El 3 de Marzo un diluvio inundó la región y así continuó hasta el 5 ó 6 de Abril. El resultado fué desastroso, los ríos y canales principales salieron de su cauce, anegando los valles. Las acequias se

quebraron por el caudal de agua arrastrado y un brazo del río entró por en medio de la ciudad. Las casas de adobe se derretían ante el aniego, la catedral de Lambayeque, que en ese entonces lucía "mejor que la de Lima", se vino abajo. Lo mismo sucedió con las casas del párroco, del cacique y las principales residencias de los españoles. La villa de Saña también sufrió daños, pero se hizo caso omiso y se reconstruyeron los edificios en el mismo lugar que era por demás peligroso.

La aterrada población buscó refugio en los cerros y en las huacas. Se improvisaron toldos y ramadas en los lugares altos, pero las lluvias calaban los precarios techos.

Mucha gente se ahogó, otros murieron a consecuencia de las epidemias que se desataron afectando sobre todo a niños y ancianos.

- En el agro las consecuencias fueron devastadoras. Las reservas de granos guardadas en botijas se pudrieron e igual suerte corrió el maíz conservado en hondonadas especiales, construídas por los naturales en los lugares desérticos; el agua llegaba a todas partes.

- Las gallinas, patos y cuyes perecieron en los aniegos; las llamas que por entonces existían aun en la costa, no pudieron escapar. Las tierras de cultivo se cubrieron de arena y de piedras.

- En los nuevos sembríos aparecieron langostas, que cual plaga devoraban las tiernas plantaciones. Luego ejércitos de ratones invadieron los campos y aldeas, dando fin a lo poco que quedaba. Los voraces animalitos comían los capullos de los algodones y hasta roían la corteza de los algarrobos.

Por último, gusanos verdes, amarillos y negros se criaban en la podredumbre general.

B) 1,891 :

- El 7 de Marzo de 1891, el diario "El Comercio" publica acerca de una gran inundación en Supe. El fenómeno ocurrió la noche del 24 del mes anterior, pero por las dificultades de las comunicaciones de aquella época, recién se supo en Lima en la fecha descrita.

La población quedó sin techo a consecuencia de una lluvia torrencial de varias horas. El Concejo nombró una comisión de socorro y el primer donativo

que envió el gobierno para los damnificados fué de 300 soles.

- El 16 de Marzo de ese año, se conoce otra inundación en Supe por desborde del río Seco. El alcalde y otras autoridades desesperadas, piden mayores recursos al gobierno para el encauzamiento del río. El gobierno destina, con mucho esfuerzo, una partida de 1,000 soles.

- Al día siguiente se conoce que los huaycos han destrozado un gran tramo del Ferrocarril Central en la Oroya. El puente "Verrugas" fué devastado. También se informa sobre huaycos caídos en Chosica, La Esperanza y Tambo de Viso. Cien hombres en diez días reparan los daños.

- El 20 de Marzo un titular estremece a la ciudad: "El Rímac crece y amenaza". La crónica consigna que el nivel del agua llega a los arcos del puente principal.

La corriente destruye el puente Balta e invade la estación de Desamparados. Clausura también el puente de Piedra y llega hasta la estación de La Palma. Entonces ya se mencionaba "la falta de previsión, por un lado, y las obras aisladas que se hacen por

otro, han influido en la desviación de las aguas".

- El 23 de Marzo se había producido la invasión de la línea del tren a Ancón por desborde del río Chillón.

La hacienda Infantas y el puente Chillón quedan destruidos.

- Se sabe luego del desborde del río Lurín que barre con las haciendas Tomina y Casablanca y gran parte de Buena Vista y San Pedro. El puente Lurín queda destrozado.

- En Cieneguilla y Manchay también se producen destrozos.

- Un telegrama procedente de Huacho comunica que gran parte de la ciudad ha sido destruída por una lluvia torrencial.

- Por esos días se producen aluviones en la región de Ascope (La Libertad). El barrio "Bejuca" de Trujillo sufre grandes daños.

- El río Moche se desborda y corta los caminos carreteros. En Chiclayo una lluvia torrencial no deja una sola casa sin sufrir destrozos.

- En Lambayeque, Jayanca, Chocope, etc. hay calamidades. En Supe se desborda el río Seco por tercera vez. "Unas dos mil personas están guarecidas en

los cerros" reza un comunicado.

- Los daños por las torrenciales lluvias se extienden a lo largo y ancho de la quebrada de Huarochirí. En Matucana hay destrozos. Los derrumbes asolan San Bartolomé y La Esperanza.

- "Los rieles del tren están por los aires con sus durmientes clavados", despacha un corresponsal.

- Entre el 30 y 31 de Marzo se conoce que una tempestad destruye varias haciendas de caña en la zona de Chiclayo. Trujillo y Piura soportan recias lluvias. Casma, Lambayeque y otros pueblos padecen hambre.

- Desde Paita se comunica que todas las noches son lluviosas y tempestuosas. "Se ha desplomado la torre de La Merced. La Escuela Náutica ha sido afectada. El servicio telegráfico y telefónico interrumpido", dice un informe de Paita.

- Desde Casma se informa que han bajado las aguas y se aprecia la destrucción causada por las lluvias. Sólo se divisan tres a cuatro casas en pie. "El barrio de Chancos, donde vivía gente muy pobre, es hoy un desierto. No se puede creer que allí hubo alguna vez una población", escribe un periodista.

C) 1,925 :

El ornitólogo R.C. Murply, refiriéndose al "desastroso año de 1925" dijo que en Mollendo se registró una temperatura superficial de  $26.2^{\circ}\text{C}$ ; lo que hace suponer que aquel "El Niño" de 1925 fué tan destructor como el de 1983, por lo que reproducimos lo dicho por tan notable científico:

"Las verdaderas lluvias comenzaron en Talara, al amanecer del 27 de Enero, antes de un viento norteño, y continuaron hasta el mediodía, para reiniciarse al atardecer. El suelo se convirtió en una horrible masa pegajosa y se formaron rápidamente grandes charcos con aguas turbias.

Las vías férreas en los valles andinos fueron arrasadas dentro de las quebradas y los puentes arrancados por las turbulentas aguas de los ríos. Los pescadores vieron que su medio de vida había desaparecido. Peces muertos, mezclados con incalculables cantidades de aves, se encontraron varados en las playas de cientos de millas y 35,000 toneladas de guano fueron barridas de las islas por las lluvias".

Ahora examinemos algunos de los tristes acontecimientos ocurridos en 1925:

- Alrededor del 10 de Enero se presentan las primeras

lluvias en el norte de la provincia de Tumbes.

- En Zorritos llueve escasamente el día 12, pero después lluvias más fuertes, que entonces sólo se conocían en la frontera ecuatoriana, avanzaron mas al Sur, los días 13 y 15 de Enero, alcanzando al caserío Grau, 5 Km. al NE de Zorritos.

- El 17 de Enero fuertes lluvias producen daños de consideración en Zorritos. Durante este tiempo, lluvias copiosas y abundantes caían en Tumbes.

- En Talara las precipitaciones se presentan el día 19, repitiéndose el día 27 y continuando durante Febrero y Marzo.

- El 6 de Marzo se reporta una grave inundación en Piura, afectando principalmente el distrito de Catacaos.

"Estamos viviendo horas de agitación y pavor. Las dos terceras partes de Piura están inundadas y Catacaos es una laguna", decían los despachos telegráficos de la región.

- Los diarios consignan los sitios por donde en 1891 se precipitaron los aluviones, lugares que en 1925 están totalmente urbanizados.

- El 7 de Marzo se reporta las "enormes avenidas del río Piura". El distrito de Castilla está a -

rruinado. El agua del río ha llegado a lugares altos, como ni siquiera se produjo en 1891.

- Entre el 11 y 13 de Marzo se desata una lluvia inusual y torrencial sobre Lima. El aguacero es violento e inusitado. Las calles están convertidas en ríos y la ciudad queda a oscuras, a raíz de serios desperfectos en las plantas eléctricas de Chosica y Yanacoto a consecuencia de los huaycos.

- El 14 llega la noticia de que Chiclayo está convertida en una inmensa laguna. "Desde 1891, Chiclayo no soportaba un aguacero como el de ayer" relataba el corresponsal de "El Comercio".

- Lima y casi toda la costa soportó el mes de Marzo de 1925 grandes temperaturas. El boletín meteorológico suministrado consignaba los siguientes registros: Temperatura máxima:  $33.4^{\circ}\text{C}$  ; media:  $27^{\circ}\text{C}$  y mínima:  $21.3^{\circ}\text{C}$ .

- En Piura y Tumbes se presenta una incontrolable plaga de zancudos y moscas. Los primeros son muy temidos por ser conductores de los gérmenes de la malaria y de la fiebre amarilla. Pululan por millones en los enormes focos de agua estancada.

- Lima empieza a sentir los estragos de la falta de subsistencias. En Huaral cae un terrible aguacero

no visto desde 1891.

- En los días venideros se tienen noticias de gran des inundaciones en La Libertad y Lambayeque, así como en Piura y Tumbes.

- Chepén y Chimbote son acosados por lluvias to- rrenciales.

- Hacia fines de mes amaina el temporal en el nor- te y puede advertirse la miseria en que han sido sumidas las poblaciones de esa región.

- Las evaluaciones hechas en Piura arrojan un lú- gubre panorama: ha sido el año más terrible de su historia.

## CAPITULO II

### EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE PAITA.

#### 2.1 UBICACION

La ciudad de Paita se encuentra ubicada en la parte norte del país, a orillas del Océano Pacífico. Políticamente pertenece al distrito de Paita, provincia de Paita, departamento de Piura. Su distancia de la ciudad de Piura, es de 56 Km.; y se encuentra situado a una altitud de 3 mts. sobre el nivel del mar.

#### 2.2 CARACTERISTICAS GENERALES

Clima.- Según el Mapa Ecológico del Perú de Tossi, la franja costera de Piura, es del tipo Desierto Sub-Tropical , con un clima árido seco.

Temperatura.- Las temperaturas máximas mensuales varían entre 25 y 37°C; y las mínimas entre 13 y 24°C. La temperatura media corresponde a un promedio de 25°C.

Vientos.- La velocidad promedio del viento es de

8 Km/h. y sopla en dirección Sur-Oeste entre 12 am. y 7 pm.

Humedad Relativa.- Es mas o menos constante durante todo el año, variando entre 65 y 70%.

Precipitación Pluvial.- Normalmente, las precipitaciones promedio anuales son de 70 mm., pero las lluvias de 1983 fueron las mayores presentadas en este siglo, las que tuvieron características tropicales por su intensidad y frecuencia.

La estación meteorológica de "Esperanza", ubicada en el distrito de Pueblo Nuevo de Colán, en Paita; nos ha proporcionado los siguientes datos:

AÑO	MES	REGISTRO (mm.)
1982	Diciembre	1.0
1983	Enero	145.7
1983	Febrero	83.6
1983	Marzo	285.5
1983	Abril	505.8
1983	Mayo	529.9
1983	Junio	261.5

Aspectos Poblacionales.- La población del distri-

to de Paita, según el censo de 1,981, es de 25,694 habitantes; con una población urbana de 25,615 hab. y una población rural de 79 habitantes.

El 42.7% de la población se ubica en los pueblos jóvenes.

### 2.3 DAÑOS EN EDIFICACIONES

Las viviendas más afectadas por las lluvias torrenciales de 1983, fueron las ubicadas en los pueblos jóvenes, las que en su mayor parte son construídas de quincha, madera, cartón y adobe.

Algunas edificaciones de ladrillo y concreto armado, sufrieron el deterioro del techo; filtrándose las aguas pluviales; y el agrietamiento de los muros de albañilería, como sucedió en la Escuela Fiscal y en el Hospital General de Paita.

Los daños producidos podemos tipificarlos de la siguiente manera: (Plano 1).

#### 2.3.1 Daños causados por la formación de quebra - das :

La ciudad de Paita fue considerablemente afectada, principalmente por efecto de las quebra - das que atravezaban la ciudad, originando la des -

trucción de gran parte de la infraestructura urbana.

Las fuertes corrientes de agua y lodo que bajaban de la parte alta de Paita y del Tablazo, destrozaron en su mayor parte las pistas y veredas de la ciudad, producto de la continua erosión.

La Av. "El Zanjón" por su situación en la zona céntrica y más baja de la ciudad, es el dren principal de descarga de las aguas pluviales, por lo tanto capta las aguas provenientes de los pueblos jóvenes ubicados en la parte alta, como las del Tablazo.

Durante las lluvias de 1983, esta calle se convirtió prácticamente en un río por donde escurría todas las aguas pluviales hasta ir a dar al mar. El torrente erosionó el pavimento destruyéndolo por completo, y el agua llegó a correr a todo lo ancho de la calle dañando las veredas y viviendas ubicadas en ambas márgenes (Foto 1 y 2).

Otras quebradas que se formaron y que concurrían en la Av. El Zanjón fueron: la que bajaba por la carretera a Sullana y continuaba por la Av. San Martín (Foto 3) inundando el Mercado Modelo, la que discurría por la Av. Loreto y otra que se for



Foto 1 - Torrente discurriendo hacia la Av. El Zanjón.



Foto 2 - Torrente discurriendo por la Av. El Zanjón, frente a la Escuela de Mujeres "La Merced."

mó en la Av. Del Pozo.

Asimismo en el pueblo joven "13 de Julio", una quebrada arrasó con las viviendas y enseres dejando a varias familias sin hogar, las que emigraron hacia la zona alta de El Tablazo, donde permanecieron varios días a la intemperie. En la Av. Alfonso Ugarte, otra quebrada que corría paralela a la Av. El Zanjón, daño el pavimento, veredas y viviendas ubicadas en esa zona, siguiendo luego el torrente hasta desembocar en el mar.

La formación de todas estas quebradas se vió favorecido por la fuerte pendiente de las calles de la ciudad.

### 2.3.2 Daños por inundación :

En este caso los daños fueron causados por la invasión de lodo, arena y desechos sólidos, que cubrieron las vías principales de la ciudad; y por el intenso humedecimiento que sufrieron las edificaciones, llegando a agrietarse.

En este tipo de daño, el flujo no se produce con gran fuerza pero si con gran cantidad de material fino en suspensión.

En la parte baja de Paita, a continuación de la Av.

El Zanjón, existe un canal con la finalidad de evacuar las aguas pluviales procedentes de las partes altas y conducir las hacia el mar (Foto 4). Pero cuando empezaron las torrenciales lluvias de 1983, aproximadamente en Abril y Mayo, el canal no tuvo la capacidad suficiente para albergar la enorme cantidad de aguas pluviales que bajaban de las partes altas, y se desbordó fácilmente inundando las calles principales de la ciudad, así como su Plaza de Armas; las que fueron cubiertas de lodo y arena haciéndose intransitable para la circulación vehicular y peatonal. Tanta fue la cantidad de agua acumulada en la parte baja de la ciudad, que hubo la necesidad de romper una parte del malecón, para que las aguas se fueran libremente al mar. Todo esto se vió favorecido por la falta de obras de drenaje en la ciudad.

### 2.3.3 Daños por maretazos :

Los fuertes oleajes del mar, que azotaban la costa acompañados por vientos huracanados, socavaron las cimentaciones de las edificaciones ubicadas frente al mar (Foto 5 y 6).

Las más afectadas con este tipo de daño, fueron las

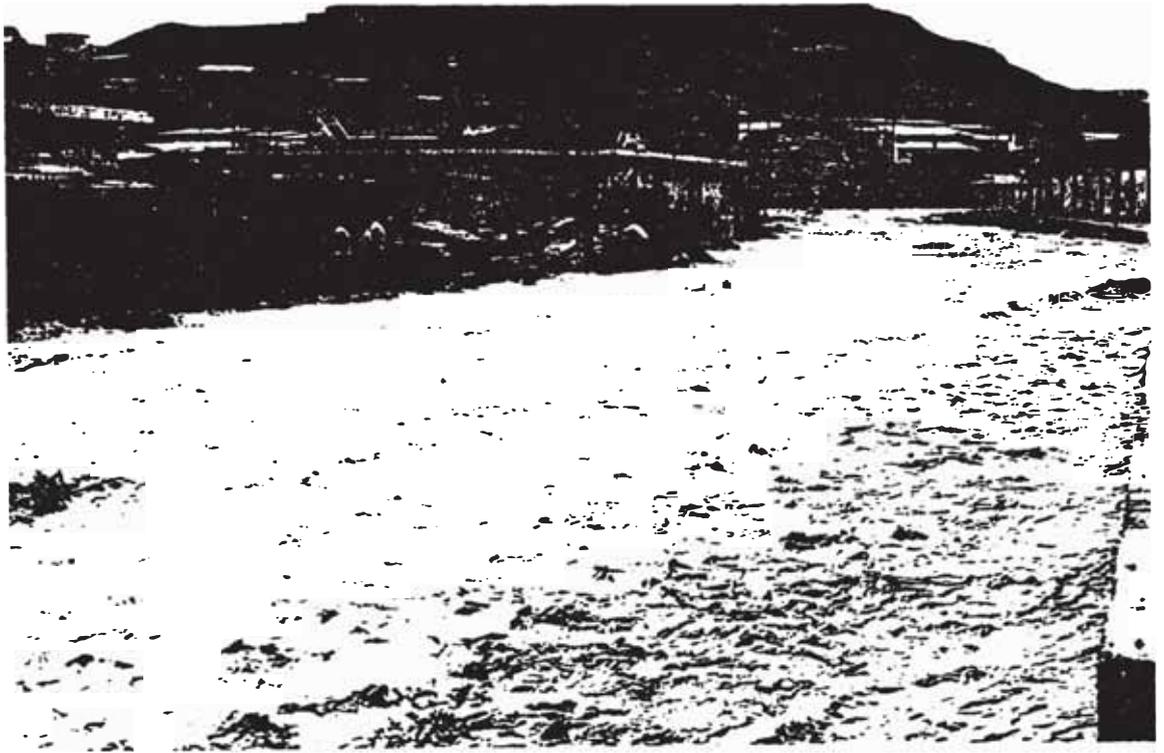


Foto 3 - Quebrada que se formó en la Av. San Martín.



Foto 4 - Canal de evacuación de aguas pluviales, totalmente colmatado.

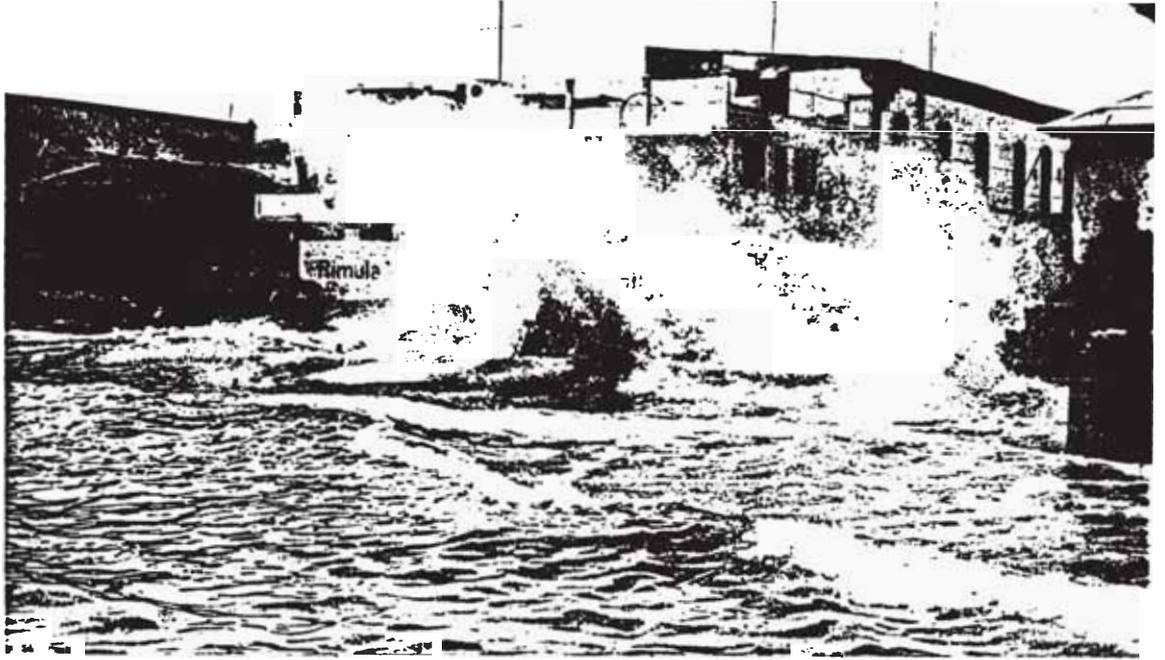


Foto 5 - Maretaños afectando al Malecón  
"Hnos. Cárcamo" de Paita.



Foto 6 - Las olas del mar llegaron  
salir hasta la ciudad.

empresas pesqueras industriales que operan en la zona tales como AGROPESCA S.A., DEL MAR S.A., PAITA, etc. y el Complejo Pesquero, cuyas plantas, almacenes, pistas de acceso y viviendas fueron dañadas, sufriendo cuantiosas pérdidas en su infraestructura.

#### 2.3.4 Evaluación de los daños :

	Distrito de Paita.	Resto de distritos	Provincia de Paita.
Número total de viviendas. (*)	4,754	6,184	10,938
Número de viviendas afectadas.	850	4,066	4,916
Número de familias damnificadas.	850	4,785	5,635
Número de pobladores damnificados	5,185	29,188	34,373

(\*) Según el censo de Julio de 1,981.

El número de viviendas afectadas, comprende tanto a las viviendas dañadas en su integridad como a las viviendas dañadas parcialmente.

### 2.3.5 Recomendaciones :

- Canalizar los probables cursos de agua, en especial la Av. El Zanjón por ser el principal dren de la ciudad, en forma de canal-vía, es decir que durante las lluvias funcione como un canal y durante el resto del año como una vía cualquiera.
- Hacer obras de drenaje en la parte baja de la ciudad, para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.
- Para evitar la socavación por parte de los marejales, deben protegerse las cimentaciones de las edificaciones ubicadas con frente al mar, colocando mandiles de piedras grandes y grava, debidamente compactadas y enterradas.

## 2.4 DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

### 2.4.1 Descripción

En el distrito de Paita, los servicios de agua potable y alcantarillado son seriamente deficitarios.

La zona céntrica de la ciudad de Paita, cuenta con una red de alcantarillado sumamente deteriorada e

ineficiente. Por un lado la antigüedad de los colectores, unidos a los efectos de salinidad, napa freática alta, calidad del suelo y el ataque constante a la tubería de gases sulfídrico y clorídrico; ocasionan el desgaste, sedimentación y reducción del diámetro del conducto con la consecuente pérdida de capacidad de transporte, hasta su colapso con el hundimiento de la línea y la interrupción del funcionamiento. Por otro lado, el sistema de conexiones del alcantarillado es anacrónico, ineficaz e inservible por zonas. Se han dado casos en que por una arteria iban 2 ó 3 líneas de alcantarillado, en las cuales el flujo de aguas negras discurría pasando de un colector a otro por intermedio de by-pases, según el estado de conservación de la tubería.

El sistema de alcantarillado de la parte céntrica de Paita (zona plana), es bastante antiguo. La tubería de  $\emptyset$  6" data del año 1926 y la de  $\emptyset$  8" data del año 1950, habiéndose hecho varios "injertos". Todo esto favoreció para que las redes fueran dañadas por las torrenciales lluvias.

Estos daños los podemos tipificar como :

#### 2.4.2 Daños causados por la formación de quebradas :

El discurrimiento de las aguas pluviales por la ciudad, (favorecido por la fuerte pendiente de las calles) que erosionó el terreno de las diferentes arterias; y la extrema saturación del terreno, afectaron las redes de agua potable y alcantarillado, y las conexiones domiciliarias. Algunas redes quedaron al descubierto, otras sufrieron roturas en diferentes puntos y otras fueron totalmente arrasadas por el torrente (Foto 7 y 8). Las zonas más afectadas fueron el centro de la ciudad y las calles San Martín Oriente, San Martín Central y 13 de Julio.

Este tipo de daño, afectó a las redes de agua potable de los pueblos jóvenes en un total de 44 mts. y a la zona urbana en 68 mts., lo que hace un total de 112 mts. de tubería afectada.

En el caso de la Av. El Zanjón, la quebrada natural que se formó por dicha arteria, destruyó el colector principal de  $\emptyset$  10", en una longitud de 246 mts. y además desembonó, colmató y desalineó varios tramos de la red de desagüe.



Foto 7 - Redes de agua y alcantarillado,  
al descubierto



Foto 8 - En esta calle las tuberías y conexiones  
domiciliarias fueron totalmente arrasadas.

### 2.4.3 Daños por colmatación :

Al no existir sistemas de drenaje en la ciudad, las aguas pluviales se estancaron en la parte baja de Paita, formando grandes lagunas en calles y plazas, lo que hizo que la gente abriera la tapa de los buzones para evacuar así las aguas estancadas. Pero por allí ingresó también la arena y desechos sólidos que arrastraban estas aguas. De esta forma las redes se colmataron, llegando a colapsar algunas de ellas y haciendo aflorar las aguas servidas por calles y avenidas.

Los colectores secundarios sufrieron sedimentación, colmatación total y rotura en una extensión de 1,751 mts., se han destruído más de 60 conexiones domiciliarias del sistema de alcantarillado y el emisor del Jr. Jorge Chávez se encuentra saturado de fango, impidiendo el curso de las aguas servidas hacia la cámara de bombeo antigua.

### 2.4.4 Recomendaciones :

- Respecto al alcantarillado, debe cambiarse la tubería antigua por una nueva, con un diámetro no menor de  $\emptyset$  8" y con el trazo de un solo colector en cada calle.

- Establecer un sistema de drenaje en la ciudad con un mantenimiento adecuado continuo.
- Debe forestarse las laderas de los cerros, que rodean la ciudad de Paita, donde se originan los torrentes; para disminuir la cantidad de aguas pluviales que discurre hacia abajo y el material arenoso que arrastra con ella.

## 2.5 DAÑOS EN LAS VIAS DE TRANSPORTE

Los daños en las vías de transporte, fueron los de mayor relevancia, no solamente por su elevada magnitud sino también por su efecto indirecto sobre la movilidad de las personas y el flujo de la producción e insumos.

La antigua cuesta que es la vía de entrada y salida a la ciudad de Paita, sufrió el agrietamiento de su base y el deterioro de la carpeta asfáltica, debido a la continua erosión por parte de las aguas pluviales en las laderas de los cerros, sobre las que se desarrolla esta vía. (Foto 9).

La vía Piura-Paita, quedó inhabilitada luego de las torrenciales lluvias, y debido a su importancia será tratada con mayor detalle.



Foto 9 - Carretera de acceso a la ciudad de Paita, deteriorada por la erosión

### 2.5.1 Carretera Piura-Paita :

#### a) Características :

La carretera Piura-Paita de 56 Km. de longitud, es una de las vías tributarias más importantes de la carretera Panamericana Norte. Su construcción data de la década del 50, habiéndose mejorado parcialmente sus características en sucesivas oportunidades.

La carretera Piura-Paita, se desarrolla de Este a Oeste sobre un desierto árido barrido por el viento y en un terreno denominado "Tablazo" cuya elevación fluctúa desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 100 mts. en las pequeñas elevaciones. Esta zona desértica está en la parte norte del denominado desierto de Sechura.

La topografía es generalmente de bajo relieve, con presencia de dunas de moderada elevación y extensas depresiones laterales, geológicamente sustentados por capas de la formación Zapayal (Mioceno), compuestas por arena fina, limo, arcilla y algunos materiales de grava.

Dicha conformación geomorfológica está caracterizado a su vez por presentar ligeros cursos de agua o quebradas secas que por la intrusión de dunas de a

rena, procedentes del Sur-Sudeste por acción eólica, le atribuyen cambios al curso de los mismos, evidenciando así una activa geodinámica externa.

Actualmente, el pavimento construido presenta una superficie de rodadura asfáltica que ha experimentado un gran deterioro, debido a las precipitaciones pluviales ocurridas a principios del año 1983; y cuyos daños podemos tipificarlo así:

b) Daños causados por la formación de quebradas:

En los primeros 19 Km. de la vía Piura-Paita, se puede observar una serie de quebradas secas o cursos de agua; algunos relativamente definidos y otros de localización variable en razón al tipo de material parental en los que se encuentran, y sujetos a una activa geodinámica externa por la acción del viento (erosión y deposición eólica) y el agua (erosión hídrica en épocas de avenidas, por presencia de tormentas). Obviamente las características hidráulicas de dichas quebradas son variables, no uniformes y no permanentes. Se verifica en toda la longitud de la vía, a pesar de haberse observado durante la construcción

de la misma, la evidencia de quebradas mayores; que solo en dos (2) de ellas se establecieron alcantarillas de insuficiente capacidad aún para las condiciones climáticas imperantes en la zona ( de moderada precipitación pluvial registrada en ese entonces). Dicha situación motivada por la excesiva tormenta ocurrida a principios de 1983, han ocasionado especialmente en los primeros 18 Kms. la ruptura o el corte de la vía en nueve (9) tramos de cruce con las respectivas quebradas, cuyo proceso ha sido primero la acumulación del agua por embalse en la zona superior adyacente de la carretera (por falta de drenaje) y luego, el rebose, erosión y colapso ("barrido") de todo el terraplén de la plataforma vial.

En general dichas quebradas tienen una orientación de NE a SO, las ubicadas en los primeros 15 Kms., según el patrón de avenamiento principal por situarse dentro de la cuenca del río Piura; y desde el Km. 15 hasta la ciudad de Paita, se orientan de SE a NO, encontrándose en la cuenca baja del río Chira.

c) Daños por inundación :

Las intensas precipitaciones pluviales,

acontecidas entre Enero y Junio de 1983, ocasionaron un intenso humedecimiento de las capas del pavimento y de la subrasante del mismo, tanto por el ascenso del nivel freático en la zona donde se produjeron estancamientos de agua por las deficiencias de drenaje, como por la infiltración que se vió favorecida por la textura abierta y condiciones de agrietamiento de la superficie asfáltica.

Esta modificación sustancial de la humedad, en materiales susceptibles a disminuir su capacidad portante en estados próximos a la saturación, ha contribuído a agravar el deterioro del pavimento en forma tal que hace más evidente la necesidad de una reconstrucción total del mismo.

Aproximadamente desde el Km. 19 hasta las inmediaciones de la ciudad de Paita, la vía se desarrolla sobre vastas zonas de depresión natural, en las que las rasantes son muy bajas, confundiéndose con el perfil topográfico.

En dichas zonas de depresiones naturales, se formaron lagunas de magnitudes considerables, dentro de ellas la de Congorá, que fue la más importante (Foto 10 y 11).

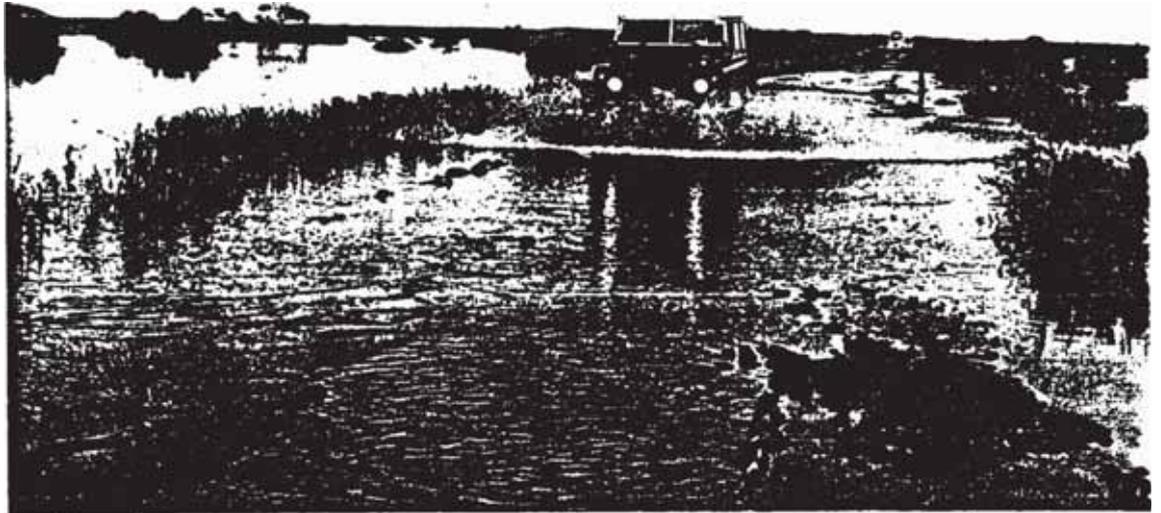


Foto 10 - Carretera Piura - Paita , cuando las  
aguas comenzaron a inundar la via.



Foto 11 - Carretera Piura - Paita sumergida  
bajo las aguas de la Laguna de Congorá.

Zona de Congorá : En la zona de Congorá, se formó una gran laguna, cuya depresión natural se encuentra ubicada entre los Kms. 19 + 500 y 22 + 500 de la carretera Piura-Paita. Dicha depresión natural es la más significativa de las existentes a lo largo de la vía y se estima que tiene una amplitud de 3 Km. (en la dirección coincidente con la vía) por 10 Kms. de largo y una profundidad máxima de 5 mts. La cuenca de esta depresión natural, de 7,800 has., pertenece a la gran cuenca del Chira y sus patrones de drenaje son el dentrítico en los flancos Sur-Orientales de la cuenca y el paralelo en los Sur-Occidentales de la misma. Sus cursos de agua son sinuosos y muy sinuosos, con formas de cauce tendido y divagante, y en conjunto tienen una orientación fundamentalmente de SE a NO con una pendiente promedio de 5% (5 por mil).

Esta depresión natural se debe, entre otras, a la activa geodinámica externa imperante en la zona, especialmente los efectos del viento cuya acción eólica (transporte y deposición) le ha dado la conformación de un vaso natural en razón a la morfología plana (tablazo) de la zona y a la nula o escasa cobertura vegetal de sus suelos.

En esta depresión se formó una gran laguna con un gran espejo de agua, aproximadamente de 8.5 Kms. de largo por 2 Kms. de ancho, y un tirante aproximado de 3.5 mts. A dicha laguna, la carretera atraviesa de Este a Oeste, en una longitud de 1.9 Kms. la cual ha quedado sumergida a 3.5 mts. de profundidad; estimándose dicha longitud sumergida en 2.3 Kms. durante las máximas avenidas registradas.

La laguna a pesar de encontrarse en un medio geográfico con aparentes condiciones de alta evaporación del agua por un lado y por otro sobre un perfil de material permeable; las láminas de evaporación y percolación observadas son mínimas, permaneciendo un tirante de agua sobre la vía sumergida, de 3.5 mts., lo cual confirma que el perfil litológico de la zona de depresión natural incluye un manto impermeable.

d) Factores que contribuyeron a los daños:

En conclusión, desde el punto de vista del drenaje, dos son los factores que han motivado una gran magnitud de los daños a dicha infraestructura vial, los mismos que no fueron previstos durante su etapa de construcción:

- La falta completa de obras de drenaje a lo largo de toda la vía Piura-Paita.
- La fijación del eje carretero por vastas zonas de evidente depresión natural.

e) Criterios para el diseño de Obras de drenaje :

- Adecuar la obra vial, a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas imperantes en la zona, fijando estructuras de libertad para el agua (enrocado y batería de alcantarillas) en tramos de depresión natural y protegiendo con mandiles de grava y/o piedras debidamente compactadas, los taludes del terraplén, en tramos adyacentes a cursos de agua de posible erosión hídrica.
- Considerando que en las quebradas mayores, el flujo ha de comportarse como un torrente de alto poder erosivo, se deben establecer estructuras de gran sección hidráulica, además de obras complementarias para reducir los efectos negativos sobre la vía. Estas estructuras deberán estar bien fijadas a los suelos de fundación.
- Para las obras de drenaje transversal (alcantarillas) deben elegirse las de concreto, tipo mar-

co, por las aparentes condiciones de salinidad de los suelos, las mismas que son agentes potencialmente corrosivos de las alcantarillas tipo metálico corrugado (TMC).

- En cuanto al drenaje longitudinal, establecer cunetas laterales en los cortes, a la vez, dar una pendiente transversal aconsejable a la superficie de rodadura en toda la longitud de la vía y por otro lado proyectar zanjas de encauzamiento en trechos convenientes con el fin de orientar el flujo hacia las alcantarillas respectivas.

#### 2.5.2 Obras Complementarias :

Para dar una mayor eficiencia al sistema de drenaje proyectado y con el objeto de garantizar el mantenimiento y seguridad del sistema vial, se establecerán las siguientes obras complementarias, aplicables para cualquier carretera:

a) Zanjas de encauzamiento: (Fig.6)

Descripción.- Consiste en un canal de gran sección transversal, construido con el material de préstamo lateral mediante remoción del mismo, y tiene por objeto orientar el flujo hacia las obras de drenaje transversal (alcantarillas) con

# ZANJAS DE ENCAUSAMIENTO

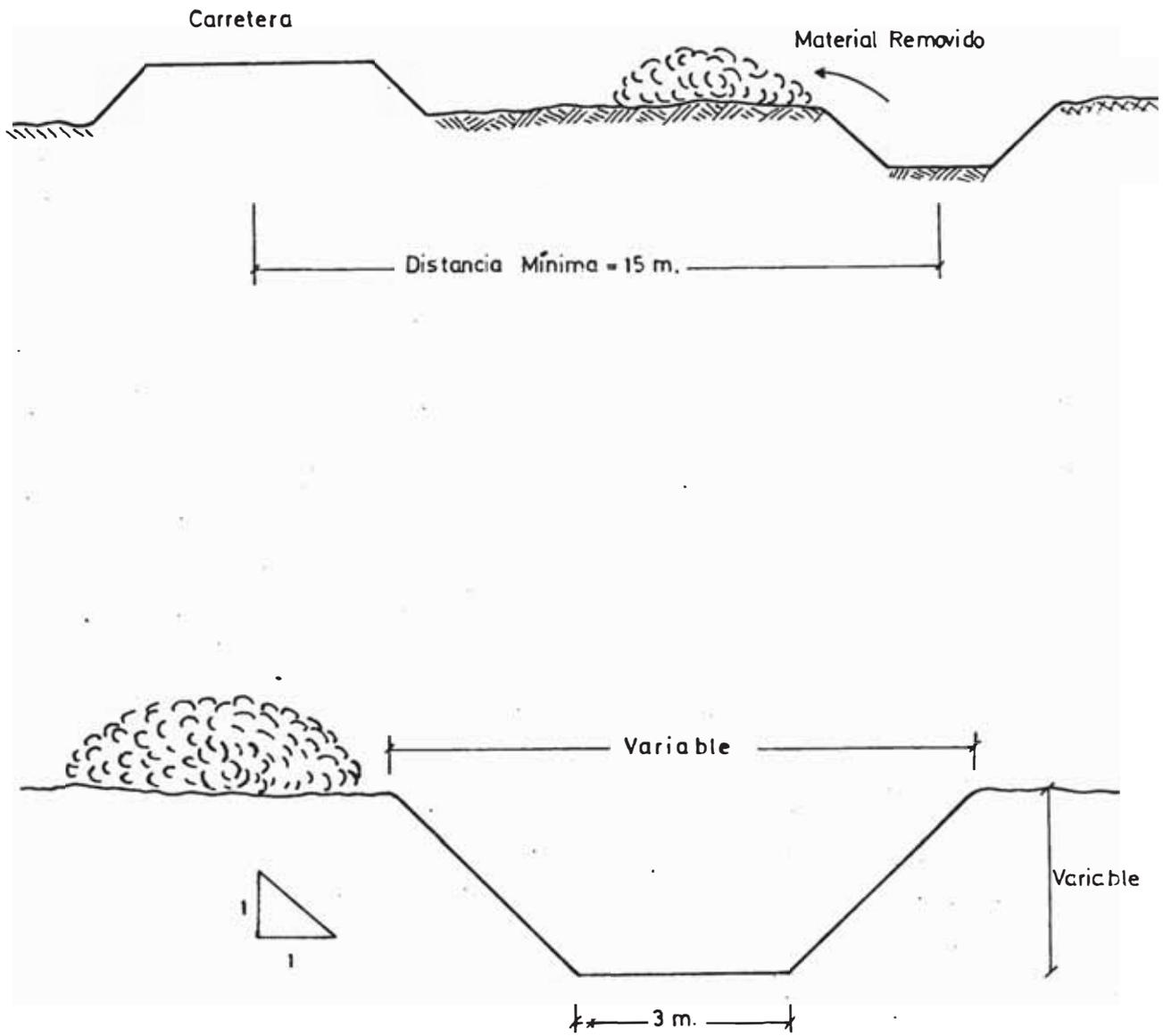


Fig. 6

fines de proteger el terraplén de la plataforma vial, de los posibles torrentes.

Ubicación.- Especialmente en zonas muy planas, con drenaje natural de cauces muy divagantes y en dirección paralela a la vía y a una distancia mínima de 15 mts. del eje carretero.

Características.-

Longitud - Variable.

Sección transversal - Trapezoidal.

Taludes - 1:1

Pendiente del fondo - Menor de 0.005

Altura - Variable dependiendo de la longitud y posición relativa del fondo con la solera de la alcantarilla correspondiente.

Ancho mínimo del fondo - 3 mts.

Durante la construcción, remover el material hacia la vía.

b) Mandiles de grava y/o piedra: (Fig. 7).

Descripción.- Teniendo en cuenta que el terraplén de la vía, será con material de préstamo, estos "mandiles" son capas de grava y/o piedra compactadas convenientemente, sobre el o los taludes del terraplén, con el objeto de estabilizarlos de la

# MANDILES DE GRAVA Y/O PIEDRA

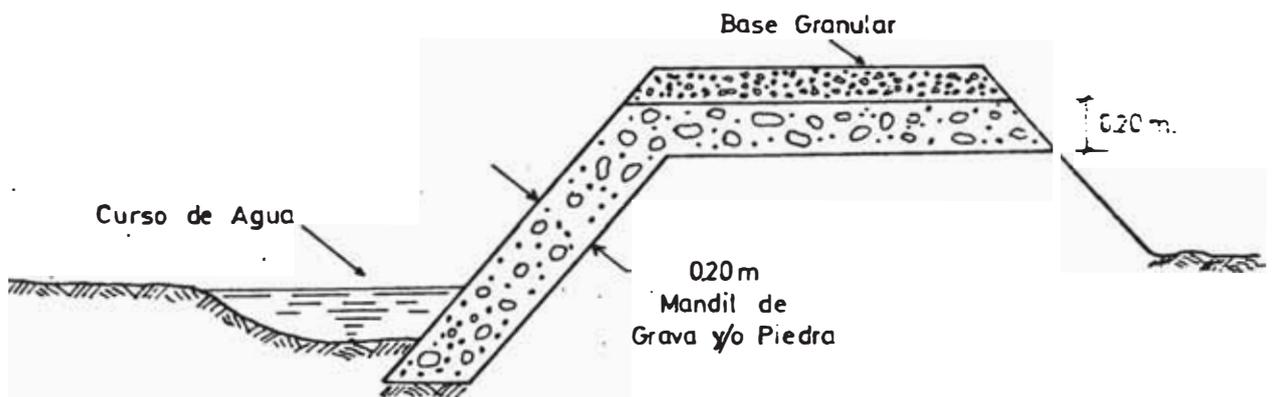
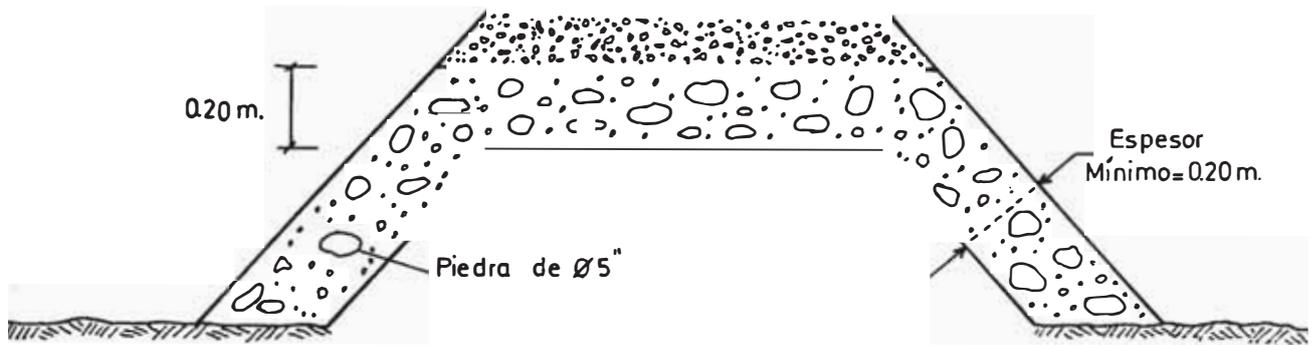


Fig. 7

probable erosión hídrica; establecidos en trechos o tramos viales expuestos a evidentes flujos laterales de escorrentía (cursos de agua).

Ubicación.- En trechos o tramos de la vía adyacentes a cursos de agua.

Características.- El material será el mismo de la base, granular y/o piedra de  $\emptyset$  5" compactado al talud del terraplén. El espesor mínimo del mandil será de 0.20 mts.

c) Enrocado: (Fig. 8)

En zonas por donde la vía atravieza depresiones naturales de evidente acumulación de agua; será necesario levantar la rasante, mediante un enrocado con elementos de diámetros mayores a 10", hasta niveles convenientes para dar paso libre al agua, de un lado a otro, sin afectar la estabilidad de la vía. Dicho enrocado o pedraplén, tendrá una altura mayor al máximo tirante de agua de probable acumulación.

Cuando la depresión natural es significativa, con formación de lagunas de gran tirante de agua, dicho pedraplén se proyectará alternadamente dentro de un sistema de baterías de alcantarillas de bue

na luz.

d) Espigones de grava y/o piedra: (Fig.9)

Este tipo de obras se proyectan para dirigir el flujo de agua (torrente) cuando los cauces forman meandros con cierto riesgo para una vía, de modo que se tratará de proteger longitudinalmente, evitando erosiones laterales y de fondo.

Estos espigones o espolones se colocarán convenientemente y serán del tipo declinante y de igual altura que el tirante de agua en la sección respectiva.

### 2.5.3 Recomendaciones:

- Para la zona de Congorá, restablecer el servicio vial a través del mismo eje carretero, implicaría evacuar hasta un nivel tolerable las aguas de la laguna y levantar la rasante de la vía mediante un enrocado, alternado con una batería de puentes, lo cual es poco razonable desde el punto de vista económico.

No queda sino hacer alguna variante, que consiste en bordear la depresión natural por la margen derecha a través de las laderas y/o sobre las pe-

## ENROCADO

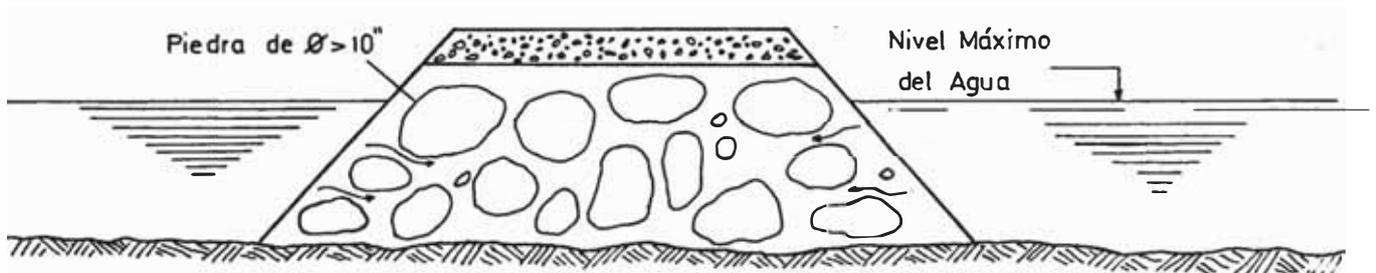


Fig. 8

## ESPIGONES DE GRAVA Y/O PIEDRA

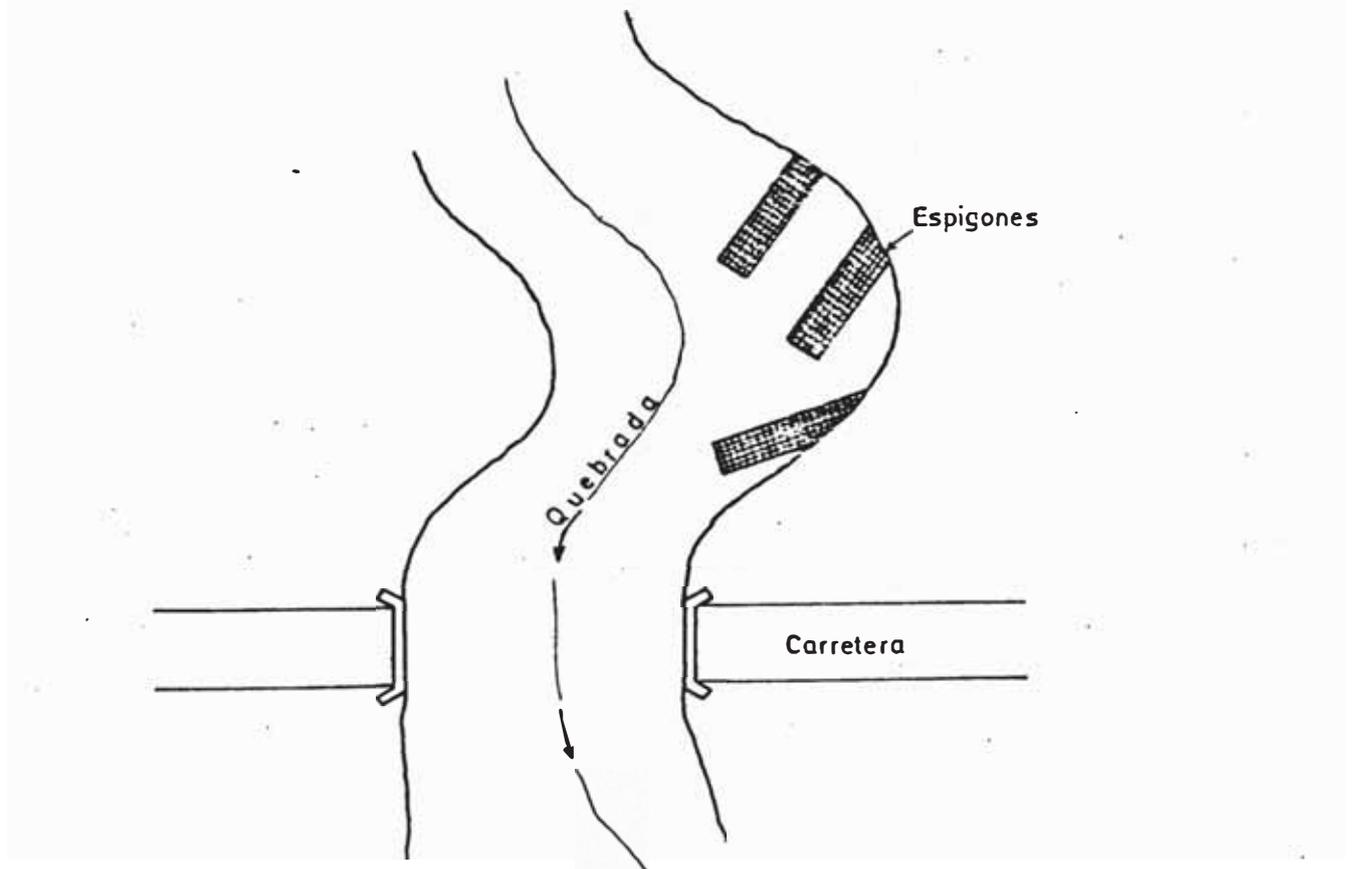


Fig. 9

queñas elevaciones en las cuales la red de drenaje es moderada en cuanto a número y características hidráulicas.

- Ya que la plataforma, estará construída en relleno en casi la totalidad del recorrido, se recomienda usar material seleccionado, para contar con un terraplén estable que soporte adecuadamente los efectos de la erosión y probables anegamientos futuros, a la vez que ofrecería un adecuado valor de soporte a nivel de subrasante.

## 2.6 DAÑOS EN INSTALACIONES PORTUARIAS

### 2.6.1 Daños por maretazos

En este tipo de obras, los daños se produjeron por la fuerza de las olas del mar (maretazos), que azotaron las playas y socavaron las defensas y pilotes de los muelles, afectando de esta forma a su estructura.

Esto sucedió en el Terminal Marítimo y el Complejo Pesquero de Paita, lo mismo que en las empresas pesqueras industriales que operan en esa zona tales como: AGROPESCA, DEL MAR, PAITA (cuyo muelle fué totalmente destrozado), etc.

### 2.6.2 Recomendaciones

Para evitar estos daños, los pilotes de los muelles deben estar bien fijados, hincados a profundidad adecuada, para evitar los daños por socavamiento.

## 2.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El canal que se encuentra en la parte baja de la Av. El Zanjón y que sirve para evacuar las aguas pluviales hacia el mar, estaba colmatado de arena, producto de las lluvias de otros años y de las primeras lluvias de Enero de 1983. De esta manera, el ancho del canal se había reducido y por consiguiente su capacidad.

El Comité de Defensa Civil de Paita, había advertido sobre este peligro y recomendó la limpieza del canal; pero debido a la falta de maquinaria en la zona y a la poca voluntad, no se hizo nada al respecto.

Cuando vinieron las torrenciales lluvias de Abril y Mayo de 1983, el canal no tuvo la capacidad suficiente y las aguas se desbordaron fácilmente inundando las calles y edificaciones de la parte baja de la ciudad.

Por esto, no basta hacer las obras de drenaje necesarias para la ciudad, sino que además deben tener un mantenimiento continuo que garantice la libre evacuación de las aguas.

- Al dañarse la vía Piura-Paita y quedar inhabilitada, solo quedó la vía Sullana-Paita como medio de conectar al puerto con el resto del departamento; y aún así esta vía también fue dañada en varios tramos por las quebradas que se formaron (Foto 12 y 13), amenazando dejar a Paita aislada por vía terrestre. Esto felizmente no ocurrió, debido a que la carretera Sullana-Paita era rehabilitada de inmediato y se hacían pasos provisionales.

Los vehículos que deseaban ir de Paita a Piura, tenían que ir primero por la vía a Sullana y luego de allí a Piura, dando toda una vuelta con una travesía agotadora por las condiciones de la carretera y demorándose cerca de 4 horas.

- En Paita, existe un antiguo anhelo, que es el puente que una a las ciudades de Arenal y Amotape, cruzando el río Chira. De esta manera tendrían acceso directo a la ciudad de Paita, pueblos como Vichayal, Amotape, Tamarindo, Miramar, quienes perteneciendo a la provincia de Paita, están más vincu-



Foto 12 - Carretera Sullana - Paita , dañada por la formación de quebradas.



Foto 13 - Otro tramo de la misma vía . Obsérvese el colapso del terraplén.

lados a Talara y Sullana, y que para viajar a Paita tienen que ir primero a Sullana y recién de allí a la ciudad de Paita (Fig. 10).

Como vemos, esta obra es estratégica para la integración de los pueblos de la provincia, además que Paita contaría con un acceso directo a la ciudad de Talara, siendo una vía alterna en caso de que las carreteras a Sullana y Piura queden inhabilitadas, como casi sucede durante las lluvias de 1983.

En este sentido, debe existir una mayor planificación de las ciudades con el fin de evitar su aislamiento del resto del país.

- Toda obra de ingeniería civil tiene un período de vida determinado, pasado el cual, no puede esperarse mas de la obra, por mas reparaciones que se haga.

Una carretera, por ejemplo, con un adecuado mantenimiento cada 5 años, tiene un período de vida útil aproximado de 20 años (con ciertas excepciones).

Por esto es que la carretera Piura-Paita, cuya construcción data del año 1950, fue totalmente dañada en su superficie asfáltica, debido a su antigüedad, teniendo que hacerse ahora la reconstrucción total de esa vía.

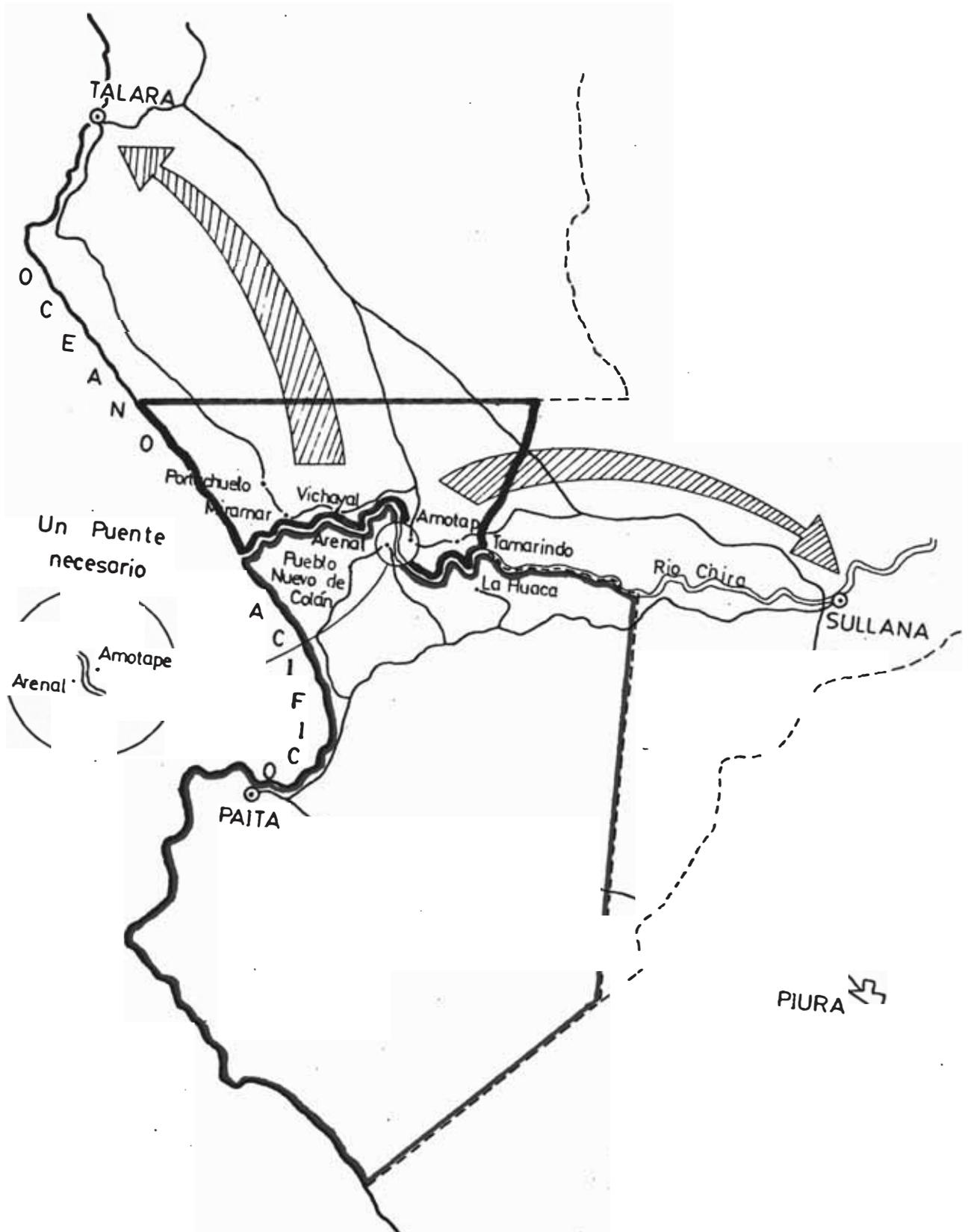


Fig. 10 - "Un puente necesario," para la integración de los distritos de la Provincia de Paita.

### CAPITULO III

## EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE TALARA.

### 3.1 UBICACION.

La ciudad de Talara, llamada también la Capital Petrolera del país, se encuentra ubicada en la parte norte del país, en el distrito de Pariñas, provincia de Talara, departamento de Piura. Sus coordenadas son: Latitud  $4^{\circ}35'$  Sur, Longitud  $81^{\circ}17'$  Oeste; y se encuentra a 118 Km. de distancia de la ciudad de Piura.

### 3.2 CARACTERISTICAS GENERALES.

Morfología.- La ciudad de Talara está dividida en dos zonas:

Talara Baja.- Ubicada entre los 0 y 15 metros sobre el nivel del mar.

Talara Alta.- Ubicada entre los 80 y 90 metros sobre el nivel del mar.

La línea continua de división de estas zonas, se extiende por el Norte, Sur y Este, combinando pendientes entre  $10^{\circ}$  y  $75^{\circ}$ . En las estribaciones existen diversas quebradas.

Clima.- El clima predominante es el desértico, calificado como clima cálido o muy seco.

Temperatura.- Es de 26°C en el verano y de 22°C en el invierno, como promedio. En el año las temperaturas oscilan entre 17°C y los 34°C, y la temperatura media anual bordea los 24°C.

Vientos.- Existen dos tipos de vientos:

Los vientos marinos, cuya velocidad promedio es de 3 m/seg. y sopla en dirección SO-NE.

Los vientos Mediterráneos, cuya velocidad promedio es de 3.5 m/seg. y sopla en dirección SSE-NNO.

Humedad Relativa.- Varía entre una máxima de 84% y una mínima de 47%.

Precipitación Pluvial.- Debido al tipo de clima predominantemente desértico de Talara, las preci-pitaciones pluviales son normalmente escasas. Sin embargo debido a las alteraciones de la Corriente del Niño de 1983, se registraron lluvias que sobrepasaron los 1,500 mm/año.

Veamos los siguientes registros, dados para la ciudad de Talara; en la estación de Corpac:

Mes	Registro (& Normal en mm.	Registro en el 82-83 en mm.
Diciembre	0.0	0.3
Enero	1.2	167.1
Febrero	1.6	167.0
Marzo	7.6	296.0
Abril	3.6	400.0
Mayo	0.0	408.0
Junio	0.1	217.0

(&) Promedio de las precipitaciones mensuales de los últimos 30 años.

Aspectos Poblacionales.- La población de la ciudad de Talara a 1983 es de 57,551 habitantes, distribuidos de la siguiente manera:

Zona del Casco Central.- Con 12,200 habitantes=21%, en un área de 120 has. Su actividad económica es la petrolera.

Zona de Punta Arenas.- Con 1,200 habitantes = 2%, en un área de 63.4 has. Su actividad económica es la petrolera.

Zona de Urbanizaciones.- Con 10,851 habitantes=19%, en un área de 75.18 has. Su actividad económica es la petrolera, comercio, militares, etc.

### 3.3.2 Daños causados por la formación de quebradas :

Uno de los graves problemas que afrontó la ciudad de Talara, fué la formación de quebradas que atravesaban la ciudad, causados por el discorrimiento de las aguas pluviales desde la zona de Talara Alta, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico; y que destruyeron todo lo que se encontraba en su camino. Entre todas estas, las mas importantes fueron:

a) Quebrada Yale.- Esta quebrada fué la que dividió al casco urbano de la ciudad, de los pueblos jóvenes del Norte; destacando por su mayor dimensión.

Antes de las lluvias, esta quebrada tenía un ancho aproximado de 15 mts. y una profundidad promedio de 4 mts.

Terminado el período pluvial en Junio de 1983, la quebrada quedó con las siguientes dimensiones:

Desde la clínica Santa María hasta la Av. Angamos, con un ancho promedio de 50 mts. y una profundidad de 15 mts.

A la altura de la antigua carretera Panamericana (Puente Yale), con un ancho de 110 mts. y una pro

fundidad de 18 mts. (Foto 14 y 15).

El ensanchamiento de esta quebrada, debilitó la estructura de varias viviendas que se encontraban adyacentes a su cauce, poniendo en peligro su estabilidad.

b) Quebrada del Politécnico "Alejandro Taboada".- Esta quebrada, barrió con el asentamiento humano "San Judas Tadeo", daño 3 pabellones del Cementerio y ya casi al desembocar al mar, destruyó el 50% de la infraestructura del Politécnico Alejandro Taboada. Dicho local estaba ubicado en la margen misma de la Quebrada, a pesar de que se sabía que era una quebrada seca que podía reactivarse en cualquier momento. (Foto 16 y 17).

c) Quebrada de los PP.JJ. San Pedro y Jesus María.- Estos pueblos jóvenes, fueron los más afectados de toda Talara.

Una quebrada de importancia fué la que dividió al P.J. San Pedro del P.J. Jesus María. Aparte aparecieron varias torrenceras mas, que destruyeron numerosas viviendas de esta zona. La fuerza de las aguas arrasó prácticamente con todas las redes de agua y desagüe, y con todo el tendido eléctrico que poseía este sector poblacional (Foto 18 y 19).

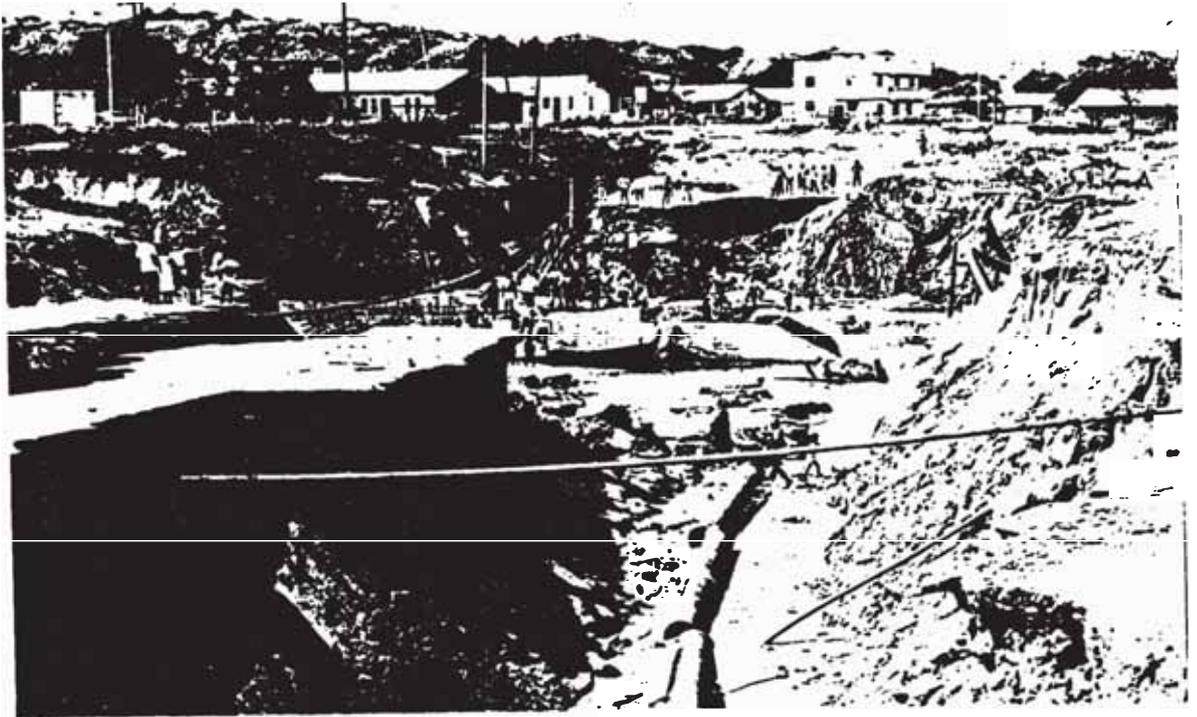


Foto 14 - Puente Yale, totalmente destruido.



Foto 15 - Quebrada Yale, una vez terminado el período pluvial



Foto 16 - Politécnico "Alejandro Taboada", ubicado al margen mismo de la quebrada.

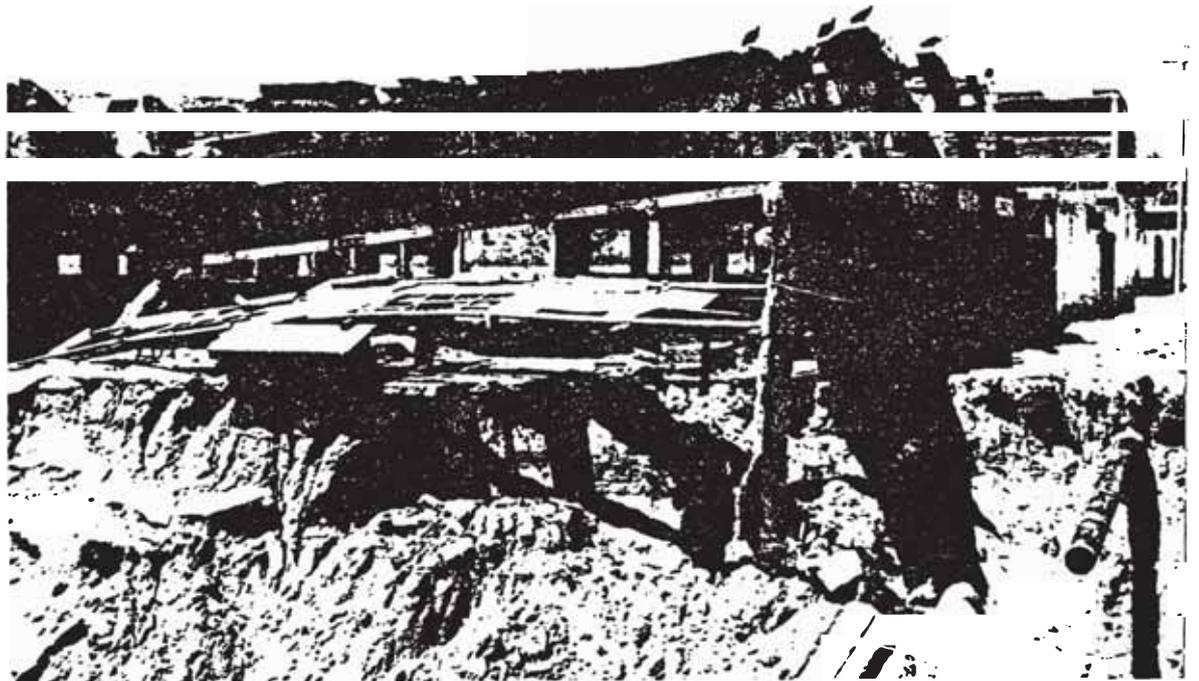


Foto 17 - Colapso de la estructura del Politécnico.



Foto 18 - Pueblo Joven "San Pedro".



Foto 19 - Pueblo Joven "Jesús María".

### 3.3.3 Daños por arenamiento de la ciudad:

El mayor problema que tuvo la ciudad de Talara, fué el deslizamiento de grandes masas de agua y arena, que con cada lluvia bajaban en torrentes desde las partes altas hacia el casco urbano.

La ciudad de Talara está ubicada en una depresión y las laderas de los cerros que la rodean, están formadas de un material arenoso de tipo eólico, ya que los fuertes vientos arrastran la arena de la parte alta y la depositan en esas laderas; por lo tanto es un material fácilmente erosionable.

Todo esto contribuyó al arenamiento de calles, avenidas, parques y viviendas; algunas de las cuales quedaron prácticamente con el 1er. piso sepultado por la arena.

Las avenidas más afectadas por el arenamiento, fueron la: A,B,E,F,G y H; los parques 13 al 16 (zona norte) y 42 al 82 (zona central), donde la avalancha cubrió las vías de acceso y muchas viviendas hasta 1.50 mts. de altura, aproximadamente.

Asimismo el torrente de lodo, llegó a romper el cerco de las instalaciones de Petroperú, y luego por la fuerza de las aguas, éstas irrumpieron en el al-

macén de Petroperú. Como el intervalo de cada lluvia fuerte, era de algunos días bastante calurosos, este barro de arena-arcilla se secaba e iba subiendo el nivel del suelo, llegando así a no permitir que posteriores torrentes llegaran ya al mar, formándose un represamiento en toda esa zona.

Igual problema se presentó en las Urbanizaciones Fonavi, Aproviser y Los Vencedores.

Las urbanizaciones FONAVI (340 viviendas) y APROVISER (500 viviendas) se encuentran ubicadas en la pendiente de los cerros, a un lado de la carretera que une la zona alta y la zona baja de Talara. El material de ese suelo es de arena suelta en una gruesa capa y de tipo eólico, por lo tanto fácilmente erosionable. A raíz de las continuas precipitaciones pluviales, de la zona alta ubicada a la espalda de las Urb. Fonavi y Aproviser; donde se encuentran otras urbanizaciones como la Urb. Popular, Los Pinos y Villa FAP; empezó a discurrir el agua de las calles de estas urbanizaciones, que se concentraban y caían como cataratas (8 caídas aproximadamente) hacia la zona posterior de Fonavi y Aproviser, erosionando las laderas y arrastrando gran cantidad de arena, que afectó las viviendas de esas dos urbanizaciones.

En general, se estima que se arenó aproximadamente el 20% de la ciudad y el volumen de arena depositado en ella se calcula que llegó a 350,000 m<sup>3</sup>. (Foto 20 y 21).

### 3.3.4 Daños por inundación :

En las zonas bajas y deprimidas topográficamente, se formaron lagunas de aguas pluviales, lo que se vió favorecido por el no funcionamiento de los canales de drenaje que se encontraban obstruídos. Los efectos no fueron drásticos, pero algunas viviendas se tornaron inhabitables durante los meses de lluvias (Foto 22 y 23).

Aparte de estos daños, se produjeron otros de mucha menor magnitud, tales como filtraciones de agua en los techos, deterioros de pisos, etc.

### 3.3.5 Evaluación de los daños:

En general, en lo que concierne a viviendas, se tiene el siguiente estimado sobre los daños:

	Distrito de Pariñas	Resto de distritos	Provincia de Talara
Número total(*) de viviendas	9,367	6,147	15,514
Número de viviendas afectadas	2,370	1,900	4,270
Número de familias damnificadas	2,650	2,422	5,072
Número de pobladores damnificados	16,165	14,776	30,941

(\*) Según el Censo de Julio de 1981.



Foto 20 - Arenamiento de la Avenida "H."

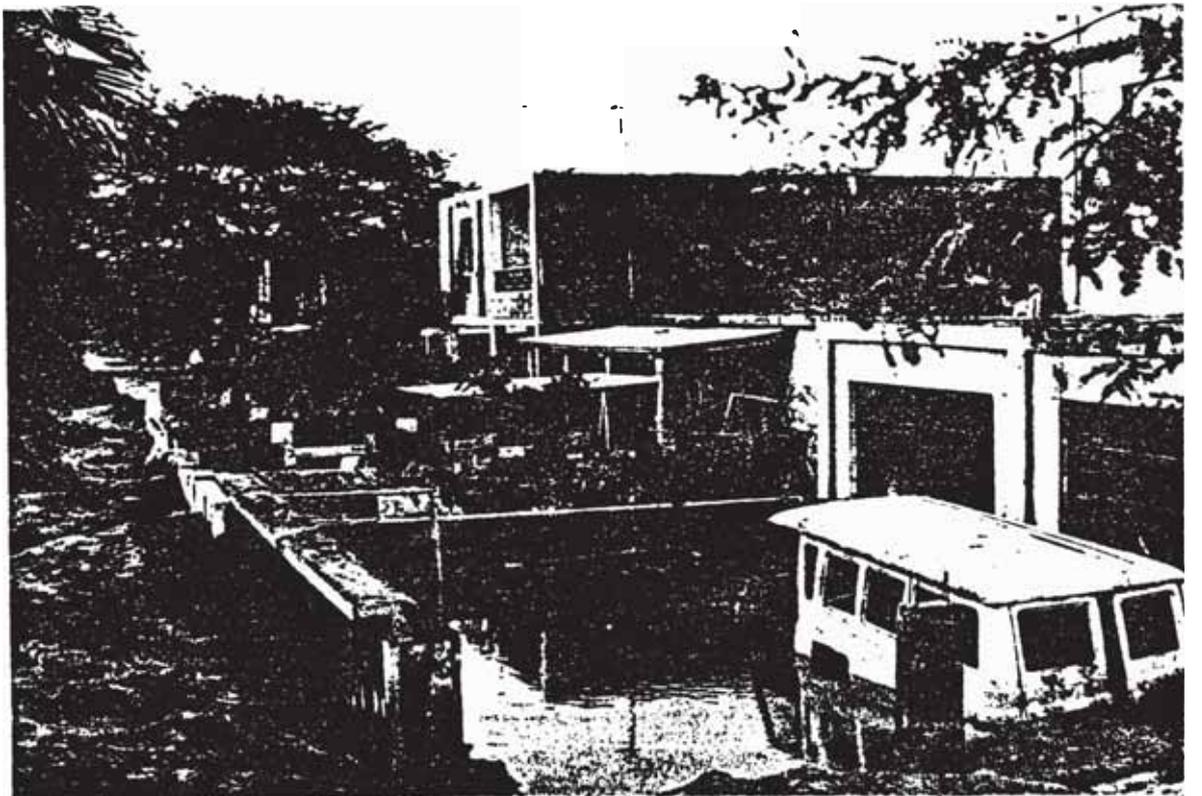


Foto 21 - Arenamiento de la Avenida "G."

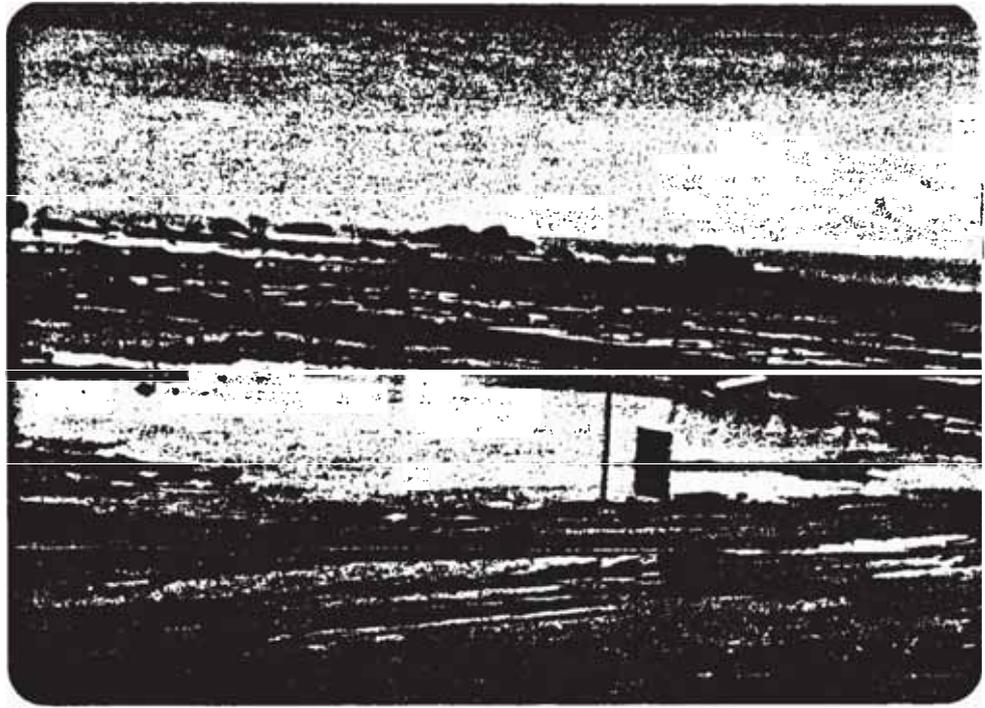


Foto 22 - Laguna formada por las aguas pluviales.

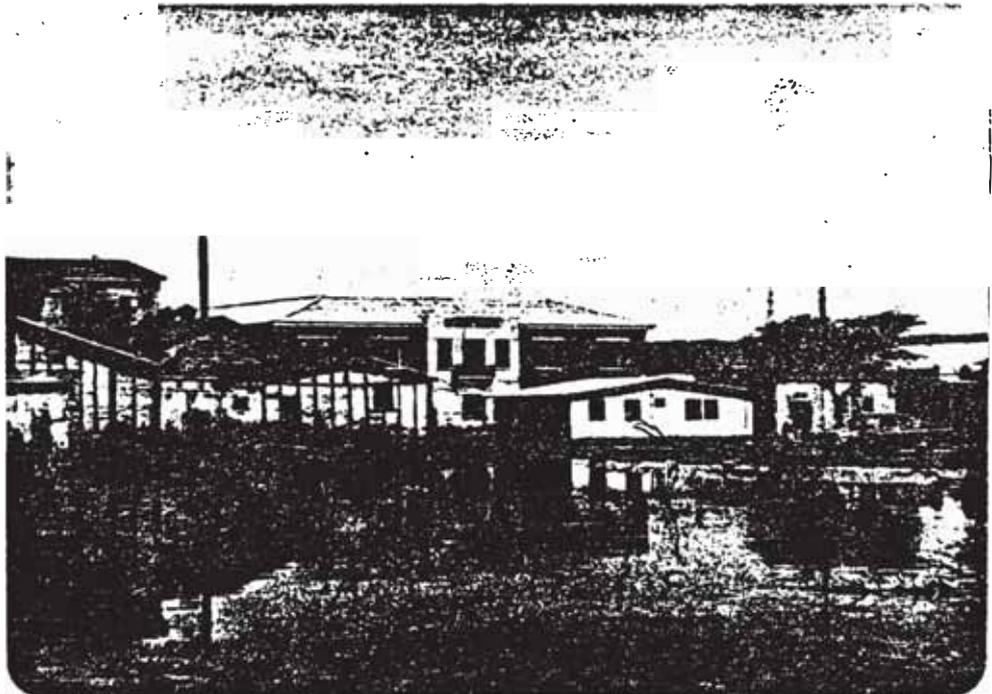


Foto 23 - Otra laguna, formada frente a la  
Municipalidad de Talara.

El total de viviendas afectadas, comprende tanto a las viviendas dañadas en su integridad como a las viviendas dañadas parcialmente.

### 3.3.6 Recomendaciones

- Debe existir un mantenimiento contínuo de los canales de drenaje de la ciudad. El canal principal de drenaje de Talara, estaba totalmente arenado y obstruído antes del período pluvial, lo cual facilitó para que las aguas discurrieran por las calles y se empozaran. El mantenimiento de dicho canal estaba a cargo de Petroperú, sin embargo a raíz de no haber lluvias los años 1980, 1981 y 1982, se le descuidó por completo.

- Construir canales para la evacuación de aguas pluviales, principalmente:

- a) En la zona alta (Urb. Popular), para captar todas esas aguas que bajaron sobre Fonavi y Aproviser y derivarla hacia la Qda. Yale.
- b) Alrededor de los PP.JJ. San Pedro y Jesús María, para protegerlos de los torrentes.
- c) En la zona posterior del Estadio, para evitar el arenamiento de la zona Norte.

- Planificar la ubicación de futuros centros poblados, evitando las zonas vulnerables a fenómenos de geodinámica.

### 3.4 DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

#### 3.4.1 EJE PAITA - TALARA (Sistema de Agua Potable)

##### Descripción :

La obra del Eje Paita-Talara, fué ejecutada por la firma DEGREMONT PERU S.A. (francesa) entre los años 1976 y 1979. Este moderno sistema de conducción de agua potable, tenía como objetivo beneficiar a las localidades de Paita, Talara, Negritos, Lobitos, El Alto, Vichayal, Amotape, Tamarindo, Pueblo Nuevo de Colán, La Huaca y Viviate; así como dotar de un amplio abastecimiento al sector industrial ubicado en la zona.

Las obras físicas están constituídas por:

- a) Captación.- La captación de agua se hace sobre la margen izquierda del Río Chira, en la zona denominada El Arenal, mediante una estación de bombeo de 4 equipos, con una capacidad de 960 lps.
- b) Conducción de Agua Cruda.- Constituída por una tubería de 500 mts. de longitud, de 800 mm. de diámetro, de fierro fundido dúctil y aérea; que va desde la captación en el río Chira hasta la Planta de El Arenal, con una capacidad de conducción de 960 lps.
- c) Planta de Tratamiento.- Ubicada en el Tablazo y

con capacidad para tratar 780 lps.

- d) Conducción de Agua Tratada.- De la Planta de Tratamiento salen dos conductos de agua tratada. El primer conducto abastece a la ciudad de Paita por gravedad y el segundo conducto alimenta principalmente a Talara.

Este conducto es de 600 mm. de diámetro, de fierro fundido dúctil, con unión espiga-campana y una longitud de 54 Kms. (53.304 Kms. exactamente) entre El Arenal y el reservorio 3014 ubicado en la parte alta de Talara.

Algunos tramos del conducto van enterrados y otros van en forma aérea, apoyados en pilares de concreto armado o en pilotes de tubería de acero en forma de H.

El cruce bajo el río Chira se realiza mediante una tubería de acero de 600 mm. de diámetro, pilotada en un tramo de 256 mts.

Además existe una Cámara de Carga de 700 m<sup>3</sup>. de capacidad ubicada en el Km. 24.5 de la línea; y dos estaciones de bombeo en los Kms. 9.2 y 16.8 de la línea, con capacidad para bombear 600 lps.

También el Eje cuenta con tees de derivación, para abastecer a las localidades de Amotape, Vichayal y Negritos.

Daños ocasionados:

Con motivo de las intensas lluvias producidas en la zona entre los meses de Enero a Junio de 1983, el sistema de abastecimiento de agua potable del Eje Paita-Talara, ha resultado seriamente afectado en sus estructuras físicas, habiéndose detectado los siguientes daños:

- a) Captación.- Asentamiento de las estructuras de captación y arenamiento del canal de ingreso.

La Planta de bombeo de agua cruda, ubicada a orillas del río Chira, se encontraba a la ladera de un cerro y en el mes de Enero fué inundada de barro, por el desprendimiento de una parte de dicho cerro. Los 4 modernos equipos de bombeo, cada uno con una capacidad de 320 lps mínima, quedaron en el fondo del lodazal cubiertos por una altura de aproximadamente 10 mts., expuestos a la oxidación y al deterioro.

El edificio anexo a la Planta de bombeo, por efecto del deslizamiento de una parte del cerro y del constante flujo de aguas, asentó su estructura hacia un lado, inclinándose.

- b) Línea de Impulsión.- Colapso y colmatación de la línea de 800 mm. de diámetro, por deslizamiento

de la base en la cual se apoyaba. La línea tenía un tramo que bordeaba la falda de un cerro. (Foto 24 y 25).

c) Línea de Conducción (Foto 26 y 27)

- El 20 de Enero de 1983, se inician los problemas en el Eje Paita-Talara. La línea de conducción se rompe por acción de las lluvias y quebradas en los tramos comprendidos entre el Km.37.5 y el Km. 39 (1.5 Km. dañados) y en la Qda. Garay (5 tubos afectados).

- Luego aparece otro tramo dañado de 600 mts. en la Qda. El Acholao. Sin embargo las reparaciones efectuadas en la Qda. Garay y el afianzamiento con pilotes en algunos tramos de la línea, permiten restablecer el sistema del Eje Paita-Talara hasta el Km. 32, desde donde el agua es llevada en cisternas hacia Talara y anexos.

- En el mes de Febrero se agrava el problema por la presencia de una gran quebrada llamada Qda. Ancha, que arrastra y entierra 4,500 mts. de tubería.

- El 20 de Febrero se paraliza el funcionamiento del Eje Paita-Talara en forma definitiva, hasta la actualidad.

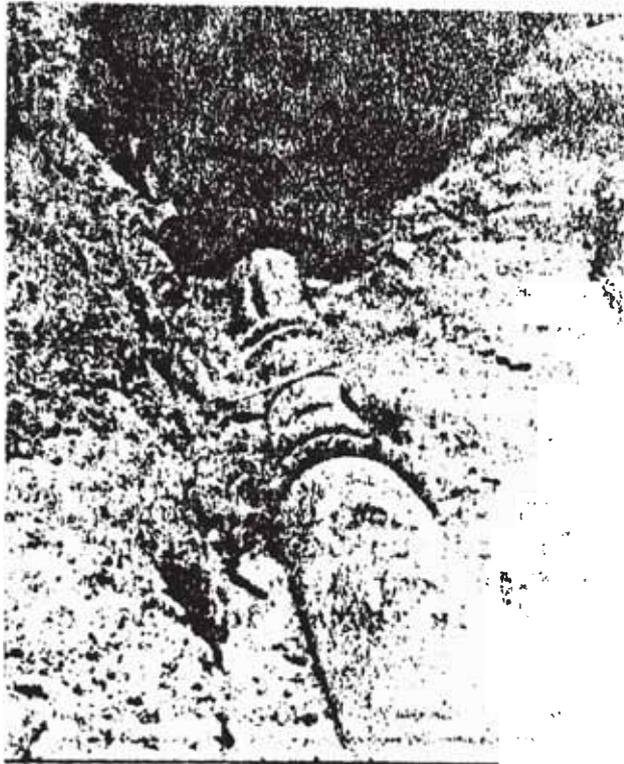


Foto 24 - Colapso de la Línea de Impulsión,  
por derrumbe del terreno.

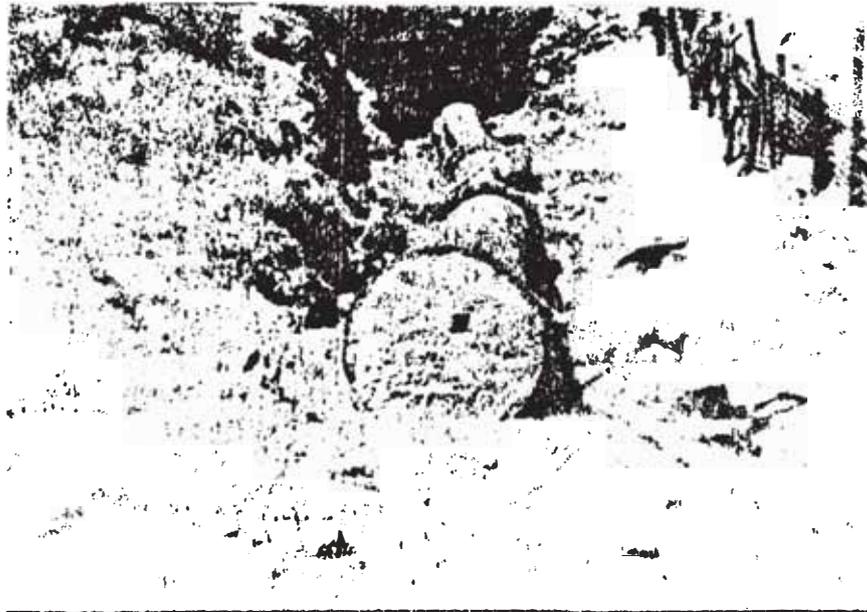


Foto 25 - Tubería de Impulsión de agua cruda,  
colmatada de tierra.



Foto 26 - Desembone de un tramo de la Línea de Conducción, en el Eje Paita - Talara.

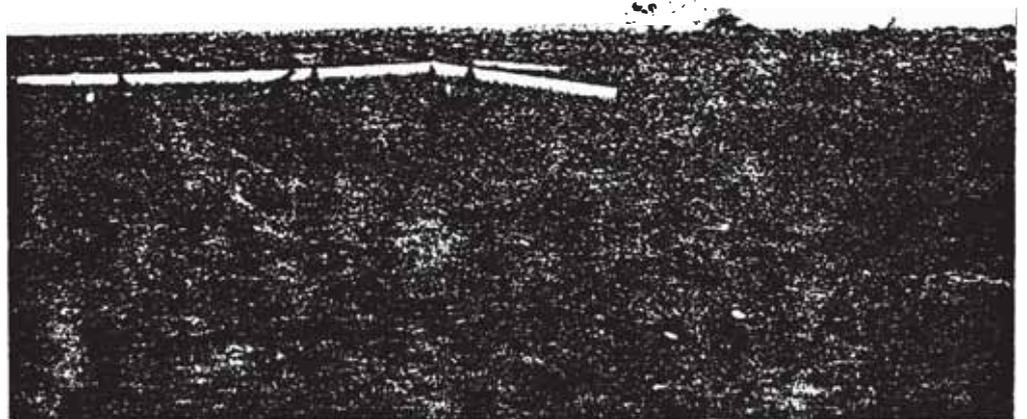


Foto 27 - Ruptura y arrastre de un tramo de la Línea de Conducción, en el Eje Paita - Talara .

La causa de esto, es el desembone del tramo que cruza el río Chira, en una longitud de 200 ml.

- En resumen, los daños en la tubería de la línea de conducción, se presentaron aproximadamente en el 23% de la longitud total del Eje y en 1449 apoyos sin incluir los correspondientes al tramo de 4.5 Kms. de la zona de Qda. Ancha (Plano 3).

Debido a todo esto, hubo necesidad de poner en funcionamiento el antiguo Eje de Portachuelo, construído por la IPC, y que fué dejado de lado al ponerse en funcionamiento el moderno Eje Pajta-Talara.

A pesar de su antigüedad, el Eje de Portachuelo sí resistió a todo el período pluvial, habiendo tenido solo algunos pequeños daños que fueron rápidamente reparados.

Hasta la actualidad, el Eje de Portachuelo abastece de agua potable, aunque en forma restringida, a la población e industria petrolera de Talara; debido a su poco diámetro y menor capacidad de conducción.

### 3.4.2 Daños en el Sistema de Alcantarillado :

El sistema de alcantarillado de Talara, quedó seriamente afectado en su mayor parte. El 70 a 80% de las redes tenían una antigüedad de 30 años aproximadamente y estaban siendo cambiadas, antes del período de lluvias.

La antigüedad de la red y la estrechez de su diámetro, hizo que varios tramos colapsaran y otros fueran colmatados de arena, la que ingresaba por la tapa de los buzones. Por esta razón en algunos sectores de la población se tenía que restringir el servicio de agua potable.

Varias viviendas de la parte baja de Talara, que teñían sus desagües obstruidos por arena y lodo, debieron sellarlos para evitar el afloramiento de las aguas negras.

Los Pueblos Jóvenes "San Pedro" y "Jesús María" fueron los más afectados con la destrucción total de su red, causada por la formación de quebradas y el agrietamiento del terreno.

### 3.4.3 Recomendaciones :

- Aparte de lo ya mencionado respecto a las obras de drenaje y planificación de futuros centros poblau

dos, deben renovarse las redes antiguas del alcantarillado por otras nuevas y de mayor diámetro (no menores de  $\emptyset$  8").

- Cuando los colectores se encuentren colmatados, efectuar la limpieza de éstos inmediatamente, antes de que colapsen. En este sentido ya se tiene experiencia en el uso del Hidrojet, que es un equipo que mediante presión y succión, sirve para la limpieza de los colectores.

### 3.5 DAÑOS EN LAS VIAS DE TRANSPORTE

#### 3.5.1 CARRETERA SULLANA-TALARA:

La Panamericana Norte, en su tramo Sullana - Talara (Km. 1075.7 - Km. 1148.6) fué una de las vías más afectadas de todo el departamento.

La Qda. Samán ubicada bajo el puente del mismo nombre, en el Km. 1085.6, se convirtió en una inmensa corriente de agua semejante a un río, con un ancho de cerca de 120 ml. destrozando al puente que sólo tenía una luz de 67 mts., y que fué el primero en caer en todo el departamento (Foto 28).

Esta quebrada se convirtió en una barrera, que solo se podía atravesar en pequeñas embarcaciones, habiéndose originado en su travesía varias tragedias con

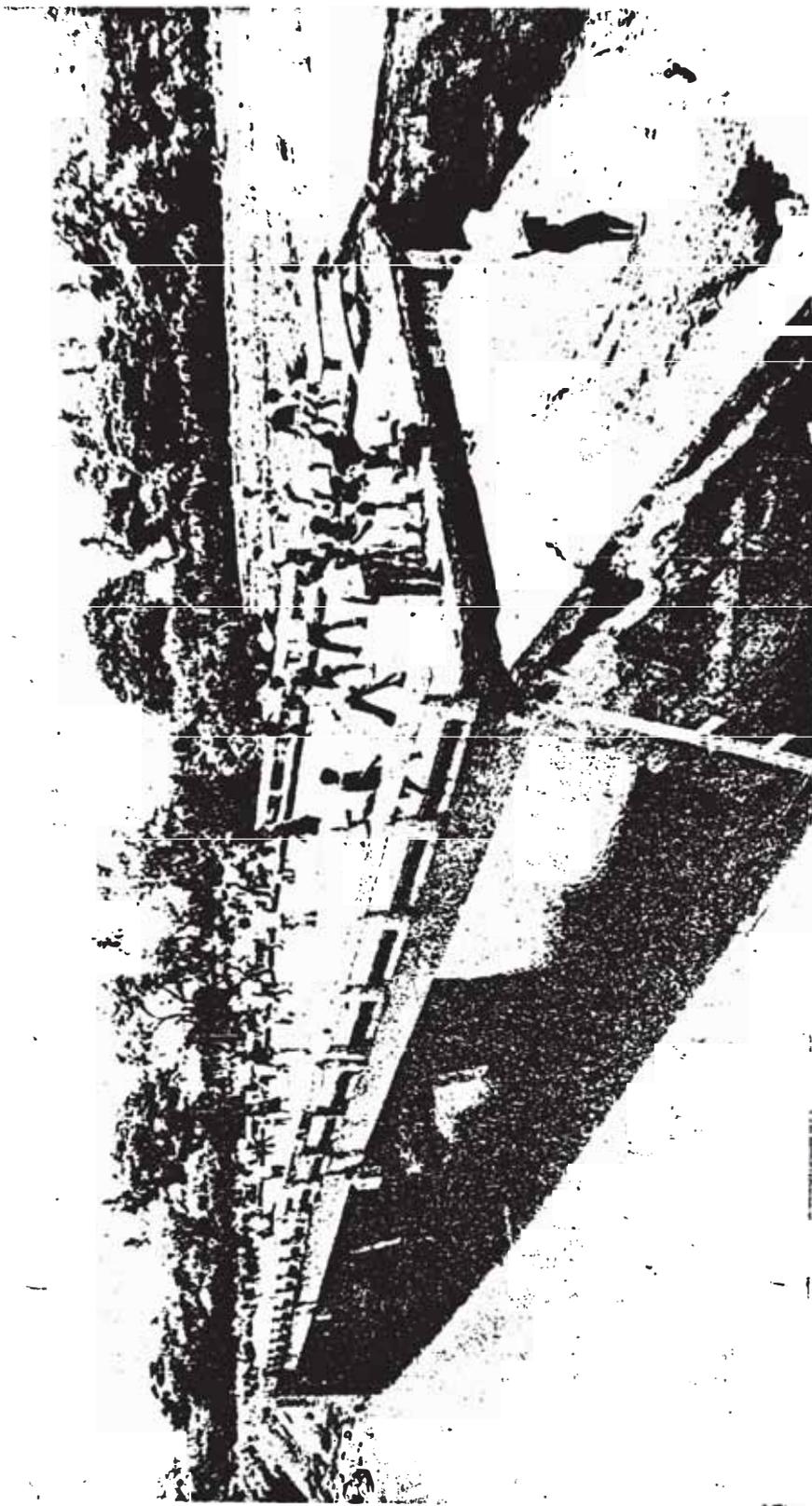


Foto 28 - Puente 'Samán' afectado en uno de sus estribos. Luego la fue a  
de las aguas destruyó por completo el puente

pérdida de vidas.

Otro punto crítico de esta carretera, fué su corte en el Km. 1125 por la Qda. Dévora, la que en los meses de lluvia alcanzaba un ancho de cerca de 60 ml. Además a la altura de Santa Lucía, se encontraba la Qda. Charanal, existiendo aparte de estas otras 3 quebradas de importancia, que imposibilitaron el transporte terrestre entre Sullana y Talara.

Asimismo esta carretera presenta a lo largo de sus 73 Kms. la destrucción de su plataforma en un 50%, destrucción de obras de arte en un 90%, formación de cangrejeras en bermas y baches en la plataforma.

Como tramo representativo de esta carretera, estudiaremos con mayor detalle el tramo: Km. 1093.7 - Km. 1115.4, que fué uno de los más afectados, por las lluvias de 1983.

TRAMO: KM. 1093.67 - KM. 1115.38

#### A) DESCRIPCION GENERAL

El tramo en estudio tiene una longitud de 21.71 Kms. y se desarrolla en el sentido N-0 a lo largo de terrenos planos y ondulados, de material arenoso-limosos, limo-arcillosos, arenas, etc.

La carretera original fué pavimentada a fines de la década de 1930 y modernizada en su mayor parte en el quinquenio de la década de 1950, existiendo aún tramos de la vía original.

## B) ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO

### Geomorfología :

Los aspectos geomorfológicos del área de estudio son el reflejo de los rasgos estructurales y litológicos dominantes, fuertemente modelados por una densa red fisiográfica de quebradas y torrentes que mediante la erosión diferencial han originado el modelaje actual. Estos rasgos nos llevan a la determinación que son dos las unidades geomorfológicas principales que dominan el área de estudio constituídas por:

a) La primera unidad caracterizada por la presencia de cerros de bajas alturas y colinas redondeadas separadas las unas de las otras por una serie de torrentes y quebradas que discurren en forma general de Este a Oeste y que al desplazarse cortan al eje de la carretera induciéndole sensibilidad hidrológica (por erosión) al carecer de estructuras de drenaje convenientes.

b) La segunda unidad geomorfológica, comprendida entre los Kms. 1103 y 1115 está conformada por una extensa llanura aluvial integrada por las terrazas o tablazos cuya constitución litológica es principalmente de arcillas-limosas a arcillas-arenosas, englobando elementos granulares de 1/2" a 3" de diámetro en un porcentaje del 20 a 30%.

En consecuencia a lo expuesto se deduce que la topografía que presenta en su totalidad, es de escasa pendiente y muy llana.

#### Estratigrafía :

La secuencia estratigráfica del área en estudio, está representada por rocas del Cretáceo Superior (lutitas, areniscas, conglomerados, limolitas) y por sedimentos recientes del Cuaternario (mezclas heterogéneas de fragmentos angulares y sub-angulares (gravas)) de origen metamórfico, englobados en matriz limo-arcillosa a areno-arcillosa de mediana a baja plasticidad (Tablazos). Esta constitución hace que estos materiales sean altamente sensibles a la erosión fluvial y a la humedad haciéndoles perder sus cualidades estructurales y físicas.

### Geología Estructural:

El área de estudio se ubica regionalmente al Nor-Oeste y está caracterizado por fallamientos en bloques del tipo gravitacional; alternativamente unos levantados y otros hundidos. En relación con la estabilidad de la plataforma su incidencia negativa es mínima, no siendo la misma para las obras de arte mayores, que deberán considerar el factor de seguridad apropiado a zonas de alta sismicidad.

### Hidrogeología:

En la zona de estudio se observó indicios de varios afloramientos de agua que emergen en las quebradas temporales o secas, ubicándose sobre el nivel de los lechos de los ríos principales. Estas ocurrencias indican que el nivel freático de la región tiende a drenar hacia las escorrentías principales.

Las quebradas y cursos de agua son de régimen estacional, permaneciendo secos la mayoría del tiempo.

El sistema de drenaje es paralelo a sub-paralelo y sus cursos son de características mediana-

mente erráticas, principalmente en la zona llana; influenciado o facilitado por la escasa pendiente y la naturaleza deleznable de los materiales constituyentes de las márgenes y/o lechos, fenómeno que acondiciona o permite la divagación y/o ensanchamiento de los cursos de agua.

#### Suelos:

Considerando el origen geológico de los suelos, éstos están conformados por materiales residuales, transportados, aluviales y eólicos, de naturaleza arcillosa, limosa y/o arenosa. En consecuencia son suelos fácilmente erosionables, inestables a los efectos de la humedad, ya que pierden sus características portantes así como permiten cambios de volumen, afectando de esta manera las estructuras.

#### Geotecnia de la Ruta :

El estudio geotécnico, ha permitido identificar los factores que contribuyeron al alto grado de deterioro sufrido por la carretera Panamericana Norte, en el sector Sullana-Talara y que fueron:

- Incompatibilidad entre las características de diseño estructural existente y las exigencias

impuestas por las condiciones hidrometeorológicas excepcionales de Enero a Junio de 1983.

- En determinados trechos la rasante del camino en relación a los terrenos circundantes, presenta una diferencia de nivel muy escaso.

- Completa ausencia de obras de drenaje a lo largo del tramo en referencia.

- Evidente subdiseño de las escasas estructuras de drenaje; tanto en lo referente a puentes como a las estructuras menores.

- Naturaleza geológica de los materiales naturales de la sub-rasante así como los empleados en la construcción de la plataforma o terraplén de la vía, que por su falta o carencia de cohesión facilitaron la disgregación (erosión lateral y/o total) por efecto de las aguas de escorrentía superficial, como por las lluvias. En otros casos por la naturaleza arcillosa de los materiales, al contacto con la humedad, perdieron sus propiedades físicas (estructurales) originando la deformación de la plataforma o la destrucción del pavimento.

- Pérdida significativa de la capacidad de soporte de los materiales de la plataforma, bajo

condiciones de fuerte humedad.

El sector mayormente afectado está comprendido entre el Km. 1094 y el Km. 1102, existiendo 2 puntos críticos como son la Quebrada Peña y la Quebrada Charanal, donde la plataforma y las obras de arte han sido destruídas en una longitud aproximada de 150 mts.

El comportamiento de la Quebrada Peña, ubicada en el Km. 1094 se caracteriza por abarcar un cauce amplio (500 mts.) en cuyo ancho las aguas de escorrentía divagan afectando a la vía así como a las estructuras hidráulicas en varios puntos. Por ello se recomienda ubicar 3 alcantarillas mas, además de las 3 existentes, que permitan evacuar las aguas de toda la cuenca considerando la variabilidad del cauce. Asi mismo para una adecuada evacuación de las aguas de avenidas, por parte de las estructuras hidráulicas, se recomienda realizar trabajos de encauzamiento.

En lo que respecta a la Quebrada Charanal, ubicada en el Km. 1101, es preciso indicar que debido al cauce "encajonado" que presenta en la zona en que afectó a la carretera, la varia - ción de la dirección de las aguas hacia ambas

márgenes, produce una considerable erosión, con el consiguiente aumento del ancho de la quebrada. En la época de las lluvias de 1983, la dirección así como el mayor volumen de las aguas, fué hacia la margen izquierda, erosionando el talud en forma considerable y produciendo posteriormente la caída del puente existente en dicho lugar. Por las características topográficas de la sección de la quebrada, se recomienda ubicar un puente que permita el paso de la vía. Asimismo para contrarrestar la acción erosiva de las aguas hacia los taludes adyacentes al puente, se recomienda construir muros de protección.

- En general, la carpeta asfáltica del tramo estudiado, se halla en regular estado en un 50% y 50% en mal estado, sobre todo en las partes vecinas al lugar en donde se ubican las alcantarillas, en que por efecto de los embalses, las aguas desbordaron la plataforma de la vía, erosionando bermas y taludes de los rellenos.

#### Conclusiones:

- El mayor porcentaje del eje carretero (60%) es

tá emplazado sobre material aluvial, afectándo lo con cortes a media ladera, por lo que no ofrecen mayores problemas, aunque los taludes de corte son prácticamente verticales.

- El 40% restante de la longitud del eje, está fundado sobre sedimentos areno-arcillosos (lutitas, areniscas, limolitas), materiales que por su fácil meteorización se alteran disgregándose para formar una cubierta detrítica de escasa estabilidad.

- El fallamiento en bloques, característica estructural de la zona, no influye mayormente en la estabilidad de la plataforma.

- Las innumerables quebradas que cortan al eje carretero son de régimen estacional y no permanente; de cursos divagantes por lo que ocasionan fuerte erosión lateral.

- La acción destructiva (erosión) de las quebradas sobre la plataforma se debió principalmente a la carencia de estructuras de drenaje y en segundo término al sub-diseño evidente de las escasas estructuras existentes, facilitada por la escasa o nula resistencia del suelo a la erosión (friables).

- La presencia de deformaciones en los bordes del pavimento y hombros de la plataforma, en los tramos a media ladera y/o cerrados, se debe a la ausencia de cunetas.

### C) ESTUDIO HIDROLOGICO

#### Hidrografía :

Desde el punto de vista hidrográfico, los principales accidentes orográficos formados en la zona de estudio, que conducen o almacenan agua, ya sea en forma permanente o temporal en el transcurso del año, son los ríos y las lagunas. Asimismo desde el punto de vista hidrogeológico es importante mencionar que en algunas zonas del área de estudio, el nivel del agua subterránea llega a niveles cercanos a la superficie.

Los ríos son elementos hidrográficos predominantes, y la mayoría de ellos tienen poca pendiente, encontrándose sus nacientes en zonas acolinadas. Las velocidades del flujo de agua que conducen son en los casos extremos entre 2-3 m/seg. Sus cauces son sinuosos y variables, debido principalmente a la acción de los vien -

tos, los cuales transportan hacia los lechos material areno-limoso, durante la etapa en que no existe agua de escorrentía (Mayo a Diciembre).

Asimismo, existen cursos de agua cuyas nacien - tes tienen lugar en sobreelevaciones montañosas de fuerte pendiente. El flujo de agua en estos cauces alcanza velocidades altas, entre 4-5 m/seg. Existe poca variabilidad y sinuosidad en los cauces. A diferencia de los ríos de baja pendiente, el coeficiente de escorrentía de las cuencas de estos ríos es alto, por las ca - racterísticas topográficas y geológicas.

De manera general, casi el 90% de los cauces, conducen agua solo durante el período de lluvias (Enero a Abril) y según la frecuencia e intensi - dad de las mismas. Por otro lado, los otros ele mentos hidrográficos, que se encuentran en zonas de baja pendiente y con niveles freáticos altos, son las lagunas que en casi el 100% son tempora les, es decir; se forman posteriormente a perío dos de precipitaciones frecuentes e intensas; y al recargarse y saturarse la napa freática, el agua de escorrentía se almacena en la superfi - cie. Luego del período de lluvias el nivel dela napa freática desciende, aumentando por ello la

infiltración del agua almacenada, con la consiguiente disminución del volumen de las lagunas, que también se ven afectadas por la alta evaporación.

En el tramo de estudio, el elemento hidrográfico predominante está constituido por los ríos, cuyas cuencas en su mayoría son de forma alargada, especialmente en los primeros kilómetros.

Los cauces son rectos en sus nacientes y primeros tramos de recorrido, debido a la mayor pendiente de la superficie. Al llegar a la zona intermedia y baja de la cuenca, los cauces son sinuosos y divagantes.

En lo que se refiere a las características de los cauces en las zonas adyacentes a la carretera, es preciso indicar que muchos de ellos han aumentado su ancho, debido al empozamiento producido y en algunos casos al escurrimiento en forma paralela a la carretera.

De todas las cuencas analizadas, unas de las de mayor superficie es la de la Qda. "Charanal", y por esto fué la que transportó mayor caudal y causó mayores daños (derribó un puente).

### Fisiografía :

La región en estudio es una llanura poco accidentada (tablazo). Está atravesada por una serie de ríos secos que tienen sus orígenes en zonas acolinadas o laderas empinadas.

Desde el punto de vista fisiográfico, se distinguen 2 tipos de paisajes:

#### a) Paisaje Aluvial

Este paisaje es propio de las áreas adyacentes a los cauces y zonas bajas. Es más notorio en aquellas áreas donde es evidente la acción constructiva deposicional de materiales acarreados por los ríos y cursos de agua, o la acción destructiva o erosional de los mismos. Los efectos de la acción de esta última se encuentran representados por terrazas aluviales formadas por degradación del piso aluvial.

#### b) Paisaje Colinoso.-

El que a su vez está conformado por:

a) Lomadas- Son formas de tierra que presentan ondulaciones en el relieve general y que se elevan sobre los niveles de base, con alturas que no sobrepasan los 20 m.

Las pendientes dominantes son de 15%. Caracte-

rística notable es la convexidad que presenta en las cimas. En algunos sectores, las lomas se han desarrollado sobre depósitos coluviónicos antiguos.

b) Colinas bajas - Son formas de tierra que se alzan sobre la base hasta alturas de 80 m. y que presentan declives dominantes entre 35 y 40%. Corresponden por lo general a relieves relacionados con formaciones más resistentes, que en algunos casos son rocosas.

c) Colinas Altas.-

Alcanzan una altura de hasta 300 m. y tienen declives hasta de 50%. Son poco abundantes y sus relieves están en relación con formaciones rocosas más resistentes.

Desde el punto de vista de la cobertura vegetal, predominan las gramíneas y arbustos, en el tramo estudiado. Las gramíneas son de corto período vegetativo y prosperan solo en la época de lluvias.

Evaluación del comportamiento hidráulico de las Obras de drenaje:

La intensidad y frecuencia de las lluvias originó la saturación del estrato permeable del te -

rreno y por consiguiente el aumento de la esco  
rrentía en magnitudes desacostumbradas.

Ante tales fenómenos y por las características especiales de la zona de estudio, desde el pun  
to de vista topográfico y geológico, el compor  
tamiento de los ríos ha sido variable especialme  
nte en lo referido a escurrir por un cauce definido.

Asimismo, otros aspectos que han incidido en el comportamiento de los cauces, que cruzan la carretera, han sido las propias estructuras hi  
dráulicas existentes en la vía. Esta incidencia puede resumirse en 2 aspectos que luego han originado problemas en la carretera con la consiguiente interrupción, y que son:

a) Empozamiento o embalse, rebose y ruptura de la vía:

Producido por la insuficiente capacidad de las estructuras de drenaje para evacuar las aguas de esco  
rrentía, generadas por las cuencas respectivas. A ello habría que añadir las características topográficas del terreno, que no permitieron el flujo de agua hacia ningún lado, ni su movimiento en forma paralela a la vía. De  
bido a esta situación, el agua de esco  
rrentía

fué embalsada a un lado de la carretera, actuando ésta como dique, hasta que las aguas adquirieron la altura suficiente para rebasar el nivel de la rasante y discurrir sobre la plataforma, causando la erosión respectiva y el rompimiento del terraplén, generando el desembalse brusco posterior.

b) Escurrimiento por la vía:

En algunas zonas por la falta de capacidad de conducción del agua o por la no existencia de cunetas o canales laterales, el agua proveniente de las zonas altas e intermedias, escurrió por la carretera, causando la consiguiente erosión y destrucción de los taludes de relleno y parte de la plataforma vial.

En la evaluación de campo, realizada en el tramo de estudio, se ha detectado, que en el 65% de casos en que la carretera ha sido atravesada por los cauces, no existía ninguna estructura hidráulica que permita la evacuación del caudal de avenidas, sin perjuicio de la vía terrestre.

En el 10% de los casos existían estructuras hidráulicas (alcantarillas) pero que al resultar

insuficientes han sido inutilizadas y deben ser reemplazadas. En el restante 25% de los casos, han existido estructuras hidráulicas (alcantarillas y pontones) que han funcionado en forma normal y que deben ser conservadas.

Por otro lado es de vital importancia, conocer los antecedentes referidos a la construcción de cada una de las alcantarillas existentes. Después de cada período de avenidas, se identificaban las zonas donde habían "fallado" las alcantarillas o donde antes no existieron y que por cambio del curso del río, la carretera fué dañada.

En estos puntos se procedía a colocar alcantarillas sin un estudio hidrológico previo.

Por esto debe tenerse en cuenta este tipo de estudio, para el diseño de las obras de drenaje.

Además se plantea, que el caudal de avenidas de cuencas grandes, sea evacuado en la zona de la carretera por varias alcantarillas. Ejemplo : Zona de la Qda. Peña (Km. 1094).

A este respecto, en el tramo estudiado, considerando el estudio hidrológico, se han proyectado:

- 74 alcantarillas nuevas tipo marco, con dimensiones variables.
- Ensanchamiento de 25 alcantarillas existentes.
- 1 puente sobre la Qda. Charanal, de 140 mts. de luz.
- Cunetas triangulares revestidas, en todas las zonas de corte, para la mejor evacuación de las aguas de escorrentía.

#### D) EXPLORACION DE CAMPO

##### Descripción General :

El tramo discurre una llanura poco accidentada (tablazo), siendo atravesada por una serie de quebradas y ríos secos que tienen sus orígenes en zonas acolinadas o laderas empinadas. Podemos decir que en general el tramo se desarrolla sobre una planicie con depresiones y protuberancias poco notables, que más bien en conjunto muestran un paisaje plano.

##### Evaluación de los daños:

Un reconocimiento del terreno, nos ha permitido

identificar las características físicas del terreno, obteniendo la siguiente evaluación:

a) El tramo de estudio presenta un alto grado destructivo por efecto de la inestabilidad del terreno y fundamentalmente por las fuertes precipitaciones pluviales ocurridas en la zona, que han saturado y erosionado los materiales de sustentación, produciendo el colapso de la plataforma actual y obras de drenaje superficiales.

b) En las zonas donde aún existe carpeta asfáltica (Ejm. Km. 1094.5 -Km. 1099) ésta presenta un área excesivamente seca, dando apariencia de una superficie envejecida, con áreas en donde se aprecia pérdida de material superficial por disgregación, como consecuencia del desgaste producido por el tráfico. A ambos lados del pavimento hay grietas longitudinales en forma de piel de cocodrilo, debido a fallas en las capas inferiores de base y fundación, por pérdida de su capacidad de soporte al haber mantenido el material una saturación constante por las fuertes avenidas de agua.

c) La plataforma presenta hundimientos pronunciados y ondulaciones, a todo lo largo del tramo, cuyas deflexiones en algunos casos pasan los 0.30

mts. en dirección longitudinal al eje de la vía. Esto se debió a la saturación excesiva de la plataforma producida por las fuertes lluvias ocurridas, las que tuvieron fácil acceso a las capas inferiores filtrándose por los agrietamientos de la capa de rodadura, discurriendo y erosionando bermas por no poseer un encauzamiento adecuado y por una topografía que no permitió un desfogue normal del flujo.

A todo esto se agregó, la apertura de la vía para el tráfico pesado, lo que incrementó aún mas los asentamientos de la vía.

d) La plataforma actual ha sido prácticamente barrida, llegando a cambiar hasta la topografía misma de la zona; en varios tramos, siendo los más críticos:

Km. 1094 - Km. 1094.5: Qda. Peña.

Km. 1101 - Km. 1101.15: Qda. Charanal.

Km. 1107.3-Km. 1107.6 : (3.20 de prof.)

Esto se debió al flujo fuertemente erosivo, que a su paso arrastró el material de cimentación.

e) Se observó que en la mayoría de obras de drenaje superficial, no ha existido sistemas convenientes de encauzamiento y defensa que garantice

la captación, entrada y salida del flujo.

f) El ancho promedio de la capa de rodadura (donde aún existe) es de 6.60 mts., cuyas bermas a ambos lados fluctúan entre anchos de 1.50 y 2.00 mts., habiendo zonas del tramo donde estas no existen por destrucción o contaminación vegetativa; las obras de drenaje superficial no existen en la mayor parte de su longitud.

g) La plataforma actual está conformada mayormente por suelos tipo arenas y areno-limosos, materiales estos que presentan características de regular a bueno en la conformación de terraplenes, cuando se encuentran secos, pero muy inestables por su reblandecimiento, cuando son afectados por la humedad.

h) En los Km. 1094-1095, 1107-1108 y 1110-1111, se deberá elevar la rasante en 3, 1.5 y 0.5 mts. respectivamente, con el fin de ubicar las obras de drenaje proyectadas. Además en otros tramos también será necesario elevarla, ya que la rasante actual se encuentra a nivel o aún más bajo que el nivel del terreno.

#### Conclusiones:

- La estructura del pavimento de la carretera ac-

tual, ha sido seriamente averiada, al fallar la resistencia de cimentación (material arenoso) causado por un drenaje (longitudinal y transversal) deficiente, no previsto para los períodos importantes de lluvias ocurridas en 1983.

- La carpeta asfáltica que aún se conserva, presenta fatiga, averías y agrietamientos (longitudinal y piel de cocodrilo) por lo que la mezcla de la carpeta asfáltica es quebradiza, habiendo sufrido deflexiones excesivas, resultando una estructura inadecuada para los tipos de carga y tráfico actual.

- Delimitada la exploración del nivel freático a todo lo largo y ancho de las explanaciones, esta no pudo ser detectada hasta la profundidad promedio de 1.91 mts. habiéndose estimado que el nivel donde se encuentra no comprometerá la estructura del pavimento en períodos normales de tiempo.

- Los suelos encontrados son de tipo variable y deben ser considerados como terrenos de fundación, con características de bueno a excelente y estable en tiempo seco, reblandeciéndose bajo el efecto de la humedad.

### 3.5.2. CARRETERA TALARA - MANCORA :

#### A) Ubicación :

Esta carretera se ubica entre la ciudad de Talara y el límite con el departamento de Tumbes (Km.1148.6 - Km. 1222) y se desarrolla sobre una topografía que varía de plana a accidentada.

#### B) Geología General:

a) Depósitos Eólicos.- Estos materiales son depositados por los vientos que vienen del mar, formando dunas y acumulación de arena que penetra en el continente. Su avance es progresivo, por lo que deberá tomarse las precauciones necesarias para defender a la vía de la acumulación y erosión. Se recomienda poner cortinas forestales protectoras u otras defensas que se estime conveniente.

b) Depósitos Fluviales.- Están constituidos por arcillas, arenas, limos y rodados heterométricos de composición variable, que afloran en las numerosas quebradas existentes. Estas quebradas han sufrido con las últimas lluvias un proceso de ampliación, profundización o variación de sus cauces y junto con las nuevas quebradas que se han formado, han ocasionado la destrucción o deterioro de gran parte de la carretera Panamericana Norte.

C) Daños ocasionados:

El principal problema de este tramo, es una gran quebrada de aguas torrenciales denominada Qda. Pariñas, que ha impedido el tránsito entre Talara y sus distritos situados al Norte: El Alto, Los Organos y Máncora, durante casi todo el período lluvioso.

Asimismo causaron continuas interrupciones al paso de los vehículos, las quebradas: Honda, Vichayo, La Pepa y la Qda. Fernández; habiendo producido grandes cortes a la carretera.

En total, se han destruído 18 kms. de carretera y existe la necesidad de instalar 5 puentes sobre las quebradas anteriormente citadas.

3.5.3 AEROPUERTO DE TALARA :

El Aeropuerto de Talara, considerado como de categoría internacional, posee una pista de aterrizaje asfaltada, con una soportabilidad máxima de 308.5 TM., pudiendo en tal sentido recepcionar aviones de hasta 400 asientos (aviones del servicio internacional).

Sus dimensiones son de 2,450 mts. por 45 mts.

Este aeropuerto, ha sufrido igualmente serios deterioros en su plataforma de despegue y en sus vías de acceso.

El mal estado de la pista de aterrizaje, a raíz de las persistentes lluvias, casi provoca un accidente, cuando el 21 de Abril de 1983, un Boeing 737 de la Compañía Faucett con 138 pasajeros a bordo, luego de tocar la pista al aterrizar, hundió el tren derecho de aterrizaje en el asfalto, recorriendo en ese estado casi 1,300 mts. dejando atrás una zanja de considerable tamaño.

La rehabilitación de este aeropuerto, necesita la reparación de la pista de rodaje, plataforma y el refaccionamiento de su terminal aéreo.

#### 3.5.4 RECOMENDACIONES :

- En consideración al carácter divagante de las escorrerías, es recomendable un encauzamiento desde la boca de la alcantarilla y/o puente, hasta aguas arriba, por lo menos en 10 mts. para estructuras menores y 50 mts. para puentes.
- Las entradas o tomas de las alcantarillas, tendrán cabezales con alas prolongadas que defiendan la pla-taforma de la erosión.
- Respecto a los puentes, deben protegerse sus estribos con un enrocado, al igual que los taludes del terraplén, en el acceso al puente, para evitar la ero-

sión por parte del torrente.

- Es conveniente que se considere taludes de corte del tipo 2:1, con la finalidad de evitar que por erosión, se cubran las cunetas internas con el material residual.

- Todo diseño de pavimento, está condicionado a un buen sistema de drenaje a ejecutar, que permita controlar debidamente tanto las aguas superficiales de escorrentía, como las aguas subterráneas de infiltración.

- Respecto al aeropuerto, su rehabilitación debe ser prioritaria, más aún considerando que es de categoría internacional y puede soportar aviones de alto tonelaje.

Durante la época de las lluvias, este aeropuerto era el punto obligado para unir a Lima con la zona norte del país, pues las carreteras estaban interrumpidas. Se llegaron a establecer puentes aéreos entre Tumbes-Talara y Talara-Lima, lo que fué muy importante para las operaciones de emergencia.

### 3.6 DAÑOS EN INSTALACIONES PORTUARIAS :

En este tipo de obras se presentaron 2 clases de danos:

### 3.6.1 Daños causados por la formación de quebradas.

Las quebradas al travezar la ciudad y desembocar posteriormente en el mar, transportaron gran volumen de material arenoso, que al llegar al mar, modificó por completo la topografía del fondo marino en la bahía del puerto de Talara. Como consecuencia, en ciertas zonas el arenamiento producido inutilizó muelles; como el de la compañía Belco; y dificultó la navegación dentro de la bahía; mientras que en otros lugares los deslizamientos erosionaron la costa y destruyeron los muelles y la infraestructura portuaria. Esto sucedió con el muelle de la compañía Belco, ubicada en la desembocadura de la Qda. Yale, que fué aislada de la orilla por la erosión producida y que poco después se hundió por completo (Foto 29).

### 3.6.2 Daños por maretazos

Este tipo de daños fueron causados por la fuerza de las olas del mar que azotaron el litoral, socavando y dañando la infraestructura de los muelles, en especial las instalaciones del muelle particular de Aquamarine, que era usado para transporte de personal y carga (Foto 30).

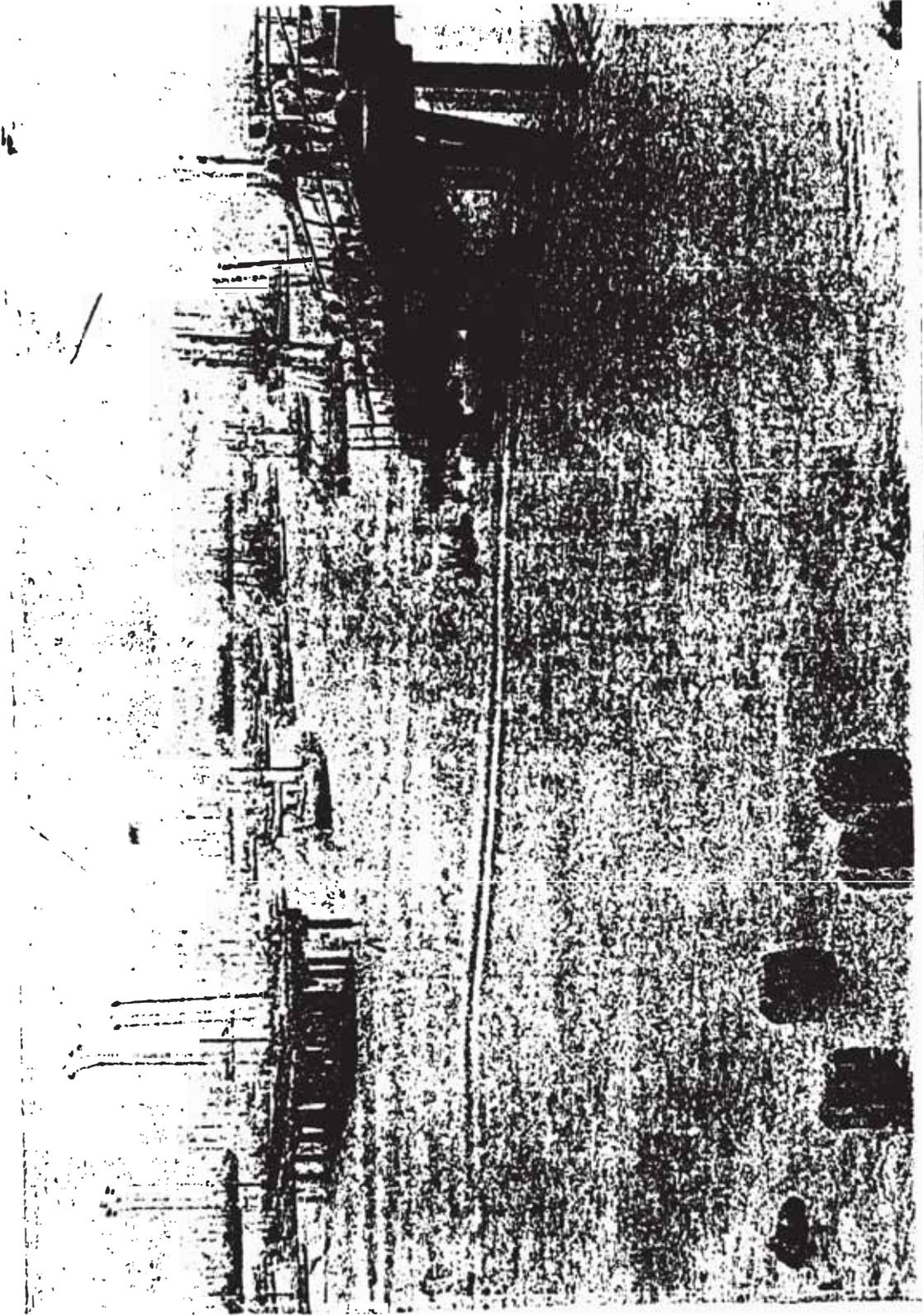


Foto 29 - Muelle de a Compañí BELCO destruído.

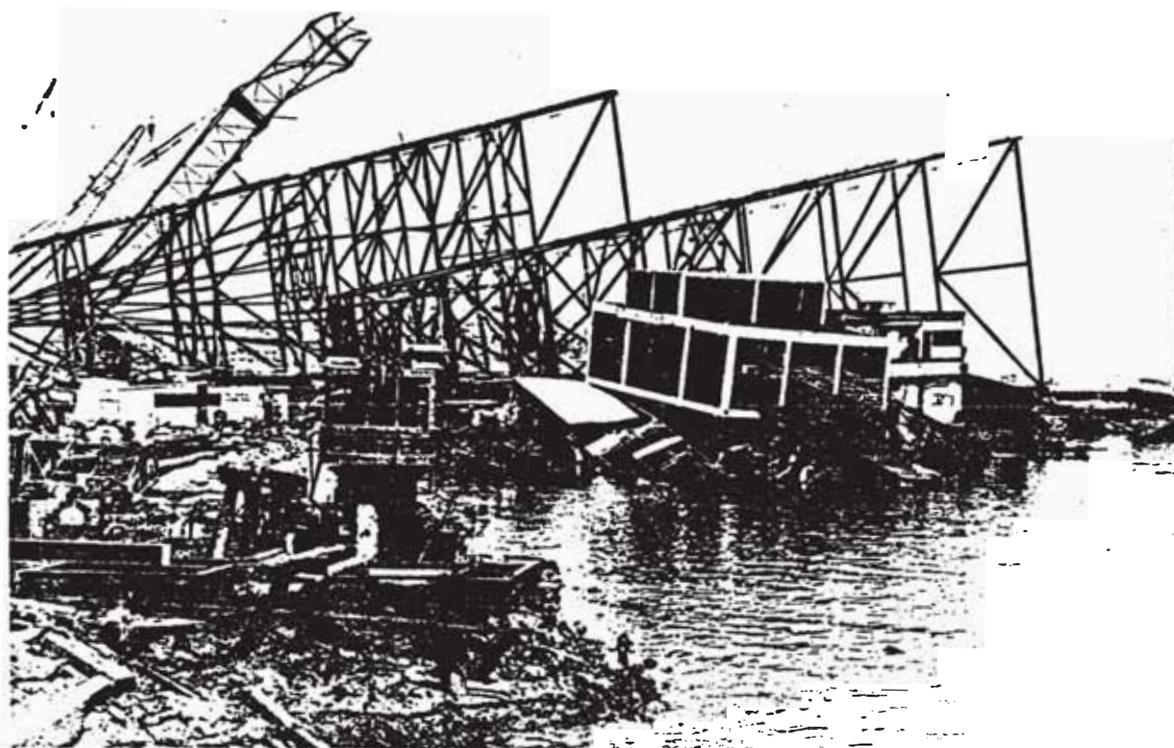


Foto 30 - Instalaciones del Muelle de Aquamarine, afectado por los maretaos.

### 3.6.3 Recomendaciones

- Hincar los pilotes de los muelles, a una profundidad adecuada para evitar los daños por socavamiento.

- Ubicar las instalaciones portuarias en zonas que no sean vulnerables a fenómenos de geodinámica.

Merece mencionarse que desde 1946, se apreciaba claramente el cauce de la quebrada Yale, e inexplicablemente en la desembocadura de esta quebrada se construyeron instalaciones portuarias.

## 3.7 DAÑOS EN INSTALACIONES PETROQUIMICAS

### 3.7.1 Daños en la infraestructura

Las fuertes precipitaciones pluviales y deslizamientos de tierra, ocasionaron serios daños y deterioros en la Refinería, Planta de Fertilizantes, Planta de Craqueo Catalítico y la Planta de Negro de Humo, que constituyen el Complejo Industrial de Talara. Asimismo el Oleoducto Norperuano, que transporta el petróleo desde la selva norte hasta la estación terminal de Bayóvar, sufrió serios percances en su curso como consecuencia de los deslizamientos producidos en grandes extensiones de terreno.

La Planta de Fertilizantes fué inundada de lodo y una torre de la Planta de Craqueo Catalítico colapsó,

cayendo a tierra. La Refinería dejó de operar por un tiempo, al romperse el eje de agua potable Paita-Talara y las líneas conductoras de gas; además de haberse inundado y arenado sus instalaciones.

Varios pozos petroleros fueron dañados, al igual que las carreteras de acceso a todo el ámbito de las operaciones petroleras en el Nor-Oeste.

Se estima que solo en infraestructura, se perdió un total de 119 millones de dólares, siendo así el sector Hidrocarburos, el más afectado en todo el país, después del sector Transporte.

### 3.7.2 Pérdidas en la producción

Los daños en la Refinería, la interrupción del Oleoducto y la destrucción de pozos petroleros en Talara, representaron pérdidas en la producción sumamente importantes que se estiman en 7 millones de barriles en todo el año 1983, a un costo de 182 millones de dólares.

## 3.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La ciudad de Talara se encuentra asentada en una profunda depresión. Las laderas que lo rodean son de un material arenoso, suelto, de tipo eólico, y fá

cilmente erosionable; lo que facilitó el arenamiento de la ciudad.

El agua de las lluvias discurría por las laderas de fuerte pendiente, acarreando todo el material arenoso hacia la parte baja de la ciudad.

Esto se podría evitar, si todas esas laderas fueran forestadas, de tal manera que se evite o al menos disminuya la erosión y el traslado de arena por parte de las aguas pluviales. Además este bosque serviría como una cortina protectora, para que los vientos dejen de acarrear la arena de la parte alta, hacia la parte baja de la ciudad.

Considerando que el agua es escasa en esta ciudad, el riego de este bosque podría llevarse a cabo con las aguas servidas de la zona alta de Talara. Un reservorio en esta zona, podría almacenar esas aguas y tratarlas, considerando que es solo para fines de riego, y luego mediante un sistema por aspersión o goteo, se regarían las plantas.

- Debe existir una mayor exigencia en el diseño y construcción de obras de gran envergadura. No puede ser que una obra tan costosa e importante como el Eje Paita-Talara, haya durado tan solo 3 años. El daño a esta obra, trajo como consecuencia que la ciu-

dad de Talara se quede sin agua potable, al igual que las instalaciones de Petroperú.

Esto trajo muchas pérdidas a la empresa petrolera, que para abastecerse de agua potable, tuvo que importarla desde Panamá, durante un tiempo.

En cambio el Eje de Portachuelo, construido por la IPC aproximadamente en 1945, no sufrió mayores daños y sigue abasteciendo, aunque en forma restringida, a la ciudad de Talara y a Petroperú. Toda esta línea es soldada y posee un trazo muy bueno, evitando las quebradas y depresiones naturales.

El Eje Paita-Talara, cuya línea es embonada, atravesaba zonas donde habían vestigios de quebradas, que pudieron ser evitadas llevando el trazo por las partes altas; pero por facilidad de la construcción y una "aparente" economía, no se hizo así.

- Debe planificarse la ubicación de futuros centros poblados, evitando las zonas vulnerables a fenómenos de geodinámica. Un estudio de microzonificación del área a ocupar, puede dar pautas a considerar en el planeamiento urbano.

Hay que mencionar, que ya desde 1946 se apreciaba claramente los cauces de la Qda. Yale y de otras 2 quebradas secas. (Aerofotografía 1).

Inexplicablemente, en esos lugares se construyeron obras tales como: los pueblos jóvenes San Pedro y Jesús María ubicados en la misma quebrada; el Politécnico Alejandro Taboada situado al margen de una quebrada, el muelle de la compañía Belco ubicado en la desembocadura de la Qda. Yale, etc. (Aerofotografía 2).

Cuando empezaron las lluvias torrenciales, todas esas quebradas se reactivaron y la corriente de agua destruyó todo lo que encontró a su paso.

## CAPITULO IV

### EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE MANCORA

#### 4.1 UBICACION

La ciudad de Máncora, está situada en la parte norte del país, sobre una estrecha franja costera de a proximadamente 2 Kms., limitada por los cerros y el mar.

Políticamente, pertenece al distrito de Máncora, provincia de Talara, departamento de Piura.

Se encuentra a una distancia de 73 Kms. de la ciudad de Talara, y está ubicada a corta distancia del límite departamental entre Piura y Tumbes.

#### 4.2 CARACTERISTICAS GENERALES

El clima predominante es el desértico, con escasas precipitaciones pluviales, hasta antes de 1983.

Las temperaturas oscilan entre 17°C y los 34°C y la temperatura media anual bordea los 24°C.

Por su actividad económica, se le clasifica como un Centro Pesquero.

Según el censo de 1981, cuenta con una población de

6,509 habitantes, de los cuales 5,997 pertenecen al área urbana y 512 al área rural.

#### 4.3 DAÑOS EN EDIFICACIONES

La mayor parte de las edificaciones de la ciudad de Máncora, son a base de quincha y adobe, con techos de calamina o planchas de asbesto-cemento; por lo que fueron las más afectadas con las torrenciales lluvias de 1983.

Los daños los podemos tipificar de la siguiente manera: (Plano 4)

##### 4.3.1 Daños causados por la formación de quebradas.

Desde que se iniciaron las lluvias en Máncora, se formaron dos (2) inmensas quebradas en los extremos de la ciudad y que iban a desembocar al mar.

Una quebrada llamada "Qda. La Pepa" que se encuentra a la entrada de la ciudad (al Sur) y otra llamada "Qda. Fernández" ubicada a la salida de la ciudad, justo en el límite departamental entre Piura y Tumbes.

Cuando las lluvias se hicieron más intensas, ambas quebradas se ensancharon, arrasando todo lo que encontraban a su paso, y dejando aislada a la ciudad

de Máncora, tanto del Sur como del Norte.

La Qda. La Pepa, dañó la Maternidad y la Parroquia y originó el desplome de muchas viviendas, anegando totalmente a otras. Esto obligó a que gran parte de la población suba a los cerros para salvarse de las torrentosas aguas de la quebrada.

También las empresas pesqueras industriales OPFISCO y GRAN MAR fueron afectadas por esta quebrada.

En la empresa "Ocean Products Fishing Co. S.A." (OPFISCO) se han producido considerables daños en su infraestructura, producto del fuerte torrente que discurría por la quebrada y que inundó de lodo y tierra, sus instalaciones y maquinarias. La Planta N°2, que era donde se efectuaba las labores de procesamiento, fue destruída totalmente, al igual que las viviendas de los trabajadores.

La empresa pesquera "Gran Mar Máncora" también fué atacada por el torrente, que socavó la cimentación de la edificación, haciendo colapsar luego los muros perimetrales y la losa del piso.

Asimismo, el torrente que bajaba por la Qda. Fernández, en un momento determinado se desbordó hacia la margen derecha, inundando las casas y granjas que habían en esa ribera y dando muerte a 9 personas.

Otra quebrada importante, fué la que corrió dentro

de la ciudad, llamada "Qda. del Zanjón". El torrente bajaba de los cerros e impactaba en el Colegio "Túpac Amaru", dispersándose luego a lo largo de la ciudad e inundando varias calles y viviendas.

El gran flujo de agua y lodo, inundó las instalaciones del citado colegio, siendo arenado hasta una altura aproximada de 1.20 mts (Foto 31). El muro perimetral posterior fué destruído y se produjeron numerosas grietas en los muros interiores, producto del intenso humedecimiento.

Se ha llegado a estimar en 10,000 m<sup>3</sup>. la cantidad de material arenoso acumulado en la zona del Colegio Túpac Amaru (Aerofotografía 3).

#### 4.3.2 Daños por inundación

Como consecuencia de las numerosas quebradas, que bajaban de los cerros hacia la ciudad, las aguas al desbordar el cauce de la quebrada, discutirían por las calles y plazas de la ciudad, acarreado gran cantidad de material arenoso e inundando las viviendas.

Las más afectadas por este daño, fueron las calles Los Incas, Talara, Buenavista, Tumbes, Martín Waiss y la Av. Grau; estimándose en 12,000 m<sup>3</sup>. el material arenoso depositado en ellas.

#### 4.3.3 Daños por deslizamientos.

Como consecuencia de las intensas lluvias, las laderas de los cerros se agrietaron produciéndose dos (2) deslizamientos de tierra: uno en la calle Los Incas de 2,500 m<sup>3</sup>. de material, y otro en la calle La Esperanza de 1,500 m<sup>3</sup>.; los que llegaron a sepultar 4 casas, que se habían ubicado en la falda de los cerros.

Hay que indicar, que en la falda de estos cerros, se han establecido varias familias, en "viviendas" a base de palos entrecruzados o cañas de bambú, que no brindan ningún tipo de seguridad para sus moradores (Foto 32).

El deslizamiento de estas masas de tierra, se debió al tipo de material suelto, arenoso, del que están constituidos esos cerros, que facilita la filtración del agua, haciendo inestable el talud.

#### 4.3.4 Daños por maretazos.

Las olas del mar, también azotaron a la ciudad de Máncora, llegando a salirse hasta la carretera Panamericana. Prácticamente todas las edificaciones que se encontraban ubicadas frente al mar, fueron destruidas parcial o totalmente, a pesar de

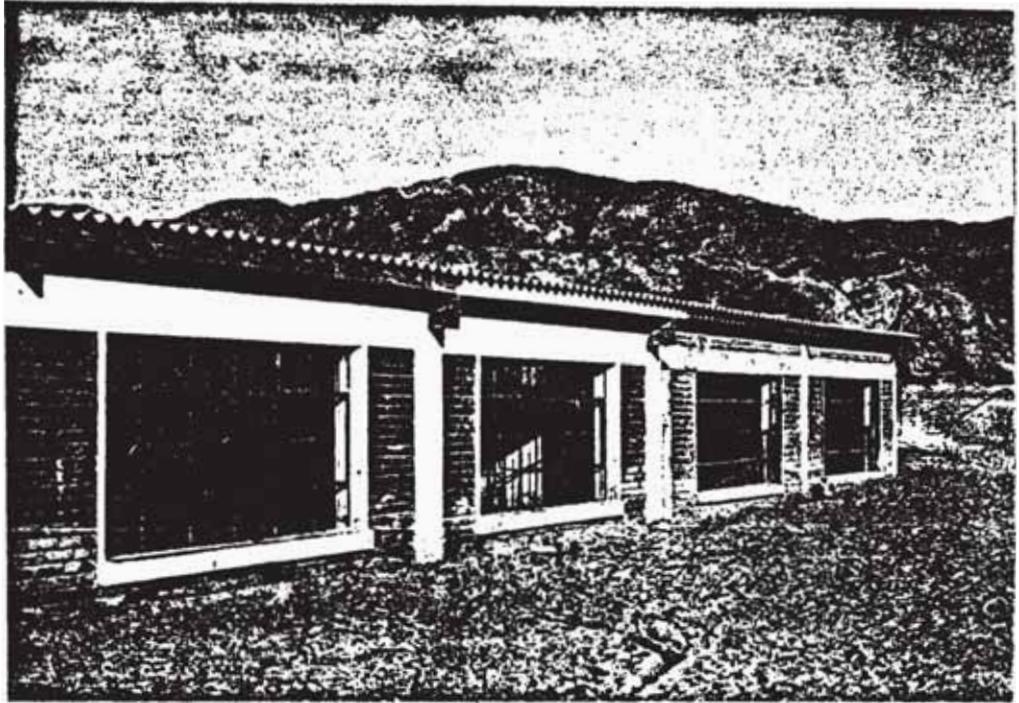


Foto 31 - Colegio "Túpac Amaru", arenado por el torrente de la Qda. del Zanjón.



Foto 32 - "Viviendas" ubicadas en la falda de los cerros, expuestas a los deslizamientos de tierra.

que varias de ellas eran construídas de ladrillo y concreto (Foto 33 y 34).

Los maretaos socavaron la cimentación del local del Concejo Municipal de Máncora, hasta colapsar totalmente la estructura, ya que las olas impactaban directamente sobre el local.

De igual manera, las zonas posteriores de la Comisaría de la Guardia Civil, la empresa pesquera OPFISCO y la empresa pesquera GRAN MAR; fueron también afectadas por las olas del mar.

#### 4.3.5 Evaluación de los daños.

En general, en el distrito de Máncora, fueron afectadas:

	DISTRITO DE MANCORA		
	Area Urbana	Area Rural	Total
Número total (*) de viviendas	1,117	83	1,200
Número de viviendas afectadas	268	41	309
Número de familias damnificadas	328	49	377

(\*) Según el Censo de 1981-

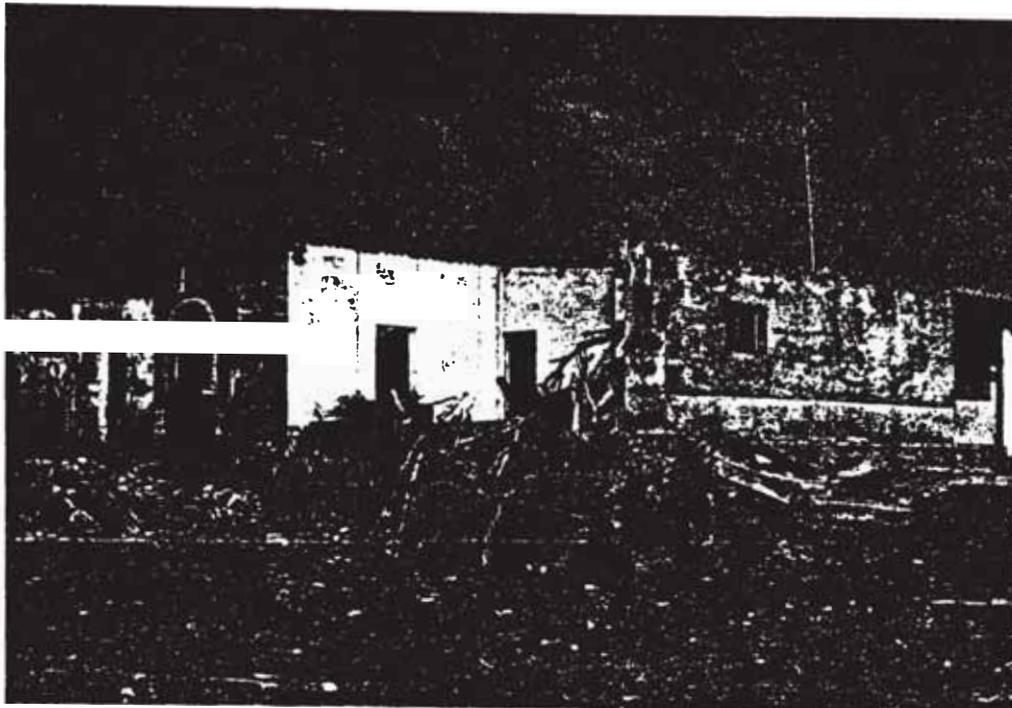


Foto 33 - Los maretaños socavaron la cimentación de las viviendas.



Foto 34 - Edificaciones de ladrillo y concreto, afectados por el impacto directo de las olas del mar.

#### 4.3.6 Recomendaciones.

- Las aguas pluviales que discurren desde la parte alta hasta la ciudad, deben ser encauzadas mediante un canal de sección trapezoidal, ubicado al pie de los cerros y paralelo a la carretera, y ser dirigidas hacia la Qda. Fernández en las afueras de la ciudad.
- Forestar las laderas de los cerros para evitar el transporte de material arenoso por parte de las aguas pluviales.
- Eliminar el material de los deslizamientos producidos en los cerros de las calles Los Incas y La Esperanza, que constituyen una amenaza constante para las viviendas de esas calles.
- No establecerse en la falda de los cerros, ya que existe el peligro latente de que masas de tierra puedan deslizarse y venirse abajo en un próximo período de lluvias.
- Proteger la cimentación de las edificaciones que están frente al mar, con un mandil de grava y piedra, debidamente compactado; para evitar la socavación por parte de los maretazos.

#### 4.4 DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

##### 4.4.1 Descripción.

Las ciudades de Máncora y Los Organos, se abastecen de agua potable mediante el Eje Barrancos-Máncora-Los Organos. El agua es captada de fuente subterránea mediante la modalidad de pozos y por tuberías de conducción se abastece a las dos ciudades.

##### 4.4.2 Daños ocasionados.

Este sistema fué cortado desde el mes de Enero de 1983, al ser barrida la tubería de conducción en los Km. 1 y 3, por acción de la Qda. Fernández. Los trabajos de reparación de emergencia que se efectuaron resultaron inútiles, pues en el mes de Febrero nuevamente irrumpió con gran fuerza dicha quebrada, dañando aparte de la tubería de conducción, la fuente de abastecimiento constituída por dos (2) pozos instalados en Barrancos; dejando sin agua potable a la ciudad de Máncora por un tiempo.

Actualmente la ciudad se abastece de agua mediante su sistema antiguo, es decir capta el agua de la Qda. Fernández y mediante una tubería de conducción lo lleva hasta una cisterna ubicada al pie de un cerro,

de donde es bombeada el agua hacia un reservorio en la parte alta de la ciudad, para de allí ser distribuída a los usuarios.

Respecto a la red interna de la ciudad, no sufrió mayores daños.

En lo referente al sistema de alcantarillado, Máncora no cuenta con este servicio.

#### 4.4.3 Recomendaciones.

- Proteger adecuadamente los puntos de captación.
- Trazar la línea de conducción, tratando de evitar las quebradas y los probables cursos de agua.

El paso por la Qda. Fernández, puede hacerse sosteniendo la tubería de conducción, de la estructura del nuevo puente a colocar en la carretera Panamericana.

- Proteger debidamente la línea que va desde la cisterna hasta el reservorio. Esta tubería, por donde es bombeada el agua hacia el reservorio ubicado en la parte alta de la ciudad, está tendida en la falda del cerro, completamente al descubierto y sin una base fija de apoyo, expuesta a deslizamientos de tierra y erosión del material sobre el que se apoya actualmente (Foto 35).

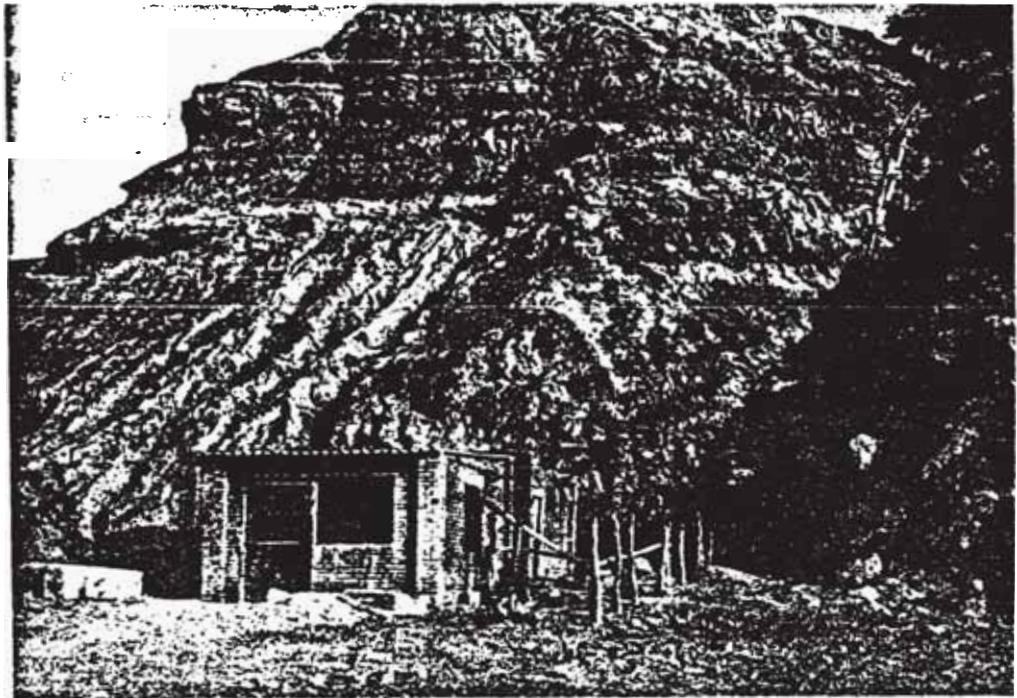


Foto 35 - Línea de Impulsión, tendida en la falda del cerro.

#### 4.5 DAÑOS EN LAS VIAS DE TRANSPORTE

##### 4.5.1 Daños ocasionados.

Como ya lo dijimos anteriormente, los cortes más serios a la Carretera Panamericana, en esta zona fueron dos (2): uno a la entrada de la ciudad, causado por la Qda. La Pepa que destruyó un tramo aproximado de 100 mts. de pavimento (Foto 36); y otro a la salida de la ciudad causado por la Qda. Fernández que actualmente tiene un ancho aproximado de 200 mts. (Foto 37) desproporcionado para la poca cantidad de agua que discurre ahora por allí. Cuando bajaba el nivel de las aguas en ambas quebradas, se construían badenes para el paso provisional de los vehículos, y que eran barridos al subir nuevamente el nivel de las aguas.

En la Qda. Fernández habían dos (2) puentes llamados: Puente Nuevo y Puente Viejo. Este último ubicado aguas arriba, fué el primero en fallar, inclinándose un poco primero y luego siendo arrasado por la fuerza de las aguas.

La estructura de este puente, fué a chocar aguas abajo con la del Puente Nuevo, ocasionando un represamiento de las aguas y haciendo que el torrente se desborde hacia la margen derecha. Luego el po-

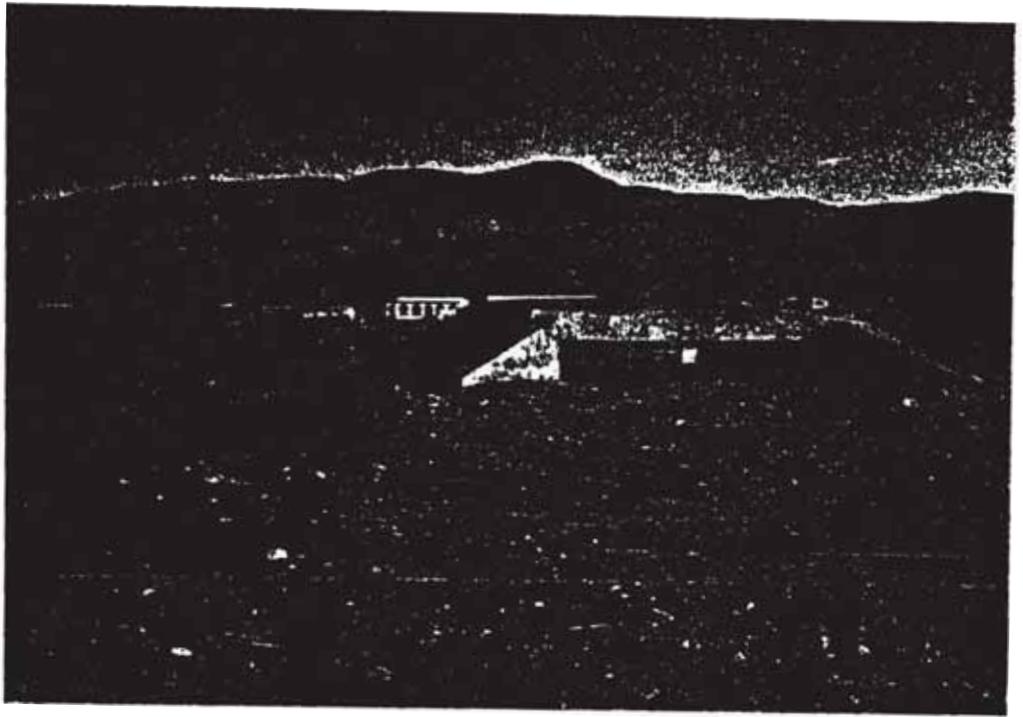


Foto 36 - Qda. La Pepa, en el cruce con la Carretera Panamericana. Solo quedó la alcantarilla.

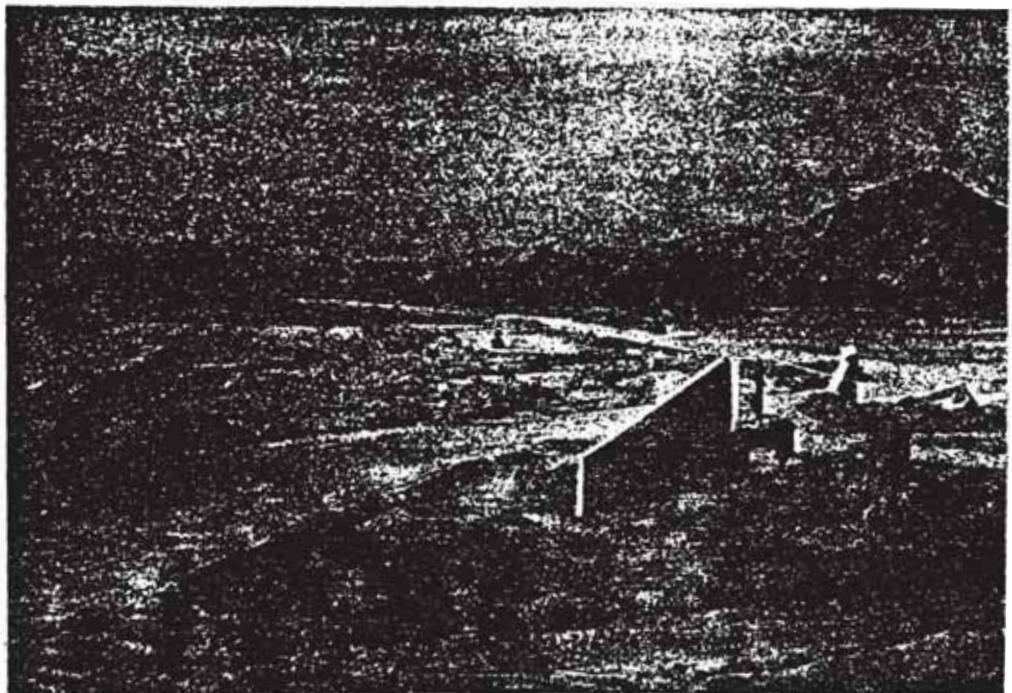


Foto 37 - Qda. Fernández, que arrasó con el puente de la Carretera Panamericana. Solo quedó parte del estribo izquierdo.

der erosivo de las aguas, socavó la cimentación del Puente Nuevo y arrastró la estructura de los dos puentes, aguas abajo.

Después de esto, las aguas ensancharon aún más la quebrada, llevándose tramos de la pista de acceso al puente, lo que ha traído como consecuencia que esa quebrada tenga actualmente unos 200 mts. de ancho, en el cruce con la carretera Panamericana.

#### 4.5.2 Recomendaciones.

- Construir las respectivas obras de drenaje, en el cruce de la vía con los probables cursos de agua, y darles un mantenimiento contínuo, debido a la excesiva cantidad de arena que baja de los cerros en cada período lluvioso y que colmataría dichas obras, inutilizándolas.
- En la Qda. Fernández y Qda. La Pepa, deben construirse puentes con la adecuada longitud y altura, para permitir el paso libre de las máximas avenidas probables dentro del período de vida útil de la estructura; y proteger la cimentación y los estribos, con piedras grandes debidamente compactadas, para evitar la erosión por parte de las aguas.

#### 4.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Durante el período lluvioso de Enero a Junio de 1983, la ciudad de Máncora por su ubicación en la franja costera, se vió afectada, por un lado por las aguas que discurrían de los cerros e inundaban la ciudad y por otro, por los maretazos que llegaron a salir hasta la carretera.
  - Debido a la fuerza de las lluvias, se produjeron dos inmensas quebradas: una a la entrada y otra a la salida de la ciudad, que dejaron aislada a Máncora por vía terrestre durante un tiempo.
  - Al disminuir y desaparecer la ictiofauna típica de la zona, por el cambio ecológico que produjo el fenómeno de "El Niño" en el Océano Pacífico, y al haber sido destruído los centros pesqueros; las embarcaciones pesqueras optaron por dedicarse al transporte marítimo, tanto de artículos de primera necesidad (víveres, combustible, etc.) o simplemente de pasajeros, ante la interrupción de las vías terrestres.
- Esto fué fundamental para que Máncora no se viera aislada del resto del departamento.
- Como consecuencia del material acarreado por las quebradas, se ha acumulado en la playa un relleno

de aproximadamente 2 mts. de espesor, ganándole terreno al mar, lo que ha determinado que éste se haya alejado bastante de la ciudad, perjudicando de esta forma a las empresas y embarcaciones pesqueras de la zona.

## CAPITULO V

### EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL DE TUMBES.

#### 5.1 UBICACION

La ciudad de Tumbes se encuentra ubicada en la costa norte del Perú, en el distrito de Tumbes, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes; a una altitud de 6 mts. sobre el nivel del mar. Su distancia de la ciudad de Lima es de 1319 Kms.

#### 5.2 CARACTERISTICAS GENERALES

Clima.- Se le puede catalogar de clima semitropical cálido.

Temperatura.- La temperatura promedio anual es de 24°C. La temperatura máxima se dá en los meses de Febrero y Marzo, y la mínima en los meses de Julio y Agosto.

Vientos.- La dirección predominante del viento durante el año, proviene del Sureste y su velocidad media varía desde 2 m/seg. a 3.5 m/seg.

Humedad Relativa.- Varía entre 70 y 80% anualmente.

Precipitación pluvial.- La precipitación anual en el litoral del departamento de Tumbes hasta la frontera norte (entre el nivel del mar y la cota 500 m. s.n.m) tiene un promedio de 120 mm.

Hay épocas secas y húmedas distintas durante todo el año. La época lluviosa durante la cual ocurre el 80% de la precipitación, dura desde Diciembre hasta Mayo y la época seca comprende desde Junio a Noviembre. Pero debido al Fenómeno del Niño 82-83, se registraron fuertes lluvias en Tumbes, que comenzaron en Octubre de 1982 y terminaron en Junio de 1983, y que tuvieron un incremento significativo respecto a los años anteriores.

La estación meteorológica de Tumbes, nos ha proporcionado los siguientes datos:

AÑO	MES	REGISTRO (mm.)
1982	Diciembre	45.9
1983	Enero	353.9
1983	Febrero	557.1
1983	Marzo	514.2
1983	Abril	530.0
1983	Mayo	1242.8
1983	Junio	550.3

Aspectos Poblacionales.- Según el censo de 1981, el departamento de Tumbes cuenta con 103,839 habitantes, de los cuales el 79% es población urbana y el 12% rural.

La población económicamente activa (PEA) incluye el 30% de la población total, indicando que el mayor porcentaje (70%) es una población bastante joven.

El 50% de la PEA ocupada se dedica al comercio, el 44% a la actividad agrícola y el 6% restante a la actividad industrial, especialmente la pesquería.

A 1983, la población se puede estimar en:

Distrito de Tumbes: 54,793 hab.

Provincia de Tumbes: 88,135 hab.

Departamento de Tumbes: 115,511 hab.

### 5.3 DAÑOS EN EDIFICACIONES

A causa de los daños originados por las lluvias torrenciales de 1983, se han registrado en el departamento de Tumbes, más de 1,000 viviendas seriamente dañadas que afectaron a más de 6,000 familias, sobre todo de las áreas urbano marginales y rurales del departamento.

Igualmente gran número de edificios públicos bajo

la administración del Concejo Provincial de Tumbes, han sido afectados por las lluvias, como es el caso del Centro Cívico, la Biblioteca Municipal, el camal, los mercados, etc. Asimismo las calles de la ciudad también sufrieron daños, registrándose en todo Tumbes más de 10 Kms. de calles pavimentadas, que están totalmente destruídas.

Los daños producidos podemos tipificarlos de la siguiente manera: (Plano 5).

#### 5.3.1 Daños causados por la formación de quebradas.

En el casco urbano, se produjeron daños de consideración en las calles asfaltadas así como en las sin asfaltar, sobre todo en las zonas con fuerte pendiente, donde el flujo de agua discurrió con la fuerza de una quebrada, produciendo enormes grietas. Las zonas más afectadas fueron las calles: 24 de Julio, Los Angeles, Los Tumpis, San Martín, José Olaya, Túpac Amaru y Av. del Ejército.

Hay que tener en cuenta que la ciudad de Tumbes está asentada sobre una especie de lomas y por esto se tienen calles que suben y bajan a uno y otro lado de la ciudad conformando una topografía bastante accidentada.

También las calles Bolognesi y San Martín, por don

de discurría el agua hacia la Plaza de Armas, y las calles Piura y Abad Puell por donde discurría el agua hacia la Av. Teniente Vásquez, fueron afectadas en su capa asfáltica casi por completo, como consecuencia de la erosión producida por las aguas pluviales.

### 5.3.2 Daños por inundación.

La topografía del lugar favoreció al empozamiento de las aguas. En la Av. Teniente Vásquez, donde desembocaban las aguas que discurrían por las calles desde la parte alta, se formaron varias lagu-nas de aguas pluviales, las que se quedaron estancadas por varios días, debido a que el suelo ya estaba totalmente saturado por las continuas lluvias. También en la Av. Castilla, donde concurren varias calles de fuerte pendiente, se formó una gran lagu-na, producto de las aguas pluviales que desemboca-ban en esa avenida y de las aguas del río Tumbes que se desbordaron por esa zona, que dañó a las viviendas del sector por el intenso humedecimiento que sufrieron. A toda esta zona se le ha llamado la Cuenca de la Av. Mcal. Castilla ya que por sus características topográficas es una zona de alto potencial inundable.

### 5.3.3 Daños causados por el río Tumbes.

Debido a las torrenciales lluvias de 1983, las aguas del río Tumbes crecieron tanto que erosionaron poco a poco la ribera, en el tramo del Malecón Benavides.

El Malecón Benavides era uno de los atractivos turísticos de la ciudad, que bordeaba el río Tumbes en una longitud de 900 mts.

Debido a la baja pendiente del río Tumbes, las aguas al subir su nivel, variaron su cauce normal y en la zona del Pte. Viejo, justo donde se inicia el malecón, se formó una curva bastante cerrada, que antes se encontraba a unos 500 mts. aguas arriba. El agua al fluir por zonas de gran curvatura (meandros) tiene un alto poder erosivo por la mayor velocidad que adquiere el agua en el lado externo de la curva, y por esto fué que el Malecón Benavides poco a poco iba colapsando hasta quedar destruído en un tramo aproximado de 600 mts. (Foto 38). Luego las aguas del río se desbordaron e inundaron las viviendas de la Av. Benavides (Foto 39 y 40) causando varios daños, llegando incluso hasta la Plaza de Armas de la ciudad, ubicada a una cuadra de distancia del malecón.

Las edificaciones ubicadas en esa zona fueron ane-



Foto 38 - Malecón Benavides, totalmente destruido.



Foto 39 - El río Tumbes se desborda por la Avenida Benavides.

gadas de agua (Foto 41) y el tránsito vehicular y peatonal se vió dificultado, lo cual fué favorecido por la falta de obras de drenaje en la ciudad.

#### 5.3.4 Recomendaciones.

- Hacer obras de drenaje en la ciudad para evitar el empozamiento de las aguas pluviales.
- En la cuenca de la Av. Mcal. Castilla urge un sistema de evacuación de aguas pluviales, ya que es la zona más peligrosa en cuanto a inundación.
- Proteger la ribera del río Tumbes con un tablaestachado de concreto armado, para evitar su erosión por parte de las aguas. La función de este tablaestachado es la de formar una cortina de concreto que impida que las aguas del río tomen contacto con la ribera.

Esto se está llevando a cabo actualmente, pero las estacas no guardan la debida linealidad, lo que permite que el agua se filtre entre ellas y erosione la ribera, que es precisamente lo que se trata de evitar.

Respecto a esto, debe haber una mayor exigencia en el control de las obras de rehabilitación y reconstrucción.



Foto 40 - Las aguas del río, inundan la Avenida Benavides.

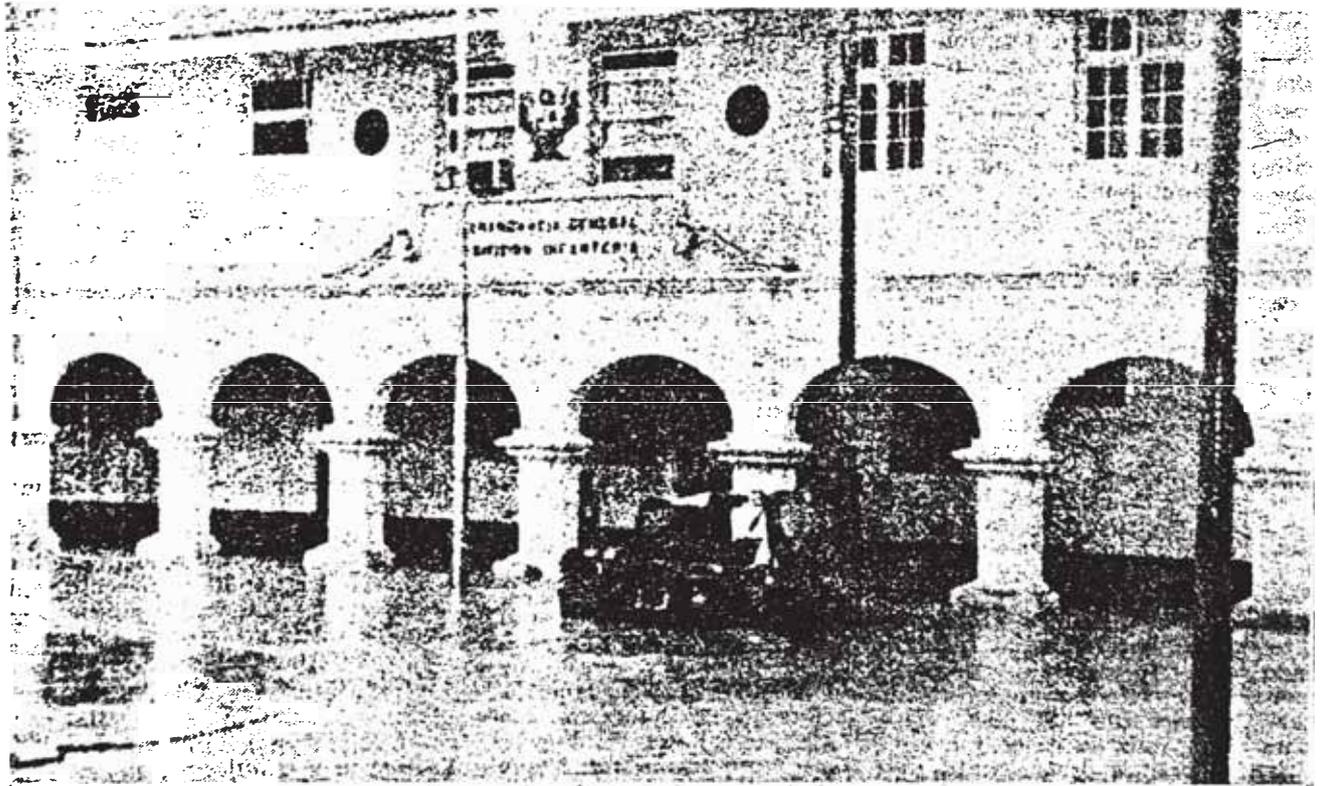


Foto 41 - La sede de la Comandancia General, ubicada en la Plaza de Armas, aparece inundada por las aguas del río.

## 5.4 DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

### 5.4.1 Descripción.

La ciudad de Tumbes cuenta en su mayor parte con una red nueva de tuberías de asbesto-cemento. Pero en la parte central, comprendida entre la Av. Teniente Vásquez y Mariscal Castilla, y desde el Malecón Benavides hasta la Av. Mayor Novoa, todavía se tiene una red antigua de fierro fundido y con colectores de  $\emptyset$  6".

Además la ciudad no cuenta con un sistema de evacuación de aguas pluviales, lo que hizo que durante las fuertes precipitaciones de 1983, éstas discurrieran por las calles e ingresaran a la red de alcantarillado, la cual no estaba diseñada para conducir esas aguas.

Como excepciones, podemos decir que en la Av. Teniente Vásquez existe un colector de 24" para aguas pluviales y en la Plaza de Armas hay algunos sumideros, pero todos estos fueron insuficientes para la cantidad de aguas pluviales que discurrió por la ciudad.

### 5.4.2 Factores que contribuyeron al desabastecimiento de agua potable.

El servicio de agua potable de la ciudad

se vió seriamente afectado, entre otras por las siguientes razones:

- Falta de insumos para purificar el agua debido a la destrucción de la carretera Panamericana.
- Por el alto costo para transportar estos insumos, tanto por vía aérea como marítima.
- Por los serios daños habidos en la Planta de tratamiento de agua.
- Por el cambio de curso del río Tumbes, que dejó inútil a la Planta de captación de agua, al quedar lejos del río, desabasteciendo de agua a la población por un tiempo.
- Por la falta de energía eléctrica.

#### 5.4.3 Daños causados por la formación de quebradas.

En las calles de fuerte pendiente, las aguas pluviales discurrieron con la fuerza de una quebrada, erosionando el pavimento y causando grietas enormes. En algunos casos las tuberías de agua y desagüe quedaron al descubierto y en otros las redes fueron arrasadas por el torrente. Todo esto se dió en la zona alta de la ciudad.

#### 5.4.4 Daños por colmatación.

Este tipo de daños se dió en la parte baja

de la ciudad. Al no existir un sistema de drenaje en la ciudad, las aguas pluviales ingresaron al sistema de alcantarillado, ya que la población des tapaba los buzones para evacuar las aguas estancadas en calles y plazas. Por allí ingresó también la arena y otros elementos que arrastraban estas aguas, colmatando así las redes; llegando a colapsar algunas de ellas y haciendo aflorar las aguas servidas por las calles de la ciudad, poniendo en serio peligro la salud de la población.

Pero la mayor parte de las redes solo fueron colmatadas y se rehabilitaron a fin de año, llevándose a cabo su limpieza con el HIDROJET. Con este equipo se limpió totalmente los colectores de la ciudad.

#### 5.4.5 Daños causados por el río Tumbes.

La ciudad de Tumbes se abastece de agua por captación directa del río Tumbes. Pero durante las lluvias torrenciales de 1983, el río debido a la crecida de sus aguas y a su baja pendiente, cambió de curso el 15/4/83, alejándose del punto de captación aproximadamente en 70 mts. (Aerofotografía 4 y 5).

A partir de esta fecha se tiene que racionar el agua y la captación se hace en forma provisional me-

diante un canal de aproximación del río hasta el punto de captación.

También en Octubre de 1982, las aguas del río Tumbes erosionaron el estribo derecho del puente "Viejo", haciendo que todo este tramo se incline hacia abajo. De la estructura de este puente se sostenían las tuberías de agua potable que abastecían a las localidades de Corrales, Caleta Cruz y Zorritos, al sur de la ciudad. Al ser barrido el puente, también fueron arrasadas las tuberías dejando sin servicio de agua por un tiempo a las localidades mencionadas (Foto 42).

En total se dañaron en todo el departamento de Tumbes aproximadamente 2,500 mts. de la red de alcantarillado y 1,600 mts. de la red de agua.

#### 5.4.6 Recomendaciones.

- Cambiar la red antigua de la parte céntrica de la ciudad, instalando colectores no menores de  $\emptyset$  8".
- Establecer un sistema de evacuación de aguas pluviales para la ciudad, con un mantenimiento continuo.
- Cuando los colectores se encuentren colmatados, efectuar la limpieza de éstos inmediatamente, antes

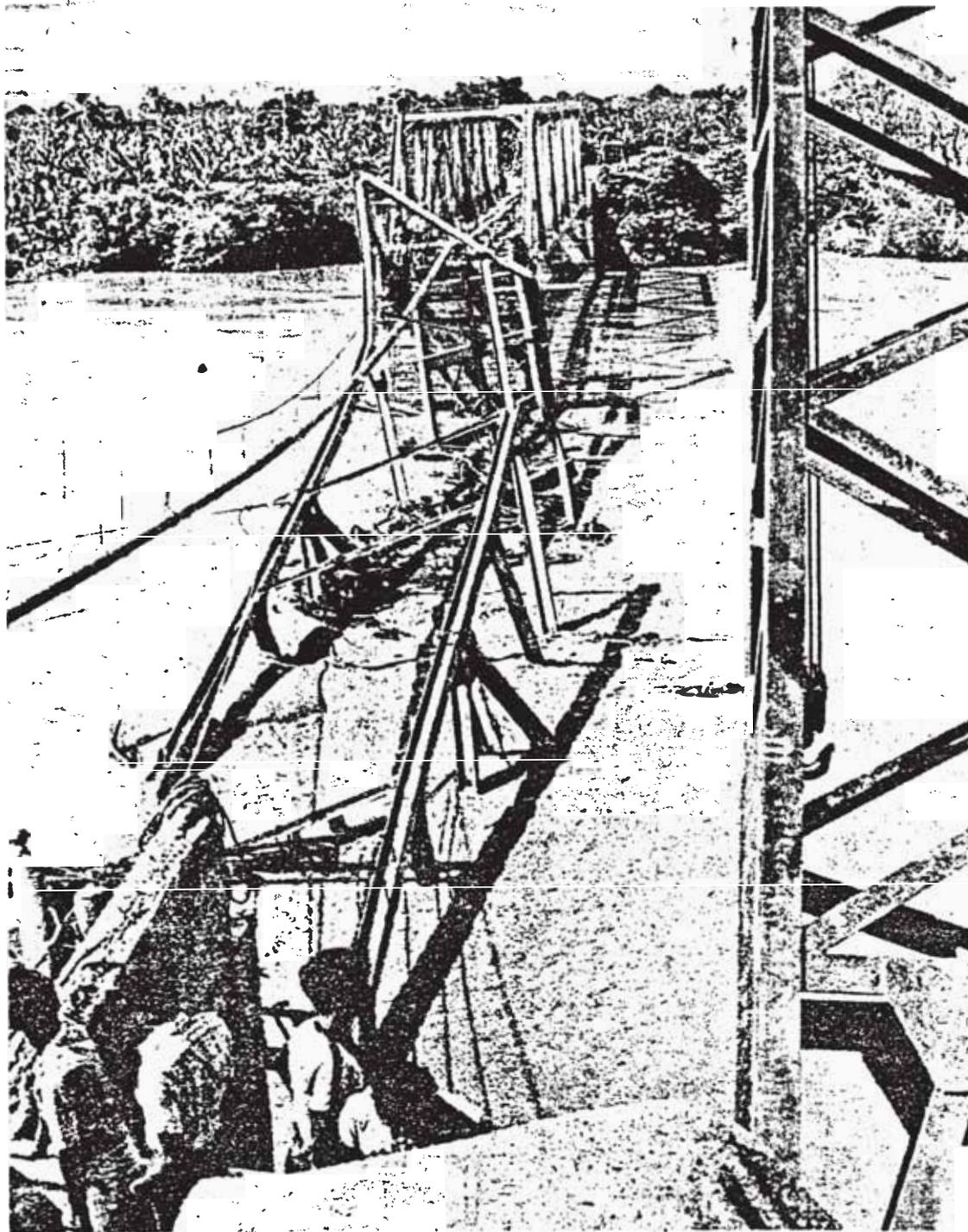


Foto 42 - Tubería de conducción de agua potable, que se sostenía de la estructura del Puente Viejo.

de que colapsen. En este sentido ya se tiene experiencia en el uso del Hidrojet, que es un equipo que mediante una manguera, a una determinada presión y succión, sirve para la limpieza de los colectores. Con este equipo se pudo rehabilitar en poco tiempo la red de alcantarillado, que se encontraba colmatada en toda la parte baja de la ciudad. Hay que planificar para que este equipo se encuentre en la ciudad apenas se lo necesite.

- Proteger la Planta de tratamiento y captación de agua, de la erosión de las aguas del río Tumbes. En este momento esas edificaciones han quedado lejos del río, pero en una próxima crecida del río, el cauce nuevamente puede cambiar y volver a su cauce anterior.

## 5.5 DAÑOS EN LAS VIAS DE TRANSPORTE.

### 5.5.1 Descripción general de los daños.

Las fuertes precipitaciones pluviales de 1983 afectaron en gran porcentaje la red vial del departamento, ocasionando con ello un aislamiento total tanto del interior del departamento como con otros departamentos, al destruirse casi en su totalidad la carretera Panamericana así como las vías de acceso con los distritos integrantes de Tumbes. Esto dió por

origen a un desabastecimiento total de alimentos, combustible, remedios, etc. necesarios para el departamento, lo que permitió que dichos productos y muchos otros ingresen de la vecina República del Ecuador y a precios muy elevados.

Según el INP, a Julio de 1983 se habían evaluado en el departamento de Tumbes un total de 200 Km. de red vial interrumpidas y/o destruídas.

La carretera Panamericana fué la más afectada (Foto 43 y 44), debido a las numerosas quebradas existentes a lo largo de ella, en el departamento de Tumbes. Estas quebradas con las lluvias sufrieron un proceso de ampliación, profundización y variación de sus cauces, a la vez que se formaron nuevas quebradas; lo que permitió la ruptura de la vía en varios trechos de la Panamericana Norte.

Fué evidente la falta de obras de drenaje a lo largo de toda la vía, y en los lugares donde habían alcantarillas, éstas fueron insuficientes para la cantidad de agua que bajaba de las quebradas, siendo fácilmente desbordadas; o sea que no estaban diseñadas para ese caudal.

Debido a esto, actualmente existe la necesidad de construir varios puentes y alcantarillas a lo largo de la Panamericana Norte. Lugares donde antes existían

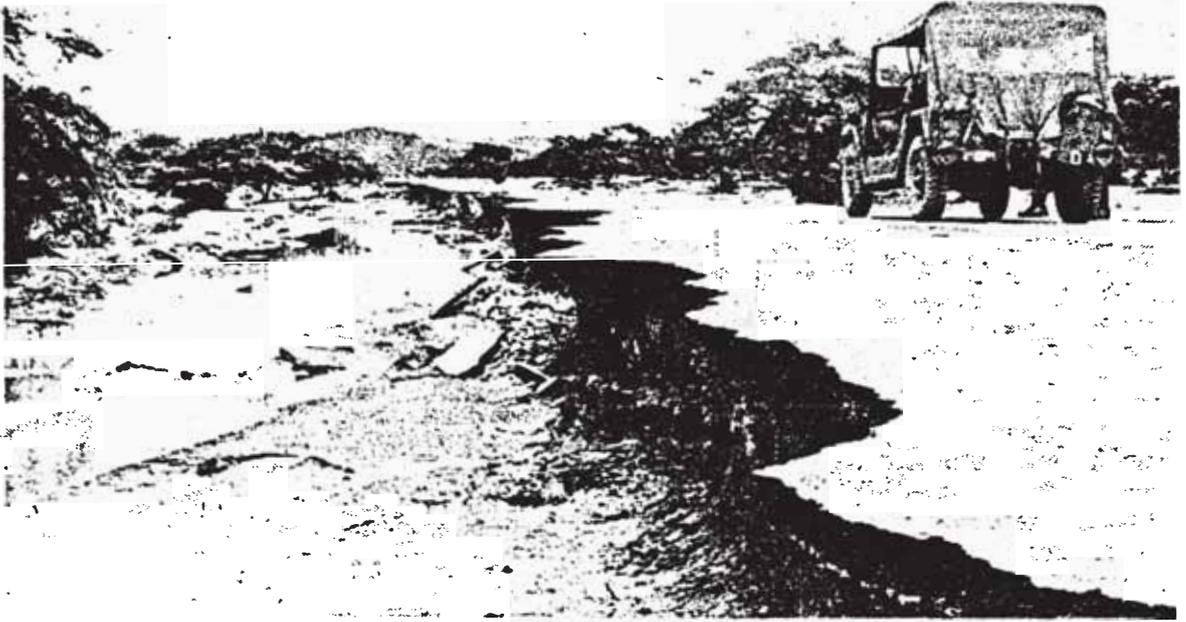


Foto 43 - Curso de agua que discurre paralelo a la vía, dañando la plataforma vial.



Foto 44 - Panamericana Norte en el sector cercano a la frontera con Ecuador.

tían simples alcantarillas o pontones, necesitan ahora de puentes de mucha mayor luz.

Durante la época de las lluvias, los cortes más serios que se produjeron en la Panamericana Norte, dentro del departamento de Tumbes, y que llegaron a interrumpir el tránsito por varios días, fueron dos: la zona de Qda. Seca (Km. 1230) y la zona del Pte. El Piojo (Km. 1316) donde la carretera fué destruída en un tramo de 200 y 100 mts. respectivamente.

La carretera Panamericana Norte en el tramo IV, del sector Cancas-Aguas Verdes, comprendido entre los Km. 1306 y 1326, es uno de los trechos seriamente dañado por las lluvias ocurridas en 1983. y cuya rehabilitación es de suma urgencia para permitir el normal desarrollo de las actividades económicas de la región norte del país; por lo que será estudiado con mayor detalle.

#### 5.5.2 CARRETERA CANCAS - AGUAS VERDES (Km.1306 - Km.1326).

##### A) UBICACION

El eje carretero estudiado tiene una longitud de 20 Kms. que constituyen el tramo IV de la vía Cancas-Aguas Verdes, ubicándose entre los Km. 1306 y Km.1326 de la

Panamericana Norte. Según la Oficina de estudios de tráfico del MTC, el Índice Medio Diario (IMD) es de 2,150 unidades/día; para este tramo.

B) ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO.

Geomorfología:

El rasgo dominante en el área de estudio puesto que sobre ella transcurre prácticamente la totalidad del eje vial, es el de la Llanura Costanera. Se ubica entre la línea de playa y la cordillera de los Amotapes, o sea entre los 0 y 250 mts. sobre el nivel del mar; su inclinación regional es hacia el Oeste.

Está íntimamente relacionada con los sedimentos terciarios especialmente con los "tablazos" que son extensas pleniplanicies sobre los cuales se depositaron de ordenadamente restos detríticos orgánicos e inorgánicos. Esta llanura ha sido cortada por los ríos, formando valles como el Tumbes, Zarumilla, Casitas, Bocapán, Arenillas, Sta. Roca, Máncora, etc., los que han sido rellenados por suelos limo-arcillosos fundamentalmente y por gravas



Geotecnia de la ruta:

El eje discurre fundamentalmente sobre terrenos afectados localmente por problemas de Geodinámica externa (erosión, asentamiento, inundaciones, etc.), en las zonas deprimidas topográficamente o cuando el eje carretero atravieza quebradas de secciones transversales abiertas o reducidas por estructuras de paso inapropiadas; ya sea por el tipo de la estructura, luz reducida y/o ubicación equivocada respecto al eje de flujo de la escorrentía.

En el tramo estudiado se han podido observar las siguientes deficiencias típicas:

a) Trechos sobre terrenos planos, hondonadas, de escasa pendiente longitudinal y en los que se ha comprobado que la altura de la rasante sobre la cota del terreno, es escasa, permitiendo que la plataforma haya sido cubierta por las aguas; y que existe abundante sedimentación a ambos lados del camino producido por el transporte de agua de tal manera que en

la actualidad, la superficie de rodadura se encuentra aún más baja que las áreas aledañas al eje y por lo tanto se necesita que sea elevada la rasante, como mínimo 0.60 mts. en unos trechos, hasta 1.80 mts. en otros.

b) Trechos que presentan problemas de erosión en los bordes, el terraplén de la plataforma, el acceso de las estructuras; colapso y destrucción total de puentes y alcantarillas; lo que indica la necesidad de construir estructuras de mayor dimensión y con taludes protegidos de materiales rocosos. Como ejemplo de estos daños tenemos: el Pte. Corrales, Pte. El Piojo, Pte. Río Viejo, etc.

El estudio geotécnico, nos ha permitido identificar los principales factores que contribuyeron al alto grado de vulnerabilidad y deterioro sufrido por la carretera Panamericana Norte entre los Km. 1306 y Km. 1326, y que fueron los siguientes:

- Completa incompatibilidad entre los diseños de la infraestructura de drenaje existente, y las condiciones hidrometeorológicas

cas excepcionales de Enero a Junio de 1983.

- Imprevisión en el criterio que determinó el diseño del alineamiento vertical del eje y que llevó a la carretera a través de áreas evidentemente correspondientes a depresiones naturales del terreno, cauces y/o cursos de agua eventuales.

- En forma general, escaso nivel de la rasante del camino tanto en relación a los terrenos circundantes como a la cercanía de la napa de agua en algunos sectores.

- Subdiseño general evidente en todas las estructuras de drenaje, principalmente en las obras de arte mayores, como el caso del Pte. El Piojo.

- Desubicación de la infraestructura de drenaje respecto al eje del flujo de la escorrentía, incluyendo las obras de arte mayores.

- Tipo de estructuras inapropiadas a la dirección del flujo que al trabajar

a máximo gasto hace que funcionen como represas en vez de estructuras de paso.

- Insuficiencia o falta de obras de drenaje a lo largo de la vía.

- Carencia de protección de los taludes, principalmente en los accesos a los puentes y obras de arte mayores, y aún en los taludes de la plataforma misma; en los puntos críticos correspondientes a los cauces de los cursos de agua.

- Insuficiente capacidad portante del material de subrasante, más aún en condiciones de extremo humedecimiento de los estratos inferiores, napas elevadas o zonas de acumulación o empozamiento de agua.

- Naturaleza de los materiales utilizados en la construcción de la plataforma o terraplén de la vía.

- Elevado porcentaje de humedad natural con que se encontró a los suelos constitutivos de los diferentes horizontes de la plataforma.

C) ESTUDIO HIDROLOGICO

## Análisis de Cuencas:

En el tramo estudiado se han identificado 22 cuencas hidrográficas cuyo patrón de drenaje principal es de tipo paralelo, y naturalmente la cuenca del río Tumbes que es la más importante de todas éstas, tanto desde el punto de vista hidráulico como por la magnitud e importancia de los asentamientos humanos que aloja. Dichas cuencas a excepción del río Tumbes, tienen características geomorfológicas a nálogas entre sí, entre las que se cuentan:

- Forma de cuenca: moderadamente alargada.
- Forma de los cursos de agua: ligeramente sinuosos y sinuosos.
- Forma del cauce: tendido y divagante en algunos.
- Depósitos fluviales en los lechos: básicamente arenoso-limoso.
- Pendiente del fondo: 1-5 ‰ (1 a 5 por mil).

- Cobertura vegetal: escasa, compuesta por especies xerofíticas.

Evaluación del comportamiento hidráulico de las obras de drenaje:

El tramo carretero en estudio se desarrolla de Sur a Norte, en una zona cuya geomorfología ya ha sido descrita y sobre una superficie de rodadura que se ubica en terraplenes contruídos con materiales de préstamo lateral y en otros casos con un nivel de la rasante coincidente con el nivel de los terrenos adyacentes. Dicha plataforma vial atravieza básicamente zonas de activa geodinámica externa ya que cruza un sinnúmero de abanicos aluviales.

Las 53 obras de drenaje transversal existente, no han tenido un mantenimiento adecuado, además de ser insuficientes y/o ineficientes como se comprueba en algunos cursos de agua. Asimismo las zanjas y cunetas laterales han sido deficitarias en conservación y mantenimiento.

Las principales deficiencias observadas en las estructuras de drenaje transversal han

sido: la constitución de dichas obras en forma de tabiquerías de concreto y deficientemente alineados con respecto a la dirección de los cursos de agua, lo que trajo como consecuencia el colapso de varias de ellas.

Sin embargo conviene rehabilitar algunas de las alcantarillas que se encuentran moderadamente deterioradas y/o enterradas, a la vez que se deben encauzar convenientemente tanto las entradas como las salidas de los respectivos cursos de agua o quebradas.

Por las características de la zona, el comportamiento de las quebradas o cursos de agua ha sido variable y su incidencia sobre la vía puede resumirse en dos formas de comportamiento que han originado serios problemas en la carretera, ocasionando incluso interrupciones del tráfico por períodos prolongados. Tales formas de comportamiento son las siguientes:

a) Empozamiento o embalse, rebose y ruptura de la vía.

b) Esguerramiento por la vía.

Ambas, ya han sido definidas anteriormente,

en el estudio de la carretera Sullana-Talara.

Criterios para el diseño de Obras de drenaje:

Considerando que el principal problema en la Panamericana Norte, fué la conducción de las aguas de escurrimiento superficial procedentes de la precipitación pluvial, en los respectivos puntos de cruce con la carretera, los siguientes son los criterios para el establecimiento de las respectivas obras de drenaje vial:

- Adecuar la obra vial, a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas de la zona, fijando estructuras de dimensiones convenientes (secciones hidráulicas) con elevación de rasante y establecimiento de zanjas de drenaje lateral.
- Estimar que en los cursos y/o quebradas mayores, el flujo se ha de comportar como un torrente de alto poder erosivo, debiéndose construir estructuras de gran sección hidráulica (puentes), además de obras complementarias para reducir los efectos negativos so -

bre la vía (Ver 2.5.2.)

- Establecer la compatibilidad entre la vida útil de las estructuras y los respectivos períodos de retorno de los eventos hidrológicos calculados.
- Las obras de drenaje transversal, deberán ser de concreto, considerando que las del tipo metálico (TMC) son susceptibles a la corrosión en suelos aún de baja salinidad.
- Diseñar zanjas de drenaje longitudinal para orientar el flujo hacia las correspondientes alcantarillas.
- Establecer cunetas laterales en los cortes, y darle una pendiente transversal del 2% a la superficie de rodadura (bombeo).

Quebrada de Río Viejo (Km.1318+260)- Punto crítico:

En el Km. 1318 +260, aproximadamente a 500 mts. aguas arriba del Pte. Río Viejo, existe la evidencia de un peligro latente, pues se ha notado que las huellas dejadas en el talud izquierdo del río Tumbes por las máximas avenidas, solo ofrecen una diferencia de es-

casamente 1 mt. entre el nivel de la superficie libre del agua y la del suelo natural, en un tramo donde el río Tumbes hace una curvatura convexa respecto a la Qda. Río Viejo, y que solo dista de 100 a 150 mts. de la margen derecha de esta quebrada. Dicho talud izquierdo del río Tumbes, muestra una evidente erosión de la ribera en este tramo, fenómeno que se explica dado que el agua al fluir por zonas de gran curvatura (menadros), tiene un alto poder erosivo por la mayor velocidad que adquiere el agua en el lado externo de la curva.

Evidentemente de superar dicho desnivel, en una próxima crecida de las aguas, el río Tumbes inundaría masivamente el área, cambiando su curso por la Qda. Río Viejo, con los consecuentes e incalculables daños en esa parte de la región.

Por esto debe estudiarse la mejor forma de controlar dicho peligro y mientras tanto de manera preventiva hay que proteger dicho talud con un enrocado, para detener la continua erosión de la ribera (Fig. 11).

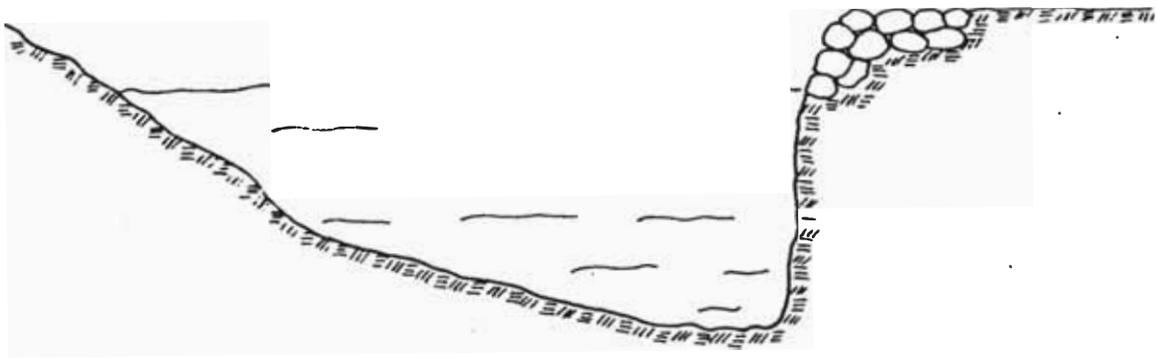
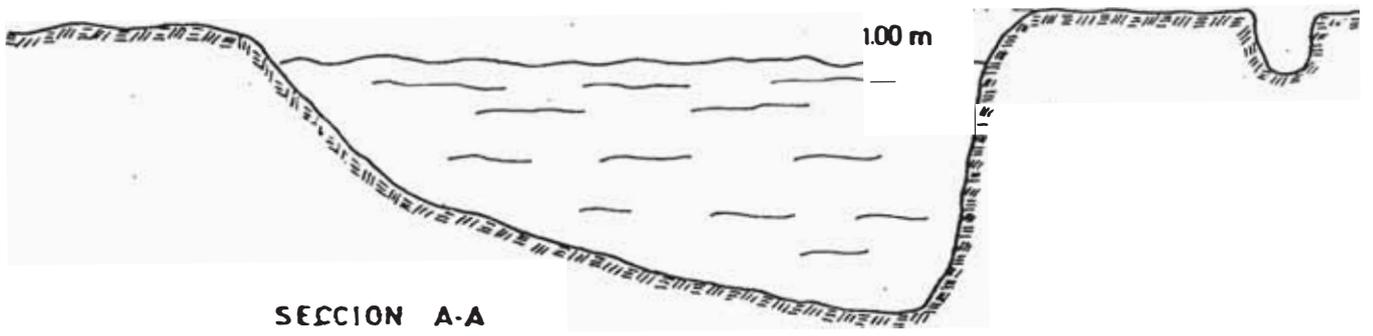
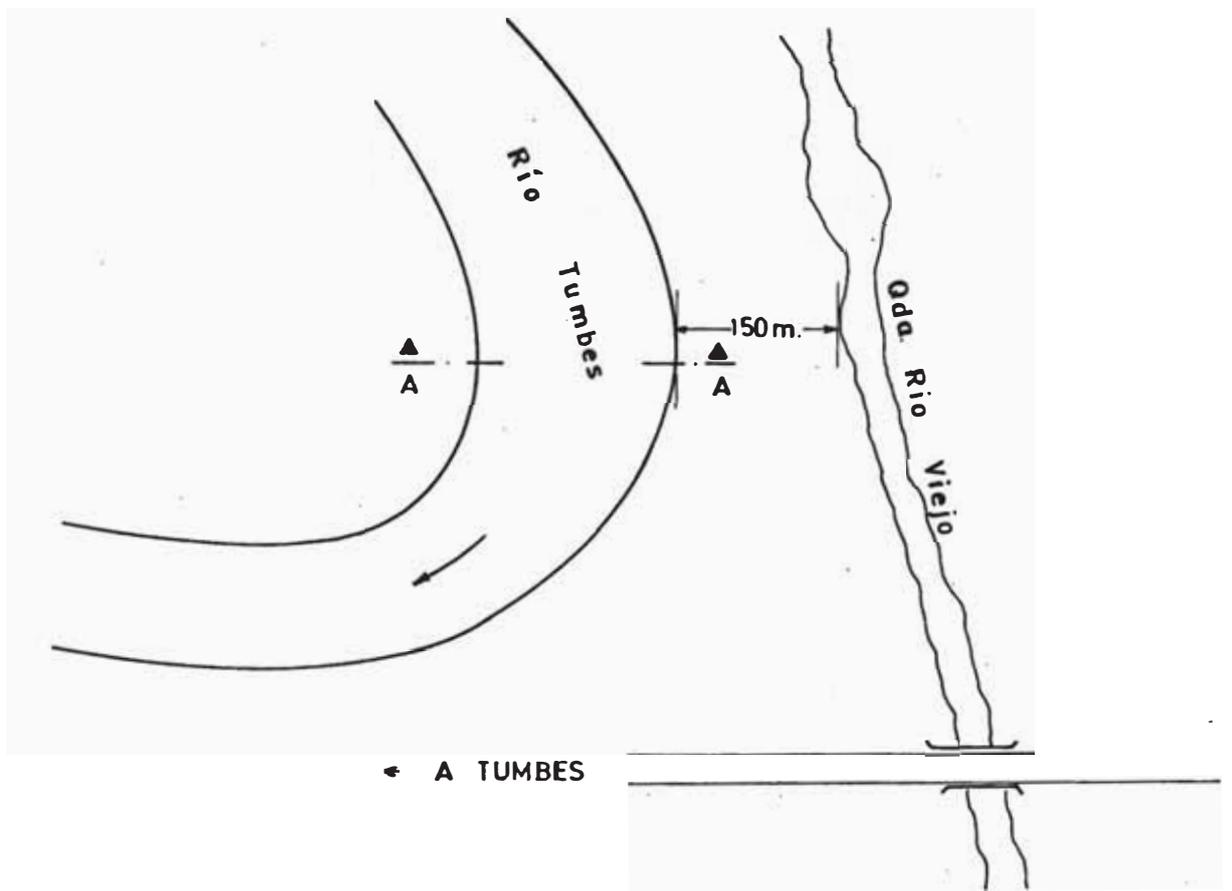


Fig. 11 - Croquis de la zona de Qda. Río Viejo.  
Punto potencialmente crítico.

### 5.5.3 PUENTE "EL PIOJO"

Este puente ubicado en el Km. 1316 de la carretera Panamericana Norte, aproximadamente a 2 Kms. al Sur de la ciudad de Tumbes, era de concreto armado y de una luz de 35 mts. Durante la crecida de las aguas del río Tumbes, un ramal se desbordó por esa zona y empezó a erosionar los bordes, ampliando el ancho de la Qda. El Piojo. Luego la fuerza de las aguas comenzó a erosionar el pilar intermedio del puente, hasta hacerlo colapsar, quedando el puente en forma de "V". La cimentación de esta estructura era de tipo superficial, lo que facilitó el colapso del puente.

De esta manera se interrumpió el tránsito por varios días dejando aislada a la ciudad de Tumbes por vía terrestre en Marzo de 1983.

Luego en coordinación con el Comité de Defensa Civil de Tumbes y otros organismos, se optó por demoler el puente (dinamitar) (Foto 45) para colocar en su lugar un puente Bayley, cuya labor fué encomendada al Ejército.

De esta manera se reestableció en forma provisional el tránsito. Pero esto duró solo hasta Julio, ya que el puente fué destruído totalmente, al pasar

por allí un trailer de 35 Tn. de peso, cuando el peso máximo que podía soportar la estructura era solo de 15 Tn., quedando de esta forma nuevamente aislada la ciudad (Foto 46).

Al bajar luego el nivel de las aguas, se hicieron unos badenes a unos 100 mts. aguas arriba de donde estaba el puente, para permitir el paso de los vehículos en forma provisional.

A Junio de 1984, el tránsito todavía se sigue llevando a cabo por esos badenes (Foto 47), mientras que se termina de construir el nuevo Pte. "Mayor Novoa", de 3 tramos y de una longitud de 75 mts. que reemplazará en definitiva al Pte. El Piojo.

#### 5.5.4 PUENTE BENAVIDES (PUENTE VIEJO) :

Este puente de estructura metálica, fue construido por los alemanes en el año 1938 y era el que conectaba antes a la ciudad con el sur, cruzando el río Tumbes. Pero debido a su estrechez, se hizo un puente nuevo aguas abajo de mayor capacidad de carga y más moderno, cambiando también el trazo de la Panamericana Norte en el acceso a la ciudad. De esta for-



Foto 45 - Puente "El Piojo" destruído. A la izquierda se observa el nuevo puente que se está construyendo

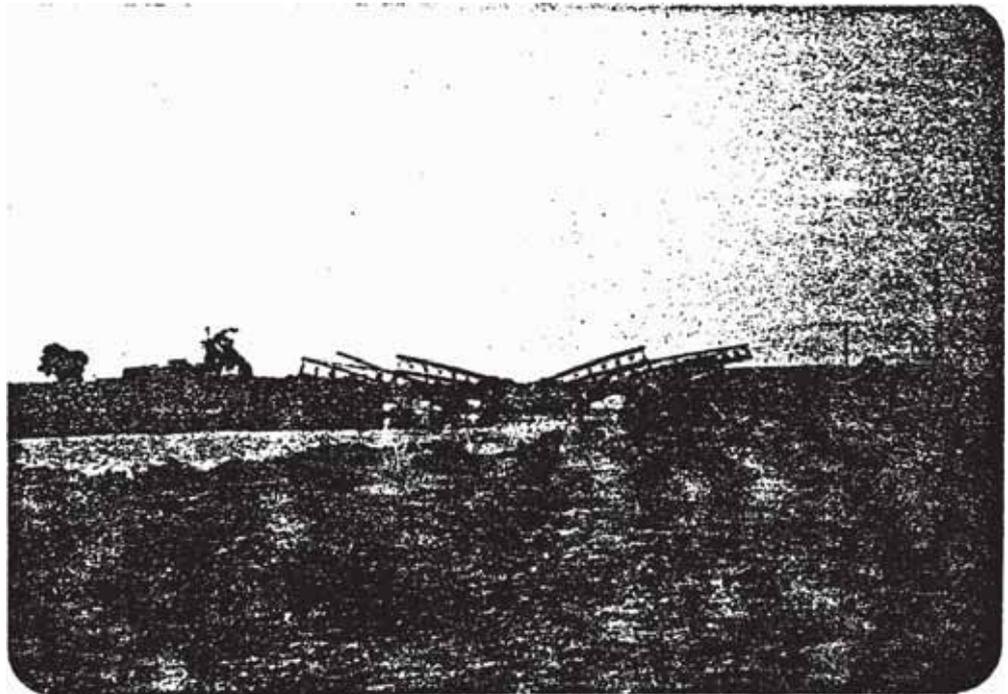


Foto 46 - Puente Bayley colocado en la zona del Puente "El Piojo" y que también fué destruído.



Foto 47 - Badenes para el tránsito provisional,  
en la zona del Puente "El Piojo".

ma el Puente Benavides quedó en desuso, razón por la cual es más conocido como el Pte. Viejo.

Este puente fué dañado en el estribo derecho por la fuerza de las aguas, debido a que en esa zona el río Tumbes desarrolla una gran curvatura, produciéndose una fuerte erosión en toda la margen derecha. Esto trajo como consecuencia que el tramo derecho del puente, se incline hacia abajo hundiéndose en las aguas (Foto 48 y 49).

Ante el peligro de que la estructura metálica sea arrastrada por las aguas y vaya a estrellarse luego, aguas abajo, con el Pte. Nuevo (como sucedió en Máncora, en la Qda. Fernández), dicha estructura fué rescatada del fondo del río, evitando así cualquier peligro de represamiento.

#### 5.5.5 Recomendaciones :

- Dado que en una gran extensión del tramo, la rasante deberá ser levantada por lo menos 60 cms. sobre el nivel actual, especialmente entre los Km. 1306 y 1314, y que los materiales de préstamo lateral no son recomendables para

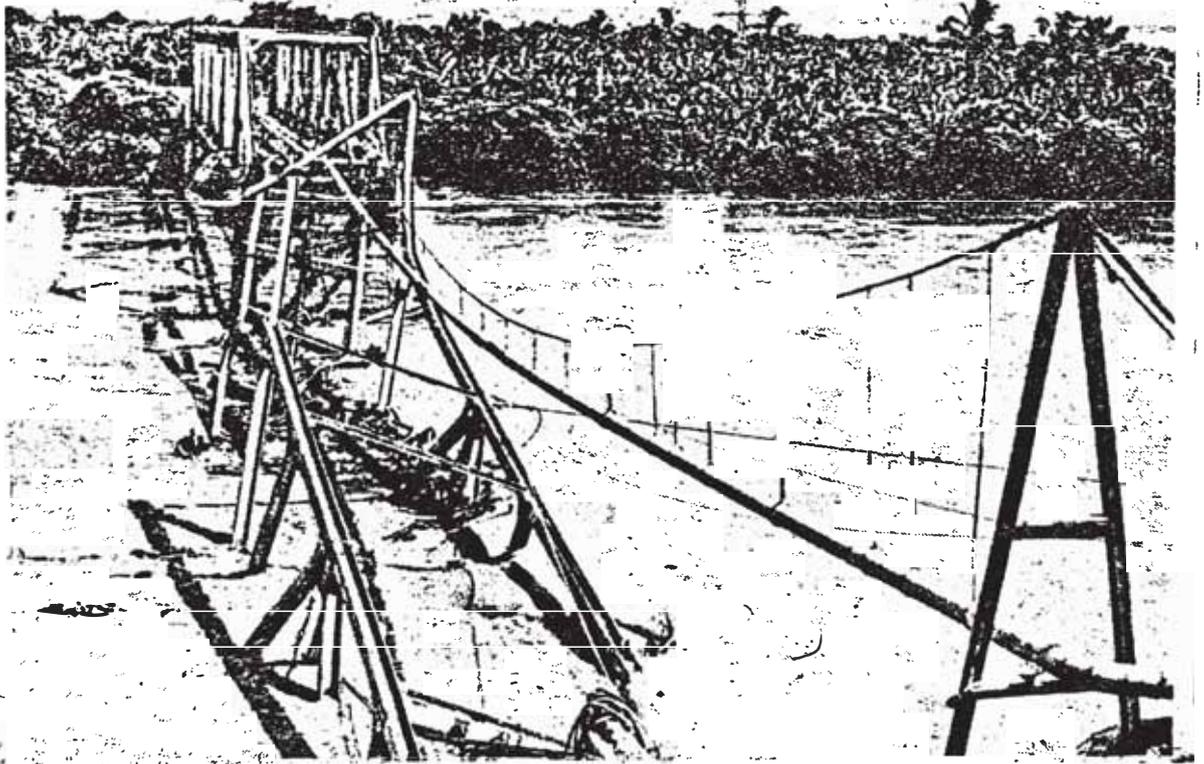
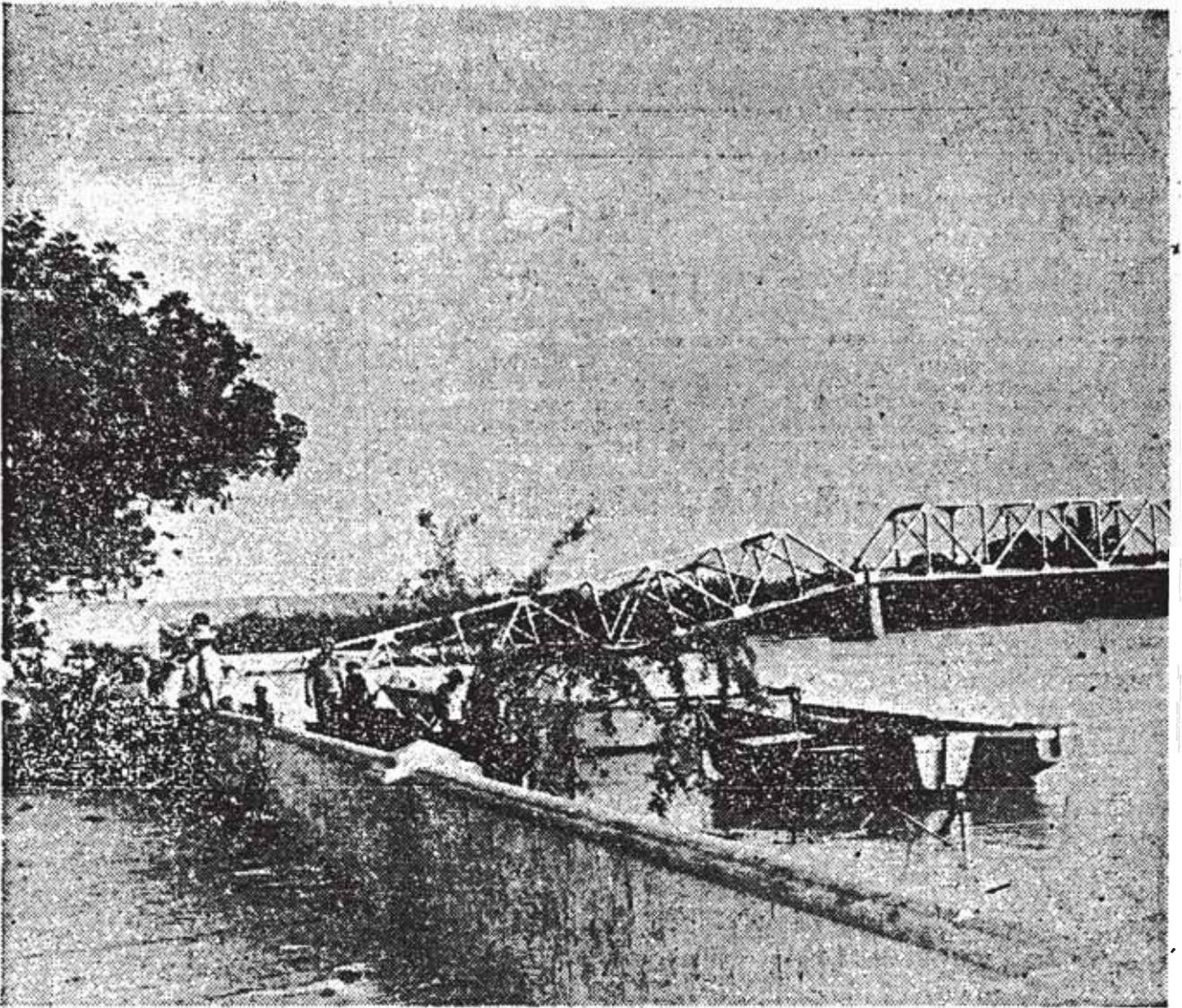


Foto 48 y 49 - Vistas del Puente Viejo, al colapsar el estribo derecho.

el nuevo terraplén, por tratarse en su mayoría de suelos limosos y arenosos finos; se asume que el material transportado de áreas seleccionadas deberá tener un CBR entre 15 y 20%.

- Debido a la extensión del deterioro de la carpeta asfáltica y a las variaciones en el grado de compactación de la base existente, se recomienda reconstruir totalmente el pavimento en el tramo estudiado, para garantizar unos buenos resultados.

- Solucionar cuanto antes el problema de la Qda. Río Viejo, por ser un punto potencialmente crítico para la carretera Panamericana, como ya se ha descrito.

- Respecto a los puentes, proteger sus estribos con un enrocado, al igual que los taludes del terraplén en el acceso al puente, con el fin de evitar la erosión por parte de las aguas (Foto 50).

#### 5.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :

- Según el INP, a Julio de 1983, los daños en el departamento de Tumbes por efectos de las lluvias torrenciales, llegaron a los 69.7 millones de dólares, de los cuales 62.3 millones corresponden a



Foto 50 - Mandil de rocas en los taludes del terraplén, en el acceso al puente, para evitar su erosión.

infraestructura y 7.4 millones a producción, divididos en la siguiente forma:

PERDIDAS EN LA INFRAESTRUCTURA Y PRODUCCION DE TUMBES ( En millones de dólares)			
Sectores	Infraestructura	Producción	Total
Transportes y Comunicaciones	38.6	-	38.6
Agricultura	8.0	3.7	11.7
Vivienda	9.0	-	9.0
Pesquería	2.2	2.8	5.0
Energía	1.5	0.9	2.4
Educación	1.4	-	1.4
Interior	1.3	-	1.3
Salud	0.3	-	0.3
T O T A L	62.3	7.4	69.7

- La interrupción prolongada de las carreteras, dificultaron las operaciones de emergencia, trayendo como consecuencia el desabastecimiento de recursos vitales, como alimentos, medicinas, combustible, lo que a su vez ejerció restricciones en los servicios de energía eléctrica y agua potable (en cuanto al combustible).

- El aislamiento que sufrió la ciudad de Tumbes, a-

sí como el de importantes áreas productivas con los centros de consumo interno nacional; puso en evidencia que la red vial es deficiente en su desarrollo de cobertura departamental.

Debe existir una mayor planificación, para la articulación vial del departamento, que permita un flujo adecuado y coherente de bienes y servicios, desde las áreas productivas hacia los centros de consumo, por distintas vías; para evitar el aislamiento de las ciudades. De esta manera se aseguraría el desarrollo de las actividades comerciales y económicas en general.

- El departamento de Tumbes debe contar con un Terminal Marítimo, para no depender en exclusiva de la vía terrestre. El terminal debe estar ubicado cerca de la Caleta de Pto, Pizarro, donde existe una profundidad de 25 pies que es lo adecuado para el acoderamiento de naves de alto calado, pues ya existen estudios respecto a esto.

Cabe mencionar, que debido a la falta de un puerto adecuado, no se podía abastecer al departamento por el mar, dificultándose así las operaciones de emergencia. Incluso una nave de la Marina de Guerra del Perú, que llevaba víveres y maquinarias, en calló en Caleta Cruz.

- Asimismo el Aeropuerto de Tumbes, debe ser rehabilitado y puesto en óptimas condiciones, con carácter prioritario. Cuando las carreteras quedaron interrumpidas, el aeropuerto de Tumbes era la única alternativa para ingresar o salir de Tumbes, a tal punto que se estableció un puente aéreo entre Tumbes y Talara. Pero luego la pista de aterrizaje, así como la plataforma de estacionamiento han quedado deterioradas, por lo que urge su rehabilitación.

- Respecto al río Tumbes, debido a su baja pendiente, tiene un cauce divagante y en una próxima crecida de sus aguas, puede nuevamente variar de cauce. Esto hay que tenerlo en cuenta en la ubicación de futuros asentamientos humanos u obras cercanas al río Tumbes.

- Respecto a las obras de drenaje en la infraestructura vial, los factores que motivaron una mayor intensidad en los daños, podemos resumirlo en:  
Insuficiente capacidad hidráulica.  
Inapropiadas formas de ubicación.  
Falta de un mantenimiento adecuado.

- En términos generales, Tumbes sufrió daños de menor cuantía en comparación con Piura.

## CAPITULO VI

### EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES DE 1983, EN LAS AREAS AGRICOLAS DE TUMBES

#### 6.1 UBICACION

El distrito de riego Tumbes, se encuentra situado en la costa norte del Perú y su altitud varía entre los 0 y 600 mts. sobre el nivel del mar.

#### 6.2 CARACTERISTICAS GENERALES.

Extensión.- La extensión total del distrito de riego Tumbes es aproximadamente de 4,732 Km<sup>2</sup>. y comprende 30,000 Has. para uso agrícola, de las cuales se estima en 12,000 Has. las que están en plena actividad, mientras que el resto constituye áreas e riazas cuya incorporación es factible mediante proyectos de irrigación.

Delimitación.- Abarca las cuencas del río Tumbes y río Zarumilla, así como las cuencas de las quebradas Casitas y Fernández.

La cuenca del río Tumbes posee un área agrícola constituido principalmente por los cultivos de plátano y arroz.

El río Tumbes se caracteriza por su pendiente mínima y escurrimiento superficial permanente, con un caudal promedio de 80 m<sup>3</sup>/seg. y una descarga promedio en épocas de estiaje de 10 m<sup>3</sup>/seg. que ocurre frecuentemente en Noviembre.

El río Tumbes se origina en las sierras de Zaruma (Ecuador) por la confluencia de los ríos Calera y Yaguache, tomando el nombre de río Puyango, y se dirige de Norte a Sur, atravesando el territorio peruano en el Hito Internacional de "Trapazola" donde recién toma el nombre de río Tumbes. Este río toma la dirección de Este a Oeste, paralelo al límite internacional hasta el punto denominado Zapallal, donde varía su rumbo para tomar la dirección de Sur a Norte hasta la desembocadura en el Océano Pacífico. El espacio recorrido es de aproximadamente 125 Km. en territorio peruano.

Las cuencas del río Zarumilla y las Qdas. Casitas y Fernández, son de régimen irregular y funcionan solo en épocas en que las precipitaciones pluviales son abundantes, originando avenidas esporádicas. Pero la mayor parte del año permanecen casi secos y en dichas épocas de sequía, la atención de los cultivos instalados se hace mediante la explotación del agua subterránea.

Ecología.- El distrito de riego Tumbes está tipificado como bosque espinoso tropical. En áreas no aprovechadas por el hombre y ganado, se localiza una formación desértica tropical. Sobre zonas con pendientes ligeras se observa un monte variable con árboles de altura promedio de 5 mts. y diámetro que varía entre las 10 y 20 pulgadas.

Climatología.- Sucede una temperatura media anual de  $24^{\circ}\text{C}$  con una máxima de  $38^{\circ}\text{C}$  entre los meses de Enero a Abril y una mínima de  $15^{\circ}\text{C}$  en los meses de Julio a Setiembre.

Se le clasifica dentro de los climas semitropicales.

Agrología.- Los suelos del distrito de riego Tumbes, son de formación aluvial y de textura que va de franco a franco-limoso, estructura granular, sub-angular, ligeramente alcalina y contenido de materia orgánica. La parte baja del valle de Tumbes, posee una topografía plana que aunado a un drenaje natural pobre, dificulta la libre evacuación de las aguas. Generalmente, este mal drenaje es favorecido por las altas temperaturas, lo que trae como consecuencia la salinización de los suelos de esta zona.

Modalidad de riego.- En el sector de riego de la margen derecha del río Tumbes, debido a la diferen-

cia de nivel entre el suelo y el río, se usan equipos de bombeo.

En el sector de la margen izquierda, se utiliza el riego por gravedad en un 90%

En los sectores de Zarumilla y Casitas, se aprovecha el agua de las precipitaciones y las descargas esporádicas de las quebradas, que generalmente son en los meses de verano, y el resto del año se completa con la explotación del agua subterránea.

### 6.3 DESCRIPCION DE LOS SECTORES DE RIEGO

#### 6.3.1 Descripción General :

La distribución y control del recurso hídrico en el distrito de riego, está zonificado en función de la ubicación del recurso agua. El distrito de riego Tumbes se ha dividido en 5 sectores de riego (Fig. 12) y estos subdivididos en 10 subsectores:

##### a) Sector Zarumilla

- Subsector: Canal Internacional y Margen derecha del río Zarumilla.
- Subsector: Margen izquierda del río Zarumilla.

##### b) Sector Margen derecha del río Tumbes

- Subsector: Pampas de Hospital y Las Brujas.
- Subsector: La Tuna y Romero.

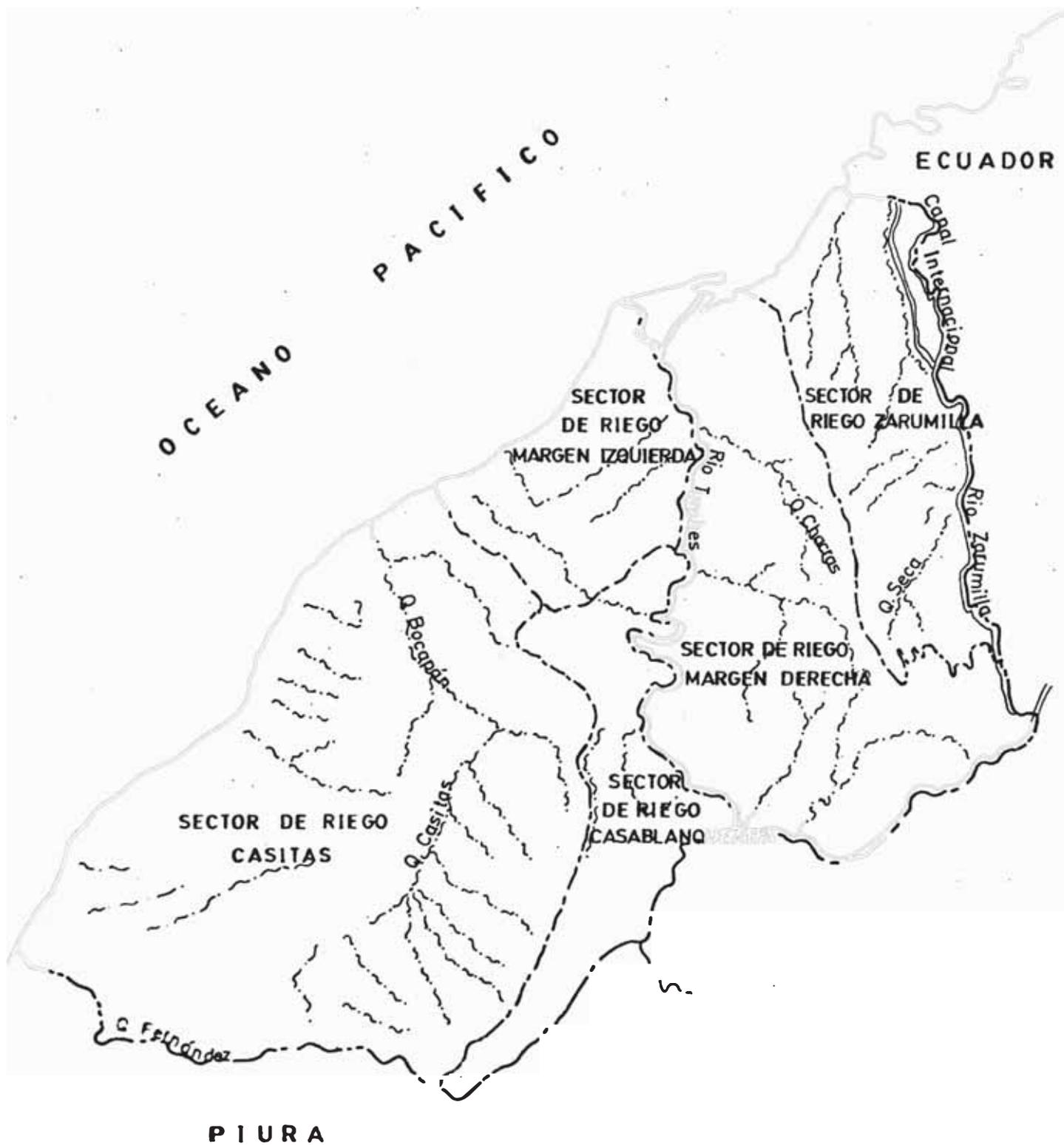


Fig.12 - Sectores de riego, en el departamento de Tumbes.

- c) Sector Casablanca
- d) Sector Margen izquierda del río Tumbes.
  - Subsector La Peña
  - Subsector Malval.
  - Subsector Variante.
  - Subsector La Cruz.
- e) Sector Casitas
  - Subsector Casitas.
  - Subsector Máncora.

#### 6.3.2 SECTOR ZARUMILLA :

Posee 1,605 has., que benefician a 513 familias.

Dado el régimen intermitente que tiene el río Zarumilla, es que el desarrollo del área agrícola se hace normalmente por explotación de la reserva del agua subterránea, con la construcción de pozos a tajo abierto y anillados con concreto y ladrillo. Su infraestructura de riego cuenta con:

- 51 pozos de explotación de agua subterránea, ubicados en función de la reserva acuífera, con profundidades que oscilan entre los 7 y 15 mts.
- El Canal Internacional, que se inicia en la boca-toma "La Palma" ubicada en la localidad de La Pal -

ma, provincia de Zarumilla. Sirve de límite entre el Perú y Ecuador, regando en la margen izquierda, la zona comprendida entre esta margen y la margen derecha del río Zarumilla; y en su margen derecha sirve a los agricultores ecuatorianos. Posee una longitud de 22 Kms. de los cuales 18 Kms. están revestidos de concreto. A la altura de "Dos Bocas" existe un aliviadero que está orientado al río Zarumilla. No existen tomas laterales, debido a que todo el recorrido del canal se encuentra por debajo de las tierras agrícolas y la utilización del agua que discurre por este canal se hace mediante equipos de bombeo.

- Cuenta con 2 estaciones de aforo, uno en el Pte. Internacional (Canal Internacional) y otro en el Pte. Bolsico (río Zarumilla).

### 6.3.3 SECTOR MARGEN DERECHA DEL RIO TUMBES :

Subsector Pampas de Hospital y Las Brujas:  
Pampas de Hospital - Abarca un área de 771 has. que benefician a 403 familias a nivel de parcela. Se utiliza el sistema de bombeo para el riego.

Las Brujas - Su área de influencia es de 750 has., que benefician a 123 familias. El sistema de rie-

go empleado es de rebombeo con electrobombas en el punto de captación (río Tumbes) que abastece la poza de rebombeo, mediante un canal de acercamiento de 2.5 Kms., para luego ser captado el recurso hídrico, mediante el rebombeo, hacia un canal principal de distribución de 18 Kms. (800 lts/seg) y una red de distribución a nivel lateral de primer orden a través de 18 tomas o puntos de captación, con una longitud total aproximada de 36 Kms.

Subsector La Tuna y Romero :

Abarca un área de 1,537 has. que benefician a 505 campesinos aproximadamente, siendo su fuente de agua, superficial y constituida por el río Tumbes. El sistema empleado es riego por bombeo directo del río, mediante 2 estaciones principales: La Tuna y Romero, que abastecen a igual número de canales principales con una longitud de 7.5 y 5.5 Kms. respectivamente; con una capacidad de conducción aproximada de 0.7 m<sup>3</sup>/seg. Estos canales no son revestidos, es decir están hechos en tierra solamente.

El sistema de drenaje lo constituye un colector "La Tuna y Romero", un dren auxiliar "Bebedero" y un colector final o estero natural Puerto Rico (12 Kms).

#### 6.3.4 SECTOR CASABLANQUEADA :

Con un área aproximada de 579 has. y 226 familias beneficiadas, su sistema de riego es por bombeo directo del río Tumbes. La infraestructura de riego está localizada a nivel parcelario.

#### 6.3.5 SECTOR MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES

Con un área de 6,019 has., que beneficia a 1,762 familias, su infraestructura de riego está básicamente constituida por:

Sistema de captación:

- Barraje fijo (tablaestacas metálicas y de concreto).
- Barraje móvil (5 pilares de concreto y 4 compuertas radiales metálicas) complementado por 4 compuertas deslizantes en el punto de origen del canal de derivación.

Sistema de derivación y obras de arte:

- Canal principal.- Con una capacidad de diseño de 8 m<sup>3</sup>/seg., este canal se inicia en la bocatoma "La Peña" con una longitud de 24.5 Km., de los cuales 645 mts. iniciales están revestidos con concreto armado y el resto es excavado en tierra. Sus características son: 2.60 mts. de base, 3.85 mts. de

coronación, 2.50 mts. de altura y talud 1 1/2. El espesor de las caras laterales y la losa del fondo es de 0.20 mts. en el tramo revestido.

- Canales secundarios.- Con una longitud total de 57.5 Km. aproximadamente, con diferentes capacidades de conducción de 300 lts/seg. a 2.5 m<sup>3</sup>/seg; existen además 12 tomas laterales.

En su recorrido se encuentran localizados 13 puentes vecinales (de 8.3 a 9.8 mts. de luz), 2 puentes carrozables (de 8 y 10 mts. de luz) y 6 superpasajes.

Sistema de drenaje:

- Drenes principales.- 16.36 Kms.
- Drenes secundarios.- 24.98 Kms.
- Esteros o drenes naturales.- 55 Kms.

#### 6.3.6 SECTOR CASITAS:

Este sector posee un área de 821 has. con aptitud agrícola, conducidas por 259 familias, cuyo desarrollo se hace mediante la explotación del recurso hídrico subterráneo, ya que la Qda. Casitas que dá origen al valle es de régimen intermitente.

Según evaluación, se verificó la existencia de 34 pozos del tipo a tajo abierto y anillados de concreto y ladrillo, con profundidades que oscilan entre los 5 y 16 mts.

#### 6.4 DAÑOS OCASIONADOS EN LOS SECTORES DE RIEGO

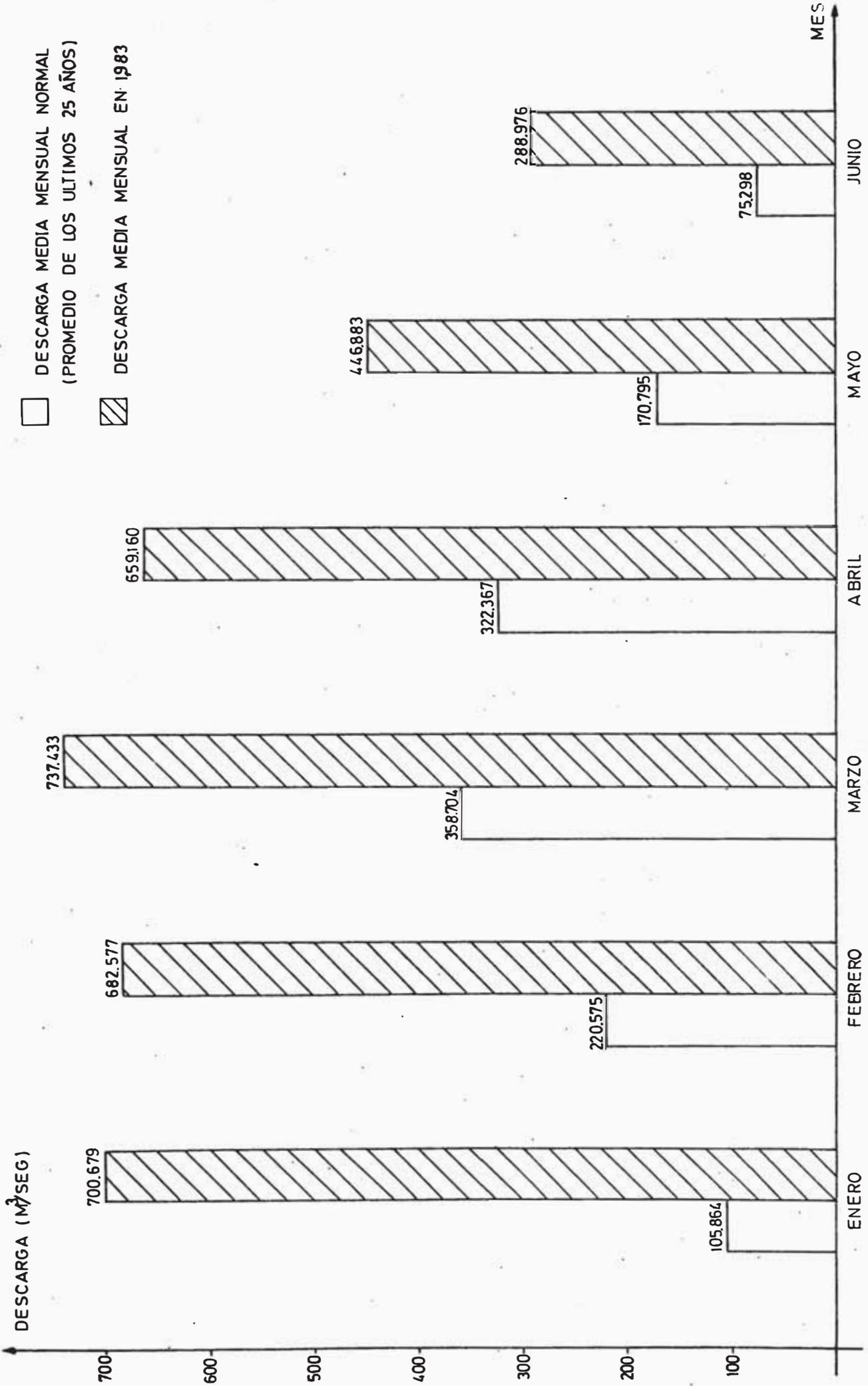
##### 6.4.1 Descripción General :

Debido a las lluvias torrenciales de 1983- el volumen de masa de agua del río Tumbes, se incrementó notablemente, respecto a su descarga normal (Cuadro 1).

Incluso durante el mes de Febrero, alcanzó su mayor volumen de aforo que fué de más de 4'000,000 de litros.

Esto trajo como consecuencia, que el río Tumbes se desbordara, inundando las áreas de cultivo y destruyendo la mayor parte de la infraestructura de riego del departamento (Foto 51 y 52) tales como canales, drenes, pozos, obras de arte, caminos de vigilancia, etc.

Debido a la magnitud de los daños en la infraestructura de riego, la producción agrícola se vió seriamente comprometida directamente, perdiéndose la campaña agrícola de 1983. (Cuadro 2).



CUADRO 1 - DESCARGA DEL RIO TUMBES



Foto 51 - Las aguas del río Tumbes, inundan el valle.



Foto 52 - Areas de cultivo inundadas, en la margen izquierda del río Tumbes.

CULTIVOS	AREAS DE CULTIVO (Has.)		
	INSTALADA	PERDIDA	%
Plátano	4,424	4,336	98
Arroz	2,524	1,214	48
Soya	478	57	12
Limonero	807	34	4
Maíz	71	14	20
Cacao	128	s.i.	--
Mango	70	10	14
Naranja	50	s.i.	--
Tabaco	47	15	32
Yuca	13	9	69
Camote	8	7	88
Hortalizas	10	9	90
Pastos Cultivados	178	163	92
TOTALES	8,808	5,868	67

Cuadro 2 - Pérdidas en la producción agrícola del Valle de Tumbes, a Junio de 1983.

En todo el departamento de Tumbes, fueron afectadas mas de 7,000 has.

Ahora, si nos referimos solamente al valle de Tumbes, sobre un área agrícola instalada de 8,808 has. que constituyen la mayor parte del área cultivable del departamento, se habían evaluado 5,868 has. afectadas, equivalentes a una pérdida de 11.7 millones de dólares, divididos de la siguiente manera:

Pérdidas en la infraestructura de riego:	8.0 millones.
Pérdidas en la producción agrícola	: <u>3.7</u> millones
Total:11.7 millones.	

El valle de Tumbes, que es el más representativo del agro tumbesino, siempre ha sido vulnerable a las inundaciones en razón de estar ubicada su mayor área cultivable (la margen izquierda) en zona baja. (Plano 6).

Los daños en la infraestructura de riego de los diferentes sectores de riego del departamento fueron:

#### 6.4.2 SECTOR ZARUMILLA :

- Canal Internacional.- Daños en la losa, en una extensión de 5 Kms. (tramo revestido), mientras que el resto del canal ha sido colmatado. Destrucción de las compuertas en la bocatoma de regulación " La Palma".

- 51 pozos anillados.-Producto del caudal torren-  
toso e intermitente, los pozos fueron afectados en  
su totalidad por los depósitos de materiales aca -  
rreados, es decir fueron totalmente colmatados.

#### 6.4.3 SECTOR MARGEN DERECHA DEL RIO TUMBES:

##### Irrigación Las Brujas:

- Deterioro de 10 Km. del canal principal.
- Colmatación de 30 Km. de canales secundarios.
- Destrucción de 2 obras de arte.
- Sedimentación de 2.5 Km. del canal de aducción.
- Colmatación de la poza de succión y rebombeo.
- Inoperatividad de la estación de rebombeo, por el  
deterioro que han sufrido los equipos.

##### Subsector La Tuna y Romero:

- Los canales La Tuna y Romero de 7.5 y 5.5 Km.resg  
pectivamente, han sufrido erosiones y colmataciones  
en su totalidad (13 Km. en total).
- Rotura de 2 Km. de canales secundarios.
- Destrucción de 4 obras de arte (puentes).
- Sedimentación de 12 Km. de drenes.
- Deterioro de 20 Km. de caminos de acceso.
- Inoperatividad del equipo de bombeo (3 motores).

#### 6.4.4 SECTOR CASABLANQUEADA:

No se ha llevado a cabo una evaluación de daños en esta zona.

#### 6.4.5 SECTOR MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES :

- Colmatación del canal principal en toda su extensión (24.5 Km.) y rotura del tramo revestido (645 mt.).
- Colmatación de 30 Km. de canales secundarios.
- Destrucción de 6 tomas laterales.
- Colmatación de 79 Km. de drenes.
- Deterioro de 40 Km. de vías de acceso.
- Destrucción de 2 obras de arte (puentes).

#### 6.4.6 SECTOR CASITAS :

- Colmatación de la totalidad de los pozos (34) por depósitos de materiales de acarreo.

### 6.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :

- En el valle de Tumbes, los canales principales La Tuna y Romero y el canal de la margen izquierda, son casi en su totalidad canales naturales, es decir son excavados en tierra, sin revestimiento alguno. En estos canales el problema fué de colmatación de arena, por el material fino en suspensión que a-

arrastraban las aguas del río Tumbes, a tal punto que parecía que en esa zona jamás hubiera existido un canal.

En los tramos revestidos de concreto, los problemas fueron de asentamientos, roturas y grietas, producidos por la socavación.

- A Marzo de 1984, la rehabilitación en la infraestructura de riego del Valle de Tumbes, estaba avanzada en un 80% aproximadamente, lo cual es muy importante ya que este departamento es eminentemente agrícola.

- La mayor parte de las defensas ribereñas, se han llevado a cabo más en estado de emergencia, que por la existencia de una planificación adecuada, que prevenga los desbordes en los valles de los ríos Tumbes y Zarumilla.

Esto merece un estudio exhaustivo al futuro de las obras de encauzamiento y defensas ribereñas.

- En los terrenos de tipo aluvial, es difícil proveer de drenaje, porque los suelos en esta área son generalmente de una textura muy fina y tienen capas endurecidas en algunas zonas. Las capas de arcilla también son corrientes.

Estos suelos deberían ser adaptados para una menor

variedad de cultivos y existen áreas que parecen ser adaptadas solamente para el cultivo del arroz, dada la impermeabilidad del subsuelo.

- Habiendo disminuído el área cultivable del departamento, en razón de haberse originado erosiones y cambios de textura del suelo por el arenamiento sufrido, la frontera agrícola tendrá que ampliarse lo más rápido posible, para recuperar las hectáreas pérdidas y dinamizar la capacidad agrícola.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

a) En un período de casi 100 años, se ha podido señalar la presencia de 9 fenómenos "El Niño", no pudiendo predecirse actualmente sino con una anticipación de 2 ó 3 meses. Es decir, debemos aprender a convivir con este fenómeno y estar preparados para evitar nuevos desastres. Cada fenómeno de estos es diferente de los otros y de cada uno de ellos se puede sacar varias enseñanzas que debemos saber aprovecharlas. No puede ser que 9 fenómenos "El Niño", no nos hayan enseñado que "es mejor prevenir que lamentar".

b) El SENAMHI, en Noviembre de 1982, había dado la voz de alerta, respecto a los cambios atmosféricos y la tendencia a producirse grandes lluvias sobre la costa norte y central; y recomendó a los distintos sectores para que tomen las precauciones que sean de su competencia, para minimizar los efectos adversos de lo que pueda ocurrir. Pero, no se le prestó la debida atención.

c) Las lluvias torrenciales presentadas en el norte del país, tuvieron un carácter extraordinario y las ciudades de esa zona no se encontraban preparadas para este tipo de fenómeno. Quizás aún con todas las defensas y

protecciones posibles, no se habría podido evitar los daños a las ciudades, pero es seguro que la magnitud de estos hubiera sido mucho menor.

d) El evento fué extraordinario tanto en su intensidad como en su duración. Fueron declarados en emergencia un total de 17 departamentos; 9 por efectos de las lluvias e inundaciones, y 8 por la sequía. (Fig. 13).

e) Los daños producidos por las torrenciales lluvias, en todo el país, alcanzaron la suma de 726.8 millones de dólares, de los cuales 482.4 millones fueron por daños a la infraestructura, y 244.4 millones por pérdidas en la producción.

f) De los daños a la infraestructura, los más afectados fueron en orden decreciente:

Sector Transportes y Comunicaciones .....	\$ 200 millones
Sector Hidrocarburos .....	\$ 119 millones
Infraestructura agrícola .....	\$ 84 millones

g) El sector Transportes y Comunicaciones fué el más afectado de todos, habiéndose dañado en todo el país, un total de : 2,634 Kms. de carreteras.

47 puentes.

4 aeropuertos



Fig. 13 - Zonas afectadas por las inundaciones y por la sequía, en 1983

h) La formación de quebradas y el ensanchamiento de las mismas, se vió favorecida por el tipo de suelo arenoso que predomina en esa zona. Las insuficientes obras de drenaje hicieron que la carretera Panamericana Norte se cortara en varios tramos (Plano 7) siendo los más críticos, dentro de las carreteras estudiadas, los siguientes:

Qda. Samán .....	Km. 1086 de la Panamericana Norte.	
Qda. Pariñas .....	Km. 1150	"
Qda. Honda .....	Km. 1154	"
Qda. Fernández ...	Km. 1222	"
Qda. Seca .....	Km. 1231	.
Qda. El Piojo ....	Km. 1316	"

i) Las lluvias torrenciales de 1983, no pueden servir de base para el diseño de puentes, alcantarillas y protecciones ribereñas, en las obras a reconstruir o rehabilitar. Hay que tener en cuenta que el evento sucedido fué totalmente excepcional. Pero tampoco podemos valernos de esto para reconstruir las obras en forma similar a como estaban antes de las lluvias. La solución debe encontrarse dentro de ambos extremos, aunque cercanos a niveles más altos de seguridad, teniendo en cuenta la relación:

A menor riesgo, menor previsión.

A mayor riesgo, mayor previsión.

- j) Debemos pues encontrar soluciones que técnicamente sean una respuesta adecuada a nuestra realidad geológica e hidrológica, tan dinámica como impredecible, pero a la vez a un costo que corresponda a nuestro nivel limitado de desarrollo económico.
- k) En épocas de emergencia deben repararse las vías, pero no en forma definitiva, sino temporalmente mientras dure el peligro. A este respecto, nuestro Ejército ya tiene experiencia para atender a las zonas aisladas por los desastres, haciendo pasos provisionales, colocando puentes Bayley, construyendo carreteras de 3er. orden, etc. Para esto deberán estar bien equipados y contar con el equipo necesario.
- l) Respecto al sistema de evacuación de aguas pluviales, el "canal-vía" que se propone para la ciudad de Paita, tiene como finalidad de que su uso sea múltiple. Durante la época de las lluvias funciona como canal y el resto del año como una vía cualquiera. Para evitar que esta obra divida a la ciudad en dos partes, las vías que cruzan dicho canal lo harán utilizando bajadas tipo "Vados" con pendientes de 10 a 15%.
- m) En períodos de emergencia, debe existir una adecuada coordinación intersectorial con una definición de prio-

ridades, para evitar la superposición de funciones.

Durante las lluvias de 1983, se dió el caso de interferencia de funciones, entre las Corporaciones departamentales, Ministerios, Defensa Civil, Municipalidad, etc., pues cada quien quería actuar por su lado.

n) Las inundaciones son eventos naturales, pero se convierten en un peligro cuando el hombre compite por el uso de áreas de inundación. La función de un área de inundación es cargar el exceso de agua en el tiempo de las inundaciones. La falla del hombre en reconocer esta función ha llevado a un rápido desarrollo en las áreas de inundación y un consecuente aumento en los peligros de inundaciones.

La ocupación y uso están basadas frecuentemente, en las ventajas económicas del nivel del terreno, suelos fértiles, facilidad de acceso y abastecimiento de agua disponibles; sin consideración completa del riesgo de la inundación.

o) Las crecientes pérdidas, no se deben necesariamente a inundaciones más grandes, sino a la intrusión aumentada del hombre en las áreas de inundación.

p) Mucha gente en las áreas de alto riesgo de inundación, no están informadas acerca de los serios riesgos que enfrentan. O son demasiado optimistas acerca de la proba-

bilidad de que su propiedad no será inundada o esperan ayuda pública que los auxilie, cuando la inevitable inundación se produzca.

q) Por esto debe existir una planificación en la ubicación de los futuros asentamientos humanos. Pero esta planificación debe ser global, con la intervención de todos los sectores, ya que las medidas de seguridad que se tomen para un determinado sector, pueden afectar a otro, y de allí la importancia que debe darse al intercambio de experiencias de los diferentes sectores, ante estos eventos.

A este respecto, hay que indicar, que existe un celo excesivo de los organismos e instituciones, en cuanto se refiere a la información de los daños concernientes a su sector. Todas estas informaciones y experiencias deben intercambiarse, para poder tener una visión global del asunto y que en el futuro no se vuelvan a cometer los mismos errores.

r) Es importante efectuar análisis cuidadosos y estudios minuciosos sobre la ubicación de futuros asentamientos humanos, con el fin de recomendar las medidas necesarias para su defensa, disminución de los efectos, o en todo caso, la reubicación cuando el hombre es consciente que no tiene en sus manos los elementos técnicos y cien-

tíficos para eliminar el peligro, optando sabiamente por evitarlo.

s) Deben forestarse las cuencas de los ríos, para que sirvan como una especie de colchón vegetal absorbente, disminuyendo así la cantidad de las aguas y el material fino que arrastran consigo, en su camino hacia el lecho del río.

El mal uso de la tierra, ha determinado que extensas zonas hayan sido deforestadas, precisamente aquellas que cubrían las cuencas colectoras. De esta forma, las aguas pluviales discurren fácilmente sin obstáculo alguno, tomando cada vez mayor fuerza, hasta llegar al canal de escurrimiento, donde se recolecta una gran cantidad de agua con la suficiente fuerza para arrasar todo y debordarse aguas abajo.

Por esto hay que saber mantener una cobertura vegetal en estas cuencas, y no ser depredadas por el hombre o por una ganadería extensiva.

t) Las catástrofes naturales son generalmente un obstáculo para el desarrollo de muchos países, pues afectan seriamente a los asentamientos humanos, pudiendo debilitar y llegar incluso a destruir la economía de una nación.

u) La frecuencia con que ocurren estos fenómenos en el

ámbito nacional y sus efectos devastadores, se estiman por las cuantiosas pérdidas de vidas humanas y daños materiales; y para la etapa de la reconstrucción se recurre casi siempre al desembolso de sumas extras de dinero, afectando al presupuesto público y frenando en parte el desarrollo del país.

v) En base a la historia de desastres naturales en el Perú, registradas desde el año 1925 hasta la actualidad, se tienen cerca de 5,000 catástrofes geodinámicas, con una mortandad que sobrepasa las 100,000 personas y las pérdidas materiales y económicas que han originado al país están por encima de los 3,000 millones de dólares; que muy fácilmente hubiera permitido a nuestro país mantener otro ritmo de vida, contrario a los problemas económicos y sociales que suceden actualmente.

w) Todo esto justifica la creación de un organismo especializado en estos fenómenos, con personal multidisciplinario que intervenga en la decisión de obras y planes, e indique mediante estudios e investigaciones las recomendaciones para prevenir, disminuir y controlar los estragos que causan estos fenómenos.

Países como Suiza, Italia, Canadá, Noruega, etc. tienen institutos o servicios especiales para estos fenómenos, siendo sus problemas derivados de la naturaleza, mucho menos graves.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a la Secretaría Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil y a la Universidad Nacional de Ingeniería, las cuales mediante un convenio, hicieron posible este trabajo de investigación.

Asimismo agradezco a la CORPIURA, CORTUMBES, Ministerio de Vivienda y Construcción, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Planificación (INP), Concejos Provinciales y Distritales de las ciudades estudiadas, Oficinas de SENAPA en dichas ciudades y a la Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones (DGASI) de Tumbes; por facilitarme la información requerida.

REFERENCIAS

- 1.- LAGOS PABLO (1983) - "El Niño: Alteraciones en la atmósfera y alerta en el mar" - Publicado en la revista El Ingeniero Civil. N° 23, de Marzo-Abril de 1983.
- 2.- STULLER JAY (1984) - "El Niño devastador" - Publicado en la revista Selecciones, en Enero de 1984.
- 3.- DEL SOLAR ENRIQUE (1983) - "El Niño Asesino" - Publicado en el Suplemento Dominical de El Comercio, el 3 de Abril de 1983.
- 4.- COLLIN CLAUDE (1983) - "El Niño: mitos y realidades"- Publicado en el Suplemento Dominical de El Comercio, el 30 de Octubre de 1983.
- 5.- CARRACEDO JULIO (1983) -"¿Volverá el diluvio?" -Publicado en el Suplemento Dominical de El Comercio, el 30 de Octubre de 1983.
- 6.- ALBATROS (1983) - "Las enseñanzas de El Niño" - Publicado en el diario La República, el 9 de Mayo de 1983.
- 7.- ROSTWOROWSKI DE DIEZ CANSECO MARIA (1983) - "El diluvio de 1578" - Publicado en el Suplemento Dominical de El Comercio, el 27 de Febrero de 1983.
- 8.- INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION DE PIURA (1983)- "Programa integral de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas por los desastres naturales, en el departamento de Piura"-Julio de 1983.

- 9.- INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION DE TUMBES (1983)- "Programa integral de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas por los desastres naturales, en el departamento de Tumbes" - Julio de 1983.
- 10.- INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (1984) - "Programa nacional de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas en 1983" - Preparado para la conferencia nacional sobre Desastres Naturales y Vialidad, organizado por la Asociación Peruana de Caminos, del 18 al 20 de Julio de 1984.
- 11.- SENAPA - UNIDAD OPERATIVA PIURA-TUMBES (1984) - "Boletín extraordinario por 1er. aniversario, 1983-1984"
- 12.- DIRECCION GENERAL DE CAMINOS DEL MTC. (1983) - "Expediente técnico para la reconstrucción de la carretera: Piura - Paita" - Agosto de 1983.
- 13.- DIRECCION GENERAL DE CAMINOS DEL MTC (1984) - "Expediente técnico para la rehabilitación de la carretera: Sullana - La Brea" - Marzo de 1984.
- 14.- DIRECCION GENERAL DE CAMINOS DEL MTC (1983) - "Expediente técnico para la rehabilitación de la carretera: Talara - Cancas" - Octubre de 1983.
- 15.- DIRECCION GENERAL DE CAMINOS DEL MTC (1983) - "Expediente técnico para la rehabilitación de la carretera: Cancas - Aguas Verdes" - Octubre de 1983.
- 16.- CONCEJO PROVINCIAL DE PAITA (1983) - "Rehabilitación del alcantarillado, pavimentos y veredas de la ciudad de Paita" - Octubre de 1983.

- 17.- INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO URBANO (1984) - "Plan Director de Talara".
- 18.- SENAPA DE LIMA (1983) - "Rehabilitación del Sistema Eje Paita - Talara" - Noviembre de 1983.
- 19.- CONCEJO DISTRITAL DE MANCORA (1983) - "Proyecto de reconstrucción del distrito de Máncora" -Julio de 1983.
- 20.- PROYECTO PUYANGO-TUMBES (1977) - "Estudio de Factibilidad" - Volumen I - Diciembre de 1977.
- 21.- DIRECCION GENERAL DE AGUAS, SUELOS E IRRIGACIONES DE TUMBES (1982) - "Diagnóstico del distrito de riego Tumbes" - Setiembre de 1982.
- 22.- DIRECCION GENERAL DE AGUAS, SUELOS E IRRIGACIONES DE TUMBES (1983) - "Rehabilitación de la infraestructura de riego del distrito de riego Tumbes" - Diciembre de 1983.
- 23.- JAEN LA TORRE HUGO Y TAYPE RAMOS VIDAL (1976)- "Ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa en el Perú" - Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Tomo 52 - 1976.
- 24.- TAYPE RAMOS VIDAL (1982) - "Las catástrofes naturales como problema en el desarrollo de la ingeniería nacional" - Preparado para el II Congreso Nacional de Ingeniería, del 21 al 27 de Marzo de 1982.

- 25.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Ing. Félix Zambrano, representante de la Corpiura en la ciudad de Paita - Abril de 1984.
- 26.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Sr. Eduardo Godos Chunga, Sub-Prefecto de la Provincia de Paita - Abril de 1984.
- 27.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Sr. Coronado, de la oficina de Senapa en Paita - Junio de 1984.
- 28.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Ing. Bustamante del Concejo Provincial de Talara - Junio de 1984.
- 29.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Ing. José Coronado, de la oficina de Senapa en Talara - Junio de 1984.
- 30.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Sr. Roberto Bayona Ruiz, Concejal de Obras de la Municipalidad de Máncora - Junio de 1984.
- 31.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Ing. Jorge Samanez, de la oficina de Senapa en Tumbes - Junio de 1984.
- 32.- ENTREVISTA (1984) - Entrevista con el Ing. Ricardo Aguirre, de la DGASI de Tumbes - Abril de 1984.
- 33.- SENAMHI - Registros pluviométricos en las ciudades de Paita, Talara y Tumbes; y descargas del río Tumbes en 1983.

- 34.- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA - Censo Nacional de Población y Vivienda, del 12 de Julio de 1981.
- 35.- PLANOTECA DEL MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION\_ Planos de las ciudades estudiadas.
- 36.- SERVICIO AEROFOTOGRAFICO NACIONAL (SAN) - Aerofoto - grafías de las ciudades de Talara, Máncora y Tumbes.