

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PLANEAMIENTO FISICO DE LA REGION GRAU PARA
LA MITIGACION DE DESASTRES

**MICROZONIFICACION Y LINEAMIENTOS DE
PLANEAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE TALARA
PARA LA MITIGACION DE DESASTRES**

T E S I S
Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

LUIS ENRIQUE YAMUNAQUE FLORES

Lima - Perú
1991

INDICE

	pág.
SUMARIO	i
INTRODUCCION	i
CAPITULO I : GENERALIDADES DEL PROYECTO	
1.1 Denominación y Extensión del Proyecto	3
1.2 Objetivos del Proyecto	4
1.3 Antecedentes y justificación del Proyecto	4
1.4 Metodología	5
CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD	
2.1 Aspectos Físicos	7
2.1.1 Ubicación	7
2.1.2 Datos Climatológicos	7
2.1.3 Topografía	9
2.2 Aspectos Socio-Económicos	11
2.2.1 Características Demográficas	11
2.2.2 Recursos Naturales	16
2.2.3 Estructura del Empleo	17
2.3 Perspectivas futuras del Desarrollo	20
CAPITULO III: INFRAESTRUCTURA ACTUAL DEL AREA URBANA	
3.1 Evolución Histórica de Talara	22
3.2 Usos del suelo	28
3.3 Servicios Vitales que se ofrecen en la ciudad	30
3.3.1 Sistema de Agua Potable	30
3.3.2 Sistema de Alcantarillado	33
3.3.3 Energía Eléctrica y Gas	34

3.4	Infraestructura Vial y de Transporte	36
3.4.1	Jerarquización y Estado de las Vías	36
3.4.2	Transporte Terrestre	37
3.4.3	Transporte Aéreo	37
3.4.4	Transporte Marítimo	37
3.5	Características de las Viviendas	38
3.5.1	Materiales de Construcción de viviendas	38
3.5.2	Altura de Edificación	41
3.5.3	Estado de Conservación	43
CAPITULO IV: ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DE LA CIUDAD		
4.1	Geología Local	44
4.2	Geomorfología de la ciudad	48
4.3	Geología Estructural de la zona	50
4.4	Geotécnia Local	
4.4.1	Características Geotécnicas de la ciudad	53
4.4.2	Suelos Expansivos	57
4.4.3	Suelos Colapsables	61
4.4.4	Capacidades Portantes del suelo	62
4.5	La Geodinámica de la ciudad	67
CAPITULO V : FENOMOENO DE "EL NIÑO" -LAS LLUVIAS, INUNDACION Y ARENAMIENTO		
5.1	Generalidades	69
5.1.1	Fenómeno de "El Niño"	70
5.1.2	Condiciones Climáticas y Oceanográficas durante 1982 y 1983	73
5.1.3	Análisis de la Pluviosidad de la zona de Talara	76

7.1.3	Énergía y Magnitud	126
7.1.4	Altura y Ola en la Costa y Run-up	128
7.1.5	Estimación del Tiempo de llegada a la Costa de un Tsunami de Origen Cercano	129
7.1.6	Antecedentes de Eventos Tsunamigénicos	129
7.2	Posibles Efectos de los Tsunamis en la Costa de Talara	131
7.2.1	Batimetría en la Bahía de Talara	131
7.2.2	Zona de Generación de Tsunami	133
7.2.3	Estimación del Tiempo de llegada de la Primera Ola de un Tsunami de Origen Cercano, a la costa de Talara	133
7.2.4	Altura de Ola en la Costa de Talara	139
7.2.5	Daños causados por Tsunamis en las Obras Civiles	141
7.2.6	Delimitación de las Zonas Inundables	143
7.3	Protección de la Población	147
7.3.1	Sistema de Alerta y Alarma contra Tsunami	147
7.3.2	Mejoramiento del sistema de Alerta y Alarma	149
7.3.3	Plan de Evacuación del Area Inundable por Tsunami en Talara	150
7.3.4	Zona de Refugio de Emergencia temporal.	154
7.4	Protección de las Obras Civiles	154
7.5	Planificación Física contra Tsunamis de la Costa de Talara	157

CAPITULO VIII: MICROZONIFICACION, MEDIDAS DE MITIGACION DE EFECTOS Y LINEAMIENTOS PARA EL PLANEAMIENTO URBANO

8.1	Microzonificación	159
8.1.1	Generalidades	159
8.1.2	Estimación de Peligros o Amenazas	160

8.2	Fórmulación de un Plan Para Mitigar los Efectos de los Fenómenos Naturales en la Ciudad de Talara	163
8.3	Lineamientos Para el Planeamiento Urbano de la Ciudad de Talara para su Desarrollo Económico y Social.	166
8.3.1	Problemática	166
8.3.2	Propuesta para la Planificación de la Ciudad de Talara	166
8.4	Areas de Expansión	168
8.5	Organización del Sistema de Protección e Implicancias Sociales	174
CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
9.1	Conclusiones	177
9.2	Recomendaciones	179
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		
A-I	Estudios de Mecánica de suelos recopilados en la zona de Talara	I-I
A-II	Información Meteorológica	II-I
A-III	Impresiones Fotográficas	III-I

SUMARIO

La región Grau ha sido la primera en organizarse y elegir sus nuevas autoridades, en el proceso de regionalización del Perú. Fue una de las que más severamente afectó el fenómeno de "El Niño" (1983) y en el pasado ha sido afectada por sismos muy destructivos. Por estas razones, el CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, eligió a esta región para realizar un estudio modelo para la prevención de desastres y que la experiencia que se obtenga pueda aplicarse en las otras 11 nuevas regiones del Perú, cuya suma constituya el "Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres", principal actividad del país para la "Decada Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales", designado así por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

El presente trabajo (TESIS) forma parte de este estudio modelo y tiene como objetivo principal estudiar el grado de amenaza ó peligro a la que estará expuesta la ciudad de Talara ante la acción de los fenómenos naturales que mayor incidencia puedan tener en el área de estudio, usando la microzonificación como herramienta clave y de esta manera recomendar las medidas de mitigación que son necesarias incluir en su proceso de desarrollo económico y social e influir en el planeamiento físico de los nuevos asentamientos que tendrá Talara en los próximos años y que puedan constituirse en lugares seguros donde vivir.

La ciudad de Talara se ha constituido en un importante polo de desarrollo económico del país; en ella se encuentra uno de los mas importantes complejos de la Industria Petroquímica. Como consecuencia de esto, en los últimos años ha mostrado un alta tasa de crecimiento poblacional (mayor a 5% anual) con la consiguiente aparición de asentamientos ubicados en zonas vulnerables.

En 1990 la población aproximada era de 98,000 habitantes y 18,390 viviendas que ocupaban un área de 1,436 hectáreas. El 36% de las viviendas tienen a la madera como material de construcción.

Topográficamente la ciudad presenta dos zonas que se desarrollan en terrenos sensiblemente planos, uno de ellos ocupado por "Talara Baja" entre los 0.0 y 25 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y la otra ocupada por "Talara Alta o El Tablazo" que se encuentra sobre los 80 m.s.n.m. Luego presenta una tercera zona que se desarrolla en un terreno de pendiente moderada (4-8%) entre los 25 y 50 m.s.n.m., donde se ubican parte de los pueblos jóvenes del cono norte y las urbanizaciones de APROVISER y FONAVI. Y por último una zona de pendiente pronunciada (mayor a 10%) entre los 50 y 80 m.s.n.m.

En base a la recopilación de estudios geotécnicos existentes en Talara, se han podido determinar algunas características geotécnicas que presenta el subsuelo de la ciudad. Existe relación directa entre las rocas del subsuelo y la generación de suclos en sus superficies. Predominan las rocas sedimentarias (terciario) del grupo Talara; estas afloran en los cerros que rodean a Talara Baja. En el casco central predominan los depósitos de suelos arenosos pobremente graduados (SP) con porcentajes de limos y arcillas (SM/SC) de baja a medianamente densos; en algunos casos con niveles freáticos (N.F.) muy superficiales. Estudios y ensayos de suelos realizados en Punta Arenas, Vencedores y Sudamérica han podido ubicar y cuantificar la presencia de arcillas expansivas. Los resultados indican que se pueden generar cargas de expansión mayores a 2.5 Kg/cm^2 y más de 40% de expansión libre (Alva, 1990). En la parte más elevada de Talara (80 m.s.n.m.) existen suelos del depósito Pleistocénico conocido como Tablazo (cuaternario) que son susceptibles al colapso por inundación; están cementados por sales, sulfatos y carbonatos. Se han

detectado índices de colapso de 0.4 a 1.3% (Alva, 1987). Las capacidades portantes de los suelos de Talara Baja varían entre 0.3-1.5 Kg/cm² y en Talara Alta mayores a 1.5 Kg/cm².

El fenómeno de "El Niño" de 1983 impactó devastadoramente, demostrando la vulnerabilidad de la ciudad ante este fenómeno; la presencia de depósitos inestables fácilmente erosionables, la ubicación de gran parte de la ciudad en una profunda depresión y el deficiente drenaje facilitaron el arenamiento del casco central y parte de las instalaciones de Petróleos del Perú, lo que originó la paralización de sus actividades; se estima que se depositaron 300,000 m³ de arena. La inutilización del sistema de agua potable, derrumbe de viviendas en los pueblos jóvenes, destrucción de carreteras, etc., fueron otros de los daños originados.

Las lluvias intensas han producido alteraciones en las condiciones y características de los suelos, ocasionando el hinchamiento de los materiales expansivos, el levantamiento de la napa freática en las zonas más deprimidas y el lavado de sales y sulfatos (suelos colapsables) que generaron posteriores daños en la base "El Pato" y Villa FAP.

La región Grau y por lo tanto el área de Talara según la zonificación sísmica existente está catalogada como zona de alta actividad sísmica. Los sismos con epicentros en el área de influencia han alcanzado magnitudes mayores a 7(R) e intensidades mayores a 8(MM). Entre los sismos más severos son de mencionar los ocurridos el 24/07/1912; el 12/12/1953; el 08/08/1957; el 07/02/1959 y el 09/12/1970. Como consecuencia de movimientos sísmicos severos posibilitan la ocurrencia de los siguientes riesgos en la ciudad: daños en los servicios básicos y carreteras; derrumbe y desprendimientos de rocas; asentamientos y posibilidad de ocurrencia del fenómeno de licuación de suelos arenosos con niveles freáticos

altos; incendios debido a que muchas viviendas de madera se encuentran cerca a líneas de combustibles de Petro Perú; tsunamis, etc.

Si bien no hay registros y evidencia de daños ocasionados por tsunamis en las costas de Talara, ello no permite descartar totalmente la posibilidad de su ocurrencia luego de producirse sismos severos en el mar debido a que frente a la Bahía de Talara la plataforma continental es angosta (aguas profundas) y la fosa marina se encuentra a 75 km. de la costa, lo que crea condiciones favorables para la formación de olas altas (12 m.) y cortos tiempos entre la ocurrencia del sismo tsunamigénico y la llegada de la primera ola a la costa (de 7-10 min) . Esto traería como consecuencia la rápida inundación de las zonas bajas (casco central y Punta Arenas) con la consiguiente secuela de daños y destrucción en las instalaciones portuarias, industriales (Petro Perú) y viviendas que se ubiquen en el área inundable.

La no consideración en la planificación de la ciudad de los fenómenos naturales ha constituido que el hombre se convierta en factor que acrecienta los riesgos con construcciones que alteran las condiciones locales sin tomar las debidas medidas de protección.

En los próximos años (1990-1995) si se sigue manteniendo la misma tendencia de crecimiento hará que se necesiten 4,500 nuevas viviendas, esto dará como resultado que se tendrán que habilitar 90 Ha. para uso residencial.

La ciudad tiene limitaciones en su crecimiento en la parte de Talara Baja debido a que se encuentra rodeada por los cerros del Tablazo.

Como recomendaciones para reducir los daños en futuros eventos podemos citar las siguientes:

Recopilar en un volumen todos los estudios sobre prevención y mitigación de desastres efectuados para Talara y orientando su uso en dos direcciones: a) Fines de mitigación de desastres para incluirlos en los planes de desarrollo de la ciudad, b) Educar a la población mediante programas formales y de difusión masiva.

- Una de las obras prioritarias de la ciudad, es la ejecución de un sistema de drenaje integral adecuado.

- Formar a la brevedad posible el comité distrital de Defensa Civil, cuya responsabilidad por ley corresponde al Alcalde.

- Es importante efectuar la forestación de las laderas que rodean a Talara Baja, así como también la franja costera.

- El crecimiento de la ciudad debe orientarse hacia el Tablazo, junto a la zona donde se ubica la Asociación de "Negreiros".

- Educar a la población para que pueda hacer frente de la mejor manera posible a los desastres que amenazan a la ciudad.

- Realizar simulacros de evacuaciones e implementar los lugares de refugio.

- Finalmente, recomendamos seguir ampliando los estudios de prevención y la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones y líneas vitales e impacto socio-económico de los desastres en la ciudad, y efectuar el plan del uso del suelo e instrumentarlo oficialmente mediante trabajo directo con la población para que participen activamente en ella, y comprendan su importancia y contribuyan a su realización.

INTRODUCCION

No obstante la frecuente ocurrencia de fenómenos naturales de todo tipo dejando trágicas consecuencias, sufrimiento y dolor humano; sigue subsistiendo el problema y es común ver que año tras año nuevas víctimas incrementan las estadísticas. Este problema no es exclusivo de países subdesarrollados, se produce en la misma forma y muchas veces con mayor valor de los daños materiales, en los países desarrollados, y en general mayor pérdidas de vidas en naciones en vías de desarrollo. Así podemos nombrar países como Japón, China, EE.UU., México, Chile, Perú, Colombia, etc., como los que han experimentado en carne propia este tipo de desastres.

Algunos de ellos han considerado la necesidad de emplear la ciencia y la tecnología a fin de poner en práctica las acciones preventivas y de mitigación y que los nuevos asentamientos se consoliden en lugares que no sufran el impacto sorpresivo de determinado fenómeno natural; sólo así se lograrán minimizar las pérdidas humanas y materiales. Lamentablemente en otros, subsiste la gran desproporción entre la magnitud de riesgo y la poca conciencia pública del problema a nivel de gobierno y de la población, considerando la baja prioridad y los escasos recursos que se asignan a estos estudios.

En países conscientes de la realidad local, han desarrollado métodos para la evaluación del riesgo; una de estas metodologías, es la técnica de la microzonificación, que fue aplicada por primera vez en nuestro país en el estudio de la microzonificación sísmica de Chimbote realizado por la Misión Japonesa en 1970 y que ha sido continuada y desarrollada de manera continua y sistemática por la UNI durante las últimas dos décadas y aplicada en el planeamiento urbano y regional para la mitigación de desastres.

Los diferentes fenómenos naturales ocurridos en nuestro país, han demostrado claramente que las condiciones locales de suelo dadas por las características del suelo, geología y topografía, han sido determinantes en el grado de daños y su distribución geográfica, produciendo claros "efectos de microzona", es decir, en las áreas que tienen desfavorables condiciones locales, los daños fueron muy severos y en otras muy cercanas con condiciones favorables, estos fueron leves o no se registraron daños.

Teniendo en cuenta estos criterios y que la aplicación sea usada en la planificación física de pequeñas y medianas poblaciones, el método fue simplificado porque el anterior resultó demasiado costoso y sofisticado para un país en vías de desarrollo como el Perú. Es así como se han ido desarrollando técnicas locales, como las del Ing. Julio Kuroiwa que se han aplicado en la planificación urbana de algunas ciudades de nuestro territorio y América Latina (Arequipa, Ciudad Constitución, Moquegua, Costa de Lima Metropolitana, Trifimo, Punta Negra, etc).

Pero es de necesidad de todo el País, la realización del "Plan Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres", y que sea resultado de la suma de los planes regionales, más los dispositivos de carácter nacional. Por esta razón, el CISMID inició en la Región Grau (1989) un trabajo con el apoyo de la JICA y la UNCRD para incluir medidas de mitigación de desastres en su proceso de desarrollo económico y social. Dentro de este trabajo está el Planeamiento Físico de la Región Grau para la mitigación de desastres, donde se incluyen estudios de microzonificación de ciudades prioritarias de la región; entre ellas tenemos a la ciudad de Talara.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 DENOMINACION Y EXTENSION DEL PROYECTO

Este trabajo se intitula : "Planeamiento Físico de la Región de Grau para la Mitigación de Desastres-Microzonificación y Lineamientos de Planeamiento Urbano de la ciudad de Talara para la Mitigación de Desastres".

El estudio se extiende al Area Urbana de la ciudad, que está comprendida por Talara Baja y por el área que alberga a los asentamientos ubicados al borde del Tablazo y que rodean a la primera. Se incluye tambien, el sector de "Negreiros", que se ubica a 5 km. del casco central. Las dos primeras zonas tendrán mayor incidencia; en la primera se concentran las estructuras más importantes y la segunda a crecido en forma acelerada llegando albergar actualmente el 40% de la población.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Uno de los principales objetivos del estudio es la realización de un plan de prevención para reducir los efectos de los fenómenos naturales, que puedan afectar a la ciudad, y de esta manera proteger a la población y sus bienes.

En forma paralela se dan lineamientos para el planeamiento urbano de la ciudad y la expansión se oriente hacia zonas seguras.

1.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En la ciudad se desarrolla la Industria Petroquímica una de las más importantes del país. Cuenta con refinería de gasolina, planta de fertilizantes y planta negro de humo.

Como producto de este auge y la declaratoria en 1972 como "ciudad abierta", ha traído como consecuencia el rápido crecimiento poblacional en los últimos años.

En 1983 las ciudades del norte peruano fueron duramente castigadas por el fenómeno de "El Niño" causando cuantiosas pérdidas; Talara no fue la excepción, en ella se produjeron daños que incluso llegaron a paralizar las actividades de las plantas de fertilizantes y refinería. Y si revisamos los antecedentes sísmicos encontramos que la región ha sido afectada por fuertes eventos sísmicos, con la posterior amenaza de ocurrencia de un tsunami que podría atacar las costas bajas de Talara, originando grandes daños. Estos antecedentes son poderosas razones para la realización de un estudio que evalúe la seguridad física de la ciudad en forma integral y tenga como objetivo final la elaboración de un Plan de Prevención y Mitigación de Desastres en la ciudad de Talara.

Se han realizado algunos estudios sobre el fenómeno de "El Niño" en forma muy puntual, por lo que creemos es necesario un trabajo integral (multi-disciplinario), ya que los fenómenos son correspondientes unos a otros (inducidos) habiendo por lo tanto la necesidad de analizarlos en su conjunto si verdaderamente se quiere dar una solución integral a los problemas. Este trabajo recoge gran parte de ellos.

1.4 METODOLOGIA

La metodología desarrollada se basa en la utilización de la técnica de microzonificación simplificada.

- Los fenómenos analizados son : fenómeno de "El Niño", los movimientos sísmicos, tsunamis y fallas de suelo.

- Para cada fenómeno natural se ha detectado las amenazas en base a las condiciones locales de suelo; se tendrá presente los antecedentes históricos que se deberán considerar como referenciales.

- Para cada peligro potencial se ha preparado un mapa de amenazas por subzonas y su grado de peligro. La superposición de esos mapas permiten obtener un mapa de origen compuesto, donde el área en estudio queda dividida en sectores de diferentes peligros y es el mapa de microzonificación. En base a ese plano se han determinado las medidas preventivas y de protección en las áreas ocupadas y se seleccionarán las áreas de expansión más adecuadas.

- En la primera parte se incluyen datos socio-económicos, demográficos y de características de la infraestructura actual, datos muy importantes para la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones y líneas vitales.

Para la realización de los puntos indicados líneas arriba se han revisado informes relevantes al presente trabajo, apreciaciones técnicas de especialistas a

travs de entrevistas, visitas de campo e impresiones fotográficas. No se llegó a realizar ensayos de campo.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD

2.1 ASPECTOS FISICOS

2.1.1 Ubicación

De acuerdo a la demarcación política, la ciudad de Talara está comprendida en la Región Grau, provincia de Talara, distrito de Pariñas. Sus coordenadas geográficas se sitúan en :

Latitud : 4° 35' Sur

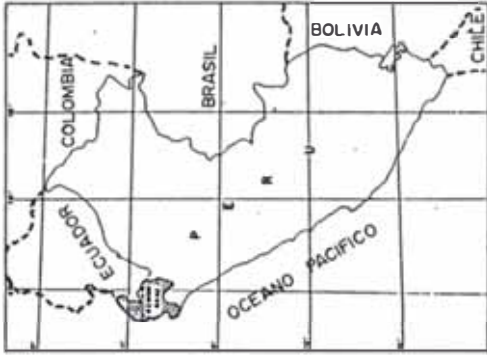
Longitud : 81° 17' Oeste.

El 16 de Marzo de 1956 según ley No 12649 fue creada la Provincia de Talara, siendo asignada la ciudad del mismo nombre como su capital.

2.1.2 Datos Climatológicos

a) Clima

Es sumamente seco y predomina dos estaciones básicas: el invierno, que comienza en Marzo y termina en Noviembre, caracterizados por el fuerte viento que



UBICACION DEL AREA EN ESTUDIO

CUIDAD DE TALARA

GRFICO 2.1



levanta polvaderas. El verano es la otra estación que abarca los meses de diciembre a Abril, en la cual la temperatura sube a 29°C.

Por encontrarse en una zona típicamente desértica, todo el año hace calor durante el día, mientras que en las noches se siente frío en invierno.

b) Humedad Relativa

La humedad máxima es de 84% y la mínima de 47%.

c) Precipitaciones

El régimen pluviométrico es muy variado pudiendo en algunos casos ser casi nulas y otros presentarse en forma torrencial como en el año de 1983.

Las precipitaciones fluctúan de un mínimo de 0 mm. a un máximo de 165 mm. (registrada en 1983).

d) Vientos

Posee dos tipos de vientos : los marinos cuya dirección es SO-NE con una velocidad de 7 m/seg. y los mediterráneos, con dirección SSE y una velocidad promedio de 8 m/seg.

e) Vegetación

Debido al carácter desértico de la región la vegetación es muy escasa especialmente en las planicies. Sólo se aprecian en cauces de quebradas, donde el nivel freático debe ser alto.

2.1.3 Topografía

La topografía del terreno donde se ubica el casco central (Talara Baja) es de relieve suave, su altitud varía entre los 2 a 20 m.s.n.m; a excepción de la Urb. Aproziser y Fonavi ubicada sobre las laderas a la salida de Talara Baja.

Talara Alta está ubicada entre los 80 y 90 m.s.n.m. en la zona denominada "El Tablazo" cuyas laderas bordean a la zona baja combinando pendientes entre 8° y 75°. En sus estribaciones existen diversas quebradas.



2.2 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

2.2.1 Características Demográficas

a) Evaluación demográfica

La población de Talara ha crecido en forma irregular en los últimos 50 años, acorde a los cambios que se han venido operando en la estructura productiva.

De un total de 13,551 hab. en 1940 asciende en 1961 a 28,271 hab. lo que significa una tasa de crecimiento de 3.6% anual.

En el período intercensal siguiente (1961-1972) la población se mantiene prácticamente estacionaria, ya que en 1972 se registra una población total de 29,911 hab. ligeramente mayor a la alcanzada en el censo anterior.

Esta tendencia se modificó bruscamente en el período 1972-1981 creciendo la población a una tasa promedio de 7.50% anual, alcanzando en 1981 un total de 57,351 hab.

En 1987 el concejo provincial de Talara y la Universidad Nacional de Piura (UNP) a través de un convenio realizan un censo en el área urbana de Talara; alcanzando una población de 85,228 hab, lo que significa una tasa de crecimiento del 6.8% anual (1981-1987).

Es indudable que a partir de la declaratoria de "Talara Ciudad Abierta" (1972) la reestructuración sociopolítica de sus instituciones, la operación indiscriminada de la empresa privada y la secuencia del desastre pluvial de 1983, que la dinámica del crecimiento se torna incontrolable alterando notablemente su vieja arquitectura e impulsando la aparición de fuertes demandas por infraestructura social.

b) Estructura de edades

El perfil que ofrece la estructura de edades de la población de Talara es típica de las ciudades que experimentan elevadas tasas de crecimiento vegetativo y

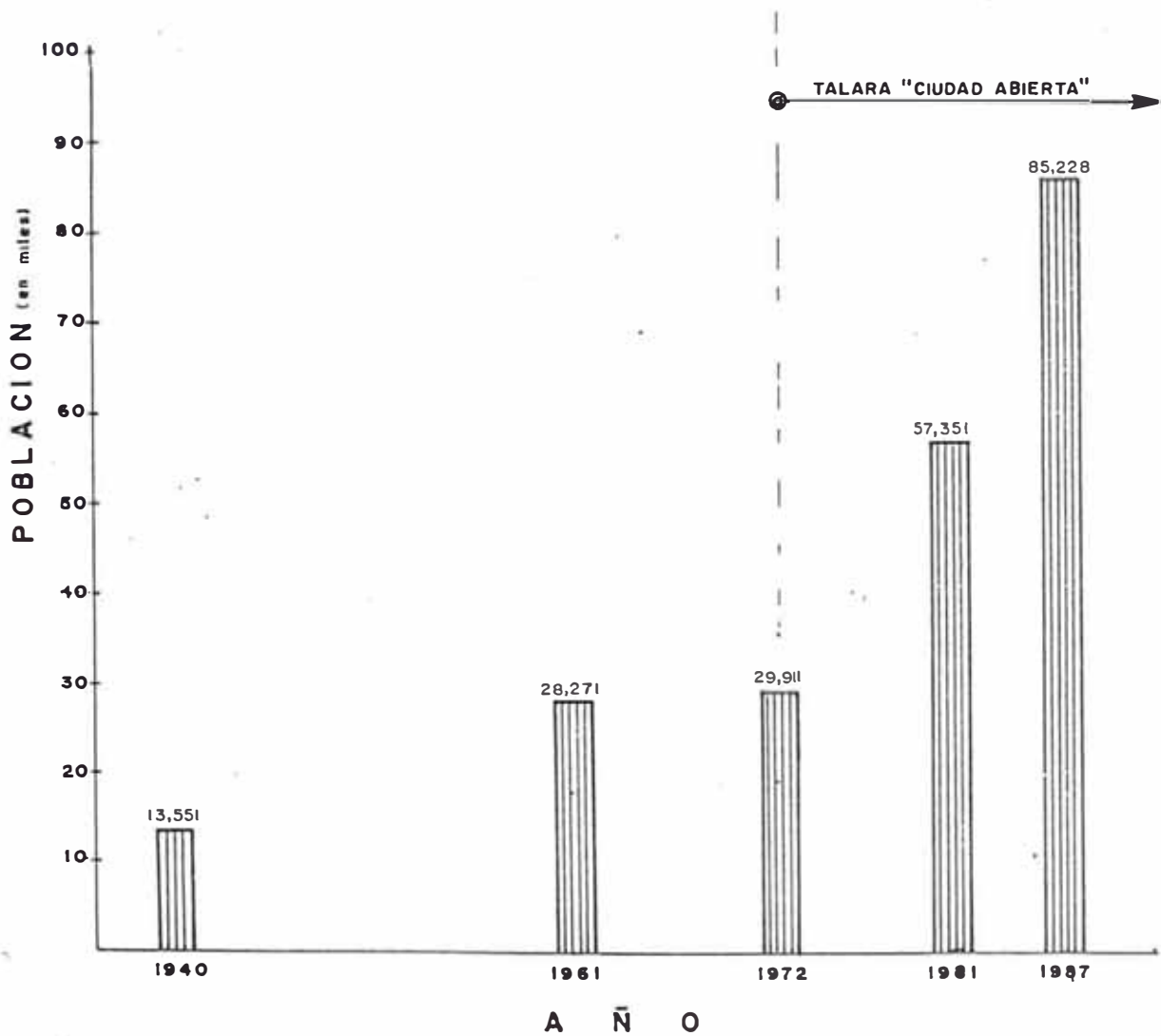
CUADRO 2.2.1.a

Resumen Evolución Demográfica de TALARA

AÑO	POBLACION				
	SEGUN ZONA		SEGUN SEXO		TOTAL
	URBANA	RURAL	HOMBRES	MUJERES	
1940	12,985	566	6,776	6,775	13,551
1961	27,957	314	14,247	14,024	28,271
1972	29,911	—	14,716	15,195	29,911
1981	57,015	336	29,603	27,748	57,351
1987 *	85,228	—	41,958	43,270	85,228

Fuente: INE (censos nacionales)

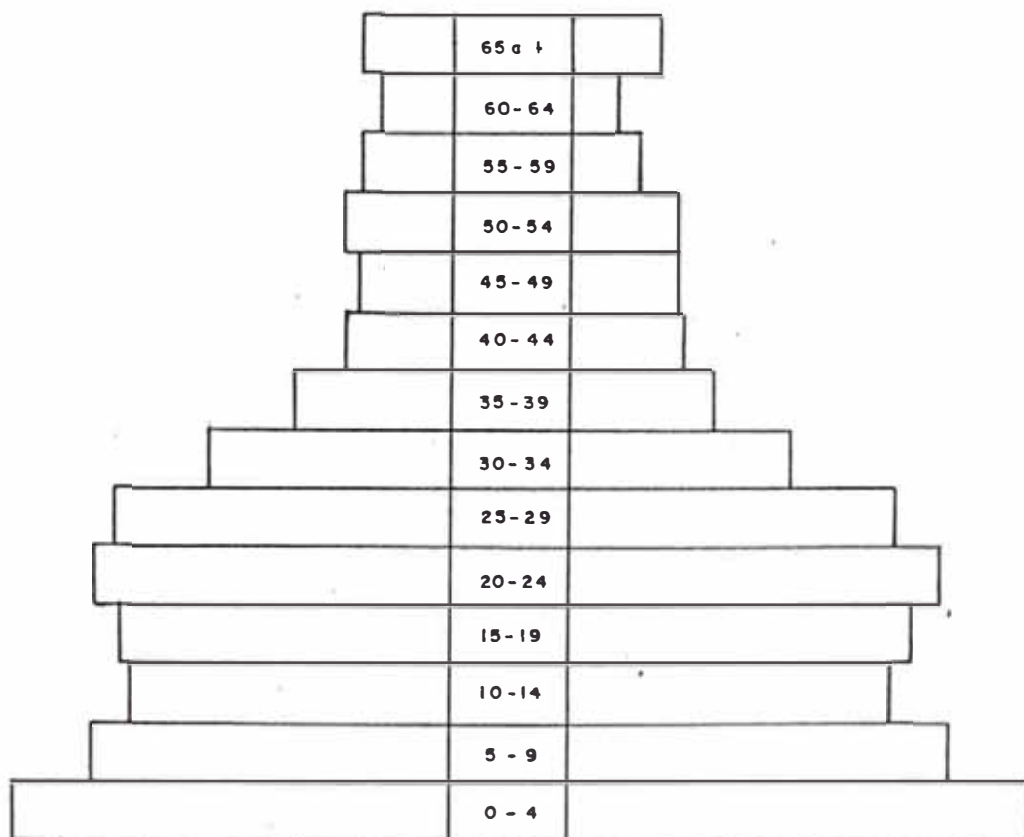
* MUNICIPALIDAD DE TALARA (1° censo distrital)



CUADRO 2.2.1.b POBLACION POR GRUPO DE EDADES

E D A D E S (años)	S E X O		T O T A L (%)
	M A S C U L I N O	F E M E N I N O	
0-4	14 %	15 %	14.9 %
5-9	11.5	12.3	11.9
10-14	10.4	10.4	10.4
15-19	10.6	10.9	10.8
20-24	11.4	11.9	11.6
25-29	10.8	10.5	10.7
30-34	7.7	7.1	7.1
35-39	5.0	4.6	4.8
40-44	3.4	3.6	3.5
45-49	3.0	3.5	3.2
50-54	3.4	3.5	3.4
55-59	2.9	2.2	2.5
60-64	2.4	1.5	2.0
65 a +	2.9	2.8	2.9

Fuente: INE - CENSO NACIONAL DE 1981



soportan importante caudal migratorio, ancho en la base, entre 0 a 5 años de edad; abultado entre los 15 y 24 años; estrecho en los de mayor de edad.

Se trata de una población joven, el 70% es menor de 30 años. La población infantil es numerosa, el 37.2% tiene menos de 15 años; los jóvenes cuya edad oscilan entre los 15 y 29 años representan el 33% del total. La población adulta cuyas edades varían entre los 35 y 59 años de edad, representan sólo el 17.4% de la población.

c) Migración

Atraídos por la fama del polo industrial en expansión, fuertes contingentes de trabajadores han llegado de todas partes del país en busca de empleo en alguna de las empresas que operan en la zona. Esta ola migratoria ha agravado la problemática Talareña de manera alarmante al presionar la demanda por infraestructura social básica. Talara es hoy en día por diversas razones socio-institucional testigo de la proliferación de la vagancia y delincuencia.

Se estima que el 80% del caudal migracional proviene del propio departamento de Piura; siendo el porcentaje restante, del resto del país.

d) Proyección del crecimiento poblacional

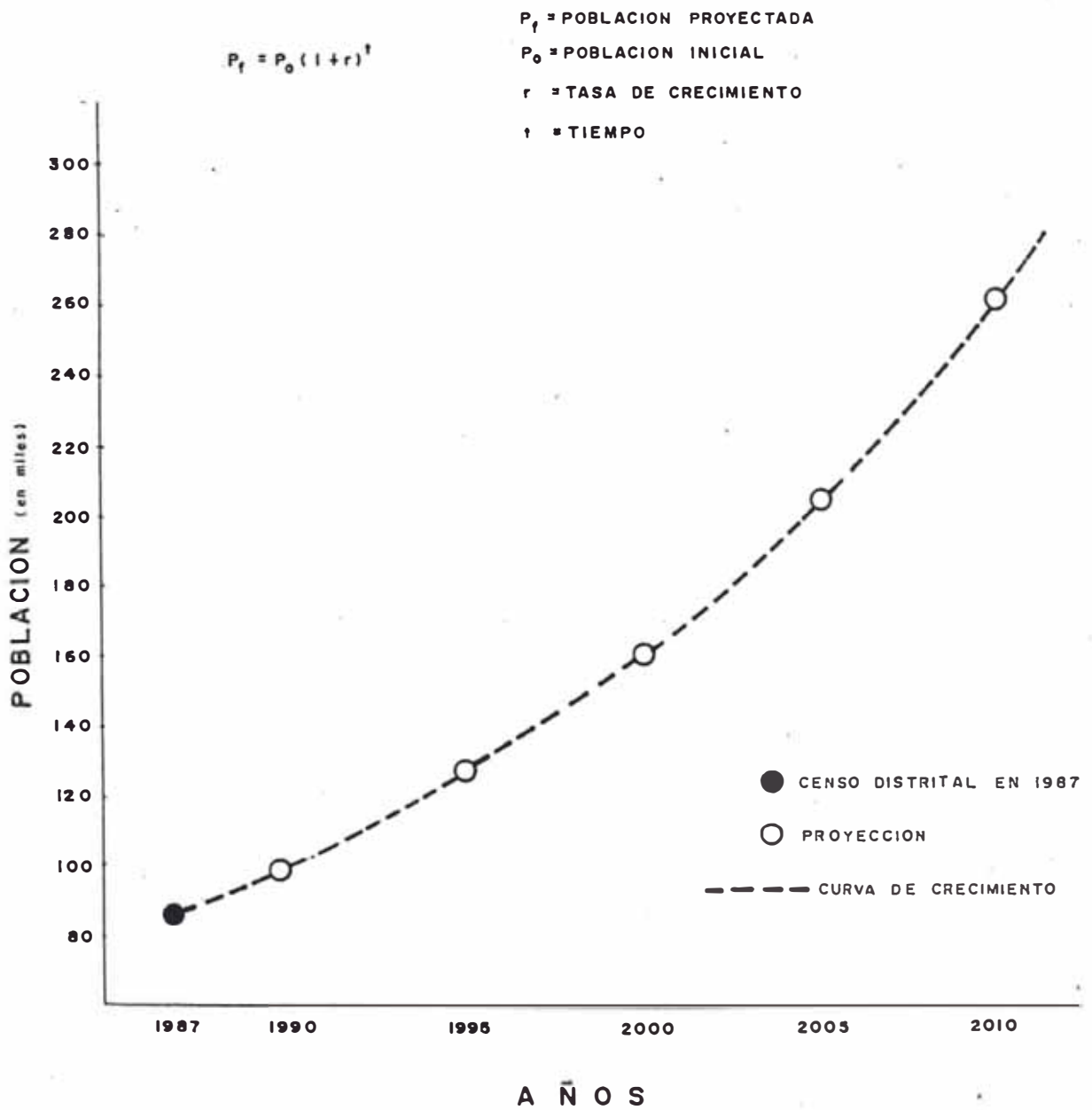
La forma como habrá de evolucionar la población de Talara en el futuro depende en gran medida de la evolución de la producción petrolera en los futuros años. En los últimos años el ritmo de explotación a sido prácticamente constante, con ligeros incrementos en la explotación en el zócalo continental.

Talara experimenta una elevada tasa de crecimiento vegetativo debido a la baja tasa de mortalidad, una de las más bajas del país. Habrá de suponer que en los próximos 10 años seguirá soportando un importante caudal migratorio de todas partes del país, en busca de una plaza de trabajo.

Para los cálculos de proyección del crecimiento poblacional asumiremos una tasa máxima de crecimiento anual del 5%. Los estimados poblacionales se harán

CUADRO 2.2.1.c Proyección del Crecimiento Poblacional de TALARA

AÑO	1990	1995	2000	2005	2010
POBLACION	98,660	125,920	160,700	205,100	261,765



aplicando el método matemático de interés compuesto mediante la siguiente fórmula :

$$P_f = P_o (1 + r)^t$$

donde

P_f = Población proyectada

P_o = Población inicial

r = Tasa de crecimiento

t = Tiempo en años

2.2.2 Recursos Naturales

a) Recurso Mineralógico

El gran recurso de Talara es y ha sido siempre el petróleo; conjuntamente con el gas constituyen la gran riqueza de su subsuelo.

Con la perforación del primer pozo petrolero en los campos de la Brea en 1,863, se convirtió en el pionero de esta industria a nivel sudamericano. Sin embargo con el paso de los años la producción del petróleo baja sensiblemente. Mediante la llamada "Recuperación Secundaria", los desgastados pozos de la Brea y Pariñas están siendo sometidos a un proceso de rejuvenecimiento, con el fin de mejorar el nivel de producción.

La bentonita y la baritina son otros minerales que se encuentran en esta zona.

b) Recurso Ictiológico

En la riqueza ictiológica, tiene especies abundantes como: el mero, peje blanco, ojo de uva, corvina, cabrilla, toyo, etc.

La actividad pesquera se realiza en poca escala, por el grado de producción, así como por el personal empleado en él.

c) Otros

En cuanto a los demás recursos, estos no tienen mayor incidencia dentro del ambiente nacional. En su suelo solo crecen algunas plantas silvestres tales como algarrobos, vichayos.

2.2.3 Estructura del empleo

La ciudad de Talara, históricamente tiene como base económica, la explotación del petróleo; con un nivel bastante lejano forma parte de esta base la pesca a nivel artesanal que eminentemente es de consumo directo. La estructura del empleo está concentrada en las actividades de explotación de minas y canteras e industria manufacturera que asociadas se pueden denominar "Industria Petrolera", que absorbe el 35% del empleo de la ciudad.

El volumen del empleo generado por la "Industria Petrolera" induce al dinamismo de otros sectores, como la actividad de la construcción que mostró un rápido crecimiento. El sector comercial intimamente ligado a la renta generada por la actividad petrolera; se observa también un considerable incremento al comercio ambulatorio.

Otro rubro que destaca es el de servicios complementarios. Forma parte de estos servicios las empresas de apoyo a la industria petrolera ó llamadas también "Empresas Subsidiarias". La labor que desarrollan éstas son, perforaciones marítimas y en seco, servicios logísticos, mantenimiento de pozos, fabricación y reconstrucción de elementos electromecánicos, ventas de maquinarias y accesorios para perforación de pozos, transporte de personal, etc. Estas empresas generalmente movilizan un volumen considerable de la PEA flotante.

En cuanto a la Población económicamente activa (PEA) en el censo de 1,981 se tuvo que la población que se encuentra dentro de éste contexto fue de

18,640 habitantes que representan el 32.5% de la población. De esta se encontraba realmente ocupada, el 90.4% y desocupada el 9.6%.

En 1,987 la cifra de la PEA era de 28,282 hab. de los cuales el 25,033 (88.5%) estaba ocupada y 3,249 (11.5%) desocupada.

Cuadro Nº 2.2.3.a
EVOLUCION DE LA PEA DE 15 AÑOS A MAS

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA					
AÑO	OCUPADOS		DESOCUPADOS		TOTAL
	pers.	%	pers.	%	
1,981	16,845	90.4	1,795	9.6	18,640
1,987	25,033	88.5	3,249	11.5	28,282

Fuente : INE - Censo Nacional de 1,981

Municipalidad de Talara - Censo Distrital de 1,987

Cuadro Nº 2.2.3.b
PROYECCION DE LA PEA DE 15 AÑOS A MAS

AÑO	TOTAL	OCUPADA	DESOCUPADA
1,990	32,065	28,860	3,205
1,995	40,925	36,830	4,095
2,000	52,230	47,010	5,220
2,005	66,660	59,995	6,665
2,010	85,075	76,570	8,505

Fuente : Elaboración propia.

CUADRO # 2.2.3.c ESTRUCTURA DEL PEA POR RAMAS DE ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	PORCENTAJE
MINERIA	24.1 %
SERVICIOS COMUNALES, SOCIALES Y PERSONALES	27.8
COMERCIO	9.9
CONSTRUCCION	8.4
TRANSPORTE	6.9
INDUSTRIA	6.6
PESCA	4.3
AGRICULTURA, CAZA	0.9
ACTIVIDAD NO ESPECIFICADA	4.5
BUSCAN TRABAJO	6.6

Fuente: INE - CENSO NACIONAL DE 1981

CUADRO # 2.2.3.d ESTRUCTURA DEL PEA POR OCUPACION PRINCIPAL

OCUPACION PRINCIPAL	PORCENTAJE
PROFESIONALES, TECNICOS Y TRABAJADORES ASIMILADOS	9.3 %
FUNCIONARIOS PUBLICOS, SUPERIORES Y GERENTES ADMINISTRADORES DE EMPRESAS	1.2
PERSONAL ADMINISTRATIVO Y TRABAJADORES ASIMILADOS	17.2
COMERCIANTES, VENDEDORES Y PERSONAS EN OCUPACIONES AFINES	6.7
TRABAJADORES DE LOS SERVICIOS	10.4
TRABAJADORES AGRICOLAS, FORESTALES, PESCADORES Y CAZADORES	2.7
TRABAJADORES NO AGRICOLAS, CONDUCTORES DE MAQUINARIAS Y VEHICULOS DE TRANSPORTE Y TRABAJADORES ASIMILADOS	45.6
OCUPACION NO ESPECIFICADA	6.9
BUSCAN TRABAJO POR 1a. VEZ	6.3

Fuente: INE - CENSO NACIONAL DE 1981

2.3 PERSPECTIVAS FUTURAS DEL DESARROLLO

La ciudad de Talara pertenece al Macro Sistema Norte sistema urbano Piura, sub-sistema Sullana y se le considera como centro Urbano principal del Sector. En cuanto a la jerarquización de centros urbanos ocupa el 5^{to} rango; por la naturaleza de su estructura económica es un centro de comercio e industria ligera (CIL) y su función es de centro urbano complementario (UC).

La ciudad de Talara, mantiene una relación, muy estrecha con el área denominada "Petrolera", comprendida entre las zonas de Negritos hasta Máncora. Los vínculos se establecen a través de la extracción del petróleo, gas y la pesca de consumo diario.

En cuanto al abastecimiento de productos agropecuarios, la ciudad recibe el 60% de la zona sur (Vichayal, Amotape) y el 40% restante de Chulucanas, Sullana, Piura y demás zonas.

En cuanto a su función comercial para su ámbito microrregional, Talara no muestra un dinamismo acorde a su actividad industrial. La ciudad vive en función de la explotación del petróleo, gas natural y en pequeña escala la pesca.

En Talara aparte de la Refinería, se encuentra la planta de Negro de Humo, que utiliza residuales de la refinería, tiene capacidad para producir 15,000 T.M. al año. A si mismo existe la planta de Fertilizantes; su producción es a partir del gas natural y tiene una capacidad de producción de 510 T.M/día de Urea y 300 T.M/día de Amoniaco.

Otra planta existente es la de Solvente, que utiliza como insumo los gases generados en la unidad de craqueo catalítico de la refinería. Produce el alcohol isopropílico y la acetona.

El surgimiento y desarrollo de la ciudad está íntimamente vinculado al petróleo y de lo que ocurra con él dependerá el destino de la ciudad, ya que su explotación supone un horizonte límite. Este hecho tendría repercusiones negativas en el desarrollo de la ciudad por tratarse de la principal base de sustentación económica.

En función de garantizar la continuidad histórica de la ciudad, es necesario plantear opciones de desarrollo, ya sea en actividades afines a la petrolera o en otras fórmulas, que sin alterar su vocación económica tradicional amplíen o refuercen la estructura productiva actual. Una de las actividades que debe ser consolidada es la pesca.

CAPITULO III

INFRAESTRUCTURA ACTUAL DEL AREA URBANA

3.1 EVOLUCION HISTORICA DE TALARA

En su evolución como centro poblado, podemos distinguir tres etapas bien definidas.

La primera, transcurrida desde 1876 a 1,945, donde se registran viviendas de maderas y cuyo diseño y estructura recuerdan un tanto las casas y edificios del oeste norteamericano . El censo de 1,876, se refiere a Talara en el distrito de Amotape, de la provincia de Paita, con una población de 11 habitantes y con el nombre de "Hacienda Mineral". En 1,908 el Gobierno Peruano lo declara "Pueblo", como capital del distrito de Máncora y posteriormente en 1,932, capital del distrito de Pariñas. Hasta 1,945 Talara estaba dividida en dos zonas residenciales muy marcadas; la zona reservada a los jefes, asentada en las laderas del morro de Talara, llamada también Planta Alta, y la de los empleados y funcionarios ubicada al pie del morro, en el área llamada Planta Baja; al norte y sobre la Bahía se ubicaba el Barrio de Obreros. La segunda etapa se registra en

CUADRO 3.1.a CRECIMIENTO HABITACIONAL DE TALARA

AÑO	TOTAL	Nº VIVIENDAS	
		URBANA	RURAL
1961	3,732	3,686	46
1972	4,155	4,155	—
1981	9,396	9,324	72
1987	15,400	15,400	—

Fuente: INE Y MUNICIPALIDAD DE TALARA

CUADRO 3.1.b Nº DE VIVIENDAS, POR SECTORES EN 1990

SECTOR	Nº VIVIENDAS	AREA BRUTA (Ha.)
S-I	3,750	143.10
S-II	3,500	222.60
S-III	300	207.40
S-IV	2,390	135.60
S-V	6,990	227.34
S-VI	260	136.00
S-VII	—	97.30
S-VIII	1,200	267.10
TOTAL	18,390	1,436.44

NOTA: PARA LA UBICACION DE SECTORES, VER GRAF. 3.1

la década del 50; Talara iba adquiriendo ya una nueva fisonomía, los antiguos canchones de madera cedían el paso a las casas de ladrillo. Para la denominación de las calles, se adopta una nomenclatura especial y única en el Perú, con letras y números.

En 1,951 surge la primera barriada marginal llamada "Leticia", al este de San Pedro. En la década del 60 la demanda demográfica, exigió a la empresa I.P.Co., un nuevo terreno para particulares, esta vez en el Tablazo y otro al norte de Talara; para una población de comerciantes.

Con la recuperación de la Brea y Pariñas, y la posterior declaración de Talara como "Ciudad Abierta" se inició la tercera etapa; que a partir de la adjudicación en propiedad de las viviendas a los trabajadores petroleros marca el comienzo de la remodelación urbana que actualmente se viene operando a un ritmo más o menos acelerado por parte de los propietarios (foto N° 4).

El incremento poblacional posterior al año 1,972 a traído como consecuencia el desarrollo de los llamados Pueblos Jovenes que en estos momentos representan el 55% de las viviendas totales. En 1,972 representaban sólo el 20%.

SECTORIZACION

El proceso de consolidación y expansión de la ciudad deberá estructurarse en base a sectores que establecen la distribución funcional del equipamiento y de los servicios urbanos, en concordancia con las densidades normativas y la accesibilidad física.

La ciudad de Talara se ha dividido en ocho sectores (ver graf. N° 3.1) y son los siguientes :

a) Sector I (S-I)

Comprende el cono norte de la ciudad, limitando por el oeste con el océano Pacífico, por el sur con la Quebrada Yale y por el este y norte con las laderas circundantes a la ciudad. Formada principalmente por los primeros pueblos jóvenes que aparecieron en la ciudad como habilitaciones espontáneas por los años 50-60, entre los cuales tenemos : Leticia, San Pedro, Cuernavaca, Jesús María, Taboada, Barrio Estibadores, Las Mercedes, San Judas Tadeo, Santas Rita, Lucy de Villanueva, Luciano Castillo, Villa' Esperanza, etc. Entre las estructuras importantes ubicadas en esta zona tenemos : el centro de salud, el politécnico "Alejandro Taboada", el área industrial de Petromar y el antiguo cementerio. Se desarrolla en una área cuya pendiente está entre los 3 y 5%.

b) Sector II (S-II)

Es el área que comprende el casco central, zonas adyacentes y la bajada de la quebrada Yale. Limita por el norte con el Océano Pacífico, la Quebrada Yale y las laderas naturales, las cuales siguen por el lado este; por el sur, limita con la Av. Ignacio Merino (Av. F) y por el oeste con la Refinería de Petro Perú. Esta conformada mayormente por las viviendas que fueron construidas por la I.P.Co. para sus trabajadores y que luego fueron adquiridas por éstos. Las calles son denominadas por números (parques) y letras (avenidas). El barrio particular "Santa Rosa" también conforma este sector.

Las obras civiles e instituciones públicas y privadas más importantes de la ciudad, se ubican en éste sector. Topográficamente se encuentra en una zona plana de 0.9% de pendiente promedio.

c) Sector III (S-III)

Está constituido por la Refinería de Petro-Perú, así como la zona residencial de Punta Arenas. Por el oeste limita con el Océano Pacífico, por el norte con la Av.

"A" y el Mar, por el este con la Av. "G" y por el sur con la vía hacia Punta Arenas y las laderas naturales. Esta zona presenta una topografía plana.

d) Sector IV (S-IV)

Comprende las urbanizaciones Los Vencedores, Sud América, APROVISER, FONAVI, Urb. Popular, Los Pinos y Villa FAP. Sus límites son : Por el norte con la vía a Punta Arenas, Av. "F" y las laderas naturales, por el este con el Aeropuerto y por el sur y oeste con las laderas naturales.

e) Sector V (S-V)

Este sector abarca la zona denominada Talara Alta, la de industria ligera y complementaria, algunas instalaciones de Petro-Perú y una gran cantidad de Pueblos Jóvenes. También pertenecen a éste sector las Urbanizaciones Los Angeles, Vista Alegre y Las Palmeras. Por el norte está limitada por las pendientes del Tablazo, por el este con el acceso a la Panamericana Norte y por el sur con la quebrada Acholao.

i) Sector VI (S-VI)

Constituido por el área del Aeropuerto de la ciudad, Villa Corpac y la Base FAP Capitán Montes. El límite norte es la pista de vuelo del Aeropuerto, por el este con la carretera de ingreso a la Base Aérea "El Pato", por el sur con parte de la Panamericana y por el oeste con las pendientes de las laderas y por la Villa FAP.

g) Sector VII (S-VII)

La comprende la zona industrial de plantas fertilizantes y negro de humo. Se ubica al norte de la ciudad, circundado por las laderas naturales, al sur de la Quebrada Pariñas.

h) Sector VIII (S-VIII)

Es la zona urbana más joven de la ciudad y en donde se ha comenzado a desarrollar la expansión de la ciudad. El área presenta una topografía plana y se ubica a la altura de los kms. 1,086 y 1,091 de la carretera Panamericana Norte (a

5 km. al sur este de Talara). Actualmente la conforman: la Asociación de vivienda "Luis Negreiros", "Talara II", "Km. 1,088".

3.2 USOS DEL SUELO

La ciudad de Talara se caracteriza en función a los usos del suelo, por una desproporción de áreas. El área residencial es predominante y le sigue en proporción el área industrial.

a) Uso Residencial

Ocupa un área aproximada de 719 Has. equivalente al 50% del área total.

b) Uso Industrial

Ocupa un área aproximada de 490 Has., distribuidos en Talara Baja y Talara Alta. Una de éstas, la ocupa la empresa estatal de Petróleos del Perú.

c) Uso Comercial

El comercio en Talara ocupa un área de 29 Has. aproximadamente, que equivale al 12%. Se desarrolla en forma consolidada, en la zona de la plaza de Armas, y al sur-este de Talara (parada). Actualmente se viene dando también en la zona residencial.

d) Equipamiento

El área empleada para este fin es de 28 Has. que representa el 2% del área urbana total y la ocupa los centros de salud, los centros educativos, etc.

e) Uso Recreacional

Ocupa un área aproximada de 10 Has. equivalente al 1% del área total. En el casco central existen innumerables parques encerrados por los bloques habitacionales. Talara cuenta con un estadio conocido como "El Campeonísimo", el "Club Petroperú", la cancha N° 7.

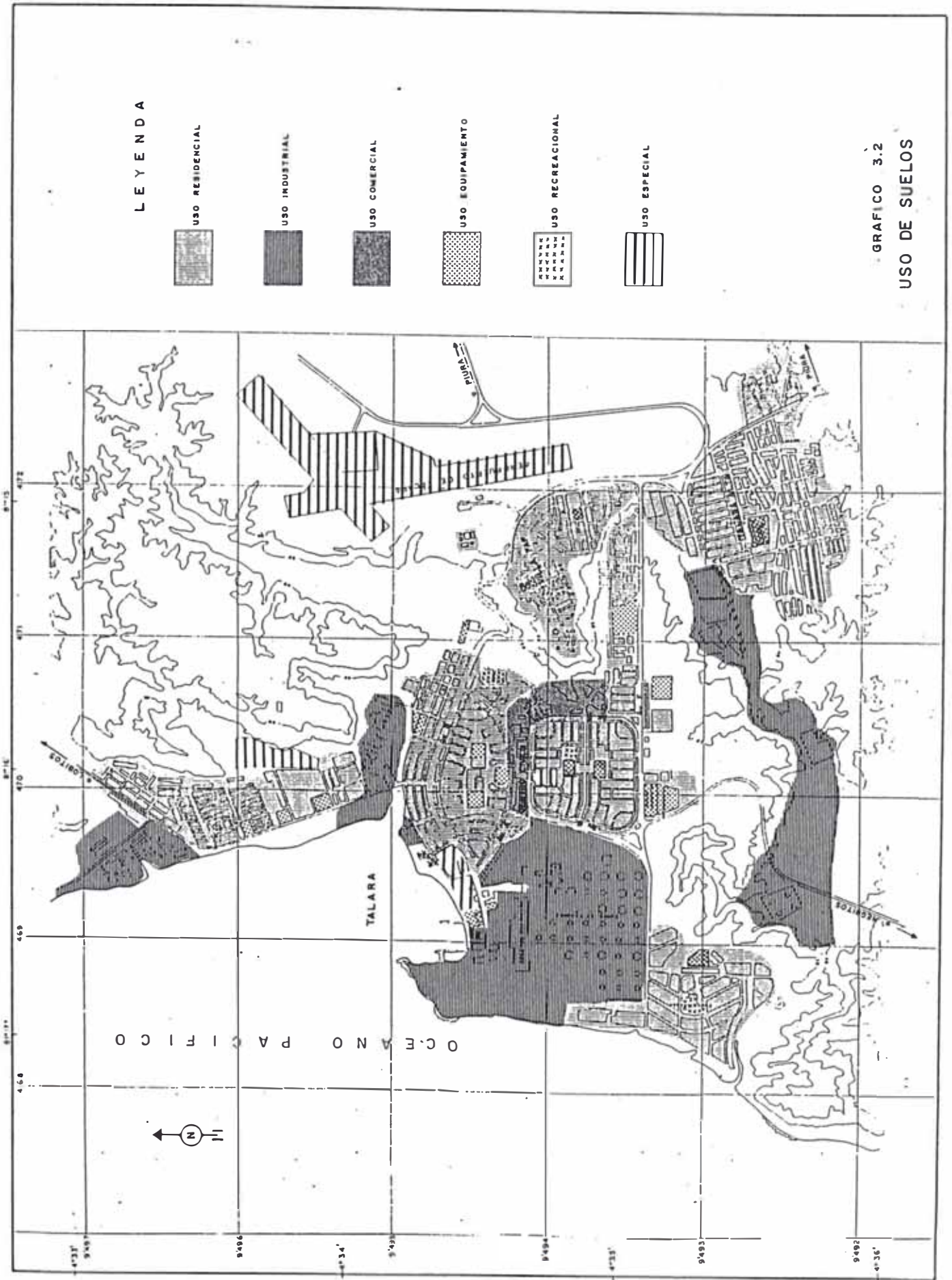


GRAFICO 3.2
USO DE SUELOS

f) Usos Especiales

Se desarrollan sobre una extensión de 160 Has. que representa el 11% del área urbana total. Estas áreas están destinadas a frigorífico, camal, cementerio, iglesias, salones comunales, hoteles y el aeropuerto.

3.3 SERVICIOS VITALES QUE SE OFRECEN EN LA CIUDAD

3.3.1 Sistema de Agua Potable

a) Sistema de producción y conducción

El sistema de abastecimiento de agua Eje Paita-Talara fue ejecutado en el año de 1976 por la firma Degremont Perú S.A. tiene como finalidad abastecer a las localidades de Paita, Talara, Negritos, Lobitos, El Alto, Vichayal, Amotape, Tamarindo, Pueblo Nuevo de Colán, La Huaca y Viviate; así como también dotar de agua al sector industrial de la zona. La captación 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 l.p.s. La conducción de agua cruda se realiza a través de una tubería de 800 mm, de diámetro de fierro fundido dúctil y en forma área, que va desde la captación hasta la planta de El Arenal. 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 conduciendo un caudal de 450 l.p.s. (siendo la demanda actual de 400 l.p.s.) a través de una tubería de 600 mm. de diámetro, de fierro fundido dúctil, con unión espiga-campana hasta el reservorio 3014 ubicado en la parte Alta de Talara (54 km. de longitud aprox.). Algunos tramos del conducto van enterrados y otros van en forma aérea apoyados en pilares de concreto armado ó en pilotes de tubería de acero en forma de "H". Además existe una cámara de carga de 700 m³ de capacidad ubicada en el km. 24.5 de la línea y dos estaciones de bombeo en los km. 9.2 y 16.8 de la línea, con

capacidad para bombear de 600 l.p.s. Antes que entre en funcionamiento el sistema Eje Paita-Talara, el abastecimiento se hacía a través del sistema de Portachuelo, construido en los años 40 por la I.P.Co.

b) Sistema de distribución de Agua Potable

El almacenamiento se realiza en los reservorios de cabecera siguientes : T-3014 ubicado en la Villa FAP, con capacidad de 7,200 m³. que sirve para abastecer el área urbana. T-307 de capacidad de 9,300 m³. y T-3335 de 12,800 m³. de capacidad, ubicados en la parte sur de la ciudad y que dan servicio a la refinería de Petroperú y a Punta Arenas. Ultimamente se ha construido otro reservorio de 22,380 m³ de capacidad que servirá de reserva para la refinería.

A partir de estos reservorios están conformadas las redes de distribución, constituidas por tubería antigua de acero (40%) y por tubería de A. C. ó PVC (60%) que esta reemplazando a la primera. Practicamente toda la zona baja de la ciudad está cubierta por redes de distribución de agua.

c) Funcionamiento y cobertura del sistema

El sistema funciona con restricciones; muy limitadamente, sólo da servicio por horas originando que la población se vea privado de este esencial servicio. Estas restricciones se deben a la insuficiencia de energía eléctrica para el funcionamiento total del sistema, prioridad de atención al sector industrial, el mal estado de una parte de las redes de distribución con 30 años de antigüedad, inoperancia de las válvulas en la red por su antigüedad y falta de mantenimiento.

En líneas generales puede establecerse que el 85% del área urbana está cubierta con redes de servicio contandose con conexiones domiciliarias que abarcan el 70% de la población urbana actual.

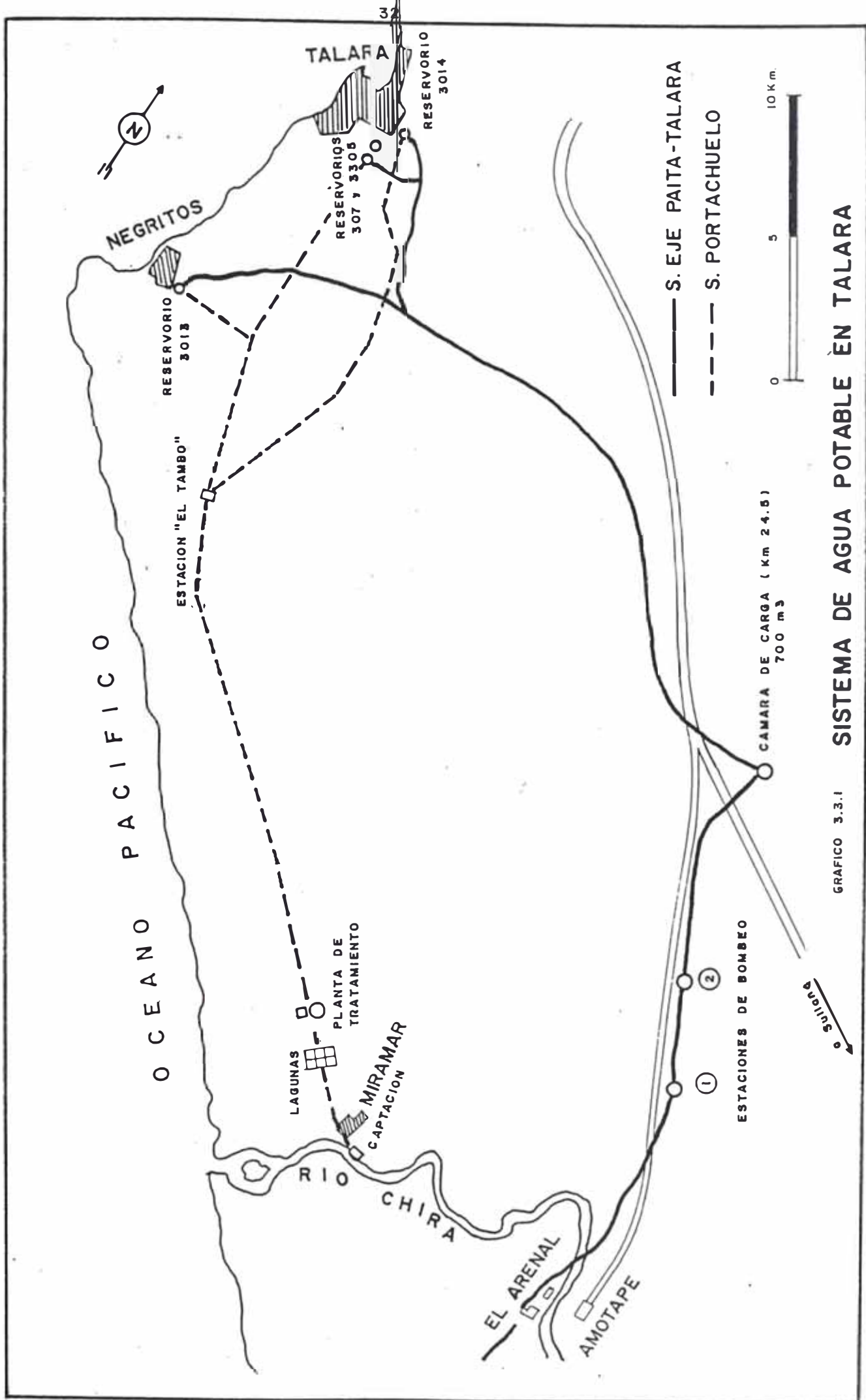


GRAFICO 3.3.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE EN TALARA

— S. EJE PAITA-TALARA
 - - - S. PORTACHUELO

0 5 10 km.

CAMARA DE CARGA (Km 24.5)
 700 m³

ESTACIONES DE BOMBEO

← SIGUIA

O C E A N O P A C I F I C O

NEGRITOS

TALAFIA

RESERVIORIOS
 307 y 3308

RESERVIORIO
 3014

RESERVIORIO
 3013

ESTACION "EL TAMBO"

LAGUNAS
 PLANTA DE
 TRATAMIENTO

MIRAMAR
 CAPTACION

RIO
 CHIRA

EL ARENAL

AMOTAPE



GRAFICO 3.3.1

DEMANDA PROMEDIO ANUAL

Tipo	Cantidad
Cons. Poblacional	240.0
Cons. Especial	160.0
TOTAL	350.0 l.p.s.

Fuente : SENAPA - Estudio de Factibilidad de agua potable para la ciudad de Talara (1987)

3.3.2 Sistema de Alcantarillado

Comprende varios sectores separados, con descargas independientes de los cuales el más importante es el que abarca el casco urbano. Técnicamente la red se caracteriza por la escasa gradiente de los conductos, deriva de las condiciones topográficas del área; así tenemos que muchos de los colectores trabajan con gradiente muy por debajo de los límites recomendables para contar con velocidades de flujo adecuado, lo que propicia deterioro prematuro. En sus inicios la red estuvo integrada por tubería de Fo. Fdo., la cual va siendo reemplazada por tubería C.S.N.; estos tramos son reemplazados cada vez que se producen asentamientos por roturas dada su antigüedad. El vertimiento se hace directamente al mar.

En Talara Alta se cuenta con un sistema de colección que descarga gravitariamente a una laguna de oxidación y un sector vierte directamente a la quebrada Yale. La infraestructura es deficiente para la atención del servicio de colección y evacuación de aguas servidas sin la capacidad suficiente, lo que origina una lenta evacuación con los consiguientes problemas de atoros y rebalses de las aguas servidas a través de los buzones. Dentro de las alternativas de disposición del desagüe es la de disponer el desagüe de Talara Baja mediante un emisor submarino, y el de Talara Alta almacenarlo previo tratamiento correctivo,

por medio de lagunas de oxidación y que luego pueda ser utilizada para la forestación de las laderas que rodean a Talara Baja.

a) Sistema de colección y Evacuación

En Talara Baja la evacuación se realiza en forma separada en 3 sectores, uno ubicado a la altura de Punta Arenas, el segundo cerca al muelle de embarque de petróleo y el tercero a la altura del Pueblo Joven San Pedro. En Talara Alta se presentan 2 zonas de disposición, uno directo a la quebrada Yale y el otro a una laguna de oxidación que a sido gradualmente ocupada por un grupo de agricultores.

b) Funcionamiento y cobertura

Los problemas más constantes se presentan por atoros y obstrucciones en colectores primarios. La estación de bombeo trabaja en la actualidad con dos bombas de 7 am. a 10 pm. y con una sola bomba de 10 pm. a 7 am.; con el incremento de horas de suministro de agua a la ciudad, esta situación se verá agravada por la precariedad del estado mecánico de los equipos.

El sistema de colectores cubre el 80% del área urbana actual, contándose con 60% de conexiones domiciliarias. La capacidad de los interceptores y emisores es suficiente. Se presentan ciertos inconvenientes en los colectores primarios y serias deficiencias en la estación de bombeo.

3.3.3 Energía Eléctrica y Gas

La generación de electricidad es por medio de centrales térmicas que están a cargo de Petroperú como la central de Malacas, Talara, Verdún, Portachuelo, que abastecen a la ciudad con 18,070 kw. La cobertura de este servicio llega al 70% de la población, ocurriendo el mismo fenómeno que en el agua, ya que tiene zonas instaladas a nivel de redes matrices pero no a nivel de

CUADRO 3.3.a SERVICIOS VITALES-CIUDAD DE TALARA (en %)

AÑO	N ^o VIVIENDAS	AGUA POTABLE			DESAGUE			ALUMBRADO		
		RED PUBLICA	PILÓN	OTRO	RED PUBLICA	POZO CIEGO	OTRO	S. ELEC.	KEROSEN.	OTRO
1972	4,155	73.9	24.1	2.0	73.8	4.3	21.9	72.6	24.8	2.6
1981	9,324	62.0	35.0	3.0	59.5	5.2	35.3	56.0	43.0	1.0
1987	15,400	52.0	38.0	10.0	39.0	4.0	57.0	60.0	38.0	2.0

Fuente: INE - CENSOS NACIONALES
MUNICIPALIDAD DE TALARA - CENSO DISTRITAL (1987)

CUADRO 3.3.b SERVICIOS VITALES POR SECTORES EN 1,987 (en %)

SECTOR	AGUA POTABLE		DESAGUE		ALUMBRADO	
	RED PUBLICA	OTRO	RED PUBLICA	OTRO	S. ELECT.	OTRO
S-I	52.0	48.0	59.0	41.0	74.0	26.0
S-II	99.0	1.0	99.0	1.0	100.0	—
S-III	100.0	—	100.0	—	100.0	—
S-IV	89.0	11.0	73.0	27.0	94.0	6.0
S-V	37.0	63.0	23.0	77.0	37.0	63.0
S-VI	100.0	—	100.0	—	100.0	—

Fuente: MUNICIPALIDAD DE TALARA - I CENSO DISTRITAL (1987)

instalaciones domiciliarias. Existe también el suministro de gas, que lo realiza la planta principal de Petroperú y que solo satisface al 35% de la población.

3.4 INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE TRANSPORTE

3.4.1 Jerarquización y Estado de las Vías

a) Redes troncales

Está formada por las vías envolventes al núcleo del casco central urbano, que son dos circuitos unidos en la parte central y los tres accesos principales a Talara; por el Norte llega a los pueblos jóvenes para dirigirse posteriormente a Lobitos. Por el este se conecta con Talara Alta, y por el sur con la ciudad de Negritos. El 90% de éstas se encuentran asfaltadas y en buen estado.

b) Vías colectoras

Se consideran a las vías que pasan por grandes zonas para desembocar en las vías troncales, entre ellas tenemos las siguientes : la prolongación hacia el este de la avenida Bolognesi que pasa frente al estadio "El Campeonísimo" y continua hasta la Villa FAP, Los Pinos, hasta el encuentro con la troncal. La otra vía parte en Talara Alta y recorre por la zona industrial, hasta encontrarse con la troncal que viene de Negritos. Otra es la que parte de la Refinería, pasa por el Municipio y bordea el barrio Acapulco, hasta empalmar con la troncal que va hacia el norte. Esta se encuentra en muy mal estado desde la refinería hasta la Av. "C". Y por último se tiene a la vía que une el casco central con Punta Arenas, y la Av. "H".

c) Vías Locales

Son las vías de carácter interno. Estas se encuentran en mal estado casi en un 85% de ellas.

3.4.2 Transporte Terrestre

Lo conforman, en primer lugar los vehículos de carga pesada, que están ligadas a la actividad petrolera y de carga pesada que entran y salen de la ciudad, que representan el 20% del total del parque automotor. En segundo lugar, tenemos los vehículos del personal técnico, especializados y supervisores de las compañías relacionadas a la actividad petrolera; su porcentaje del total es de 40%. Un tercer grupo se refiere a los vehículos de transporte público urbano e interprovincial que representan el 25% del parque automotor. El último grupo lo conforman los vehículos particulares, propiedad de personal no ligado a la actividad petrolera, representa el 15% del total de vehículos.

3.4.3 Transporte Aéreo

La comunicación aérea tiene como base el Aeropuerto Internacional "Capitán Montes". Dentro de su infraestructura cuenta con oficinas de aduana, inmigraciones, oficina meteorológica, embarque y desembarque y existe una estación de combustible de Petroperú. La pista de aterrizaje es de una longitud aproximada de 2,500 m., se encuentra en estado regular. El flujo de pasajeros de transporte aéreo es de 200 personas al día a través de vuelos comerciales.

3.4.4 Transporte Marítimo

La empresa nacional de Puertos (ENAPU-PERU) es el ente administrador del Puerto de Talara. La infraestructura principal la constituyen tres muelles dos destinados a carga líquida y un tercero a carga seca en general.

El sistema de embarque y desembarque es deficiente debido a la antigüedad de los muelles.

El flujo de carga es del 90% para carga líquida y el 10% a carga seca; los barcos que acoderan en la bahía de Talara son de procedencia nacional e internacional. Las diferentes compañías privadas dedicadas a la actividad petrolera; poseen su propio muelle para el flujo de personal hacia la respectiva plataforma petrolera.

3.5 CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS

3.5.1 Materiales de Construcción de Viviendas

Los tipos de materiales empleados en las viviendas de la ciudad de Talara, se pueden clasificar de la siguiente manera :

- Paredes exteriores : se utiliza el concreto armado, ladrillo de arcilla, bloques de cemento, triplay, madera y esteras.

- Techos : concreto armado, madera, tejas, calamina y eternit.

- Pisos : cemento pulido, losetas, madera, parquet, de tierra, etc.

A continuación vamos a resumir el tipo de materiales que se usan en cada zona :

SECTOR I : Las viviendas tienen una estructura de construcción de materiales mixtos. Así tenemos que para las paredes exteriores predomina el empleo de ladrillo (muchas de ellas sin columnas ni vigas de amarre), la madera, planchas de triplay y esteras. Los techos son generalmente de eternit y calamina; también se emplean el concreto armado. Los pisos son de cemento, tierra y de menor proporción de losetas.

SECTOR II : En este sector está bien definido el empleo de material noble en las casas; con paredes exteriores de ladrillo y cemento; techos aligerados, y en los pisos predomina el cemento pulido y la loseta.

CUADRO 3.5.1 MATERIAL DE CONSTRUCCION EN LAS VIVIENDAS DE TALARA EN 1,990

SECTOR	PAREDES EXTERIORES (%)					TECHOS (%)						PISOS (%)					
	LADRILLO Y CEMENTO	TRIPLAY	MADERA	ESTERA	OTROS	CONCRETO ARMADO	MADERA	TEJAS	CALAMINA	ETERNIT	OTROS	PARQUET	LOSETA	MADERA	CEMENTO	TIERRA	OTROS
S-I	61	18	19	01	01	07	07	04	26	53	03	01	02	04	61	31	01
S-II	99	-	01	-	-	76	02	-	02	20	-	10	20	01	68	01	-
S-III	95	-	05	-	-	83	05	-	-	12	-	-	95	05	-	-	-
S-IV	94	05	-	-	01	89	01	-	04	06	-	15	30	-	50	05	-
S-V	27	43	24	06	-	05	06	03	42	40	04	01	02	04	39	53	01
S-VI	100	-	-	-	-	93	-	-	05	02	-	23	35	-	42	-	-
S-VIII	100	-	-	-	-	99	-	-	-	01	-	28	30	-	42	-	-
T	63	21	13	03	-	39	04	02	22	31	02	07	13	02	50	27	01

Fuente: DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

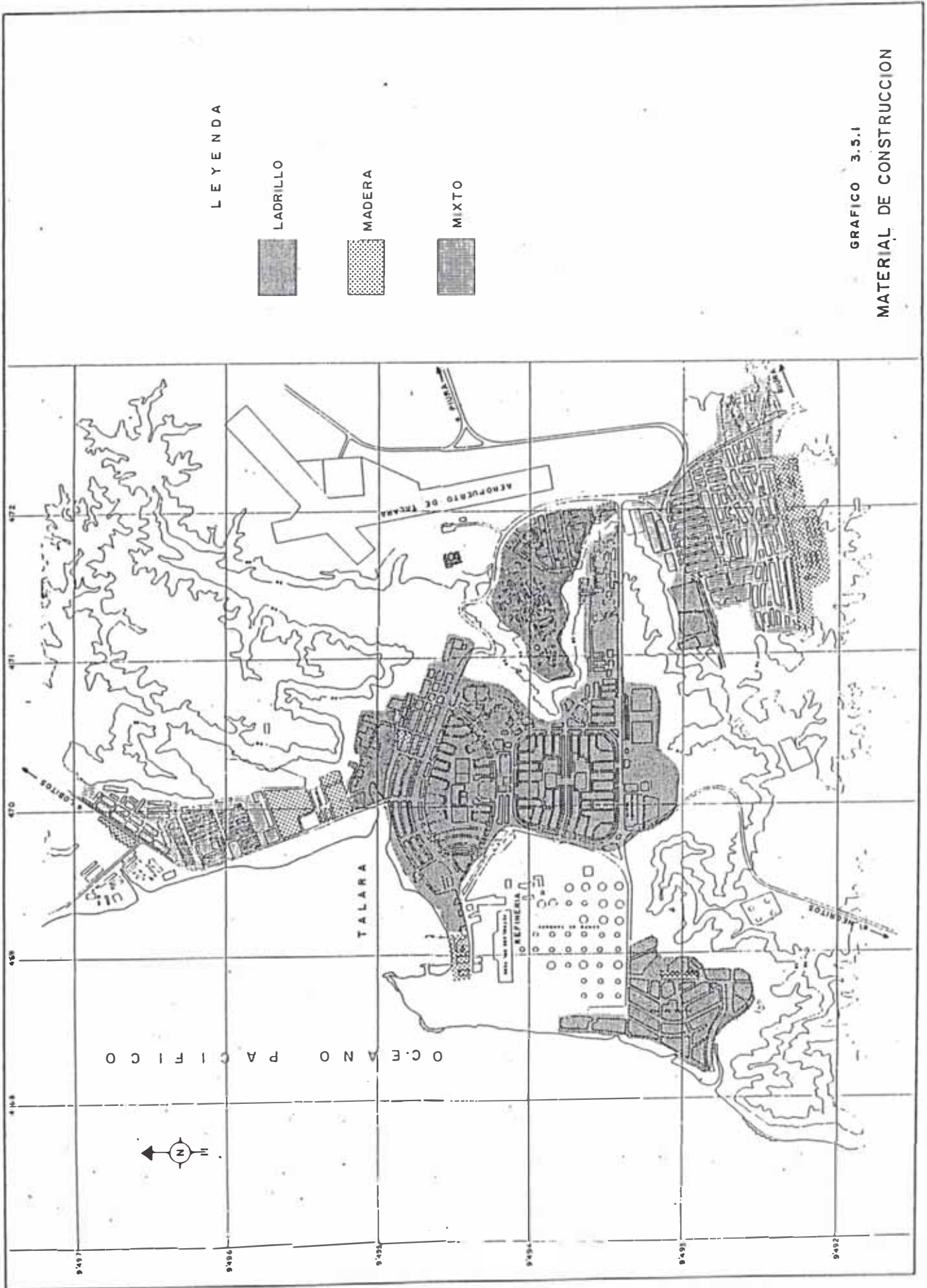


GRAFICO 3.5.1
MATERIAL DE CONSTRUCCION

SECTOR III : Predominan las casas de ladrillo con techos de concreto y pisos de loetas. Existen también casas de madera sobre pilotes (block "B" y "M").

De las casas de material noble podremos observar que parte de ellas carecen de columnas de amarre.

SECTOR IV : En este sector también predominan las casas de ladrillos con techos aligerados ó de eternit; en cuanto a los pisos estos son de cemento y loeta.

SECTOR V : Presenta similar estructuración que el sector S-I. Utilizan materiales como ladrillo, triplay y madera en las paredes exteriores; los techos son de eternit ó calamina y en menor proporción presenta techos de concreto aligerado. Se puede distinguir también que existen chozas de esteras.

SECTOR VI : Predominan las construcciones de material noble, con paredes de ladrillo, techos aligerados y pisos de cemento. Estas casas fueron construidas para los trabajadores de CORPAC.

SECTOR VIII : Este es un sector que se encuentra en proceso de expansión y consolidación, por lo que se puede apreciar muchas de las casas en solo casco estructural, sin el acabado respectivo. En sus estructuras predomina la utilización del material noble, con paredes de ladrillo y techos de concreto.

3.5.2 Altura de Edificación

Se puede apreciar que esto depende de la zona a que nos estemos refiriendo.

Así tenemos que en los sectores S-I y S-V las casas son de un solo nivel en un 97%; y de dos niveles sólo el 3% de las casa de cada sector. En los sectores S-II, S-III, S-IV y S-VI se puede ver que existen mayor cantidad de viviendas de 2 y 3 pisos en forma más concentrada principalmente en el Barrio Santa Rosa, Urb. Los Vencedores, Sud América, Aproziser y en el casco central. Ultimamente

CUADRO 3.5.2 ALTURA DE EDIFICACION EN TALARA (1990)

SECTOR	ALTURA DE EDIFICACION (%)		
	1° P	2° P	3° y 4° P
S-I	97	03	—
S-II	64	35	01
S-III	83	15	02
S-IV	61	38	01
S-V	98	02	—
S-VI	100	—	—
S-VIII	98	02	—

Fuente: EN BASE A MUESTREO IN SITU

CUADRO 3.5.3 ESTADO DE CONSERVACION DE VIVIENDAS (1990)

SECTOR	ESTADO DE CONSERVACION (%)		
	BUENO	REGULAR	MALO
S-I	30	55	15
S-II	90	09	01
S-III	99	01	—
S-IV	88	10	02
S-V	20	60	20
S-VI	92	06	02
S-VIII	40	55	05

Fuente: EN BASE A MUESTREO IN SITU

están apareciendo edificaciones de 4 pisos. En el sector S- VIII encontramos sólo casas de un sólo nivel.

3.5.3 Estado de Conservación

El uso en su mayor parte de materiales nobles en la construcción, unido a la existencia de un buen mantenimiento, trae como consecuencia el buen estado de conservación de sus construcciones en los sectores S-II, S-III, S-IV y S-VI; de regular estado de conservación en el sector S-VIII, debido a que este sector como ya hemos indicado se encuentra en un proceso de consolidación.

Las construcciones ubicadas en S-I y S-V, se puede considerar en general que se encuentra de regular a mal estado debido más a la precaria economía, a que como consecuencia de un deterioro.

CAPITULO IV

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DE LA CIUDAD

El objeto de este estudio determina el grado de seguridad del área basándose en la litografía (tipo de rocas, características estructurales, fallas, etc. y la posibilidad de ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa para lo cual se ha recurrido a inspecciones de campo, interpretación de fotografía aéreas, estudio de la topografía y la correlación entre las estructuras geológicas locales con las estructuras regionales.

4.1 GEOLOGIA LOCAL

De los antecedentes y reconocimientos de campo, se puede determinar que las rocas que más afloran en la zona de Talara, son rocas sedimentarias de origen marino de edad terciaria (Eoceno).

Las rocas más antiguas pertenecen al grupo Chacra, que está constituido por las Formaciones Pariñas y Chacra. La Formación Pariñas aflora en Punta Pariñas y en la parte sur-oeste de Punta Arenas. Está compuesta de areniscas de

grano fino y rocas conglomerádicas que incluye horizontes de lutitas en laminación fina.

La Formación Chacra es concordante por encima con la Fm. Pariñas y aflora en los cerros sur de Punta Arenas, teniendo una litología mayormente lutácea. A fines del Eoceno Inferior, un movimiento vertical dio lugar a un levantamiento seguido por erosión, que marca la discordancia que cubre al grupo Talara de las unidades del Eoceno Inferior.

En el grupo Talara se pueden distinguir tres formaciones dos de ellas lutáceas, separadas por una unidad de arenisca. La sección inferior se conoce como Fm. Lutita Talara, la intermedia como Fm. Arenisca Talara y la superior como Fm. Pozo. Todas las unidades del Grupo Talara son de facies marinas y afloran en las laderas de los cerros del lado norte, este, sur que rodean a Talara Baja.

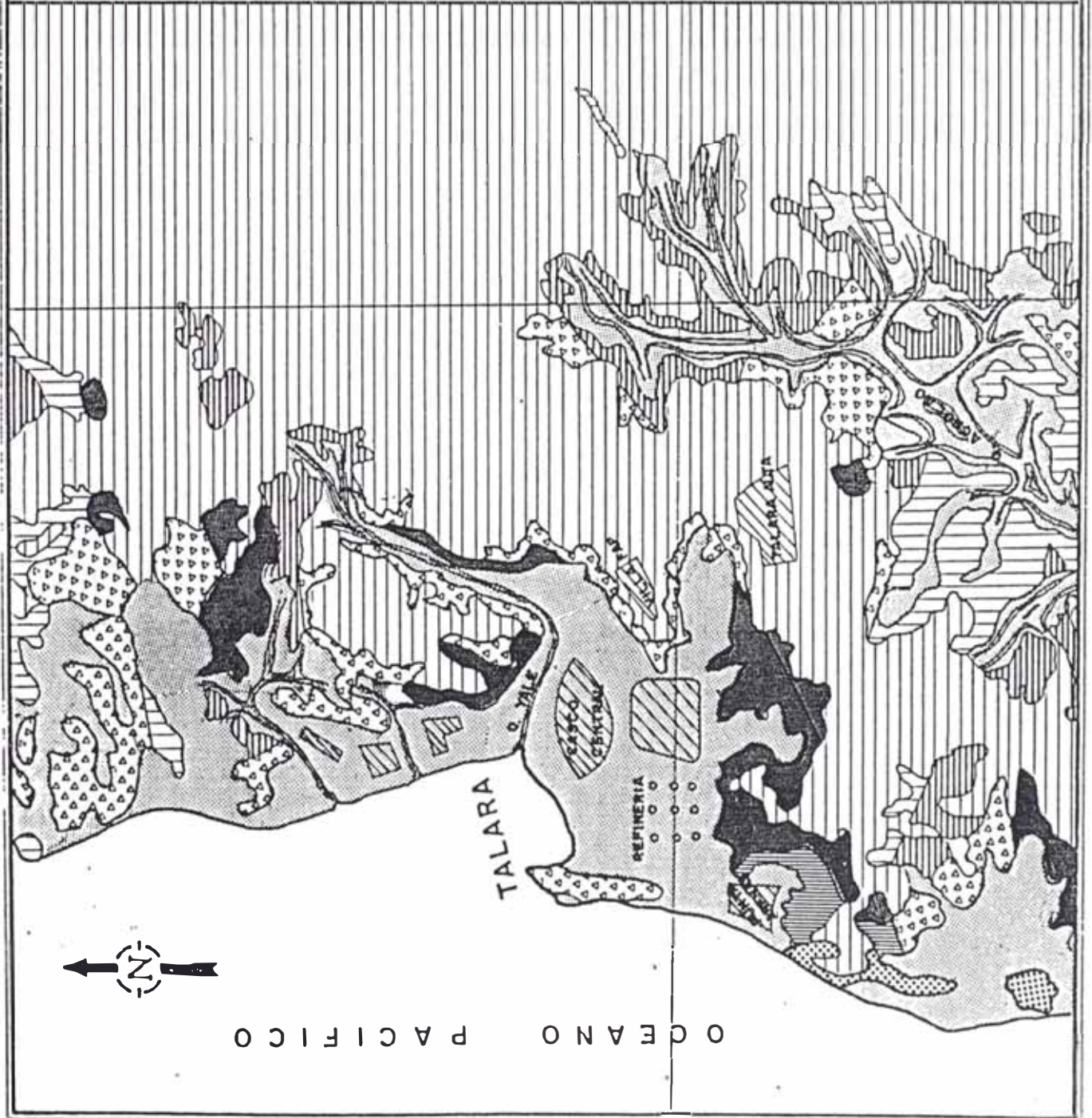
Después de la deposición del Grupo Talara, el mar ingreso a la cuenca de Sechura, caracterizándose la sedimentación de materiales de areniscas, mezclados con arcillas bentoníticas que integran el Grupo Lagunitos, que cubre discordantemente al Grupo Talara. El Grupo Lagunitos está formada por la Fm. Verdún, que pertenece al Eoceno Superior y que aflora a lo largo del valle Pariñas. Litológicamente está constituida por alternancias de areniscas de grano medio a grueso, moderadamente diagenizadas con lutitas algo bentoníticas y laminares. Los depósitos del Cuaternario están constituidos por depósitos marinos del Pleitoceno, conocidos como Tablazos y depósitos recientes aluviales y eólicos.

Los Tablazos señalan las últimas regresiones de los mares a lo largo de la Costa del Pacífico. Constituyen extensas cubiertas horizontales de relativamente

CUADRO 4.1 GEOLOGIA DE LA CUENCA DE TALARA (GENERALIZADA)

SISTEMA	SERIE	PISO	GRUPO	FORMACION	SIMBOL.	LITOLOGIA		
CUATER.	PLEIST.			DEPOSITOS RECIENTES		areno, limos y arcillas		
				TABLAZO		conglomerado con restos marinos		
Terciario	Eoceno	SUPERIOR	LAGUNITOS	CONE HILL		lutitos marinos y areniscos		
				MIRADOR		areniscos y conglomerados con lutitos siltyicos		
				CHIRA		lutitas marrones y areniscos gruesos		
				VERDUN		areniscas cuarcíferas, calcareas de grano medio o grueso con lutitas bentoníticas		
				POZO		lutitos de color marron, blandos y muy micaceos, bentoníticos		
				ARENISCA TALARA		arenisca arcillosa de grano fino de color blanquesino, verdoso a grisoso		
		MEDIO	TALARA	LUTITA TALARA		lutitas de color marron grisaceas, blandas limosas o arcillosas finamente micaceas y fosilíferas, algunos capas delgadas de arenisca dolomítica		
				CHACRA		lutitas de color gris oscuro, limoso, blanda muy micacea		
		INFERIOR	SALINAS	PARINAS SUPERIOR		areniscas de grano finos y rocas conglomerádicas		
				PARINAS INFERIOR		areniscos de grano finos con horizontes de lutitas en laminación fina		
				PALE GRED A		lutitas blandas de color gris limolíticas o arenosos y muy micaceos		
				CERRO TANQUE		alternancias de areniscas de grano fino o medio con lutitos de color gris limolíticos		
				CERRO PARDO				
				MOGOLLON		areniscas de color gris claro de grano medio o grueso en parte conglomeradico		
				SAN CRISTOBAL		areniscas con granos de cuarzo con intercalaciones de lutitas		
				ARENA BASAL SALINA		areniscas verdosas y lutitas marinas		
		CRETASICO	PALEOCENO	DANIANO	MAL PASO	BALCONES		lutitas de color gris con intercalaciones de areniscas de color gris
						MESA		areniscas lenticulares
	SUPERIOR		MAEST	PETACAS		lutitas marinas micaceas		
				ANCHA		conglomerado de matriz silico-arcilloso		
MONTE GRANDE								
REDONDO					areniscas de color gris oscuro con intercalaciones de lutitas limolíticas			
CAMP	SANDINO		SANDINO		conglomerado grueso			
			MUERTO PANANGA		calizas cherticas rosadas o de color oscuro			
PENN	MED		ATOKA		A MOTAPE		cuarcitos de color gris oscuro con intercalaciones de pizorros de color gris oscuro	

FUENTE: PETROLEOS DEL PERU



L E Y E N D A

CUAT.	Dep. Recientes
T E R C I A R I O	Tablazo
	F. Verdun
	F. Pazo
	F. Arenisca
	F. Lutita
	F. Chacra
	F. Parinas

GRAFICO 4.1

Fuente: PETROPERU

MAPA GEOLOGICO DE TALARA

poco espesor. Están formados por sedimentos elásticos de antiguas plataformas continentales, las que fueron depositados por corrientes marinas por un lado y fluvial por otro, penetrando en el mar; posteriormente estos depósitos emergieron emigrando la línea de playa hacia el oeste.

Los Tablazos están compuestos por conglomerados con arenas finas a gruesas con restos de caparzones, lumaquelas y coquiñas, mayormente de macrofauna en matriz arenosa y salina.

Los depósitos aluviales están emplazados en las llanuras y conos aluviales, acarreados por quebradas que bajan de los cerros.

Los depósitos eólicos constituyen grandes acumulaciones de arena en la faja costera, que son llevados tierra adentro por el viento.

4.2 GEOMORFOLOGIA DE LA CIUDAD

En la ciudad de Talara y alrededores se distinguen hasta cinco unidades geomorfológicas.

a) Sector Post Litoral

Se observa un relieve propio de la zona de playa, en donde evidentemente se hallan masas de partículas arenosas producto de la reciente dinámica de sedimentación del océano Pacífico.

b) Sector de la Costa

Que cubre una extensión, hasta el pie de los acantilados de las terrazas, se aprecian también productos recientes de origen marino, propios de las transgresiones del mar hacia el continente.

LEYENDA

- PLAYA
- DEPOSITOS MARINOS
- SUELOS ALUVIALES
- AFLORAMIENTO ROCOSO
- TABLAZO
- DIRECCION DEL DRENAJE NATURAL

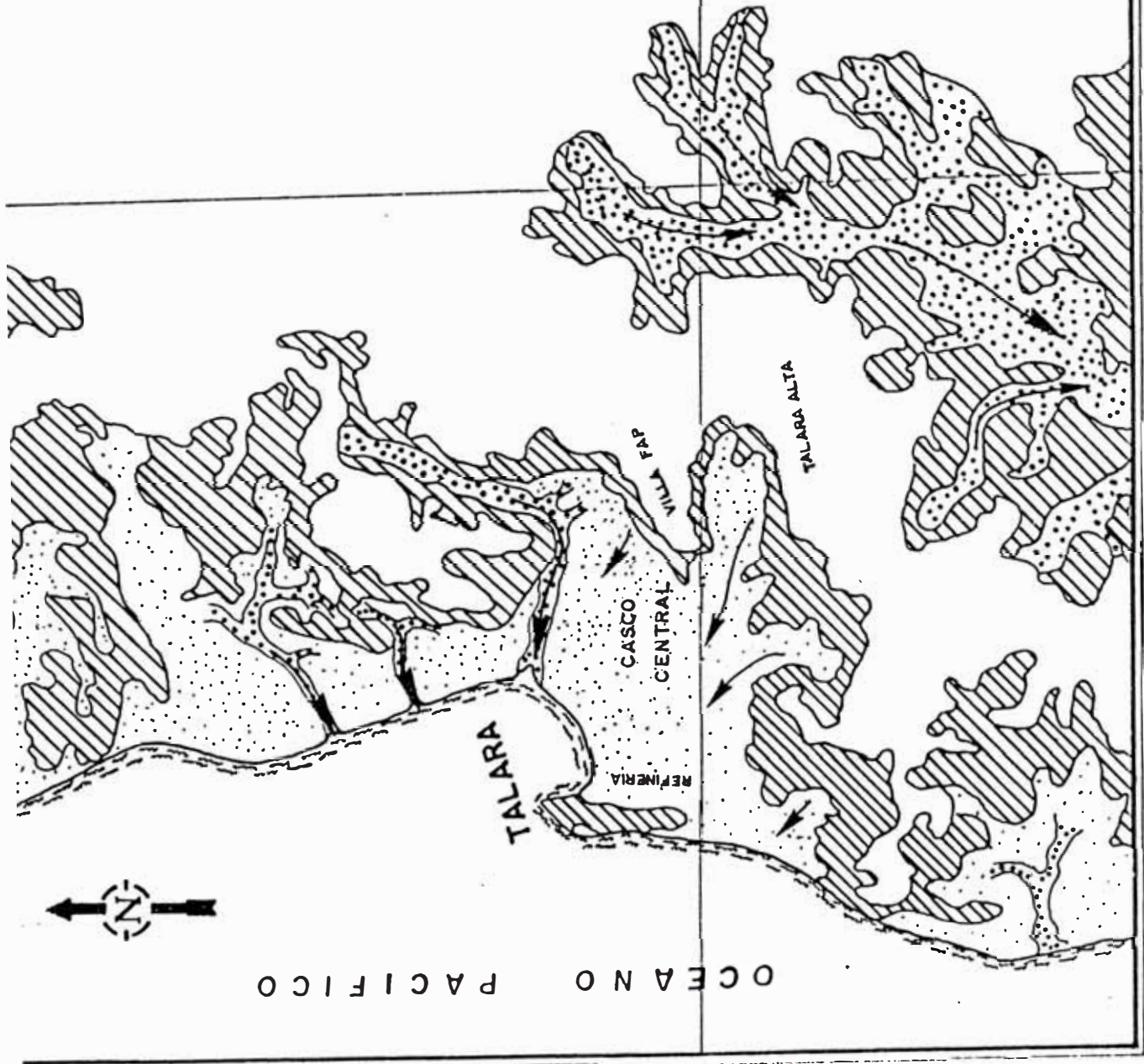


GRAFICO 4.2

MAPA GEOMORFOLOGICO DE TALARA

81° 15'

4° 35'

c) Laderas de las Terrazas

Que van desde los 20 m. hasta los 80 m., donde se aprecian afloramientos de roca sedimentaria terciaria en estado meteorizado.

d) Las terrazas

De origen marino que se denominan comunmente como Tablazos. Las formas topográficas existentes en dichos Tablazos, han sido controlados por la diferente dureza en las rocas tipo sedimentario que la componen.

e) Lechos aluviales

Producto de las deposiciones de las quebradas existentes, las que han sido labradas fundamentalmente por el caudal de las aguas de escorrentía, tal como ocurrió en el año de 1,983.

4.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La geología Estructural del área, es muy compleja y difícil, debido al carácter geotectónico de la cuenca de Talara; la que es un cuadro de bloques fallados tipo Horst (levantamiento) y Graben (cuenca) que se define como Tafrogénica, limitadas por fallas de corrimientos, evidentemente de origen gravitacional y cuya característica son el bajo ángulo que presentan y han sido generados por los fuertes cambios de nivel en cortas distancias horizontales. También debemos considerar como factor importante en la mecánica de este fallamiento, el carácter litológico de las lutitas que por su alta plasticidad ha contribuido a los desligamientos y corrimientos. La primera deformación cortical u orogénica, habría ocurrido a fines del Devónico y originó el plegamiento de la secuencia del Paleozoico hasta el Devoniano.

Hacia el final del cretáceo Superior, se produce la segunda orogenia que dio lugar al moderado plegamiento y fallamiento de las rocas mesozoicas.

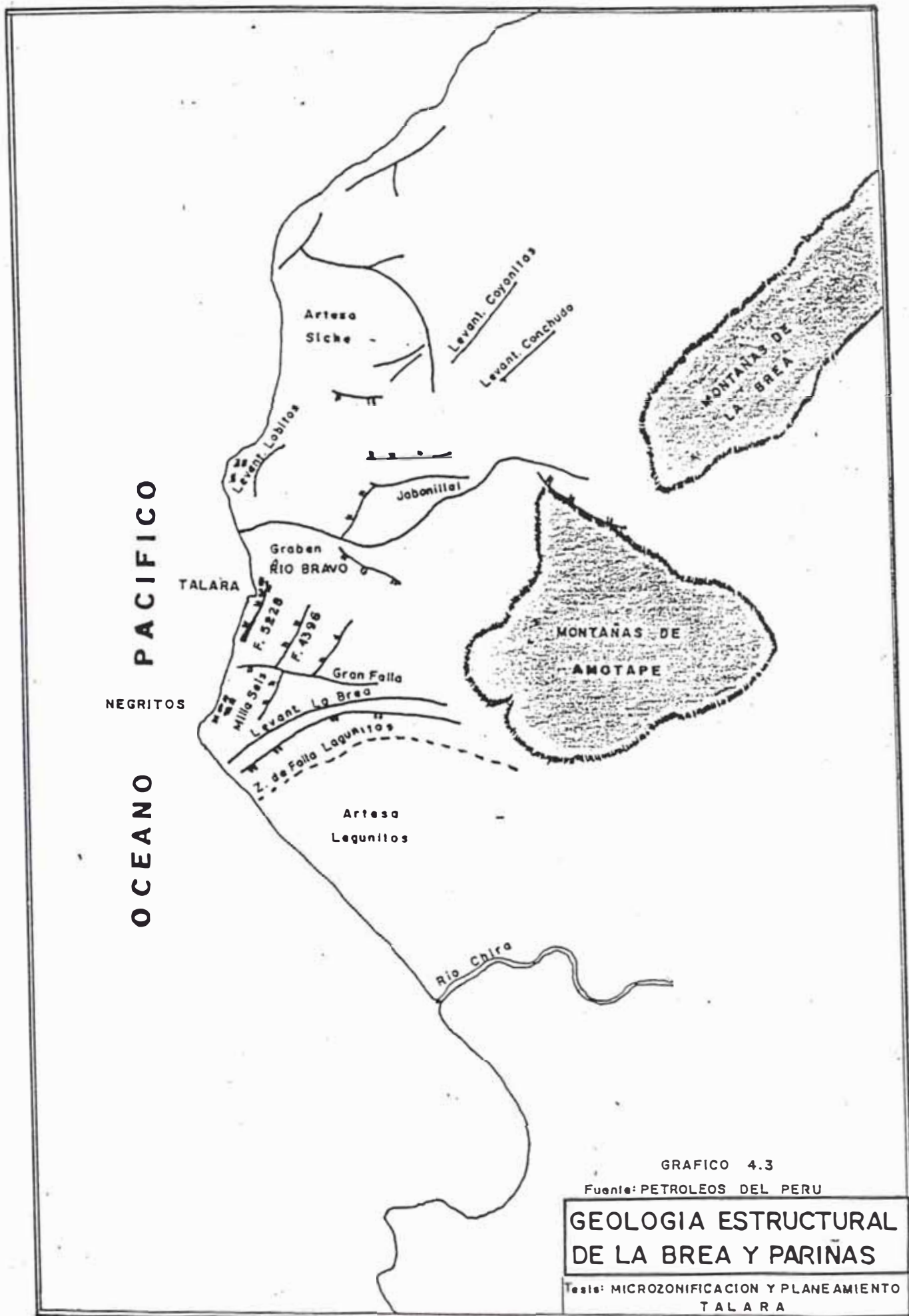


GRAFICO 4.3
Fuente: PETROLEOS DEL PERU
**GEOLOGIA ESTRUCTURAL
DE LA BREA Y PARÍÑAS**
Tests: MICROZONIFICACION Y PLANEAMIENTO
TALARA

En el terciario Superior (Plioceno), el movimiento epirogenético de los andes determinó el fallamiento en bloque, que en la actualidad configuran la estructura del NorOeste.

La consecuencia de este fallamiento son los Altos y Bajos estructurales que se dan en la zona y entre los que figuran de norte a sur : El Alto de "El Alto", Artesa de Siches, El levantamiento de "Lobitos", Graven Río Bravo, Levantamiento de "La Brea", Artesa de Lagunitos, y El Alto de "Portachuelo".

4.4 GEOTECNIA LOCAL

La Geotécnia, es una valiosa herramienta para el Ingeniero en la cual puede analizar los esfuerzos y deformaciones en el subsuelo y así determinar el comportamiento que tendrá éste ante la sollicitación de cargas estáticas y dinámicas.

Para obtener la información requerida, que nos permita determinar las características más importantes de los estratos que conforman el subsuelo de la zona de estudio se debe adoptar un programa de exploraciones y de ensayos laboratorio adecuado, previo reconocimiento preliminar del terreno.

A continuación presentamos un resumen de las características geotécnicas del subsuelo de Talara que se ha recopilado de diferentes estudios de mecánica d suelos para cimentación de diferentes obras en la ciudad, realizados por la UDE y por algunos laboratorios particulares. La información está concentrada en la zona de Punta Arenas y Refinería, y en forma aislada en el resto del casco urbano; no ha sido posible obtener una distribución uniforme de estudios. (VER ANEXO A-1)

4.4.1 Características Geotécnicas de la ciudad

SECTOR S-I

El subsuelo está compuesto mayormente por depósitos de arena fina de granulometría uniforme (SP), de mediana a baja compacidad, de color oscuro con inclusiones de material gravoso.

En las zonas próximas a las playa se ha ubicado el nivel freático (N.F.) alto, entre 1.5 m. a 4 m. de profundidad; a la altura del campamento de Petromar se han ubicado estratos de arcilla de mediana plasticidad en estratos de poco espesor combinado con suelos limo arenosos.

Ensayos de penetración estandar (S.P.T.) realizados en esta zona en el estrato de arena fina, varía entre los 15-25 golpes aumentado en los sectores donde se encuentra suelos arenolimosos. Existen áreas donde el suelo puede ser susceptible al fenómeno de licuación como es el caso del sector del campamento de Petromar. Así mismo existen áreas donde se puede producir densificaciones de suelo.

SECTOR II

a) Campamento Industrial de Petróleos del Perú

El subsuelo consiste en una capa de relleno de 0.4 m., luego se encuentra un estrato de arena limosa no plástica (SM), de color marrón claro, de graduación uniforme, saturada y cuya densidad varía desde "muy suelta" en la parte superior hasta "muy compacta", a más profundidad; este estrato tiene aproximadamente 11.5 m. de espesor. Debajo de éste presenta estratos de arcilla altamente plástica (CH) con L.L. = 70% y I.P. = 50%.

Se han encontrado niveles freáticos altos, entre 1.0 m. a 2.0 m. de profundidad.

Los ensayos de penetración estandar varían entre los 13 a 20 golpes en los 2 m. primeros y luego varían entre los 30 a 70 golpes debajo de los 2 m.

b) Nor-oeste de la Bahía

Superficialmente presenta zonas con capas de arcilla inorgánica de mediana compresibilidad, color marrón, con proporción de grava poligénica de forma redondeada, con límite líquido (L.L.) entre 25% a 30% e I.P. = 10%.

Debajo de éste presenta un estrato de arena pobremente graduada de grano fino a muy fino, color plomo de poca densidad (valores de S.P.T. entre los 10 a 20 golpes), con porcentajes de limo arenoso inorgánico no plástico con inclusiones de grava.

El nivel freático se encuentra muy superficial entre 1.0 a 2.0 m., por lo que el problema a la susceptibilidad a la licuación ante la acción sísmica es importante en estos suelos.

c) Casco Central

El subsuelo está constituido generalmente por depósitos de arena fina de pobre graduación sueltos a medianamente densos. Los valores de N (S.P.T.) aumentan con la profundidad, siendo relativamente bajos en los primeros 2 m. de la superficie.

Se han hecho ensayos al costado de la Iglesia "la Inmaculada", encontrándose además de las arenas finas, capas de limo orgánico altamente plástico, de color marrón amarillento, con límite líquido de 55% e I.P. = 27% y 4 m. más abajo se han encontrado estratos de arcilla inorgánica, medianamente plástica (L.L. = 41%; I.P. = 19%) de color marrón y de compactación media. Se ha encontrado que el nivel freático está a 4 m. de la superficie. En el sector del antiguo cementerio, hasta la Av. E, existe un gran

depósito de arena fina mal graduada, medianamente denso, con un nivel freático a los 8 m. de la superficie.

SECTOR III :

En general está conformada por base rocosa de lutita de color gris verde olivo, altamente alterada y fácilmente disgregable, cubierta por depósitos recientes no consolidados de arena arcillosa (SC) y limosa (SM) que van desde los 2 a 8 m. de espesor.

Existen presencia de arcillas expansivas, cerca a los talud de los cerros (block "T", "CH", "V", "W", "I") que pueden desarrollar presiones de expansión mayores a 2.5 kg/cm^2 . Alternando con estos suelos encontramos lentes erráticos de arcilla de mediana y alta plasticidad, de color marrón claro, de consistencia blanda a medianamente compacta. En los ensayos de penetración estandar realizados en arenas han arrojado valores que van desde los 6 a 8 golpes, que indican que estos estratos tienen de baja a mediana compactidad.

Se han encontrado niveles freáticos altos entre 1.7 m. a 2.5 m. de profundidad en los lugares cercanos a la playa. Los límites líquidos de las arcillas expansivas de esta zona varían entre 50-60% y los I.P. entre 25-30%. Los contenidos de humedad están entre 3-30%.

SECTOR IV :

En esta zona el subsuelo está constituido por arenas limosas (SM) y arcillosas (SC) con lentes de conglomerado en matriz arenosa. Superficialmente se suele encontrar capas de suelo suelto.

A partir de los 2.5 m. se encuentra la roca arenisca de grano fino, color marrón, sin meteorización endurecida e incomprensible; el endurecimiento se debe a la cementación de los granos de arena por efecto de la arcilla que contienen.

Presentan de 1 a 4% de carbonato de calcio y diversos porcentajes de sales y sulfatos. El contenido calcáreo varía de 15 a 75%. Las sales solubles totales varían de 600 a 900 p.p.m. En los lugares de más bajo contenido de sales, presentaba mayor concentración de humedad, habiéndose producido el lavado de sales, lo que ha creado problemas en las estructuras de algunas viviendas de la Villa FAP después de las lluvias de 1,983.

Los registros de penetración estandar en los estratos SM/SC revelan que acusan densidades relativamente densas a muy densas (45 a 50 golpes a 1.2 m. de profundidad). En algunas partes de la Villa FAP se han detectado índices de colapso de 0.4 a 1.3%.

Urb. "Vencedores"

Superficialmente existen rellenos superficiales de arcilla y lutita meteorizada, cortada de los cerros adyacentes, con capas de arena limosa suelta con lentes de arcilla de alta plasticidad (CH) y subyacente se ubica un estrato de arcilla normalmente consolidada con valores de N entre 30 a 60 golpes, conforme aumenta la profundidad; ligeramente plástica, con 10% de expansión libre.

Por debajo de ésta se encuentra depósitos de arena fina pobremente graduada, medianamente densa. En este lugar el nivel freático ha sido hallado a los 3.9 m. de prof. En los sectores cercanos a los talud de los cerros que rodean a esta zona se presentan problemas de expansión de suelos (rocas lutitas).

SECTOR V :

El subsuelo está conformado por depósitos de rocas sedimentarias de origen marino y continental, integrado por areniscas (arena de grano fino, color amarillento fuertemente cementada) y por conglomerados en matriz arenosa (cantos rodados cementados). Existen carbonatos de calcio y diversos porcentajes

de sales y sulfatos que actúan como cementantes del suelo. Se puede estimar que estos suelos son de naturaleza colapsable.

Encima de estos depósitos, se han detectado arenas de grano fino a medio con arcilla inorgánica de mediana a baja plasticidad.

SECTOR VI :

En este sector, el suelo tiene las mismas características que el de la Villa FAP (sector IV), presentando estratos de grava con porcentajes de limos ligeramente plásticos de color blanquecinos y muy compactas intercalados con estratos de limos arcillosos (ML) de color marrón amarillento, de mediana a alta plasticidad.

SECTOR VIII

El subsuelo está constituido generalmente por grava limo arenosa de buena graduación y compacta "in situ". El material ligante lo constituye el 90% de limos presente, que tienen ligera plasticidad; ésta le da cohesión al suelo y al final se presenta con las características físico-mecánicas de un conglomerado. Es de color marrón amarillento. Existe posibilidad de presencia de carbonatos y sales solubles.

4.4.2 Suelos Expansivos

Los suelos de arcilla especialmente los muy plásticos se retraen mucho cuando se secan y se expanden cuando se humedecen; sucede en regiones que tienen estaciones marcadamente secas y húmedas.

Los muros exteriores son los que más se mueven mientras que los interiores, donde el suelo está protegido del sol y de la lluvia, se mueven el mínimo. El aumento de humedad del suelo debido a filtraciones de tuberías de agua ó desagüe, de lluvias y hasta del riego del césped, pueden producir en la arcilla seca una expansión capaz de levantar una estructura. El cambio de volumen se hace menor a medida que aumenta la profundidad y si es posible las

cimentaciones se deben colocar por debajo de la zona de cambio de volumen. La expansión se produce por la atracción del agua por los minerales arcillosos, por la repulsión eléctrica de las partículas de arcilla y de sus cationes absorbidos de unos a otros. Las arcillas que más llegan a expandirse son las que contienen montmorillonita en alto porcentaje; las que contienen illita, su expansibilidad es menor; y los que contienen caolinita, son relativamente estables en presencia de agua.

Algunos ensayos de laboratorio que pueden hacerse en muestras de arcilla para determinar su potencial de expansibilidad, son : ensayos de límites de consistencia, ensayo de expansión libre, ensayo de consolidación, ensayo de carga controlada y ensayo de difracción de rayos x.

POTENCIAL DE EXPANSION (*)

Potencial de Expansion	Limite de Retraccion	I. P.
Probablemente bajo	12 o mayor	0 - 15
moderado	10 - 12	15 - 30
alto	0 - 10	30 ó +

(*) Fuente :Adaptado de Terzaghi

En la ciudad de Talara existen problemas de suelos expansivos que han ocasionado daños a edificaciones cuando han sido humedecidas, ya sea por las lluvias del año de 1,972, 1,976 y 1,983 o por roturas de tuberías producidas principalmente por el sismo de 1,970 y por riego de jardines. Estos problemas se han presentado en Punta Arenas en las casas del parque "T", "V", "CII", "W" e "I" que se encuentran ubicadas cercanas a los taludes de las lutitas Talara y en donde aflora dicha formación. También se ha detectado suelos expansivos en las urbanizaciones Los Vencedores y Sud América y en las zonas que están en contacto con las rocas lutitas.

El potencial de expansión de las arcillas expansivas de Talara se ha cuantificado mediante ensayos de expansión libre y controlada. El porcentaje de expansión es mayor de 40 % y la carga de expansión mayor de 2.5 kg/cm² (Alva,1990)

CIMENTACION EN SUELOS EXPANSIVOS

Se debe prestar especial atención a los desagües, a las filtraciones de las tuberías y otras fuentes de agua. Las tuberías debajo de las losas de piso se pueden colocar en canales de hormigón, de manera que las filtraciones no estén en contacto con el suelo.

Se deben usar cimentaciones flexibles y estructuras que se puedan deformar sin dañarse, pero tomando en cuenta que el cambio volumétrico no sea muy irregular; se pueden usar pisos abovedados formado por unidades conjuntas flexibles.

Las estructuras pequeñas se pueden colocar en cimentaciones sobre placas relativamente rígidas, que suban y bajen con los cambios de volumen del suelo, pero que no se deformen lo suficiente para causar desperfectos.

Se puede colocar material aislante y flojo alrededor de las columnas para impedir que el movimiento de los estratos pueda romper las columnas. Se

Muestra MI-3 (Punta-Arenas-F. Talara)

Ensayo	1	2	3
L.L. (%)	50.4	60.0	88.8
L.P. (%)	20.0	28.2	32.7
I.P. (%)	30.4	31.8	56.1
L.C. (%)	17.0	17.0	17.0
Actividad	0.92	0.96	1.70
SUCS	CH	CH	CH

RESULTADO DE ENSAYO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X DE MUESTRA MI-3

Montmorillonita	75%
Cuarzo	10%
Ortosa	5%
Muscovita	5%
Caolinita	3%
Calcita	2%

ENSAYOS DE CARGA CONTROLADA

Muestra N	Descripción de Estratos	Carga Máx (Kg/cm2)	Tiempo (días)
EC-4	Horizontal	6.40	7
EC-5	Horizontal	3.00	17
EC-7	Ligeramente Inclinado	7.80	6
EC-8	Ligeramente Inclinado	4.10	3
EC-9	Horizontal	2.60	17
EC-12	Horizontal	2.50	6

FUENTE: Dr. J. ALVA H. - "SUELOS EXPANSIVOS EN TALARA"

ENSAYOS DE CONSOLIDACION

MUESTRA N	DESCRIPCION DE ESTRATOS	RELACION VACIOS INICIAL	HUMEDAD INICIAL (%)	HUMEDAD FINAL (%)	Cc	Cg
C-3	Horizontal	0.39	8.1	22.3	0.093	0.053
C-6	Horizontal	0.42	8.1	23.5	0.084	0.060
C-10	Horizontal	0.47	7.8	23.9	0.148	0.070
C-13	Horizontal	0.38	8.3	22.8	0.137	0.071
C-14	Ligeramente Inclinado	0.67	7.3	26.0	0.162	0.047
C-15	Horizontal c/óxido	0.92	6.4	20.6	0.118	0.44
C-18	Horizontal pocos óxidos	0.50	7.2	22.2	0.149	0.050
C-19	Horizontal	0.43	7.4	29.8	0.141	0.082
C-20	Horizontal	0.45	7.7	28.3	0.168	0.072

* Nota: Todas las muestras son de MI-3.

ENSAYOS DE EXPANSION LIBRE

MUESTRA N	DESCRIP. DE ESTRATOS	RELAC. VACIOS INICIAL	DENSID. SECA (gr/cc)	HUM. INIC. (%)	HUM. FINAL (%)	TIEMPO MAX (DIAS)	EXPANS. LIBRE (%)
EL-1	Horizontal	0.42	1.94	5.3	45.1	21	58
EL-11	Liger. Incl. c/óxidos	0.41	1.94	8.7	37.6	19	45
EL-16	Horizontal	0.35	2.04	7.1	36.4	85	50
EL-17	Horizontal c/óxidos	0.43	1.92	7.3	36.4	126	44
EL-22	Horizontal	0.40	1.97	5.6	32.0	36	39
EL-23	Horizontal	0.40	1.95	5.8	38.4	69	46
EL-24	Horizontal	0.38	1.98	4.8	47.7	62	64
EL-25	Horizontal	0.38	1.99	4.1	40.3	78	50
EL-26	Horizontal	0.40	1.96	7.1	42.7	42	53
EL-27	Horizontal	0.41	1.94	7.5	41.4	63	48
EL-28	Horizontal	0.37	1.99	6.2	39.8	63	46

* Nota: Todas las muestras son de MI-3.

puede usar lana, mineral, aserrín de madera, paja empacada, arena, etc. Entre los procedimientos sencillos sugeridos para proteger al suelo de la humedad o infiltración de agua tratando de prevenir las variaciones de humedad en el terreno, tratando de evitar mayores daños en estructuras edificadas sin previsión, cabe mencionar la colocación de veredas o banquetas impermeables que rodeen a la estructura con sardineles profundos que hacen las veces de pantalla o mandil como protección de infiltración hacia la zona de cimentación.

Donde el movimiento es severo conviene que la fundación de las edificaciones se ejecute por medio de pilotes que lleguen a apoyarse en suelos estables, con vigas de cimentación colocadas por encima del terreno y pisos suspendidos.

Se debe evitar cimentar en las áreas de contacto de la arena con la roca lutita.

4.4.3 Suelos Colapsables

Cuando se tiene un suelo que a la presión P_1 tiene una relación de vacío e_0 y que luego de absorber agua, la relación de vacíos disminuye a e_1 a la misma presión, se dice que ha sufrido colapso. En la parte alta de Talara que corresponde al Tablazo, donde se ubica la Villa FAP, la base El Pato y los Pueblos Jóvenes del cono sur; el subsuelo está constituido por arenas arcillosas y limosas, con lentes de conglomerado con matriz arenosa. Existen carbonatos de calcio y diversos porcentajes de sales y sulfatos solubles que actúan como cementantes del suelo. Se estima que estos suelos son de naturaleza colapsable por inmersión.

En esta zona se han producido agrietamiento de viviendas, como es el caso de las casas de los block I y J de la Villa FAP.

Para evitar los efectos del agua en estos suelos es recomendable tratar de controlar el humedecimiento, ya sea controlando las fugas en las tuberías de

agua y desagüe, como también las escorrentías producto de las aguas pluviales, por medio de un adecuado sistema de drenaje; que por ser un terreno de topografía plana el agua divaga en todo el área.

Se deben evitar los jardines interiores y exteriores y en su lugar se deben construir veredas perimetrales con sardineles profundos.

Se recomiendan realizar ensayos de colapso, en esta zona. Se han detectado índices de colapso de 0.4 a 1.3% (Alva,1987).

4.4.4 Capacidad Portante del Suelo

Se puede definir como la intensidad máxima de presión que puede ser aplicada por una estructura al suelo que la soporta, sin causar asentamientos excesivos o el peligro de falla del suelo al corte. La capacidad portante depende, tanto de las características del suelo, como del tipo y forma de cimentación de la estructura, profundidad de ésta y la cantidad de asentamiento diferencial que pueda soportar sin afectar su seguridad.

Los valores de capacidad de carga tienen un rango de seguridad que está representado por un factor de seguridad (F.S. = 3).

Para hallar los valores de capacidad portante de un suelo lo que se hace generalmente es aplicar alguna de las teorías de equilibrio de los suelos que se conocen; la más usada es la teoría de TERZAGHI que se expresa como:

$$q_u = cN_c + \gamma B \left(\frac{1}{2} N_\gamma \right) + \gamma D_f (N_q)$$

q_u = capacidad de carga

γ = peso volumétrico

D_f = profundidad de cimentación

B = ancho de la zapata

c = coeficiente de cohesión

N_c, N_γ, N_q = coeficientes de capacidad de carga, en función del ángulo de fricción (ϕ).

El valor de ϕ se puede obtener en ensayos de campo ó ensayos de laboratorio (corte directo, triaxial). También existen tablas con valores de ϕ para cada tipo de suelo (Ver tabla = 4.4.4.a).

Para los suelos friccionantes, tomar $c = 0$.

Para arenas sueltas ó arcillas blandas, se debe hacer $c' = 2/3 c$; $\text{tg } \phi' = 2/3 \text{ tg } \phi$ y tomar N'_c , N'_q y N'_γ como factores.

De los estudios de suelos recopilados en la zona de Talara, han sido calculados algunos valores de capacidad portantes admisibles, cuyo resumen se presenta en el cuadro No 4.4.4.c. Estos han sido calculados aplicando la teoría de Terzaghi. Las profundidades de cimentación "D" considerada está entre 0.8 a 1.5 m., con un ancho de cimentación "B" entre 0.5 a 0.7 m.

Se puede apreciar que las zonas con valores de capacidad portante más altos están en Talara Alta, principalmente en la zona de "Negreiros". Como se habia indicado estos están formados por gravas con cantos rodados en matrices de arena limosa altamente cementada.

En Talara Baja los suelos presentan valores bajos principalmente en las zonas de depósitos de arenas finas sueltas y arcillas blandas con niveles freáticos altos.

La capacidad portante se puede hallar también, en forma práctica, conociendo el valor de N (S.P.T.).

A sí tenemos

- Para arenas $q_a = N/20$

- Para arcillas $q_a = N/8$

Existen tablas (4.4.4.b) donde recomiendan valores de capacidad portante (q_2) que pueden ser asumidos.

CUADRO 4.4.4.a VALORES DEL ANGULO DE FRICCION(ϕ)

TIPO DE SUELO		N	ϕ
ARENA	MUY FLOJA	0 - 4	28°
	FLOJA	5 - 10	28° - 30°
	MEDIA	11 - 30	30° - 36°
	DENSA	31 - 50	36° - 41°
	MUY DENSA	> 50	> 41°
ARCILLA	MUY BLANDA	< 2	0°
	BLANDA	2 - 4	0° - 2°
	MEDIA	4 - 8	2° - 4°
	COMPACTA	8 - 15	4° - 6°
	MUY COMPACTA	15 - 30	6° - 12°
	DURA	> 30	> 14°

Fuente: TERZAGHI Y PECK -

CUADRO 4.4.4.b VALORES DE CARGA ADMISIBLE EN SUELOS

TIPO DE SUELO	CAPACIDAD DE CARGA (Kg/cm ²)	
	PROFUNDIDAD APROX.	
	0.9m.	1.8-3.0m.
LIMO BLANDO Y FANGO	0.1 - 0.2	0.2-0.5
LIMO HUMEDO PERO CONFINADO	1.0-2.0	1.5-2.0
ARCILLA BLANDA.	1.0-1.5	1.0-1.5
ARCILLA DENSA FIRME	2.0-2.5	2.5-3.0
ARCILLA Y ARENA FIRME	2.0-3.0	2.5-3.5
ARENA FINA HUMEDA CONFINADA	2.0	1.0-1.5
ARENA FINA SUELTA Y SATURADA	0.5-1.0	2.0-3.0
ARENA GRUESA	3.0	3.0-4.0
GRAVA Y ARENA GRUESA	4.0-5.0	5.0-6.0
GRAVA CEMENTADA Y ARENA GRUESA	5.0-6.0	6.0-8.0
ROCA EN MAL ESTADO	7.0-10.0	7.0-10.0
ROCA FIRME Y SANA	20.0-40.0	20.0-40.0

**CAPACIDADES PORTANTES ADMISIBLES EN
DIFERENTES SECTORES DE TALARA**

CUADRO # 4.4.4.c

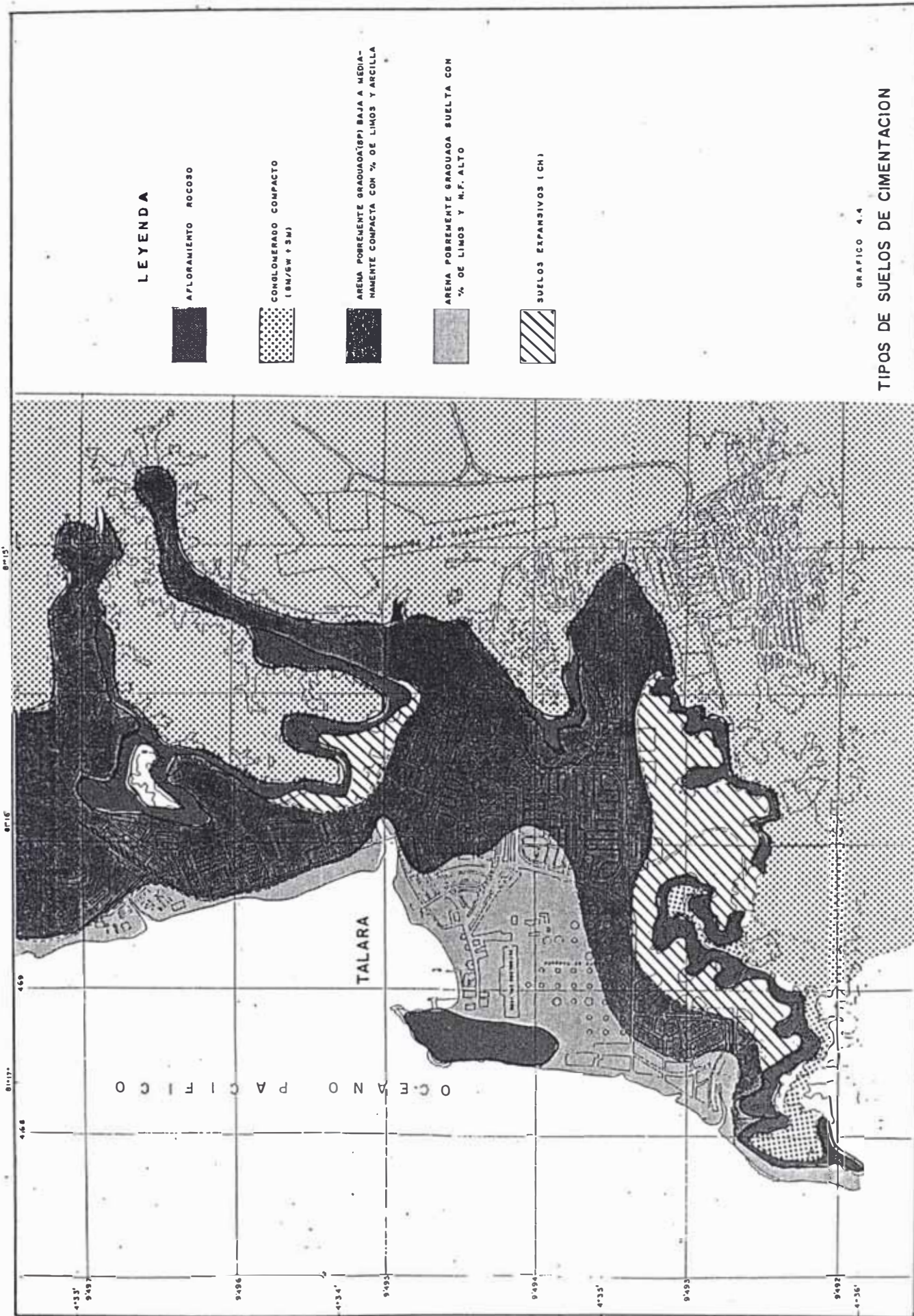
SECTOR	UBICACION	TIPO SUELO	q_d (Kg/cm ²)
S-I	CAMPAMENTO PETROMAR	SP	1.3
	"LA GALLERA"	SP	0.9
	RES. ELVA LECAROS	SP	1.4
S-II	COOPERATIVA INMACULADA	SP	0.8
S-III	REFINERIA PETROLEOS DEL PERU	SP/SC	0.7-1.5
	PUNTA ARENAS	SP/CL	0.3-1.5
S-IV	ASOCIACION JAMES STORM	SP/SC	0.9
	VILLA FAP	GM/GW	2.5
S-VI	ASOCIACION CORPAC	GM	2.5
S-VIII	TALARA L.P. 038-87	GM/GW	2.8
	TALARA II	GM/GW	2.8

Fuente: ESTUDIOS DE SUELOS EFECTUADOS EN LA CIUDAD POR DIFERENTES INSTITUCIONES

**VALORES DE q_d QUE PUEDEN SER ADMITIDOS
PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELOS EN TALARA**

CUADRO # 4.4.4.d

TIPO DE SUELO	DENSIDAD	CONSISTENCIA	q_d (Kg/cm ²)
GW-GC	COMPACTA		3.0
GP-GM	COMPACTA		2.0-2.8
SP-SM	SUELTA		0.5-0.9
SM-SC	MEDIA A COMPACTA		0.9-1.5
ML-CL		DURA	1.0-2.5
ML-CL		BLANDA	0.5-1.0



LEYENDA

- AFLORAMIENTO ROCOSO
- CONGLOMERADO COMPACTO (18M/SW + 3M)
- ARENA POBREMENTE GRADUADA (SPI BAJA A MEDIANAMENTE COMPACTA CON % DE LIMOS Y ARCILLA)
- ARENA POBREMENTE GRADUADA SUELTA CON % DE LIMOS Y M.F. ALTO
- SUELOS EXPANSIVOS (CH)

TIPOS DE SUELOS DE CIMENTACION
GRAFICO 4.4

4.5 LA GEODINÁMICA DE LA CIUDAD

Las estadísticas revelan que la ciudad de Talara está expuesta a los fenómenos geodinámicos; como es el caso de las lluvias torrenciales de 1,983 y 1,925 que duraron varios meses, y los terremotos de los años 1,953, 1,957 y de 1,970.

Estos eventos naturales producto de fuerzas internas y externas conllevan a elaborar mapas geodinámicos, orientados a indicar las áreas propensas ó sujetas a riesgos geológicos, que permita poder tomar medidas preventivas y a la vez seleccionar las áreas menos peligrosas.

a) Riesgos geodinámicos de la Región Grau

Son los fenómenos geológicos potenciales que afectan a casi toda la región en un amplio radio de acción y comprenden los siguientes eventos :

- TERREMOTOS : producidos por las deformaciones tectónicas (fallas) ó por la interacción de la tectónica de placas.

- LLUVIAS INTENSAS : causadas por el fenómeno de "El Niño", como en los años de 1,925 y 1,983.

- TSUNAMIS : originados por sismos marinos severos.

b) Riesgos Geodinámicos locales

Son aquellos fenómenos naturales que ocurren en áreas reducidas; los efectos afecta la ciudad y son :

- QUEBRADAS Y/O TORRENTERAS, por precipitaciones pluviales.

Fuera de la zona urbana, a Talara la cruzan tres quebradas que conducen caudales considerables en época de lluvias intensas. Estas son : Al norte de la Planta de Fertilizantes tenemos a la quebrada "Pariñas"; al sur este, la quebrada "El Acholao" y a la altura del km. 1085 de la panamericana norte la quebrada "Ancha". Estas ocasionan el destrozo de la carreteras que comunican a la ciudad

con el resto de ciudades vecinas. Dentro de la zona urbana existen quebradas y torrenteras que cruzan la ciudad de este a oeste y drenan en el océano pacífico. Entre éstas tenemos : la quebrada Yale, quebrada Politécnico, quebrada Santa Rita, quebrada Jesús María, quebrada Inmaculada, quebrada Aproziser y torrenteras que drenan de las laderas.

- EROSIONES Y ARENAMIENTO, por precipitaciones pluviales que actúan sobre las laderas de los cerros que circundan la ciudad y que causan el arenamiento del casco central.

Las zonas más inestables se ubican en las laderas frente a Aproziser; en la quebrada Inmaculada; en los pueblos jóvenes del cono norte y en las laderas que están frente a la Clínica Santa María.

- INVASION DE MASAS DE ARENAS, por agentes eólicos. El fuerte viento en algunas horas del día actúa directamente en los talud de material suelto, produciendo desprendimientos continuos de los elementos detríticos que por arrastre debido a impactos sucesivos acumulan considerable cantidad de material que lo van a depositar en el casco central. El problema se viene agravando con el cierre de los antiguos pasadizos (callejones) que existían en las avenidas y parques. Ahora se puede apreciar el rápido arenamiento de calles y pistas.

- ESTABILIDAD DE TALUDES, en laderas de fuerte pendiente. Este problema es latente en las laderas que rodean a la Urbanización Aproziser, Fonavi, Mercado Central y la zona de Punta Arenas. Las fallas y desprendimientos han sido acelerados por las precipitaciones pluviales y el intemperismo constante en que están sometidas las laderas.

- EXPANSION DE SUELOS, por efecto de filtración de agua.
- LICUACION DE SUELOS, por efecto de los movimientos sísmicos.
- SUELOS COLAPSABLES, por inundación.

CAPITULO V

FENOMENO DE "EL NIÑO" - LAS LLUVIAS, INUNDACIONES Y ARENAMIENTO

5.1 GENERALIDADES

Todavía está fresca en la memoria el desastre de 1,983 en el norte producida por las lluvias torrenciales, asociadas a la aparición del evento "El Niño ", muy severo.

Estas se producen aproximadamente cada 10 años, dejando grandes pérdidas económicas y sociales.

Luego de la evaluación de los daños se comprueba que estos se deben a los agentes geológicos, meteorológicos y la irresponsabilidad del hombre al ubicarse en lugares inadecuados como son zonas bajas, en los cursos de quebradas, en talud empinadas, sumada a la falta de obras de protección y las que existen, son inadecuadas y sin mantenimiento. Es por eso importante delimitar las áreas de mayor peligro a las lluvias intensas y determinar los parámetros de diseño para las obras civiles de importancia.

5.1.1 Fenómeno de "El Niño"

La designación de "El Niño" se ha generalizado para definir la anomalía que se presenta de tiempo en tiempo frente a las costas de Sudamérica.

Se puede presentar en intervalos irregulares en períodos que varían entre 3 y 16 años.

Las causas que lo originan no son conocidas exactamente, y parece que están ligadas al debilitamiento general de la circulación de los vientos alisios del Hemisferio Sur.

Las nuevas mediciones y análisis están permitiendo ampliar y mejorar los conceptos sobre causas y efectos en el sistema océano y atmósfera.

Se sabe ahora que el Fenómeno de "El Niño" es definido como la presencia de aguas anormalmente más cálidas en la costa occidental de Sudamérica por un período mayor de 4 meses consecutivos, tiene su origen en el Pacífico Central Ecuatorial.

El fenómeno está pues asociado a las condiciones anormales de la circulación atmosférica en la región ecuatorial del Pacífico. Considerándose como condiciones anormales cuando el esquema de circulación ecuatorial toma las siguientes tres posibilidades : puede intensificarse, debilitarse o cambiar de dirección. El fenómeno está vinculado directamente a las 2 últimas posibilidades :

a) Cuando la circulación ecuatorial se debilita, los vientos alisios, el afloramiento ecuatorial y las corrientes ecuatoriales Norte Sur son débiles. El Pacífico Oriental esta caliente, típico de las condiciones anómalas asociadas con el fenómeno de "El Niño" moderado. Estas condiciones anómalas pueden durar hasta 14 meses, variando su magnitud:

b) Cuando la circulación ecuatorial cambia su orientación, los vientos superficiales del Este son reemplazados por los vientos del Oeste, el afloramiento ecuatorial desaparece, las corrientes ecuatoriales que fluye de Este a Oeste y se ubica en el Ecuador, se intensifica y la corriente ecuatorial subsuperficial que fluye de Este a Oeste por debajo de la contracorriente ecuatorial, desaparece como resultado se tiene la acumulación de aguas cálidas hundimiento de la Termoclina y aumento del nivel del mar en la costa Oriental del Pacífico. La temperatura superficial del mar llega a pasar los 4°C por encima de lo normal, puede durar de 16 a 20 meses, variando su magnitud (1,982-1,983).

Estas dos situaciones descritas, representan pues el cambio brusco de un primer estado de circulación anormalmente intenso a un segundo, es decir cuando los vientos Este y Sudeste se debilitan o se reducen a cero, generando una onda conocida con el nombre de onda Ecuatorial de Kelvin que demora aproximadamente 2 meses en llegar a la costa oriental, presentándose en la costa sudamericana dando lugar pues a la aparición de las características del fenómeno, lo que permite identificarlo. Cuando la temperatura superficial del mar pasa los 25 °C, la capa de inversión se debilita completamente y la atmósfera resulta estar en una condición casi inestable, lo que da lugar al desencadenamiento de excesivas lluvias, esta situación se genera pues durante el fenómeno, que está acompañado con la invasión también de masas de aire húmedo y cálido, asociado a la franja atmosférica de la convergencia intertropical penetrando en el ámbito de la Costa Norte del Perú, provocando pues fuertes lluvias la alta humedad del aire y las tormentas densadas.

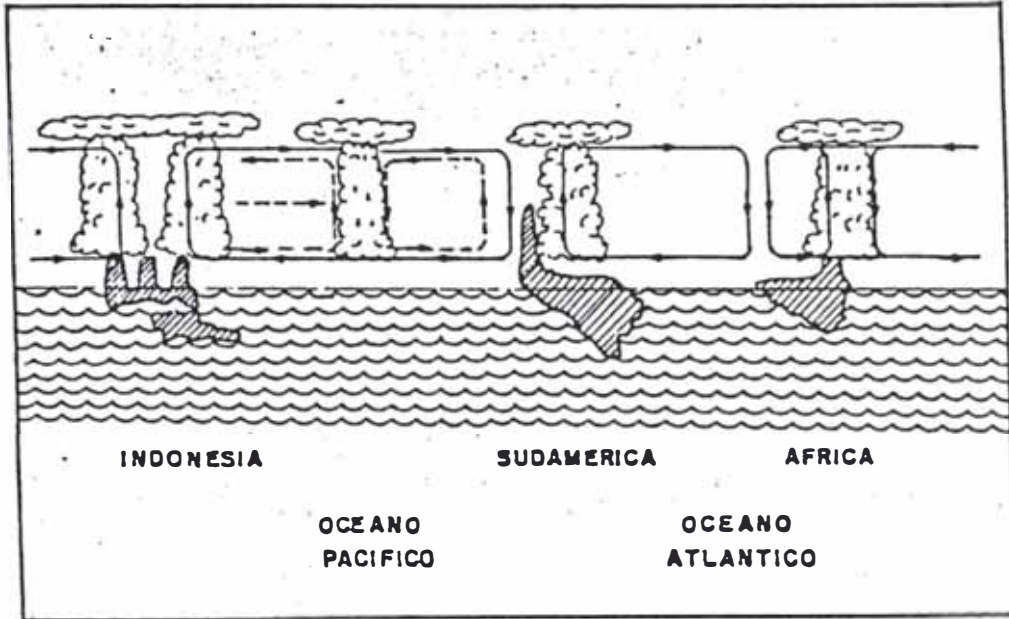
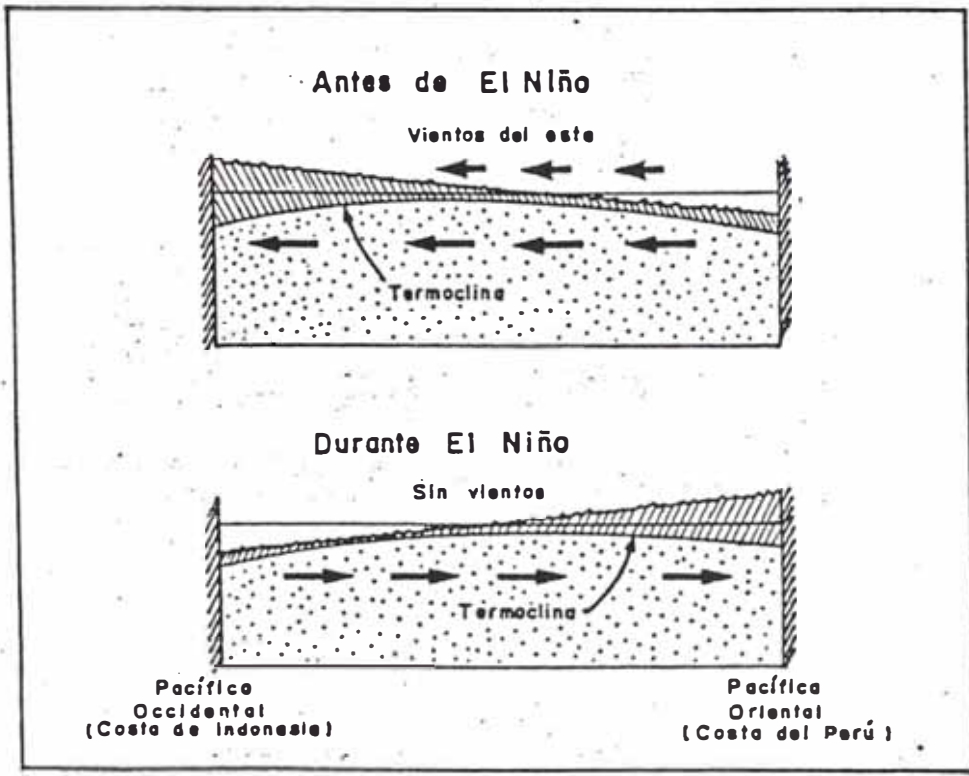


FIG. 5.1.1. a) La circulación atmosférica vista en un plano a lo largo del ecuador, en condiciones normales. Se observa que las nubes tipo cumulonimbus en Indonesia y en la cuenca amazónica se forman al soplar los vientos superficiales de Este a Oeste.



b) Diagrama esquemático de la circulación oceánica en el Pacífico Tropical antes y durante "El Niño". Nótese la variación de la Termoclina.

5.1.2 Condiciones climáticas y oceanográficas durante 1,982 y 1,983

a) Antes de la Presentación de "EL NIÑO" 1,982/83.

Hasta julio de 1,982 no mostraban ninguna anomalía que hiciera vislumbrar la ocurrencia de "El Niño" para el año de 1,983; solamente fueron registrados ciertos cambios durante los meses de Junio y Julio en el sistema de vientos de la región del Pacífico Ecuatorial.

En Octubre de 1,982 se observa un incremento térmico en la temperatura superficial del agua del mar y como efecto colateral a este, la profundización de la termoclina hasta valores nunca antes registrados en el Pacífico Oriental.

En Noviembre de 1,982, el Centro Nacional del Análisis Climático de NOAA en Washington D.C., revela la existencia de un gran evento de calentamiento en el Pacífico Ecuatorial Oriental; y el debilitamiento y cambio de los vientos superficiales del Este y Sudeste en el Pacífico Ecuatorial Central, situación nunca observada. Opiniones de especialistas en este campo indican que es debido a este cambio en la dirección de los vientos superficiales, la presentación de "El Niño" 1,982/1,983.

b) Durante la Presentación de "EL NIÑO" 1,982/1,983

Se toma en cuenta para el análisis el período comprendido entre diciembre de 1,982 a Junio de 1,983. El cambio en el sistema de vientos se hace más acentuada, de diciembre 1,982 a febrero de 1,983 alcanza una diferencia de hasta 20 m/sg. con respecto a su promedio multianual. Las imágenes del satélite GOES, muestran el desplazamiento hacia el sur de la Banda de Convergencia Intertropical e incluso su tenue penetración hacia los 3°S y 4°S en las proximidades de la Costa Peruana.

Los incrementos en los valores de temperatura del aire tuvieron sus valores máximos entre Diciembre de 1982 y Abril de 1983 de 5 a 7°C. Estas condiciones persisten hasta Julio de 1983, luego del cual empiezan a descender paulatinamente.

En las costas peruanas se registraron dos picos bien diferenciados en los valores de la temperatura superficial del mar. Uno de ellos en Enero de 1983 de 7°C sobre lo normal; descendiendo posteriormente hasta finalizar Marzo. Durante abril nuevamente se detecta un incremento en los valores de la TSM, registrando a fines de Mayo un incremento de 10 °C, principalmente al norte de los 12° latitud sur. Un efecto notable que se produce durante la presentación de "El Niño", lo constituye el hundimiento de la termoclina. Se observaron variaciones notables en la salinidad del mar en Ecuador, Perú y Chile.

c) Después de la Presentación de "EL NIÑO"

A partir de Setiembre de 1983 se observa una tendencia lenta a la normalización de las condiciones térmicas del agua de mar; frente a las costas peruanas. Anotando así mismo que los vientos alisios no sólo se habían normalizado, sino que se habían intensificado en todo el Pacífico Ecuatorial.

Las precipitaciones habían cesado en el mes de Junio. Y es a partir de ahí que las condiciones comienzan a normalizarse. La Banda de Convergencia Intertropical se desplaza rápidamente hacia el norte hasta ocupar los 5°N y luego lo hará lentamente hasta los 8 °N, donde permanecerá estable por varios meses.

La temperatura del aire presenta anomalías hasta Julio de 1983, decreciendo posteriormente hasta obtener valores cercanos a los normales durante setiembre de 1983. El régimen de vientos y la presión atmosférica en superficie se irán normalizando a partir de Julio de 1983.

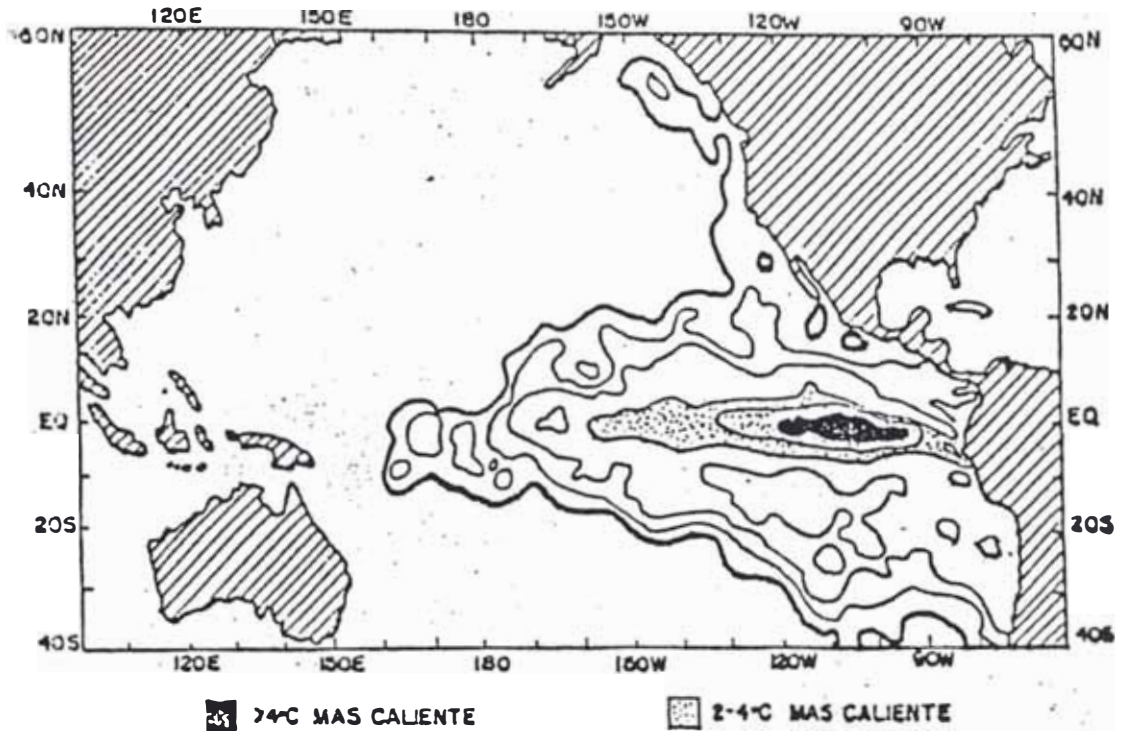
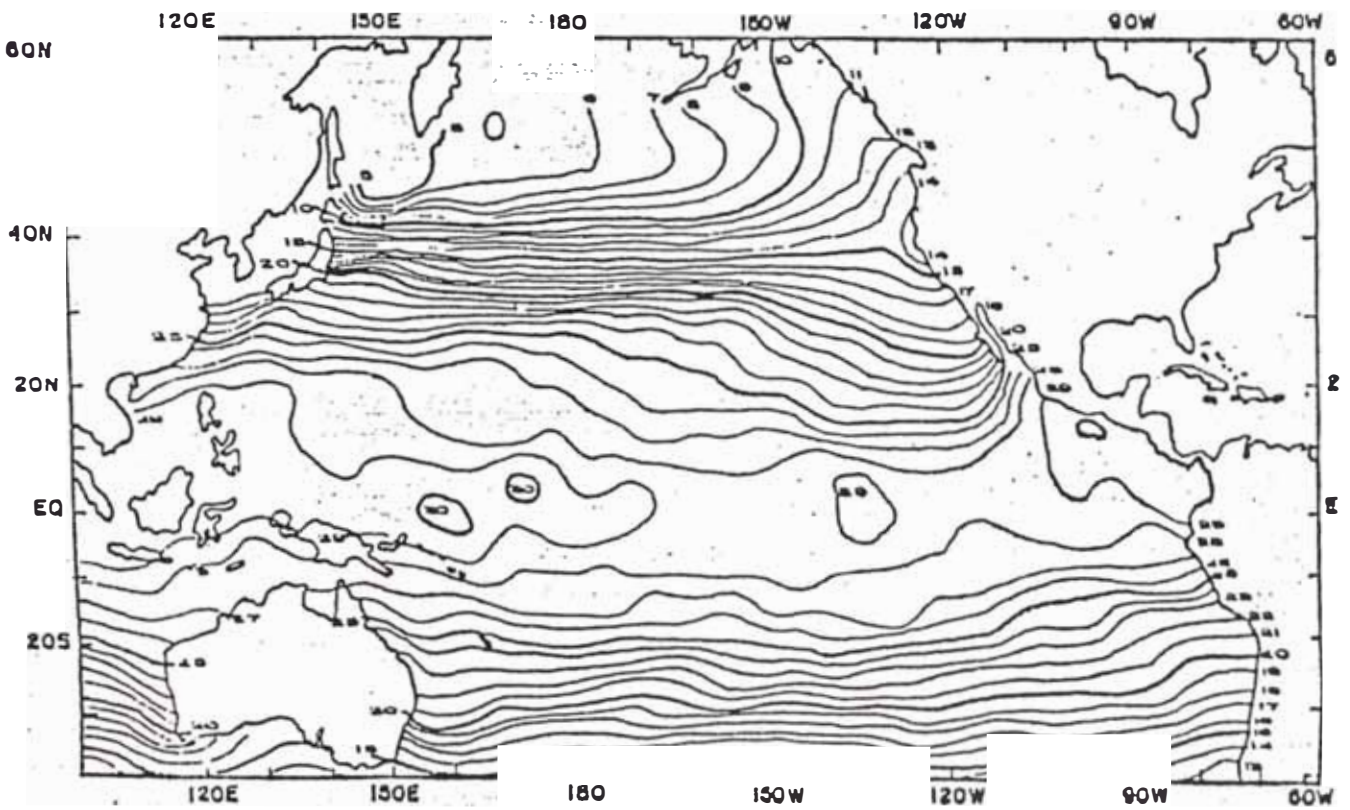


FIG. 5.1.2 a) Anomalías de la temperatura superficial del mar en el mes de Octubre de 1982 (Cortesía de NOAA).



b) Temperatura superficial del mar en el mes de Junio de 1983 (CLIMATE ANALYSIS CENTER, CAC).

Al igual que en la atmósfera, las condiciones tenían una tendencia a la normalización. A partir del mes de Junio la temperatura superficial del mar comenzó a disminuir. Para el mes de Setiembre de 1983, las isoterma de 20° y 25°C, habían desaparecido.

5.1.3 Análisis de la Pluviosidad de la zona de Talara

Para la medición de los diferentes parámetros climatológicos y meteorológicos se cuenta con solo una estación de funcionamiento, ubicada en latitud 04°34' sur y longitud 81°16' oeste a 100 m.s.n.m. Se cuenta con registro de observaciones de Precipitación Máxima en 24 horas y Precipitación Total Mensual y Frecuencia, de los últimos 47 años (1943-1989). En la década de 1941-1950 se tienen años con lluvias regulares principalmente el 43, 44, 45, y 46.

De 1,951 a 1,960 se presentan lluvias que se podrían clasificar como regulares los años 53, 58, 59. La década de 1,960 a 1,970 es de años secos, prácticamente la precipitación es nula.

De 1971 a 1980 se tiene que en el año 72 es de lluvias intensas, el 73 de buenas a intensas.

En la última década, de 1981 a 1989 tenemos el año de las lluvias excepcionales (1983) y en 1987, de regular intensidad.

Por lo que podríamos decir que cada 10 a 15 años se presentarán lluvias que superarán los 50 mm. por lo menos 1 vez. Entre 5 a 10 años precipitaciones que superarán los 25 mm.

Las precipitaciones ocurren entre Enero a Marzo concentrando en este periodo el 90% de la precipitación total anual.

CUADRO 5.1.3.6 CRONOLOGIA DE PRECIPITACIONES INTENSAS EN TALARA

A Ñ O	PRECIPITACION MAX. EN 24h. (mm)	TOTAL ANUAL (mm.)
1828	SIN REGISTRO	SIN REGISTRO
1845	"	"
1891	"	"
1925	"	"
1943	55.0	259.2
1944	24.0	53.0
1945	26.2	66.2
1946	26.0	47.5
1953	51.0	158.4
1958	13.0	39.2
1972	52.0	133.6
1973	23.3	44.0
1983	164.0	1655.4
1987	15.0	59.7

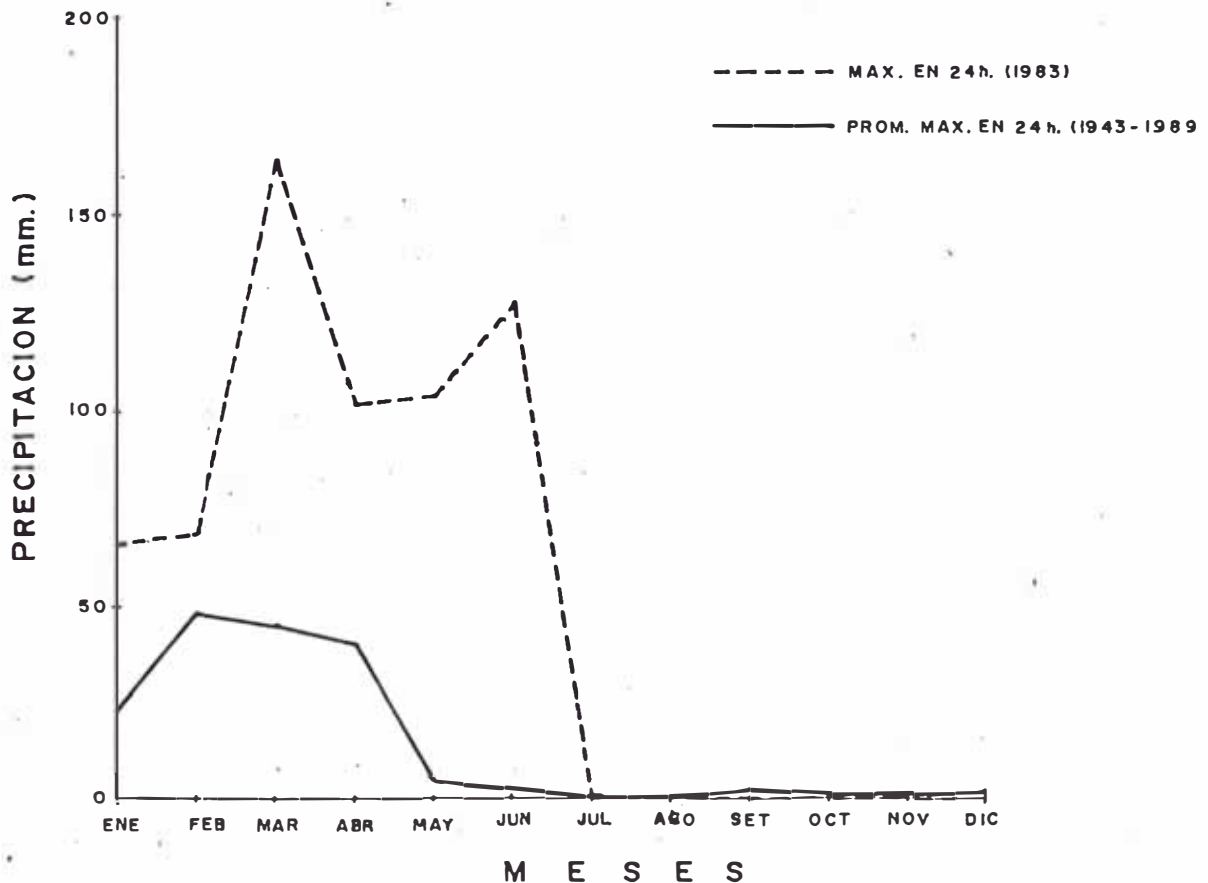
Fuente: SENAMHI-ESTACION CORPAC

Comparación de precipitaciones en 1983 con el período 1943-1989

CUADRO 5.1.3.b

MES	1983		1943 - 1989	
	MAXIMA EN 24 h.	TOTAL MENSUAL	MAXIMA EN 24 h.	TOTAL MENSUAL
ENE	66.0 _{mm}	167.1 _{m.m.}	22.8 _{m.m.}	3.0 _{m.m.}
FEB	68.0	167.0	48.3	7.9
MAR	164.0	296.0	44.7	7.8
ABR	102.0	400.0	40.0	2.8
MAY	104.0	408.0	4.3	0.2
JUN	128.0	217.0	2.6	0.2
JUL	0.3	0.3	0.0	0.0
AGO	0.0	0.0	0.3	0.0
SET	0.0	0.0	2.6	0.1
OCT	0.0	0.0	1.7	0.3
NOV	0.0	0.0	1.7	0.1
DIC	0.0	0.0	1.9	0.2

Fuente: SENAMHI - ESTACION CORPAC



Por referencias históricas tenemos que en los años de 1891 y 1925 fueron de lluvias muy intensas.

5.1.4 Efecto de las Lluvias Torrenciales de 1983

Las fuertes lluvias e inundaciones ocurridas entre Diciembre de 1982 y Junio de 1983, ocasionaron una serie de daños en la infraestructura de Talara, los cuales fueron :

a) Erosión por acción de Quebradas y/o Torrenteras

Dentro del espacio urbano erosionó pistas y socavó el terreno de cimentación de las viviendas asentadas en los cauces de quebradas que permanecieron secos por muchos años. Así tenemos la quebrada Politécnico donde estaba parte del colegio Alejandro Taboada; la quebrada Santa Rita y Jesús María.

Fueron afectadas de igual forma las redes de agua y desagüe que se encontraban en el lecho de los cauces de las quebradas.

Influyeron en estos daños, el tipo de arena eólica fácilmente erosionable, lo que favoreció el ensanchamiento de los cauces de las quebradas.

La Planta de Fertilizantes tuvo que paralizar por varios días; esta se encuentra sobre un ramal de la quebrada Pariñas.

b) Inestabilidad de Laderas

Las fuertes precipitaciones pluviales afectaron la estabilidad de las laderas de los Tablazos que rodean a la ciudad. Las grandes masas de agua y lodo se deslizaron desde la parte alta hacia el casco urbano arenando las calles y viviendas. Se estima que en la ciudad se depositaron 300,000 m³ de arena. Las zonas más afectadas fueron: las avenidas H, G, F; los parques 56, 57, 58, 59, 52, 53; la

clínica Santa María, Estadio de Talara, Muelle de Petromar, Refinería de Talara, la Planta de Fertilizantes, etc.

c) Formación de Lagunas

Los efectos no fueron drásticos, pero las viviendas se tornaron inhabitables durante los meses de lluvia. Se formaron estas lagunas frente a la Capitanía de Puerto, a la altura del antiguo local de la Municipalidad, en los pueblos jóvenes, en el campamento de la Refinería de Petroperú, etc.

Estas lagunas ocasionaron posteriores daños en la cimentación de estructuras civiles.

d) Infiltración de Aguas en el Subsuelo

Estas infiltraciones trajo como consecuencia posteriores fallas en estructuras como en la zona de Punta Arenas, Urb. Vencedores, Sud América, Villa FAP, Base el Pato, en la Planta de Verdún Alto, etc.

e) Daños en la Línea de Agua y Desagüe

Los tramos de las líneas de conducción de agua potable y alcantarillado que atravezaban quebradas fueron cortados. La red de alcantarillado sufrió el ingreso de tierra y sedimentos arrastrados por el agua que corría por las calles y que ingresó a la red de colectores a través de los buzones de inspección.

5.2 CUENCA HIDROGRAFICA DE LA CIUDAD DE TALARA

En el estudio solo se van a considerar a las quebradas que cruzan la ciudad o alrededores. Y son las siguientes :

a) Quebrada Pariñas

Se ubica al norte de la ciudad de Talara cerca a la Planta de Fertilizantes, fuera del casco urbano.

Su recorrido es de este a oeste. El cauce llega a tener un ancho de 800 m. y desemboca al norte de Punta Malacas. En época de lluvias afecta las carreteras que comunican a Talara con las ciudades de El Alto, Tumbes, etc. aislando a la ciudad.

Es de régimen temporal, en época de lluvias discurre gran volumen de agua por su cauce. En épocas que no llueve su cauce está completamente seco.

b) Quebrada Acholao

Su cauce tiene dirección de NE a SO y discurre al lado Sur Este del Aeropuerto de Talara y de los Pueblos Jóvenes del Tablazo.

El ancho de su cauce llega a los 600-800 m.

En época de lluvia afecta a las carreteras del sur que comunican con Negritos, Verdún, Sullana, Miramar, etc. En el año de 1,983 afectó a la línea de conducción del Eje Paita-Talara.

Recoge aguas que provienen de las faldas de los cerros Amotapes y cruza cerca a la nueva zona de expansión de Talara. En estas zonas origina una erosión laminar por presentar una topografía plana.

c) Quebrada Santa Rita

Pasa frente al asentamiento Santa Rita, nace sobre los 85 m.s.n.m. y sigue un curso de SE a NO hasta cruzar la pista que va hacia Lobitos; con una pendiente de 2.7%, frente a Santa Rita cambia de dirección haciéndose casi perpendicular a la playa hasta su desembocadura a la altura del campamento de Petromar

(prácticamente lo divide en dos), que se ha ubicado en todo el cauce. El ancho de su cauce es de 40 m. aproximadamente. Es de material arena-limosa y arcillosa (SM/SC) altamente erosionable.

Su régimen es temporal, sólo transporta agua en época de lluvias muy intensas.

d) Quebrada Politécnico

Nace en las laderas del tablazo, al norte del antiguo cementerio de Talara, continua entre los asentamientos de San Pedro y Las Mercedes, pasando luego por el Politécnico Alejandro Taboada hasta llegar al mar. Antes de la lluvia de 1983 presentaba un cauce casi imperceptible, por lo que se hallan asentado en su cauce parte del Politécnico y casas de los pueblos jóvenes. Durante las lluvias de 1983 el cauce llegó a tener un ancho de 30 m. Presenta una pendiente de 5.8 %. Es de régimen temporal.

e) Quebrada Yale

Nace al norte de la base "EL PATO" en el Tablazo. Baja hasta la clínica Santa María en dirección de NE a SO, para luego cambiar de dirección discurriendo en forma perpendicular a la playa, pasando frente a la Av. Yale, Parques 32, 33, cruza el puente Yale para llegar al mar.

Su pendiente es de 2.3%.

El ancho de su cauce se vió incrementado después de las lluvias de 1963, hasta los 120 m. cerca a su desembocadura, por lo que originó daños en las estructuras que se habían instalado en ese sector, como la oficina del Ministerio de Pesquería, el varadero de Petroperú y el muelle de Petromar, etc.

En su recorrido recibe el aporte de otras quebradas más pequeñas, como la quebrada Mangle, torrenteras a la altura de la Clínica Santa María y que originaron arenamiento de ésta.

El cauce de esta quebrada se encuentra bien definida, presentando el problema que las orillas de su cauce está formado por material altamente erosionado (arena limosa), lo que originó el ensanchamiento de su cauce. Producto de las lluvias de 1983 se ha producido una alta erosión en el fondo de su cauce generando que el agua de mar penetre en ésta, 150 m. dentro de su anterior límite.

f) Quebrada Aproviser

Nace a la altura del óvalo frente a la Urb. Popular y recorre de Este a Oeste la parte baja de Talara. Recolecta las aguas que en forma de torrenteras bajan de las laderas de los cerros que se ubican tanto en la margen derecha e izquierda de la carretera que comunica a Talara baja con el Tablazo. La construcción de esta carretera a modificado el cauce original de esta quebrada; parte de los talud de la carretera sirven como muro encauzador de las aguas de lluvia. Tiene una pendiente promedio de 4.6%. Desde Aproviser hasta María Auxiliadora, las laderas son altamente erosionables e inestables y es de donde provino el 50% del lodo que causó el arenamiento del casco central.

g) Quebrada Inmaculada

Nace en las partes altas de las laderas de los cerros que se ubican en la parte sur de la ciudad, a la altura de la carretera que va a la ciudad de Negritos. No tiene cauce definido ya que este a sido alterado. Esta formada por torrenteras en la parte alta y que se encauzan a ambos lados de la carretera que comunica con Negritos.

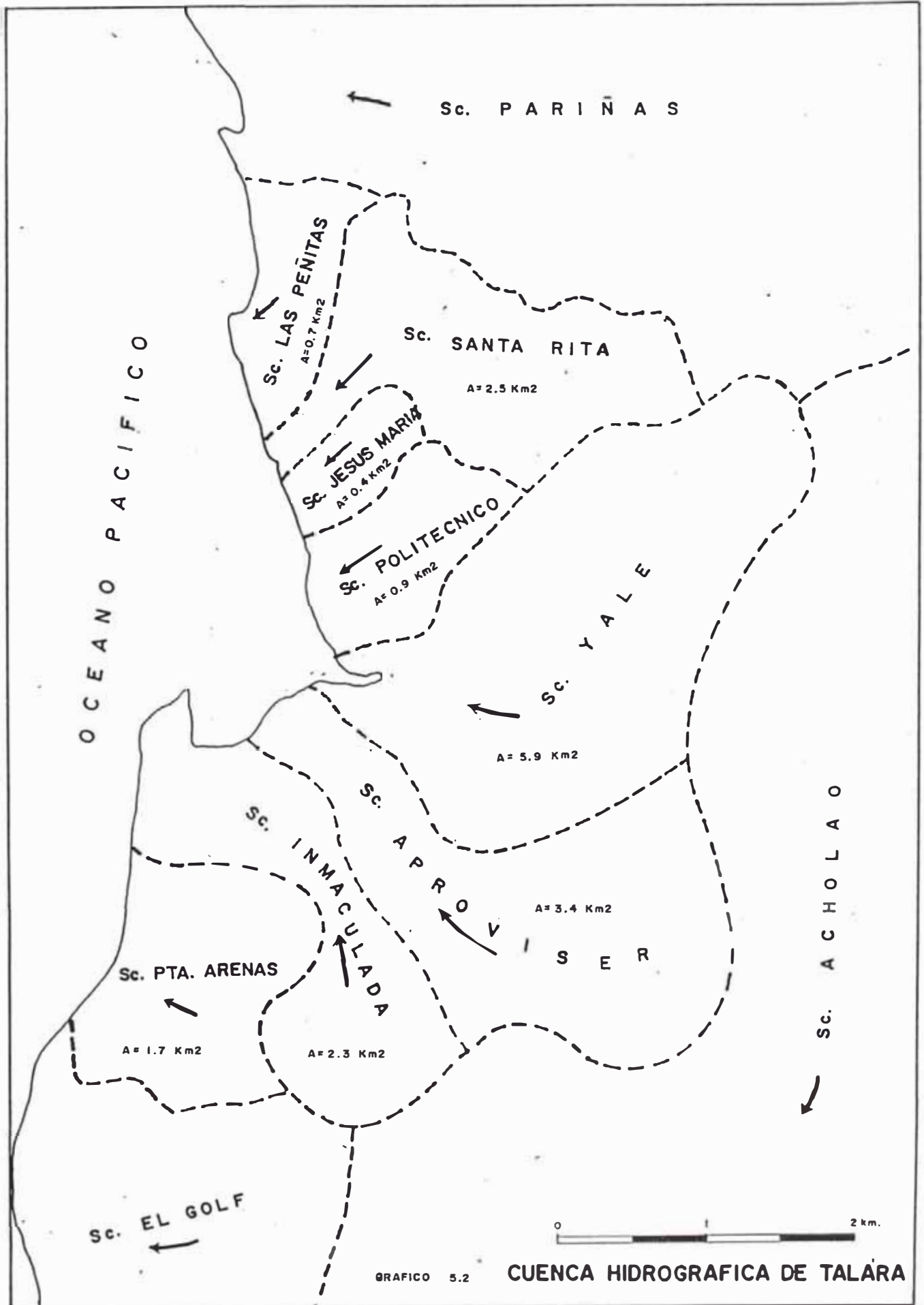


GRAFICO 5.2

CUENCA HIDROGRAFICA DE TALARA

Las laderas en este sector son altamente erosionables, están formadas por sedimentos aluviales y eólicos sueltos en depósitos con pendientes, que están sobre los 8% y que bajan en forma de flujos de lodos, cuando se producen lluvias fuertes en la zona y que causa el arenamiento de la Av. "G" y el lado este de la Refinería.

5.3 MECANISMO DEL ARENAMIENTO PRODUCIDO POR LAS AGUAS PLUVIALES

5.3.1 Origen y naturaleza del problema

Se origina por el proceso erosivo causado por las precipitaciones pluviales, que actúan en los depósitos eólicos y/o aluviales acumulados en las laderas de los cerros que rodean a la ciudad. Estos son materiales sueltos que no tienen ningún aglutinante ni cementante, por lo que se disgregan con facilidad descendiendo como flujo de lodo, lo que se ve favorecida por las pendientes de las laderas, y sin ningún tipo de cobertura que la proteja.

Se sabe que la energía cinética de una gota de agua de lluvia es proporcional al producto de su masa y al cuadrado de su velocidad.

Aunque parece muy raro, la erosión por el agua causa más daño en regiones de baja precipitación pluvial que en las partes del país que tienen una precipitación anual moderada. Esto se debe a que aún cuando la lluvia es menos frecuente en los climas áridos y semiáridos, las tormentas son más violentas y cae una mayor cantidad de agua en un tiempo más corto.

El factor que agrava el problema, es la ubicación de la ciudad en el cauce inferior de las quebradas que drenan las laderas de los cerros y la falta de un sistema de drenaje adecuado para la protección de la erosión de las laderas y

evacuación de las aguas pluviales, para cuando se produzcan lluvias de gran intensidad, como las producidas en el año 83.

5.3.2 Ubicación de los Depósitos altamente erosionables e inestables

Después de la inspección hecha en campo se pudo apreciar lo siguiente :

- Sector de la quebrada Aproziser

Están ubicadas en las laderas de los cerros frente a las Urbanizaciones Fonavi y Aproziser.

Aporta casi el 50% del caudal sólido que se deposita en la parte central y sur del casco urbano.

- Sector de la quebrada Inmaculada

Se ubica sobre parte de las laderas de esta quebrada y aporta el resto del caudal sólido que se deposita en la parte central y sur del casco urbano.

- Sector de la quebrada YALE

Estos depósitos se encuentran frente al estadio de Talara y a la clínica Santa María.

Aporta todo el caudal sólido que se deposita en la parte Nor-este del casco urbano, y que afecta al estadio "Campeonísimo", clínica Santa María, parques 66, 67 y 16, y a la Av. A.

- Sector de las quebradas de Jesús María.

Se ubica en las laderas de los cerros que están al este de los pueblos jóvenes.



LEYENDA





-  ZONA AFECTADA POR ARENAMIENTO
-  FORMACION DE LAGUNAS
-  QUEBRADAS Y TORRENTERAS
-  DEPOSITOS DE SUELOS INESTABLES

GRAFICO 5.3.0

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL FENOMENO DE "EL NIÑO"

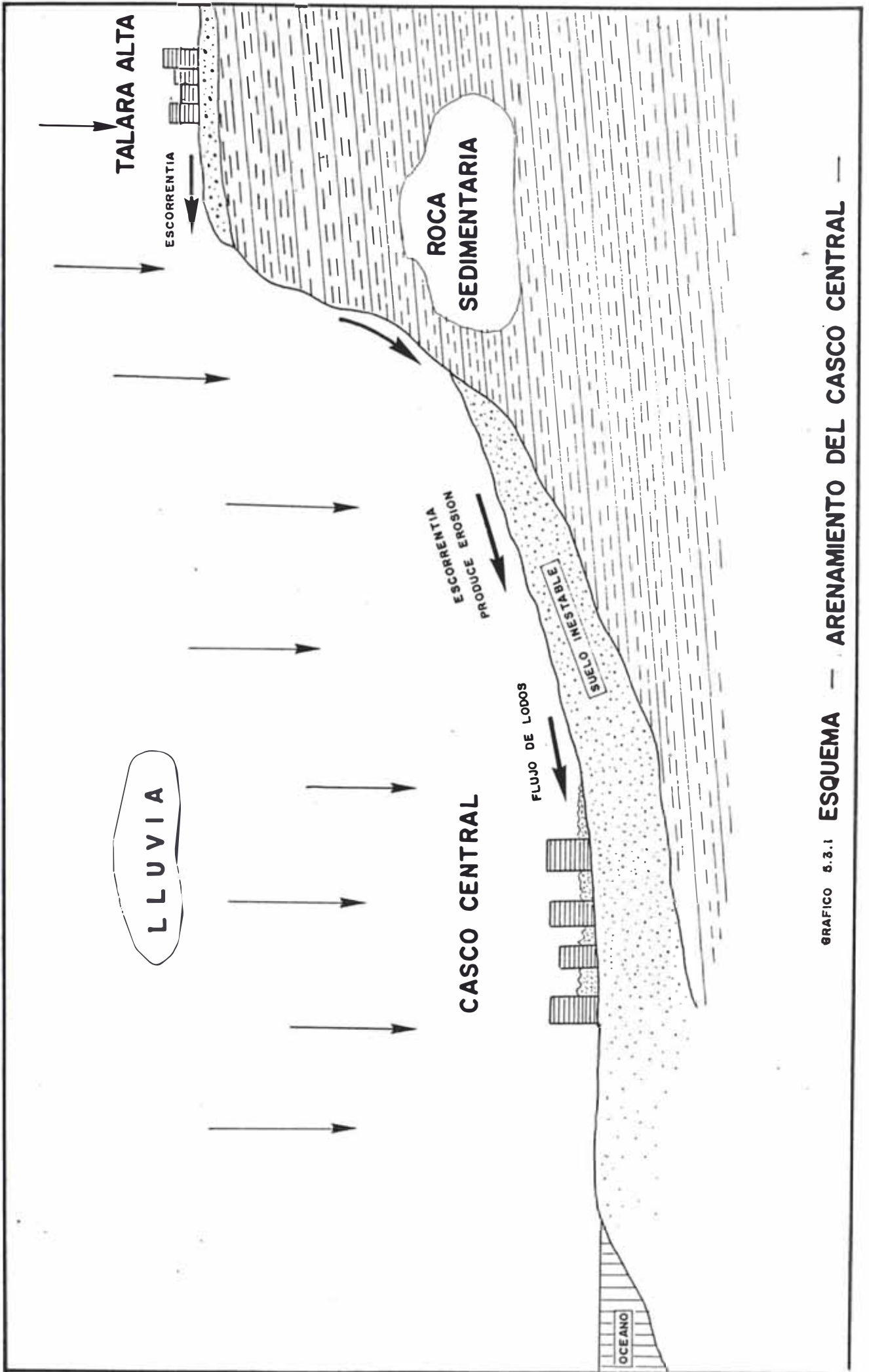


GRAFICO 5.3.1 ESQUEMA — ARENAMIENTO DEL CASCO CENTRAL —

5.4 MEDIDAS DE PROTECCION EXISTENTES

Las medidas de protección actuales en la zona urbana de Talara, se centra en la existencia de algunos canales a tajo abierto hechos en épocas de lluvias como medidas de emergencia. A continuación haremos una descripción de las características y estado de conservación de éstos según las zonas donde se ubican:

a) Zona de Punta Arenas

A la zona de Punta Arenas la protegen 2 canales de drenaje:

a.1) Canal Sur-Este

Este canal actúa como un canal de drenaje de intercepción de aguas pluviales y flujos de lodo provenientes de los cerros de la parte sur y este de la zona.

El canal en la parte posterior de la escuela de Punta Arenas, pasando luego al costado del block "I" block "L" y luego cambia de dirección de este a sur entre los block "L" y "T" para continuar así detrás del block "N" hasta llegar al mar. Existe un segundo ramal que recoge las aguas frente a los block "U" y "T" para llegar al canal sur frente al block "L-4". Hay un tercer ramal que pasa por la parte posterior del block "CH" y "V" y desemboca en el canal sur frente al block "N-8".

Estos canales son de sección trapezoidal con medidas que van; en la base inferior de 2-3 m., en la base superior de 4-6 m. y de 1.5 m. de alto. Estos canales de tierra están sobre suelos areno-limosos y arcillosos.

a.2) Canal Norte

Nace frente a la intercepción de la Av. "F" y "G" y recoge las aguas provenientes de los cerros que se ubican en la parte sur de la Refinería de Petroperú pasando

luego por los block "W", "X", "Q", "K", "...", "H", para desembocar en el mar a la altura del block "Z-10".

La sección de este canal es trapezoidal y sus medidas son: base menor de 2.5 a 3.0 m., base superior de 4.5 a 6.0 m. y de 1.5 m. de alto.

Se encuentra en buen estado de conservación, ya que últimamente se ha hecho limpieza a su cauce.

La pendiente de estos canales está entre 1%-2%.

b) Zona del Casco central

Existen hasta 3 canales de evacuación de aguas pluviales :

b.1) Canal 1:

Comienza frente al colegio nacional "Ignacio Merino" y sigue la dirección de la Av. "F", hasta la intercepción con la carretera hacia Negritos donde cambia de dirección a través de la Av. "G" y corre paralela al almacén de Petroperú hasta llegar al parque 78, donde se interrumpe para luego continuar al costado del Hotel Royal hasta la playa; anteriormente llegaba al mar a través de un canal cerrado que pasaba por el parque N°1, el Hotel Huanes y Club Petroperú, pero a sido clausurado por encontrarse en mal estado.

Las medidas del canal son : en la base menor de 2 a 3 m. en la base mayor de 4,4 a 6.0 m. y de 1 a 1.5 m. de alto.

La pendiente de su cauce varía entre 0.4%-1%. Este canal se encuentra en mal estado de conservación gran parte de su cauce se encuentra con basura, desechos, etc., las alcantarillas y pases, se encuentran tapadas con basura, principalmente frente al colegio "Ignacio Merino" y al portón de ingreso a la

Refinería frente a la Av. "G" 650 m. de canal (altura del parque 78) se encuentra totalmente tapado.

b.2) Canal 2:

Nace en las faldas del cerro que da frente al estadio "El Campeonísimo" y circula de sur a norte atravesando la pista que viene de la Villa FAP, para continuar hasta la quebrada Yale.

Protege al estadio y a los parques 66, 67, 16, 15, 14.

Sus medidas son : en la base inferior tiene 2.0 m., en la base superior tiene 6.0 m. y de alto de 2.5 a 4.0 m. Tiene una pendiente de 2.5%.

b.3) Canal 3:

Este canal protege a la clínica Santa María. Nace a un costado de la pista que sube hacia la Villa FAP y cruza entre la clínica y el campamento militar para llegar a la quebrada Yale.

c) Zona de Talara alta

c.1) Canal 4 :

Nace en la Urb. Popular y circular paralelo a las manzanas "C" y "D" de la Urb. Los Pinos colindantes con la Villa FAP. Este canal trabaja como un canal de coronación, recolecta las aguas, provenientes de la Urb. Los Pinos y de la Villa FAP, y pasando a través de una alcantarilla, las evacúa a la quebrada Yale. Con esto se protege las urbanizaciones Aproviser y Fonavi, eliminando 2 cataratas sobre la zona posterior de las urbanizaciones indicadas.

5.5 MEJORAMIENTO DE LAS OBRAS DE PROTECCION

Tiene por objeto mejorar las características y condiciones de los canales existentes y complementar con otras obras, para controlar eficazmente las aguas pluviales y flujos de lodos, evitando de esta manera arenamientos posteriores.

a) Canales de Drenaje

a.1) Canales Interceptores de ladera

Son necesarios los drenajes interceptores colocados a lo largo de los contornos de los depósitos cólicos altamente erosionables para tratar de evitar que el caudal líquido y sólido ingresen al área urbana. Un canal básico para este fin sería un canal que atravesaría Talara Baja de Este a Oeste por la parte sur de la ciudad. Este tendría por objeto proporcionar una vía de salida al mar del escurrimiento de las quebradas Aproziser e Inmaculada, ya que éstas son las que aportan el 65% del caudal líquido y casi la totalidad del caudal sólido que ingresa al área industrial y que se deposita en el casco urbano sur. Se iniciaría frente a la Urb. FONAVI y correría paralelo a la carretera que comunica a Talara Baja con el Tablazo, siguiendo por toda la Av. "F" y luego continuando por la Av. que limita a la Refinería con Punta Arenas, hasta llegar al mar (éste último ya existe); debe ser revestido de concreto o con emboquillado de mampostería (canto rodado de 2"), para mejorar las condiciones hidráulicas y el tiempo de vida de la obra. Este canal serviría como colector principal de los drenajes de la cuenca de Aproziser, Inmaculada y el agua pluvial sobre el área de Punta Arenas.

Para la protección de la erosión y arenamiento de los pueblos jóvenes del cono norte, es necesario la construcción de varios canales sobre las laderas de los cerros que rodean a estos asentamientos (ver plano). Uno partiría frente al asentamiento "Lucy de Villanueva" y correría detrás del cementerio hasta llegar

a la quebrada Politécnico. Otro nacería frente a Jesús María, pasaría por arriba de Cuernavaca y San Pedro hasta llegar a la quebrada Politécnico. Un tercero comenzaría frente al PPJJ "Taboada", cruzaría la carretera hacia Fertilizantes a través de una alcantarilla para llegar a la quebrada Santa Rita.

De igual manera es necesario la construcción de un drenaje de laderas que proteja a la zona de Emadi, Soutner, Mariner y Molino de la Mangle.

a.2) Canales de Coronación

Para complementar a los canales interceptores, se deben construir canales de coronación, para interceptar el escurrimiento de lluvia que cae en el Tablazo y que discurre hacia Talara Baja como catarata a través de los bordes. En algunas áreas no es posible su construcción por existir construcciones en los bordes del Tablazo como en "María Auxiliadora" y "Los Angeles".

Es posible su construcción en la zona que da a la quebrada de Sud América y la quebrada Inmaculada. De igual manera en los cerros que limitan al cono norte.

Los canales de coronación del sur, se evacuarán a la quebrada de "El Acholado" y los del nor-este se eliminarán a través de la quebrada Santa Rita, Politécnico y Yale, conforme se indica en el plano N°. Estos canales tendrían pendientes entre 0.15% a 0.25%. Es recomendable su revestimiento para su mejor mantenimiento.

a.3) Dren pluvial en el Area Central

Es importante considerar un dren pluvial dentro de la misma área central de Talara, por ser una zona sensiblemente plana.

Refinería Esta es un área prácticamente plana con pendiente promedio de 0.13%. Se debe considerar la conveniencia de cunetas de drenaje en las áreas que ocupan los departamentos de servicios de Pozo, Mantenimiento, Diseño y Construcción, servicios industriales, etc. que son las zonas más planas y en donde se forman grandes lagunas. En el Campo de tanques es necesario la construcción de redes colectoras que eliminen el agua que se acumula en los lugares encerrados por dique de tierra.

- Casco Central : La pendiente de esta área es de 0.24%. Debe considerarse cunetas en las calles troncales (Avs. A, B, H, F) o aprovechar la pendiente de las calles para que las pistas sirvan como drenes por gravedad.

b) Encauzamiento de Quebradas

Es muy necesario realizar el encauzamiento de la quebrada Yale por medio de enrocamiento en su lecho y paredes por ser altamente erosionables, principalmente en sus últimos 300 m.

En las lluvias de 1983 causó serios daños en las edificaciones asentadas en las márgenes, cerca a su desembocadura. Su cauce sufrió un ensanchamiento; antes de las lluvias sólo tenía 50 m., después de ella tenía un ancho de 120 m.

En la quebrada Politécnico también es necesario realizar obras de protección de su cauce.

c) Forestación de zonas inestables en las laderas

Como ya se ha indicado anteriormente, existen depósitos aluviales y cólicos en las laderas de los cerros altamente erosionables por la acción del agua de lluvia y del viento. Estos rodean por el norte, este y sur a Talara Baja, y fueron los que ocasionaron los mayores daños en las lluvias torrenciales de 1983 dentro del casco urbano.

Dentro de los árboles que se podrían plantar tenemos: el algarrobo, vichayos, zapotes, laurel, tamarindo; que son plantas que crecen en la zona y de poca demanda de agua. También son buenos para éstos propósitos, los pastos, céspedes de crecimiento denso producidos por muchas especies gramíneas.

Los cultivos pueden disponerse en forma de cinturones (fajas), o en forma de terrazas de intercepción y de derivación.

La fuente de agua para este programa sería la utilización de las aguas servidas de Talara Alta, después de ser tratadas por medio de lagunas de oxidación. Para un mejor aprovechamiento del agua, el riego puede ser por goteo o aspersión.

El área a forestar sería en el sur : 50 Ha.; en el este : 50 Ha.; en el norte: 25 Ha.

d) Otras obras de protección

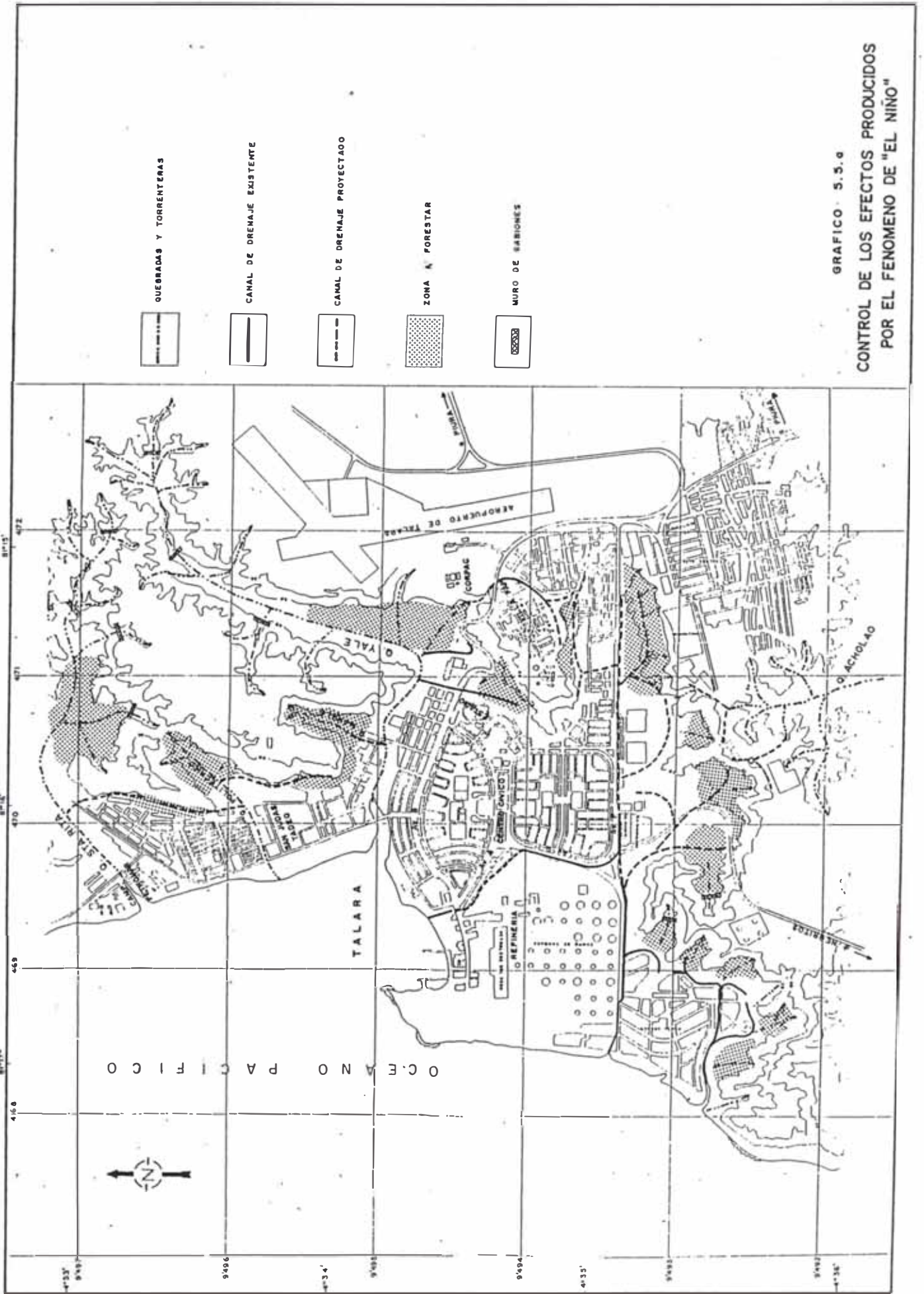
- Construcción de muros de gabiones en las quebradas estrechas, como en la quebrada Santa Rita, Inmaculada.

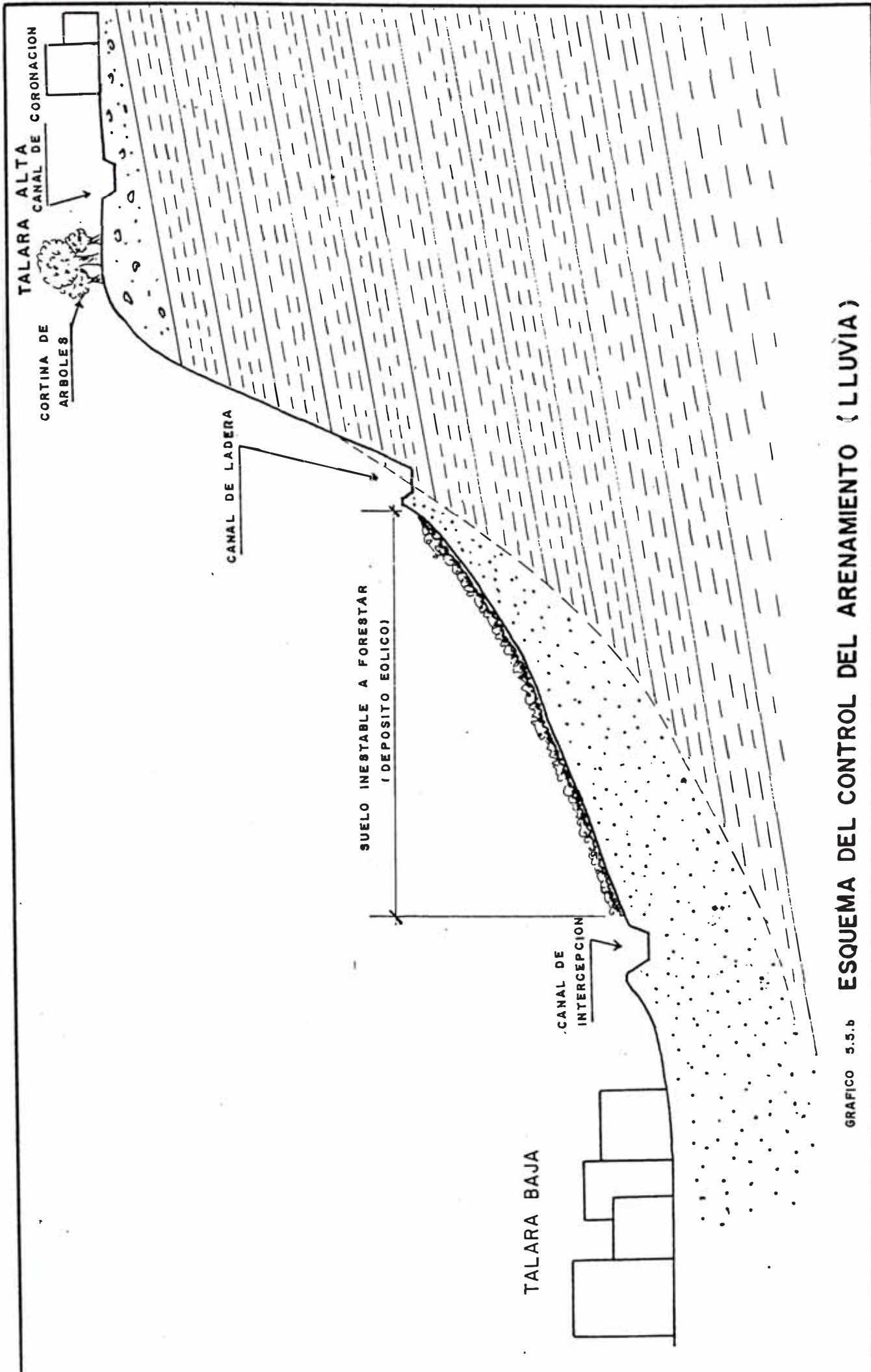
- Instalación de trampas de arenas y pozas de sedimentación en punto críticos del canal, como en la esquina sur este de la Refinería.

- Construcción de muros de encauzamiento en los cambios de dirección entrada del canal. Estos pueden ser de tierra o de piedra.

- Construcción de pozas disipadoras en quebradas amplias.

- Reforzar el muro perimétrico del campamento de la Refinería de Petroperú, que da a la Av. "G".





ESQUEMA DEL CONTROL DEL ARENAMIENTO (LLUVIA)

GRAFICO 5.5.b

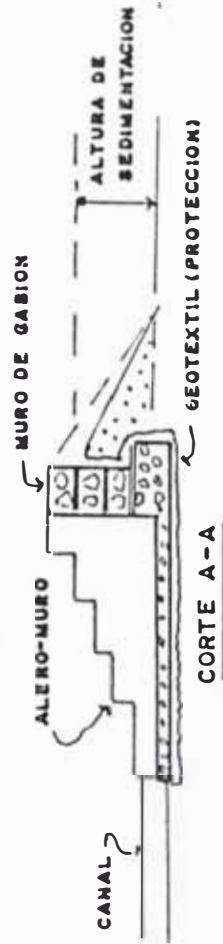
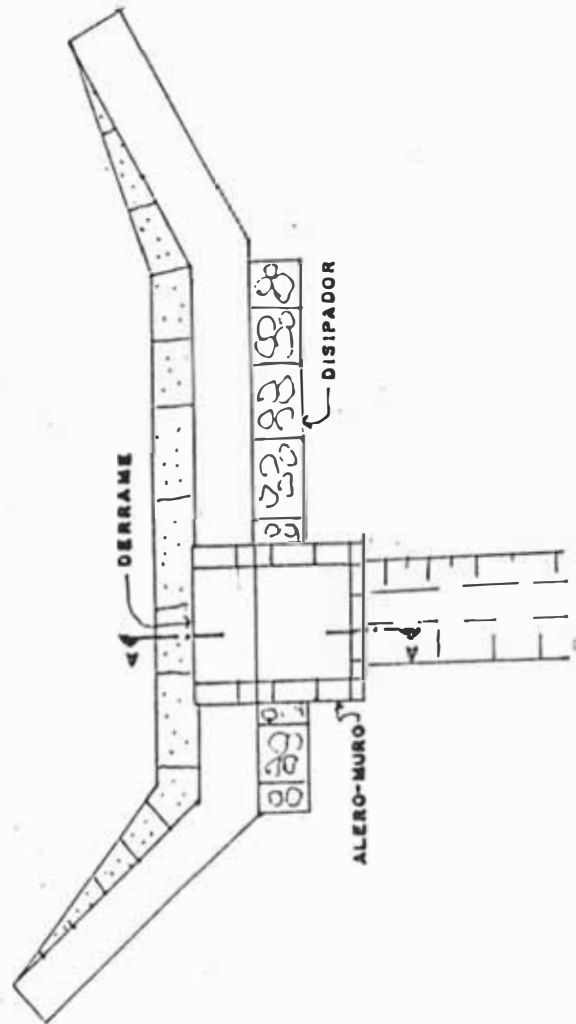
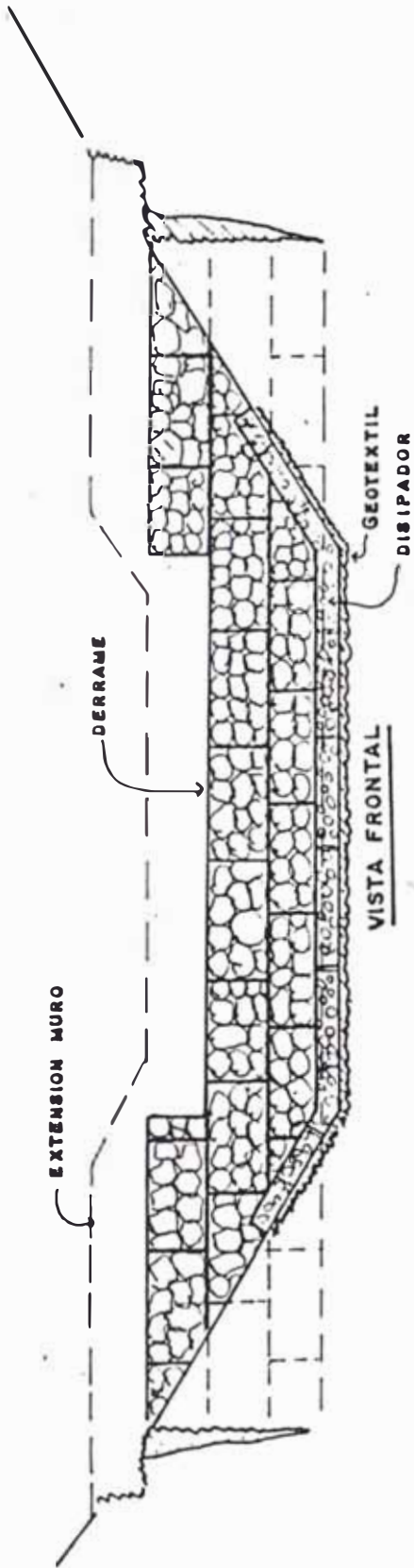


GRAFICO 5.5.6

ESQUEMA - MURO DE GABIONES

PLANTA TIPICA

CAPITULO VI

FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA : LOS SISMOS

La corteza terrestre, como el interior del globo, está sometida a constantes movimientos que se ponen de manifiesto en una serie numerosa de fenómenos. Algunos de éstos son perceptibles en unos pocos segundos, como en el caso de los movimientos sísmicos; otros en períodos de larga duración como es la actividad volcánica y un tercer grupo en períodos que duran millones de años, como son los movimientos orogénicos o formación de las grandes cordilleras. Lo que originan a estos fenómenos, son las fuerzas geológicas que provienen desde el interior de la tierra determinando la geodinámica interna.

De lo que nos ocuparemos a continuación en una forma general, es de los movimientos sísmicos (sismos).

6.1 GENERALIDADES

a) Origen de los Sismos

Estos pueden ser causados por actividad volcánica, derrumbes de cavernas, deslizamientos, de origen tectónico, etc.

Los de mayor interés desde el punto de vista de la sismología, por cuanto la energía liberada es extraordinariamente mayor que la de otros tipos y por lo tanto los de mayor potencia, son los de origen tectónico. La ocurrencia de éstos es tan violenta que pueden provocar resultados desastrosos en zonas donde no se han considerado medidas para prevenir sus efectos destructores. Habría que agregar que cuando han tenido su origen a profundidades no mayores de 70 km. (sismos superficiales), estos son más violentos, como es el caso del Perú.

Los sismos cuyo origen han sido ubicados en la costa Norte del Perú han sido originados generalmente por la interacción de la Placa de Nazca con la Placa Sudamericana. La teoría de la "Tectónica de Placas" es la hipótesis que trata de explicar este fenómeno.

b) Propagación de las Ondas Sísmicas

Las sacudidas sísmicas ú ondas elásticas, que se levantan a través de un sismo, se propagan a través del interior de la tierra ó a lo largo de la superficie de capas. Las ondas son registradas en las estaciones sismográficas en todo el mundo, proveyendo datos de la cantidad de energía liberada. Las ondas sísmicas principales son

1.- Ondas corpóreas, que se propagan a través del interior de la tierra.

Estas consisten de dos tipos :

- Ondas longitudinales (P)
- Ondas transversales (S)

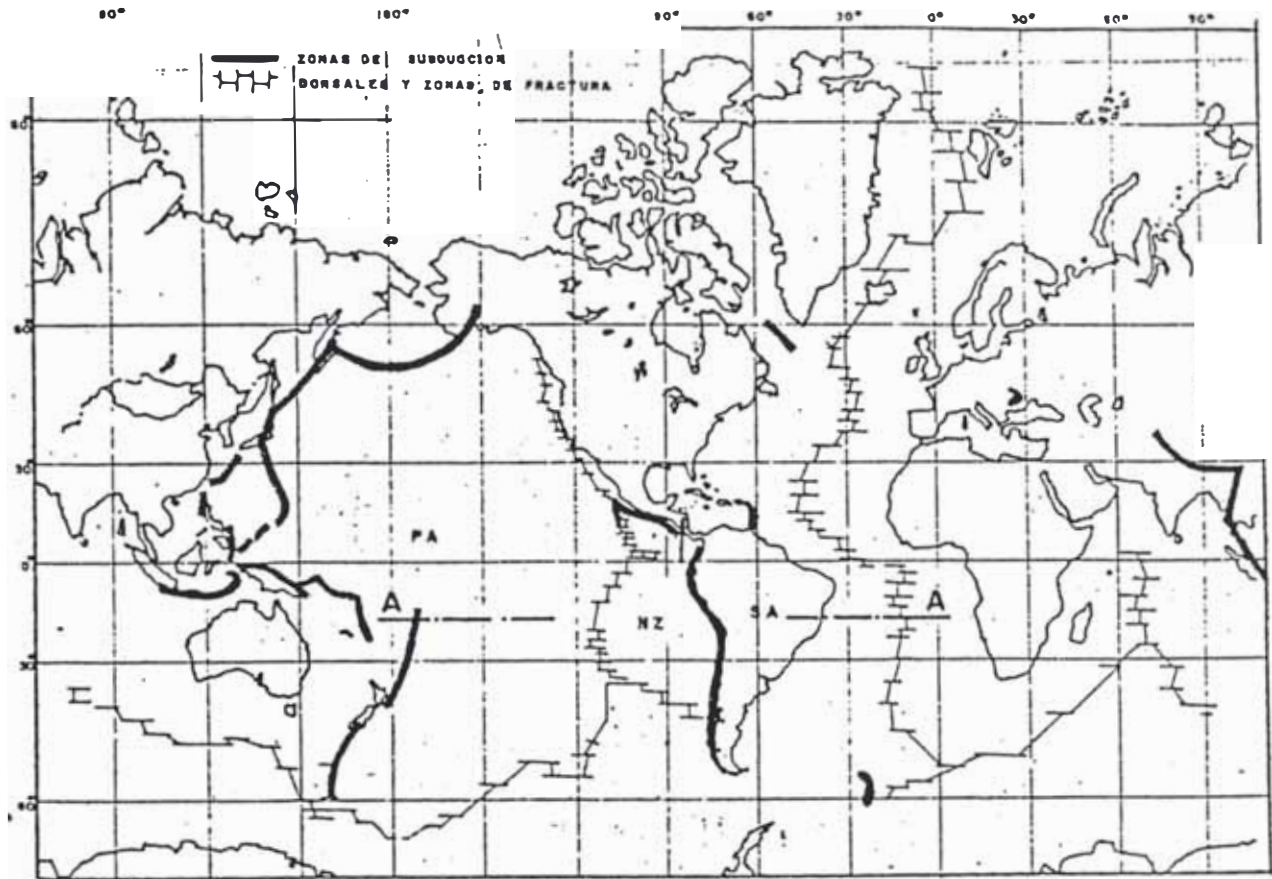
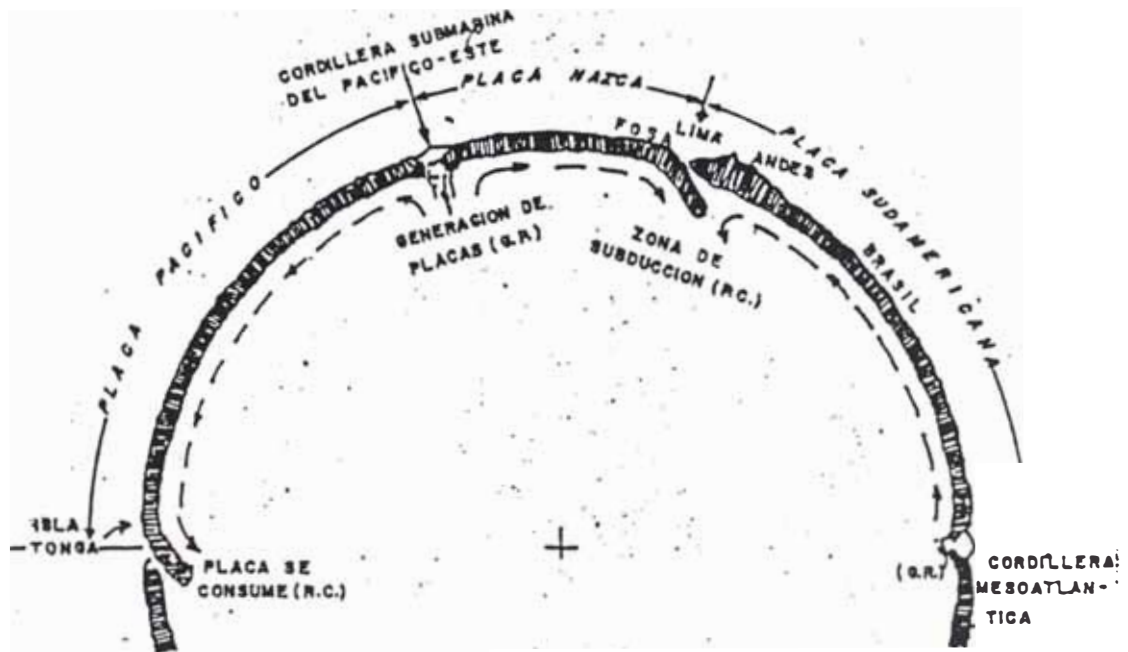


FIG. 6.1 a) Teoría de placas. SA=Placa Sudamericana, PA=Placa Pacífica, NZ=Placa Nazca, A=Placa Antártica.



b) CORTE ESQUEMATICO DEL GLOBO TERRAQUEO. Se observa la Placa Nazca, la Placa Sudamericana y la Placa Pacifico. (CORTE A-A DE LA FIG. 6.1).

2.- Ondas superficiales, que se propagan a través de la superficie de la tierra. Consiste de los siguientes tipos:

- Onda Love (L) y Rayleigh que siguen la superficie libre de la tierra.
- Ondas Stoneley, relacionada a las ondas Rayleigh pero siguen una superficie discontinua en el interior de la tierra.
- Ondas Channel, que se propagan a lo largo de algunas capas, de baja velocidad en el interior de la tierra.

6.2 ANTECEDENTES SISMOLOGICOS

Según fuentes estadísticas e históricas, se tiene que la zona de Talara ha sido sacudida muchas veces por movimientos sísmicos de intensidad variable, desde movimientos sísmicos imperceptibles hasta terremotos intensos y a intervalos de tiempo no periódicos.

En el graf. 6.2.a se muestran los sismos, cuyos focos se han registrado entre los 3° - 5.5° de latitud sur y 80° - 83° de longitud oeste (área de influencia), tomados del catálogo sísmico. En el cuadro N^o 6.2 se presentan las características de los sismos de mayor intensidad registrados en la región.

A continuación haremos mención de los daños registrados en Talara en los sismos más intensos :

- 1953, Diciembre 12 : (12:31 hr.) En Talara se produjeron grietas en el suelo; se registraron daños materiales sobre todo en los puestos de ventas del Mercado Central. Algunos derrumbes en los cerros, también se observó una enorme grieta cerca de la playa. Grado VII (Mem).

- 1957, Agosto 08 : (08:50 hr.) En Talara se agrietaron las paredes de algunas casas. Grado V-VI M.M.

CUADRO 6.2 ANTECEDENTES SISMOLOGICOS EN TALARA

FECHA	HORA (TMG) HMS	LATITUD	LONGITUD	PROF. FOCAL (K.m)	MAGNITUD	
					Ms	Mb
01/02/1814.	10:00:00	-5.00 °	- 81.00 °	40.0	6.36	
20/08/1857	12:00:00	-5.30	- 80.54	40.0	7.42	
28/04/1906	18:00:00	-3.57	- 81.22	30.0	5.00	
24/07/1912	11: 50:00	-5.62	- 80.41	30.0	8.10	
11/03/1924	22:44:23	-4.00	- 82.00	60.0	6.80	
18/07/1928	19:05:00	-5.50	- 79.00	33.0	7.00	
08/03/1935	11: 59:14	-4.00	- 80.00	100.0	6.00	
12/12/1953	17:31:25	-3.40	- 80.60	33.0	7.80	
08/08/1957	13:50:00	-4.28	- 81.92	40.0	7.13	
07/02/1959	09:36:54	-3.70	- 81.71	40.0	7.40	6.19
20/11/1960	22:01:56	-6.8	- 80.7	55.0	6.80	5.93
21/05/1961	17:41:28	-3.10	- 80.90	27.0	6.50	5.82
10/12/1970	04:34:39	-3.99	- 80.72	25.0	7.60	6.30
11/06/1971	01:32:59	-4.17	- 80.66	43.0		5.40
09/06/1974	14:16:02	-5.75	- 80.98	50.0		5.70

- 1959, Febrero 07 : (04:38 hr.) Tuvo una duración de 30 sg. En Talara, las paredes del club Petro Perú (ex-club ESSO) se cuartearon, así mismo otras construcciones del barrio Acapulco sufrieron las mismas consecuencias.

- 1970, Diciembre 09 : (23:55 hr.) La ciudad de Talara sufrió diversos daños en su sistema de agua potable y desagüe. Se constató que en diversos sectores de la ciudad, principalmente en el centro cívico, Av. "H", parques 58, 2, 25, 32, 33, sufrieron rajaduras. Así también el colegio Ignacio Merino, el centro de salud y el Hospital de Petro-Perú. Se abrió una enorme grieta frente a COOPTIMET. El I.G.P. indicó que el sismo alcanzó una magnitud de 7.6 grados en la E. de Richter.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS SISMOS

En el área de influencia, los sismos se hallan distribuidos desde muy superficiales (menos de 30 km.) hasta intermedios superficiales (30-100 km.).

No existe una distribución homogénea y tampoco se nota en forma clara el aumento de profundidad de los sismos hacia el continente. Esto podría señalar una estructura más compleja que el resto de la costa peruana.

Los epicentros de los sismos, se han registrado en el mar, como en el continente; y se agrupan cerca a la ciudad de Tumbes y al sur de la ciudad de Piura.

6.3 SISMICIDAD REGIONAL

Desde el punto de vista geodinámico, la región Grau debe ser considerada como una zona de alta actividad sismotectónica dada la ocurrencia de numerosos sismos que han afectado a la zona. Toda la actividad sísmica es del tipo tectónico (interacción de placas y fallamiento local).

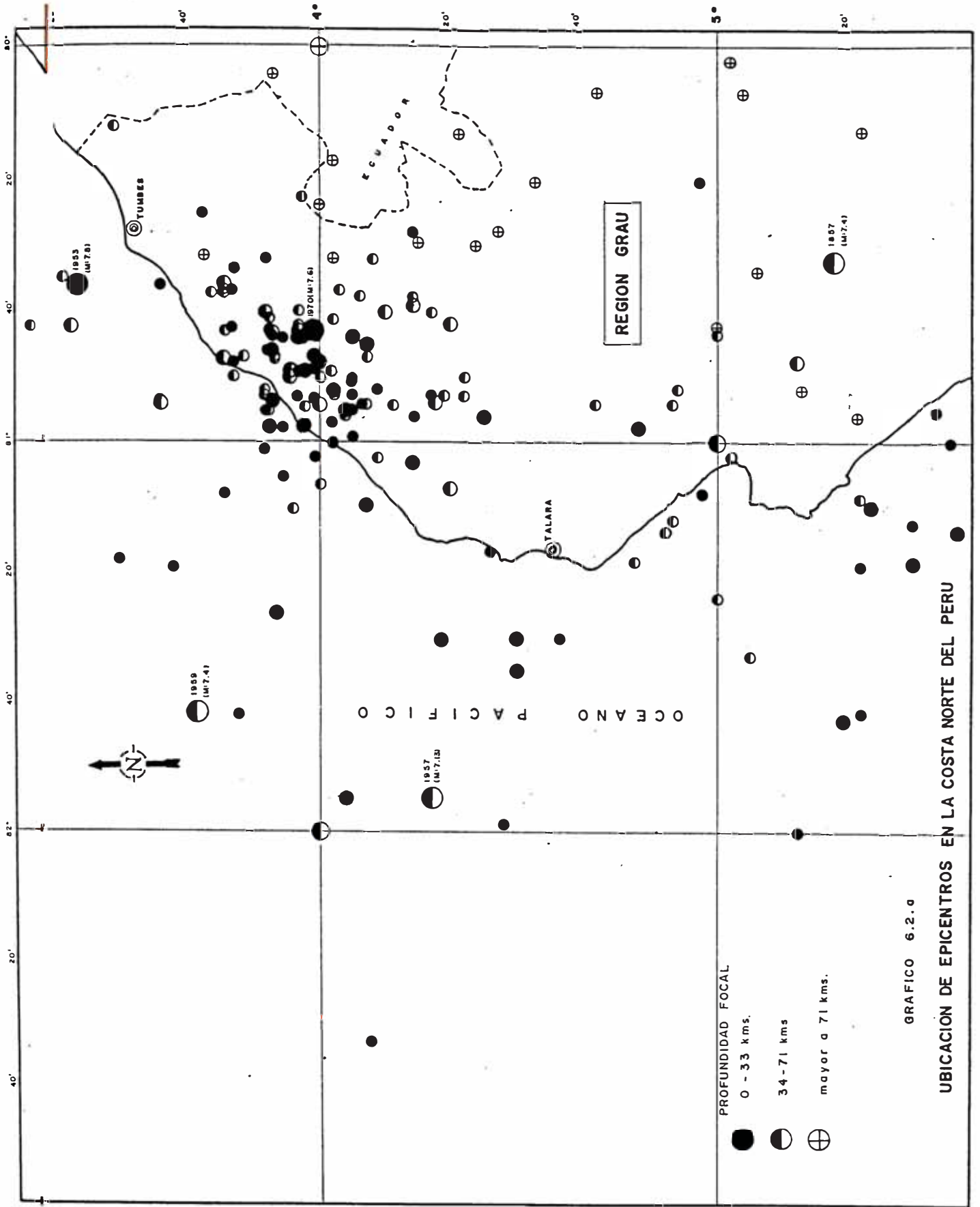
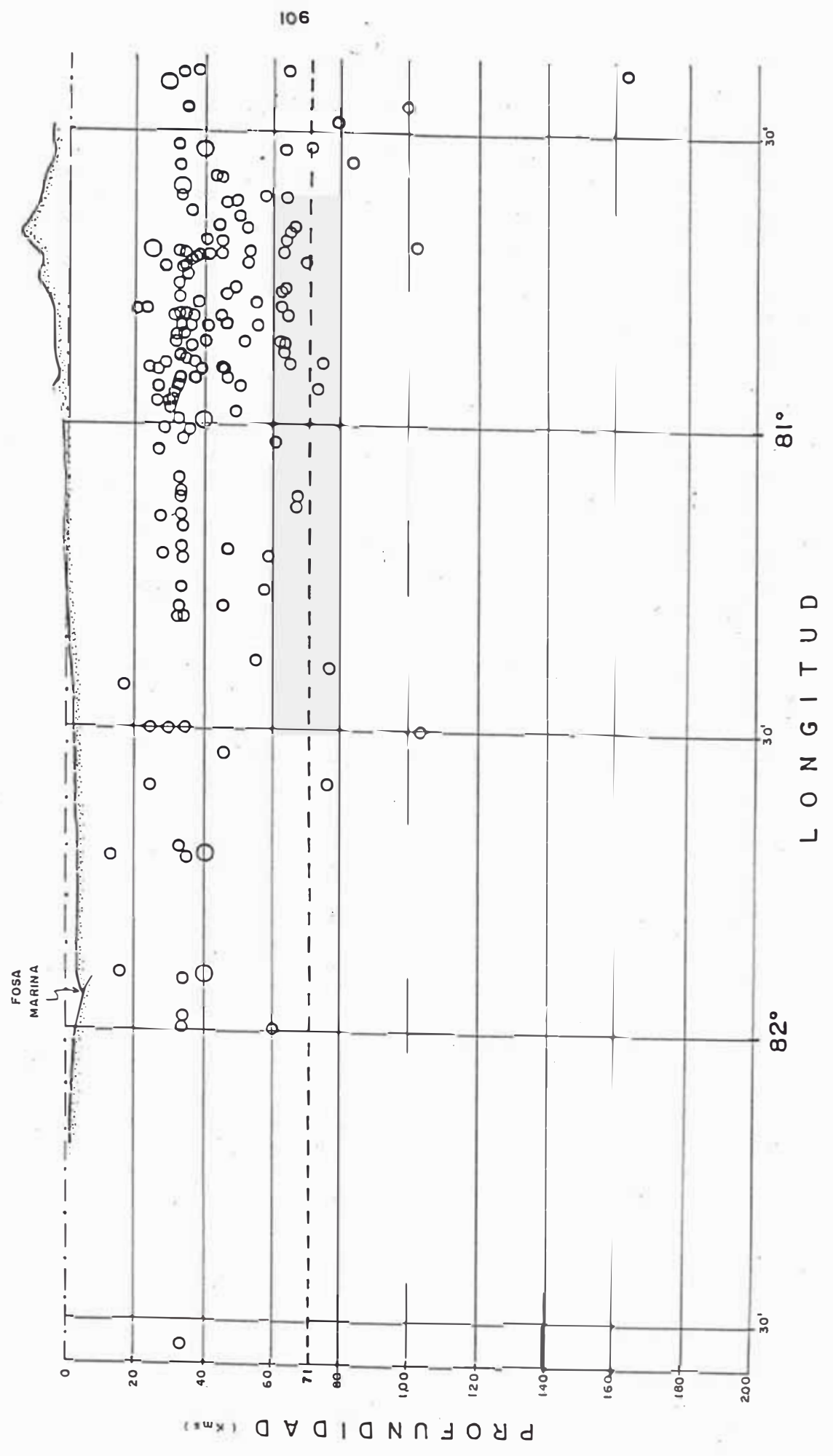


GRAFICO 6.2.b PROFUNDIDADES HIPOCENTRALES - COSTA NORTE DEL PERU

(Latitud: 3° - 5.5° S)



El elemento principal en la zona de subducción a lo largo de la costa noroeste (NW) del Perú, donde la placa oceánica de Nazca descendente está siendo cubierta por la Placa Continental Sudamericana. La placa sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del atlántico avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm/año y se encuentra con la placa Nazca en su extremo occidental, constituido por la costa sudamericana del Pacífico que avanza hacia el este a una velocidad de 5 a 10 cm/año subyaciendo debajo de la placa sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12 cm/año.

De acuerdo al estudio del Ing. Deza en la región del Noroeste Peruano, ha determinado una regionalización sismo-tectónica con 5 zonas. La zona más cercana a Piura está clasificada como zona 1 con intensidades probables iguales ó mayores que IX M.M.

Como consecuencia de lo anterior, la Macro Zona está clasificada como Zona 1 en el Reglamento de Ingeniería Antisísmica Peruano, o sea de la zona de mayor actividad. Es posible que se tengan aceleraciones del terreno en la Macro-Región entre 0.1 y 0.35 gal.

6.4 RIESGO SISMICO REGIONAL

Si las intensidades de los sismos producidos ocurren al azar entonces es posible aplicar una relación de Poisson

$$P_{(I)} = e^{-vt}$$

en donde :

$P_{(I)}$: Probabilidad de que ocurra un evento.

V : Frecuencia anual del evento.

t : tiempo

El Ing. Deza a determinado que cada 200 años podemos esperar un sismo que produzca una intensidad de grado IX en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo a la tesis de master realizada por el Ing. Jaime De Las Casas Pasquel (Imperial College of Science, 1971), el período de Retorno de los sismos más importantes de la Región del Noroeste Peruano es de 20 años. Si se establece el promedio de la diferencia entre los sismos antes citados desde 1912 a 1970 de acuerdo a la información de Silgado (1975), este período de retorno es de 19.3 años lo cual coincide con la tesis de J. De Las Casas.

6.5 COMPORTAMIENTO DEL SUELO A LAS SOLICITACIONES SISMICAS

6.5.1 Propiedades Dinámicas del Suelo

Se ha determinado que las propiedades que están más íntimamente relacionadas al asentamiento de cimentaciones como consecuencia de sismos severos son

- Variación de la densidad de la masa.
- El módulo de corte de los suelos ante sismos destructivos decrece al incrementarse las deformaciones del suelo.
- Las velocidades de las ondas de corte son bajas en los estratos blandos y altos en los estratos densos.
- El factor de amortiguamiento en los suelos aumentan al incrementarse las deformaciones del suelo.

- Las ondas sísmicas se amplifican grandemente en los suelos blandos, mientras que en los suelo duros no sufren mayor amplificación sísmica.

.5.2 Capacidad Portante del suelo durante los Sismos

Es otra de las propiedades de los suelos que se reducen por efectos de un sismo. El factor que se reduce mayormente con el aumento del coeficiente sísmico, es la resistencia friccional del suelo (ϕ), seguido por la capacidad resistente debido a la parte que se introduce en el terreno, siendo mínima la reducción de la capacidad resistente basada en su cohesión.

Se puede deducir que los depósitos de suelos relativamente compactos a muy compactos, las pérdidas de resistencia ó deformaciones locales son pocas significativas, originando efectos sobre las estructuras pero sin daños directos en su cimentación. En este caso las condiciones de resistencia del suelo pueden considerarse como estables.

Para el caso de depósitos de suelos en estado suelto a muy suelto, parcial ó totalmente saturados de agua, puede suceder que por efecto de las vibraciones sísmicas se origine una pérdida de resistencia al cortante parcial o total del suelo de cimentación ó se susciten importantes densificaciones del suelo, manifestándose a través de asentamientos diferenciales, grandes asentamientos totales, fisuraciones, surgencia de agua, licuación, etc. En este caso la condición del terreno será inestable para la cimentación.

6.5.3 Intensidades Sísmicas probables

Se trata de establecer valores probables de intensidades sísmicas para diversos sectores de la ciudad para un sismo de determinada magnitud, tomando

como base los daños producidos en anteriores sismos y las condiciones geotécnicas del suelo para una zona determinada.

Es indudable que las intensidades sísmicas más altas se registrarán en los suelos en estado más suelto y de capacidades portantes bajas. Así tenemos

a) Intensidad IX M.M.

Es muy probable que estos valores se alcancen en los depósitos de suelos en estado sueltos a muy sueltos (SP) parcial o totalmente saturados de agua. Estos se localizan en sectores como Punta Arenas, (cerca a la playa), Urb. James Storm, Refinería de Talara, centro cívico, al norte de la Bahía (Club Petroperú, parques 33, 34, etc.)

b) Intensidad VIII M.M.

Este valor se alcanzaría en los depósitos de baja a mediana densidad, con niveles freáticos debajo de los 10 m., que es la mayor parte del suelo que conforman Talara Baja. Su capacidad portante está entre 0.8 a 1.5 kg/cm².

c) Intensidad VII M.M.

Se espera que estos valores se presenten en la zona denominada como El Tablazo". Estos suelos se caracterizan por ser relativamente a muy compactos integrados por areniscas, conglomerados en matriz arenosa, con carbonatos de calcio, porcentajes de sales, sulfatos que actúan como cementantes.

d) Intensidad VI M.M.

Las menores intensidades se presentarán en las zonas donde afloran rocas, como en el sector donde se desarrollan los cerros Amotapes, etc.

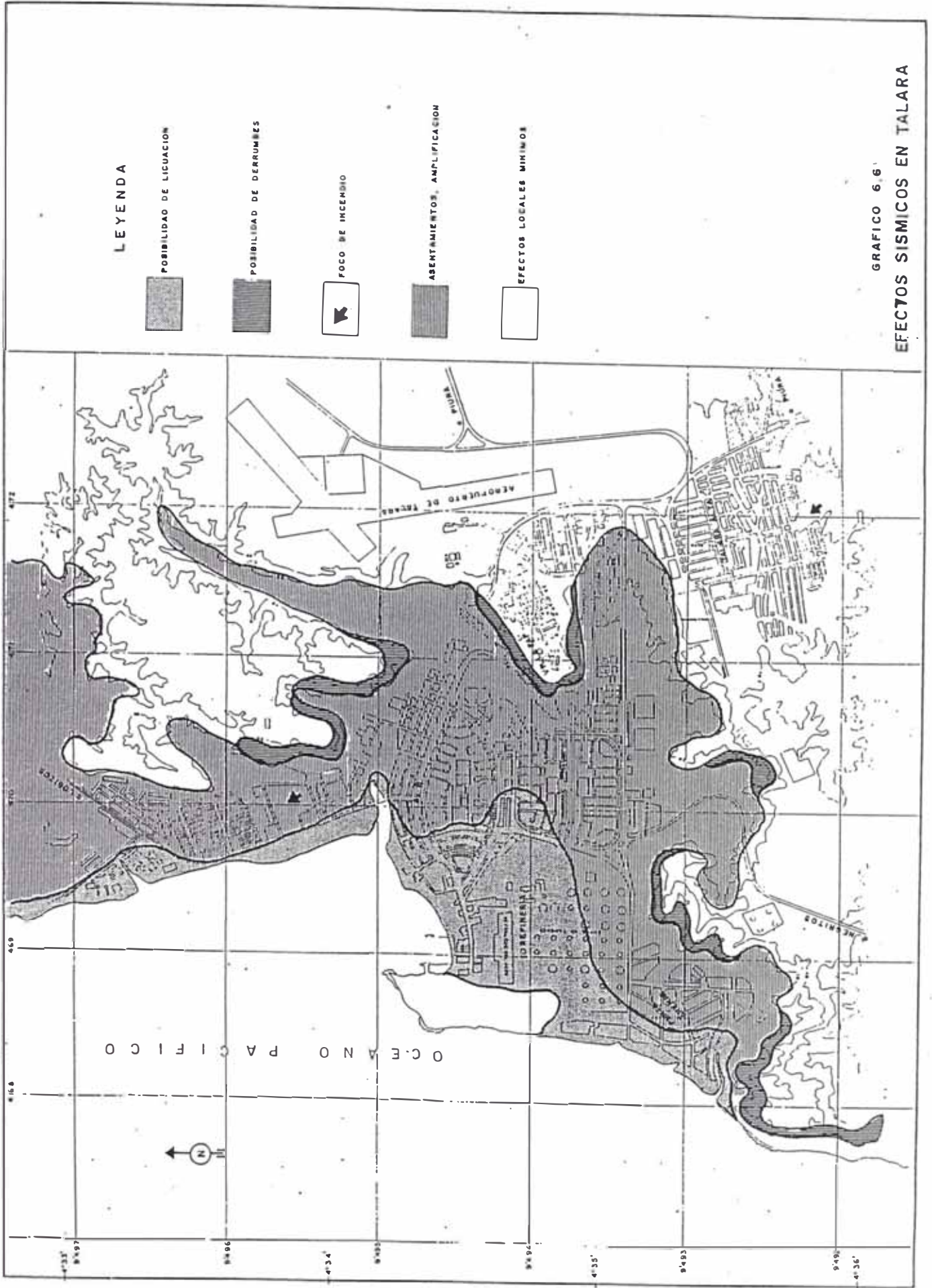


GRAFICO 6.6' EFECTOS SISMICOS EN TALARA

6.6 FENOMENOS INDUCIDOS POR LOS SISMOS

Los fenómenos que podrían ser generados en la ciudad de Talara por la ocurrencia de un sismo severo, son los siguientes:

- Tsunamis : producidos por sismos de gran intensidad y cuyo foco se localice en el fondo marino. Este tópico se tratará en forma más amplia en el cap. VII.

- Derrumbes : productos de movimientos sísmicos. Los sectores más propensos a éste fenómeno se localizan en los cerros que rodean a Punta Arenas, Fonavi, Aproviser y Mercado Modelo (Parada).

- Fallas locales de suelo : existen en Talara Baja, depósitos sueltos con niveles freáticos altos y que son propensos a sufrir el fenómeno de licuación.

- Incendios : como consecuencia de sismos intensos se pueden originar incendios severos cuando se presentan las condiciones para ello. En muchos sectores de la ciudad de Talara existen materiales inflamables, como gas, petróleo, gasolina que corren por la ciudad a través de tuberías para llegar a la refinería, sumado a que en los pueblos jóvenes existen un gran porcentaje de casas de madera, hace de que existan lugares propensos a incendios.

6.7 DELIMITACION DE LOS SUELOS PROPENSOS A LICUACION

El fenómeno de licuación de suelos como resultado de las oscilaciones del terreno, representa una amenaza a la seguridad de las estructuras u obras civiles.

Este fenómeno es observado en suelos de granulometría uniforme (SP), sueltos y que están parcialmente o totalmente saturados. La licuación describe el efecto según el cual un suelo pierde resistencia durante un movimiento sísmico, lo

cual produce que el suelo fluya hasta encontrar una configuración compatible con su pequeña resistencia.

Podría explicarse, que la arena suelta al deformarse tienda a compactarse, lo que aumenta la presión neutra en el agua, si esta no se drena con la suficiente rapidez baja la presión efectiva (σ), y como consecuencia la resistencia al esfuerzo cortante.

Para tener una idea del peligro de licuación en un lugar, se han desarrollado algunos métodos empíricos basados principalmente en el valor "N" de la S.P.T. y de la profundidad del nivel freático. No existe un estudio de aguas subterráneas de la ciudad, sin embargo se han encontrado que en algunos sondajes se muestran los niveles freáticos y en ellos se ha hecho una evaluación a la posibilidad de ocurrencia del fenómeno. Para esto se toma la norma incluida en el Reglamento de Diseño Antisísmico de China, donde se especifica un valor crítico de N (N_{crit}) bajo el cual es probable se produzca licuación :

$$N_{crit} = I_s [1 + 0.125 (ds-3) - 0.05 (da-2)]$$

donde :

ds : Profundidad del estrato cuyo potencial de licuación se evalúa (m)

da : Profundidad del nivel freático (m)

I_s : Índice de intensidad sísmica que depende empíricamente de la escala M.M.

según lo siguiente :

I (MM	VII	VIII	IX
I_s	6	10	16

Si el valor N_{crit} es mayor que el valor obtenido en el ensayo S.P.T. (N), entonces existe riesgo que se produzca licuación. Este método ha sido aplicado

CUADRO 6.7.0 ESTIMACION DEL FENOMENO DE LICUACION EN TALARA

SOND.	UBICACION	da (m.)	ds (m.)	I (MM)	Is	N _{CRIT.}	N _(s.p.T)	OBSERVACION
10P ₁	COOPERATIVA INMACULADA	4.2	4.0	VIII	10	10	9	± LICUACION
14P _{s1}	ASOCIACION JAMES STORM	3.9	1.25	VIII	10	7	6	± LICUACION
2Pc-6	DESVIO LAS PEÑITAS - FERTILIZANTES	1.5	1.0	IX	16	13	19	NO LICUACION
		1.5	4.0	IX	16	19	26	NO LICUACION
2Pc-4	CAMARA. BOMBEO DE DESAGUE (PUNTA ARENAS)	1.8	3.0	VIII	10	10	8	± LICUACION
2Pc-3	" " " (HOTEL ROYAL)	1.2	3.0	IX	16	17	17	± LICUACION
4P-5	BLOCK E-4 (PUNTA ARENAS)	2.3	3.0	VIII	10	10	8	± LICUACION
4P-6	BLOCK G-5 "	2.5	7.5	VIII	10	15	12	± LICUACION
4P-7	BLOCK K-6 "	1.7	3.0	VIII	10	10	4	+ LICUACION
4P-8	BLOCK Q-9 "	2.3	6.0	VIII	10	14	6	+ LICUACION
4P-9	BLOCK J-10 "	2.2	3.0	VIII	10	10	3	+ LICUACION
4P-10	BLOCK Y-4 "	1.55	7.5	VIII	10	16	10	+ LICUACION
4P-11	BLOCK X-1 "	5.7	6.0	VIII	10	12	8	+ LICUACION
4P-21	BLOCK N-10 "	5.0	6.0	VIII	10	13	7	+ LICUACION
18P _{s1}	PETROMAR	3.8	5.2	IX	16	19		

LEYENDA

* SONDAJE DONDE SE HA VERIFICADO LA POSIBILIDAD DE OCURRENCIA DEL FENOMENO DE LICUACION

○ POSIBILIDAD DE LICUACION (FALTA MAYOR INFORMACION)



GRAFICO 6.7.2
EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACION DE SUELOS-TALARA

VALORES CRITICOS (N_{crit}) PARA DIFERENTES
 INTENSIDADES SISMICAS DEBAJO DE LOS CUA-
 LES EXISTE POSIBILIDAD DE LICUACION

CUADRO 6.7.b

d_a (m)	d_s (m)	N_{crit}		
		VII	VIII	IX
2.00	2.00	6	9	14
	4.00	7	12	18
	6.00	9	14	22
	8.00	10	17	26
	10.00	12	19	30
5.00	2.00	5	8	12
	4.00	6	10	16
	6.00	8	13	20
	8.00	9	15	24
	10.00	11	18	28
7.50	2.00	4	6	10
	4.00	6	9	14
	6.00	7	11	18
	8.00	9	14	22
	10.00	10	16	26
10.00	2.00	3	5	8
	4.00	5	8	12
	6.00	6	10	16
	8.00	8	13	20
	10.00	9	15	24

para algunos sondajes realizados en la ciudad y cuyos resultados se muestran en el cuadro 6.7. a.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que la mayor posibilidad de que se produzca el fenómeno de licuación, se presenta en los depósitos arenosos ó arenolimosos (SP y/o SM) y que se ubican entre 0 a 5 m.s.n.m. Estos se ubican en la zona de Punta Arenas, Refinería, Centro Cívico, zona comprendida entre la Av. B y la playa (parques 29, 33, 34).

Se recomienda seguir realizando ensayos de penetración estandard en las zonas de Talara donde se presentan las condiciones de producirse el fenómeno.

6.8 VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES Y LINEAS VITALES EN TALARA

Un estudio de este tipo se realiza para estimar los daños que sufrirían las diferentes obras civiles ante la acción de los fenómenos naturales. La clase de obras civiles son amplias, aquí sólo se pretende dar un enfoque general en lo que respecta a edificaciones y sistema de agua potable y alcantarillado, ante la acción sísmica.

Ya se ha visto que uno de los principales factores que determinan el grado y distribución de los daños en las obras civiles ante un movimiento sísmico, es el tipo de suelos de cimentación (condiciones locales de suelos) más la magnitud del sismo y que origina se produzca el efecto de "microzona", es decir que estructuras de características semejantes sufren mayores daños en áreas relativamente pequeñas que en las áreas circundantes.

a) Vulnerabilidad en Edificaciones

Existe el caso que en áreas de iguales condiciones naturales de suelo, las estructuras sufren distintos daños. Esto evidencia que la estructuración (diseño) y el proceso constructivo de las estructuras, es otro de los factores que determinan los daños en ellas.

Dentro de las fallas de estructuración más comunes que se presentan en las estructuras de edificación son :

- Fallas por flexión, tracción, corte, etc.
- Falla por aplastamiento (falla típica por columnas cortas)
- Falla por impacto (choque entre dos edificios)
- Falla por torsión
- Parapetos sin el debido amarre con los elementos estructurales.
- Ausencia de juntas sísmicas.

Se ha realizado una distribución, (en porcentaje) de las edificaciones de acuerdo a su resistencia sísmica conforme con las especificaciones siguientes :

Mampostería A.- Construída con buenos materiales, buena mano de obra y buen proyecto. Reforzada con armaduras de acero o de hormigón armado, proyectada para resistir esfuerzos laterales.

Mampostería B.- Buena mano de obra y buen mortero; reforzada pero no proyectada para resistir fuerzas laterales.

Mampostería C.- Mano de obra y morteros corrientes. No demasiado débiles por falta de amarre en las esquinas, pero no reforzadas ni proyectadas para resistir fuerzas horizontales.

CUADRO 6.8 RESISTENCIA SISMICA DE EDIFICACIONES EN TALARA

SECTOR	Nº VIVIENDAS	DISTRIBUCION DE LAS EDIFICACIONES DE ACUERDO A SU RESISTENCIA SISMICA	
		TIPO DE EDIFIC.	%
S-I	3,750	A	11
		B	39
		C	36
		D	15
S-II	3,500	A	45
		B	38
		C	12
		D	5
S-III	300	A	65
		B	30
		C	5
		D	—
S-IV	2,390	A	42
		B	38
		C	15
		D	5
S-V	6,990	A	5
		B	35
		C	40
		D	20
S-VI	260	A	45
		B	41
		C	14
		D	—
S-VIII	1,200	A	48
		B	37
		C	10
		D	5
TOTAL	18,390	A	23
		B	37
		C	28
		D	12

SE HA ELABORADO SEGUN LAS CARACTERISTICAS DE LAS EDIFICACIONES MOSTRADAS EN EL CAP. III

Mampostería D.- Materiales débiles, como adobe, morteros pobres. Mala mano de obra. Débil horizontalmente.

Los resultados se muestran en el cuadro N° 6.8. y donde se aprecia que las edificaciones más débiles se ubican en los sectores I y V y no precisamente por antigüedad, sino por ser áreas de Pueblos Jóvenes cuyos ingresos económicos son los más bajos de la zona.

6.9 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA PROTECCION SISMICA.

Dentro de las medidas a tomar en cuenta en la ciudad, para estar preparados y mitigar los daños ante un posible sismo severo, tenemos :

- Asegurar espacios y rutas de evacuación.

Diseñar correctamente las estructuras que conocemos como "antisísmicas". En la zona de Talara Baja, las edificaciones vienen siendo objeto de modificaciones y ampliaciones y muchas de estas se pueden encontrar sobre suelos sueltos o blandos.

- Reformar y reforzar metódicamente las edificaciones catalogadas como tipo D y C, ubicadas principalmente en el sector I y V.

- Realizar inspecciones periódicas en centros que se caracterizan por concentrar gran cantidad de gente como colegios, hospitales, mercado, cines, compañías, etc. De igual manera se deben demarcar las vías de escape (planes de evacuación) y realizar ensayos, para que el público sepa salir en forma ordenada a los sitios más seguros.

- Es importante designar las zonas de refugio y los puestos de socorro, implementar depósitos de agua, de alimentos, etc.

- Se recomienda que los servicios públicos cuenten con equipos de emergencia, con fuentes de energía independientes para evitar las interrupciones de los servicios.

- Utilizar los medios de comunicación para instruir a la comunidad para que sepa comportarse en cada situación de emergencia.

- Como jefe de familia, realice ocasionalmente en su casa, simulacros, para evitar el pánico durante un terremoto:

- Recibir de parte de la Cruz Roja, conocimientos de primeros auxilios dado que los servicios médicos pueden ser insuficientes inmediatamente después de un terremoto.

CAPITULO VII

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LOS TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE TALARA

7.1 GENERALIDADES

El tsunami o maremoto es básicamente una secuencia ó tren de ondas que desde su origen se desplazan en todas direcciones y a gran velocidad, desarrollándose en las rutas que le son favorables mitigándose en las otras; hasta llegar así a las costas, donde arriban en un tiempo corto ó prolongado dependiendo de la distancia recorrida y en donde atacan con violencia.

Las causas de generación pueden clasificarse en naturales y artificiales.

Dentro de las primeras tenemos los terremotos de gran magnitud de origen tectónico producidos en el fondo del océano; los deslizamientos de grandes masas costeras que caen al mar (daños locales); erupciones volcánicas; avalanchas submarinas, etc. La causa artificial más importante, es la realización de pruebas atómicas ó nucleares en la superficie del mar.

7.1.1 Tipos de Tsunamis de origen tectónico

a) De Origen Local : Por la ocurrencia de un sismo con epicentro en el continente, pero cercano a la costa. En estos casos el ataque es inmediato a la generación.

b) De Origen Cercano : Si se origina en la falla cercana a la costa de interés; y es precedido por un sismo. La mayoría de los tsunamis que han afectado a la costa peruana, han sido generados por sismos a lo largo de la fosa marina que se extiende entre el Callao y Valdivia. Los tsunamis de origen cercano llegan en minutos a la costa y los efectos destructivos al llegar a éstas son muy grandes.

c) De Origen Lejano o Transoceánico : Si se originan a gran distancia a la costa de estudio. Dentro de estos están los generados a lo largo del Círculo Circumpacífico, excluyendo nuestras costas. En tsunamis de origen lejano, el tiempo de viaje hasta nuestras costas depende del lugar de origen, pudiendo transcurrir horas.

7.1.2 Características del Tsunami

a) Periodo : Es el tiempo que transcurre entre el paso de dos ondas sucesivas por un mismo punto de observación. En tsunamis de origen cercano al período está entre los 7 a 20 minutos; y entre 40 a 70 minutos para los de origen lejano. Cabe pensar que el período se modifica durante la propagación debido a los accidentes del fondo y a otras causas, y que al llegar a la costa es influenciado por las condiciones batimétricas locales.

Desde el punto de vista práctico de protección de la población, el período viene a ser finalmente el intervalo de ataque de las sucesivas olas que

conforman el tsunami, las cuales varían en número de 10 a 15. Takahashi ha establecido que el periodo dominante puede relacionarse con la magnitud M_s del sismo de la siguiente forma :

$$\text{Log } T = 0.57 M_s - 2.85$$

donde :

T : Período en minutos

M_s : Magnitud del sismo (Ritcher)

b) Altura de onda "H" : Es la distancia vertical entre el seno o valle y la cresta, mientras el tsunami se dirige a tierra.

Durante la propagación influye la configuración del fondo oceánico; y ya cerca de las costas son importantes, la geometría de la bahía en la cual se introduce, y el período natural de la misma.

c) Longitud de Onda : En los tsunamis la longitud de onda es mayor a la profundidad del océano; así se estima que la longitud de onda inicial es aproximadamente igual a la dimensión mayor del área dislocada. El valor de la longitud de onda puede obtenerse de la relación

$$L = V * T$$

donde :

L : Longitud de onda, en metros

V : Velocidad de propagación, en m/sg.

T : Período, en segundos.

En alta mar, los tsunamis son difícilmente percibidos debido a su gran longitud y pequeña altura de onda.

d) Velocidad de Propagación: Para estudiar la propagación del tsunami, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones

- Suponer que el fluido no es viscoso
- El movimiento es irrotacional
- La elevación del fondo marino que provoca el movimiento es pequeña comparada con su profundidad "h"

- Los cuadrados de las velocidades de las partículas son despreciables
- La presión en la superficie es nula; la profundidad (h) es constante y el fondo es horizontal

Se obtiene que la velocidad de propagación del tsunami es;

$$V = \sqrt{g h}$$

donde :

V : Velocidad (m/sg)

g : Aceleración de la gravedad (9.8 m/sg²)

h : Profundidad del océano (m)

De la formula se puede afirmar que la velocidad de propagación del tsunami es función solamente de la profundidad del fondo por el cual viaja.

Si se considera la ruta de propagación conformada por tramos de profundidad constante (escalones), es posible calcular el tiempo de viaje con buena precisión.

e) Propagación del Tsunami : Como la velocidad del tsunami es mayor en un mar profundo que en un mar superficial, la dirección de propagación gira gradualmente hacia la zona menos profunda cuando el tsunami viaja en un mar de profundidad variable. Este fenómeno se denomina "Refracción de ondas" y en su tratamiento se aplica la ley de Snell de la óptica.

En base al conocimiento de la forma original del frente de onda y las profundidades, pueden construirse las curvas de refracción, para áreas de estudio relativamente pequeñas. Y para áreas grandes se calcula por las cartas de proyección.

7.1.3 Energía y Magnitud

a) Energía del Tsunami

Según Kajiura :

$$\log E = 2 M_w + \log F + 5.5.$$

donde :

E : Energía del tsunami, en ergios

M_w : Magnitud Sísmica Kanamori

F : Constante que toma en cuenta los parámetros de la falla donde se produce el sismo. Puede usarse $F = 0.1$ como valor máximo.

Según Wilson, Webb y Heendrickson

$$E = 1/8 \delta g H^2 L$$

donde :

E : Energía hidrodinámica del tsunami (ergios)

δ : Densidad del agua de mar (1.0252 gr/cm^3)

g : Aceleración de la gravedad (980.7 cm/sg^2)

H : Altura de la onda (cm)

L : Longitud de la onda (cm)

b) Magnitud del Tsunami

La magnitud de un tsunami se mide por la altura máxima de ola y la destrucción que causa en la costa. El profesor IMAMURA observando los efectos de tsunami en las costas japonesas propuso la tabla b.1.

TABLA b.1 MAGNITUD DEL TSUNAMI (SEGUN IMAMURA)

Magnitud del Tsunami (m)	Altura máxima de la ola (m)	Descripción de los daños
0	1 a 2	No se producen
1	2 a 3	Se inundan las casas. Las de madera sufren daños. Botes arrastrados y/o destruidos.
2	4 a 6	Edificaciones, embarcaciones y personas son arrastradas.
3	10 a 20	Graves daños a lo largo de 400 kms. de costa.
4	Más de 30	Graves daños a lo largo de más de 500 kms. de costa.

TABLA b.2 ESCALA DE GRADO DE TSUNAMI DE IIDA

GRADO TSUNAMI	ENERGIA (ERG.)	MAX. ALTURA RUN-UP (m.)
5	25.6×10^{23}	32
4.5	12.8	24-32
4	6.4	16-24
3.5	3.2	12-16
3	1.6	8-12
2.5	0.8	6-8
2	0.4	4-6
1.5	0.2	3-4
1	0.1	2-3
0.5	0.05	1.5-2
0	0.025	1-1.5
-0.5	0.0125	0.75-1
-1	0.006	0.5-0.75
-1.5	0.003	0.3-0.5
-2	0.0015	0.3

FUENTE: ESCALA DE IIDA (1961)

En la tabla b.2 se presenta la escala de magnitudes propuesta por Iida (1961), que está basada en la energía del tsunami. También relaciona la magnitud del tsunami con la máxima altura del run-up en metros.

Saloviev (1970) revisó la definición de magnitud de tsunami y la relación con el valor promedio del run-up, proporcionando la siguiente ecuación para la magnitud

$$m = \log_2 (\sqrt{2} R)$$

donde :

m : Magnitud del tsunami

R : Altura del run-up promedio (m)

Se ha observado que la magnitud de un tsunami en un sector de la costa no está necesariamente en proporción con la magnitud del sismo que lo produce, estando condicionado a varios factores, entre los cuales podemos mencionar a lo siguientes

- Magnitud del sismo y su profundidad focal.
- Area de la corteza terrestre que se disloca en el fondo del mar.
- Ruta de propagación del tsunami.
- Variación direccional.
- Configuración de la bahía.
- Topografía de la zona inundada.

7.1.4 Altura de ola en la costa y RUN-UP

Para la realización de planes de protección es importante determinar la altura que la ola alcanzará en la costa con respecto al nivel de referencia (n.m.m.). Esto nos permite delimitar las zonas inundables y las zonas seguras. El viaje del tsunami no se interrumpe en la orilla sino que él penetra en tierra,

avanzando todo lo que las condiciones topográficas de la zona le permitan. La cota topográfica máxima (referida al n.m.m.) alcanzada por la inundación se conoce como Run-up. Esta altura de ola puede ser influenciada por la configuración geométrica de la bahía, el nivel del mar (mareas), y por la coincidencia entre el período de vibración de la masa de agua de la bahía y el período del tsunami que la excita.

Para determinar la altura de ola en la costa se puede utilizar los siguientes criterios :

- Formula empírica de Yamaguchi
- Registros históricos de alturas de olas

7.1.5 Estimación del tiempo de llegada a la costa de un Tsunami de origen cercano.

La estimación de este tiempo es muy importante para la elaboración de los planes de protección y planificar la evacuación de la población que se encuentra en zonas inundables por tsunami.

Se puede estimar, utilizando el modelo de propagación que consiste en el trazado de Curvas o Diagramas de Refracción, método utilizado por el Ing. J. Kuroiwa en su estudio "Efectos sobre las costas de Lima Metropolitana" (1983).

Si se tiene en cuenta que en la zona de estudio ya se han producido tsunamis anteriormente; se puede utilizar los mareógrafos si existiera una estación que tome estos registros.

7.1.6 Antecedentes de eventos Tsunamigénicos

Si bien no se tienen antecedentes de tsunamis que hayan producido grandes daños en la costa de Talara, podemos citar algunos eventos sísmicos (ver

CUADRO 7.1.6 EVENTOS TSUNAMIGENICOS (Peru-Chile) CUYOS EFECTOS HAN SIDO SENTIDOS EN TALARA

FECHA	ORIGEN DEL SISMO		SISMO		TSUNAMI		
	LATITUD	LONGITUD	MAGNITUD	PROF. FOCAL (K.m.)	RUN-UP (m.)	MAG.	INTENS.
18 / 07 / 1928	- 5.5°	- 79.0°	7.0	33			
12 / 12 / 1953	- 3.5	- 81.0	7.3	33	0.5	-1.0	0.5
07 / 02 / 1959	- 4.0	- 81.5	7.3		0.2		-2.0
22 / 05 / 1960	-39.5	- 74.5	8.6	33			
20 / 11 / 1960	- 6.8	-80.7	6.8	93	1.2		1.0
17 / 10 / 1966	- 10.7	- 78.8	8.0	40	0.1	-1.5	

Fuente: LOCKRIDGE, Patricia (1985) - "TSUNAMIS IN PERU-CHILE"

cuadro 7.1.6) que han producido variaciones en los niveles del mar y que han sido reportados por la Capitanía de Talara frente a sus costas.

7.2 POSIBLES EFECTOS DE LOS TSUNAMIS EN LA COSTA DE TALARA

El área estudiada comprende las costas de la zona urbana de Talara desde las "Peñitas" hasta Punta Arenas. Si bien no se han encontrado hechos históricos de grandes daños ocasionados por Tsunamis en las costas de Talara, ello no permite descartar en forma absoluta la posibilidad de su presencia luego de la ocurrencia de sismos severos en el mar. No hay que olvidar de que nos encontramos en una zona de alta sismicidad denominada Círculo de Fuego Circumpacífico, y que la batimetría frente a las costas de Talara es favorable a la generación de Tsunamis de grandes alturas de ola y de tiempos cortos de llegada a la costa.

7.2.1 Batimetría en la Bahía de Talara

La bahía de Talara se desarrolla entre dos puntas rocosas, Punta Talara y Punta Macará distantes 2.6 km. con un rumbo de 12°25' NNE y con mayor incidencia a la desembocadura de la quebrada Yale.

La conformación del fondo se constituye en una prolongación de la naciente quebrada (Yale), donde se asienta la ciudad, adentrándose mar afuera con un rumbo de 53° NNO a una gradiente promedio inicial de 12.2 % en los primeros 300 m. El ancho promedio es de 300 m. abriéndose al sobrepasar el alineamiento de las puntas Rocosas.

La plataforma continental (prof. 0-200 m.) tiene un ancho de 7 km. a 11 km. El talud continental (prof. 200-4500 m.) tiene un ancho de 55 km., quedando

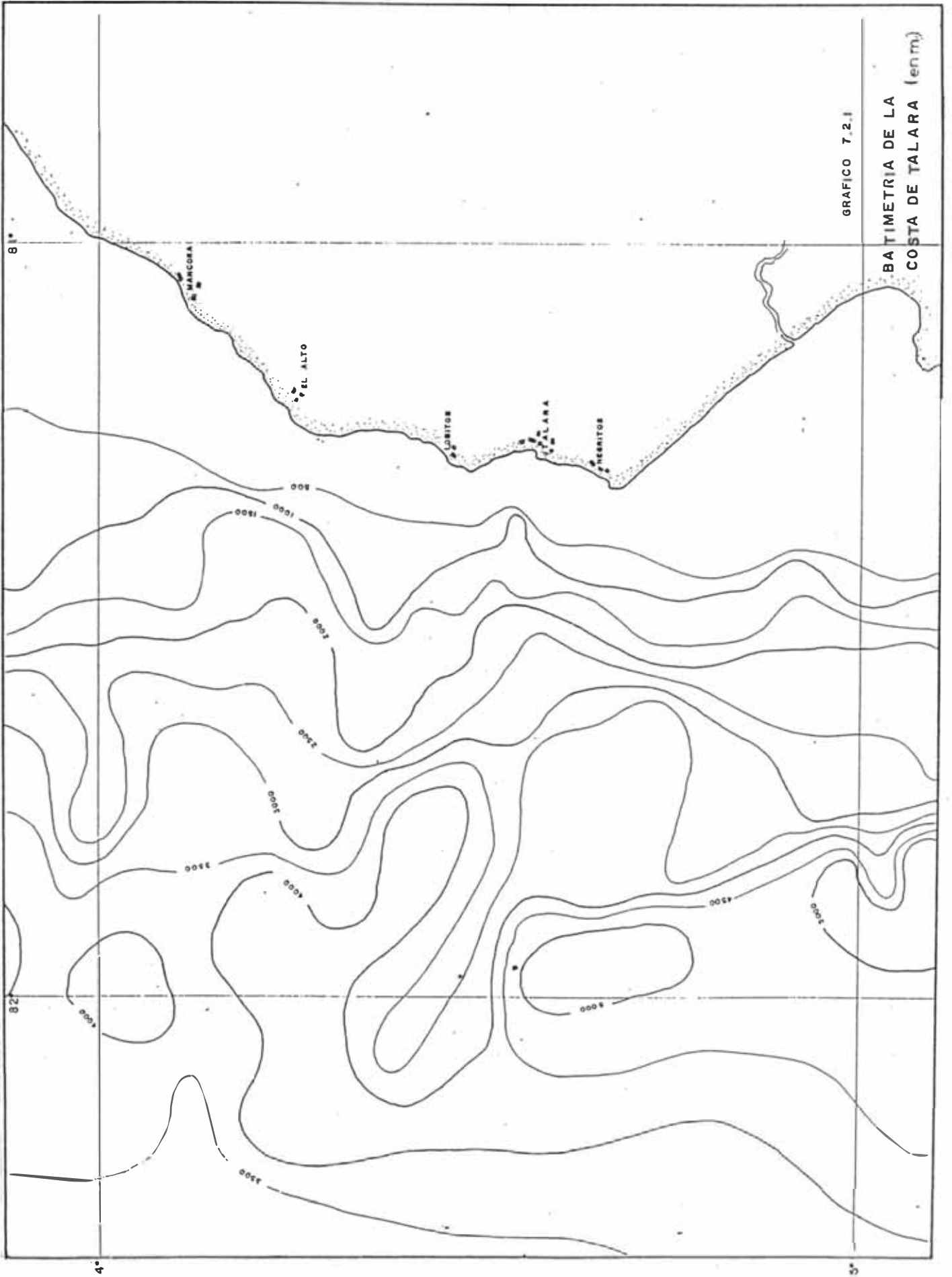


GRAFICO 7.2.1

BAHIMETRIA DE LA
COSTA DE TALARA (en m.)

el eje de la fosa marina a 75 km. del litoral con 5,200 m. de profundidad máxima. La isóbata de 100 m. se encuentra a 0.75 km. en el punto más cercano (frente al campamento Petromar), para luego abrirse a 4.5 km. frente a Punta Arenas.

7.2.2 Zona de Generación del Tsunami

Se puede indicar que los tsunamis más destructivos serían los de origen cercano (generado en la falla cercana a la costa de estudio) tanto por la altura de ola que alcanzaría, como también por el escaso tiempo que media entre su generación y el arribo a la costa. Revisando los registros de los tsunamis más destructivos se puede concluir que éstos tienen magnitudes iguales ó mayores a 7.5 (Ritcher) y profundidades focales igual ó menor a 60 km.

Para delimitar la zona de generación se tuvieron en consideración los registros sísmicos de los últimos 80 años, de lo que se podría decir que la mayoría de los epicentros de éstos se ubican entre la fosa Perú-Chile y la costa, siendo los más superficiales los que están cerca a la fosa.

Por lo tanto cabe señalar a la angosta franja entre la fosa Perú-Chile y la costa y paralela a ellas, como la zona sísmica de probable generación de Tsunamis de origen cercano a la costa de Talara, siendo más desfavorable frente a ella, por el escaso tiempo de arribo a la costa.

Para el presente estudio se considera que el epicentro del sismo tsunamigénico hipotético, se ubica en latitud 4°28'sur y longitud 81°59' oeste.

7.2.3 Estimación del tiempo de llegada de la primera ola, de un Tsunami de origen cercano, a la costa de Talara

El cálculo de este tiempo es importante para planificar la evacuación de la población. Para estimarlo se ha utilizado el modelo de propagación que

consiste en el trazado de Curvas o Diagramas de Refracción, de la siguiente forma:

- Se ha determinado el área perturbada por el sismo, la cual se supone de forma elíptica. Las longitudes de los ejes, mayor (S) y menor (b) de la elipse, se han calculado según Iida en función de la magnitud del sismos (M_S), utilizando las siguientes expresiones

$$\log S = 2/3 M_S - 2.93$$

$$b = (3.77 - 0.42 M_S) S$$

Donde "S" está limitado por el valor de la longitud máxima de falla local; y el valor "b", por el ancho de la interfase de contacto de las placas.

- Luego se ubica la elipse de generación con el epicentro del sismo tsunamigénico escogido y la probable línea de falla paralela al eje mayor de dicha elipse, sobre un plano con información batimétrica. Es conveniente usar escala 1 : 500,000

- Se divide el perímetro de la elipse en partes iguales (por ejm. 1 cm.). Se supone así que la propagación del tsunami se inicia por canales de igual energía.

- Se dibujan luego líneas ortogonales a este frente de onda y sobre cada línea se marca la distancia que recorre el tsunami en un tiempo fijado de 1 minuto ($V = \sqrt{gh}$ y $e = vt$)

- Se unen los puntos obtenidos y se forma así el nuevo frente de onda.

- El proceso de formación de frentes de onda se repite pero al llegar a aguas menos profundas es conveniente cambiar la escala del mapa sobre el que se trazan las curvas de refracción.

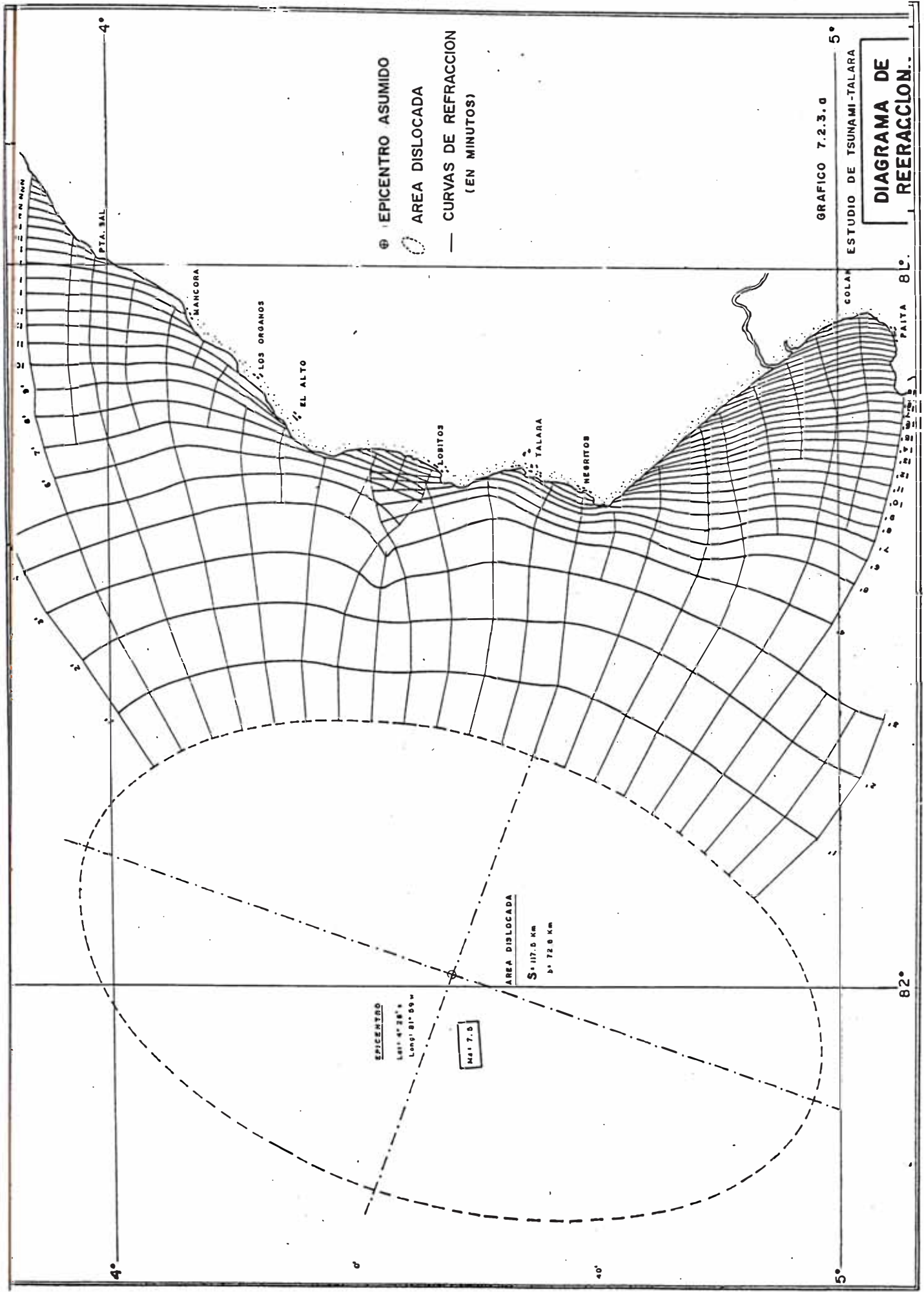
Como se puede apreciar, la ubicación del epicentro del sismo tsunamigénico y la magnitud del mismo son parámetros importantes para la estimación del tiempo de llegada de la primera ola a la costa.

La zona más desfavorable y más probable de generación de un tsunami para la costa de Talara se ubica en latitud $4^{\circ}28'$ sur y longitud $81^{\circ}59'$ oeste, y a partir de allí se han hecho estimaciones de tiempo de llegada de la 1a. ola para diferentes valores de magnitud entre 7.5 a 8.4 de la escala de Richter, cuyos resultados se muestran en el cuadro 7.2.3.

Se muestran los diagramas de refracción para magnitudes sísmicas de 7.5 (fig. 7.2.3. a) y 8.3 (fig. 7.2.3. b), en la escala Richter, y dan un tiempo de viaje de 10 min. y 7 min. respectivamente.

Como se puede observar, las ondas que viajan por zonas más profundas lo hacen pegadas a la costa. Los frentes de ondas del tsunami tienden a avanzar en forma paralela a las líneas batimétricas (que son generalmente paralelas a la costa).

Tomando el eje de la zona tsunamigénica como línea de epicentros de sismos, se puede trazar frentes de ondas, obteniendo un diagrama que puede utilizarse para calcular de manera rápida y simple el mínimo tiempo de arribo de la primera ola a cualquier punto de la costa de la región, asumiendo el epicentro del sismo directamente frente de dicho punto (intercepción de la línea de epicentros con la perpendicular a ésta y que pasa por el punto). A partir del centro de la elipse se traza en dirección a la costa la distancia del semi eje menor ($b/2$) para una magnitud < 8.3 (para $M_s > 8.3$, $b/2 = 57$ km.). Del tiempo total de viaje entre la línea de epicentros y la costa se resta los minutos que abarca



⊕ EPICENTRO ASUMIDO
 ○ AREA DISLOCADA
 — CURVAS DE REFRACCION
 (EN MINUTOS)

GRAFICO 7.2.3.0
 ESTUDIO DE TSUNAMI-TALARA

DIAGRAMA DE REERACCION

EPICENTRO
 Lat: 4° 28' S
 Long: 81° 59' W

Mes 7.0

AREA DISLOCADA
 S = 117.0 Km
 D = 72.0 Km

82°

4°

5°

4°

5°

80°

80°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

81°

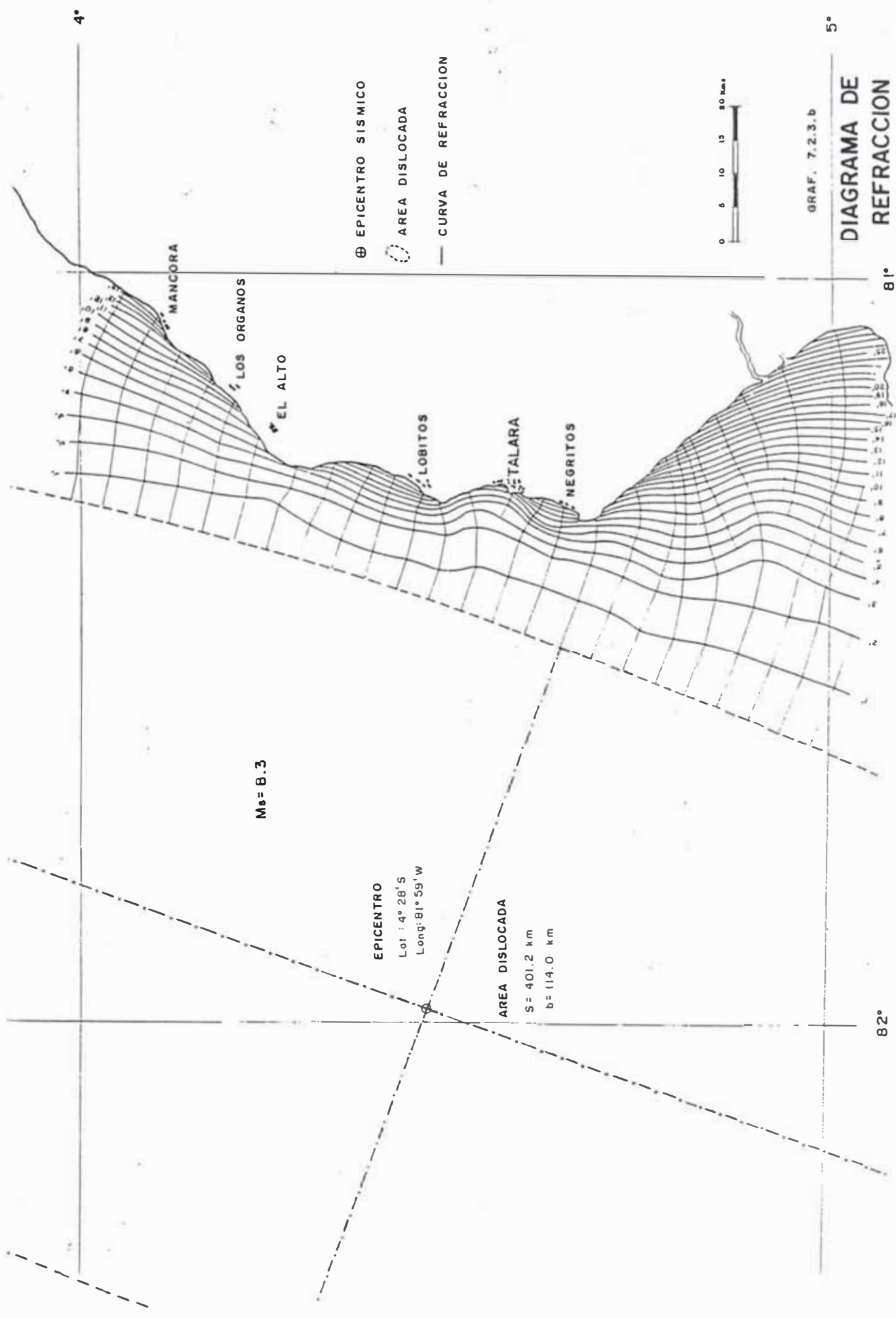
81°

81°

81°

81°

81°



GRAF. 7.2.3.b

DIAGRAMA DE REFRACCION

CUADRO 7.2.3 ESTIMACION DEL TIEMPO DE LLEGADA DE LA 1a. OLA A LA COSTA DE TALARA

MAGNITUD SISMO (M_s)	S (Km)	b (Km)	b/2 (Km)	t (minutos)
7.5	117.5	72.9	36.5	10
7.8	186.2	92.0	46.0	09
8.0	253.1	103.8	51.9	08
8.2	344.1	112.2	56.1	07
8.3	401.2	114.0	57.0	07
8.4	467.7	114.0	56.6	07

EPICENTRO DEL SISMO

LATITUD: 4° 28' S

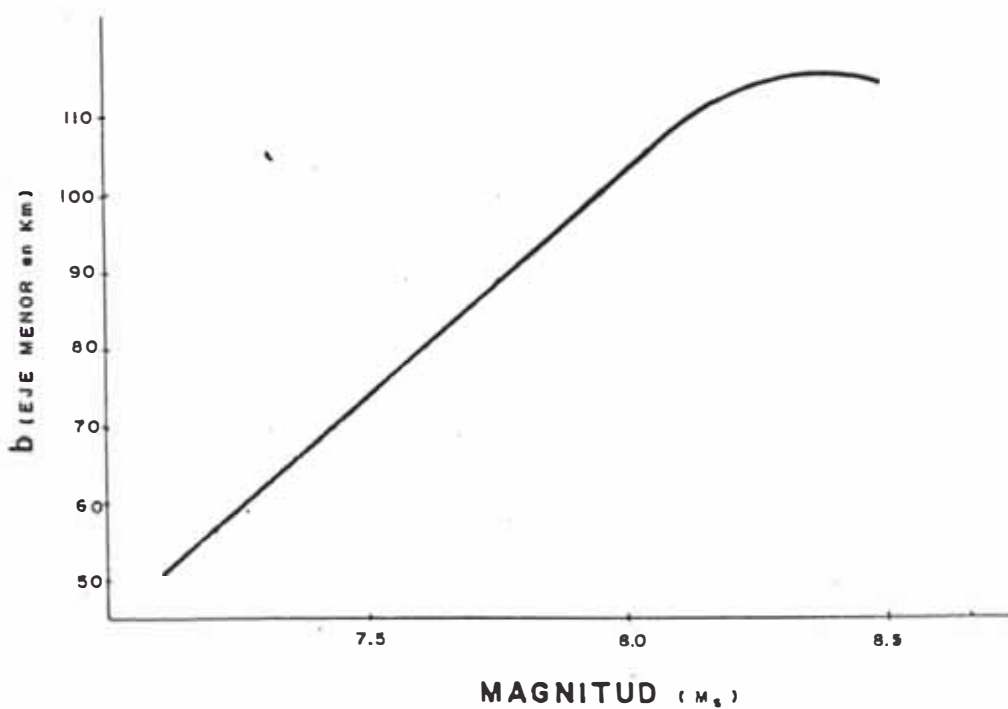
LONGITUD: 81° 59' W

(S y b) = EJES MAYOR Y MENOR, DEL AREA DISLOCADA

t = TIEMPO DE LLEGADA DE LA 1a OLA A LA COSTA

$$\log S = 2/3 M_s - 2.93$$

$$b = (3.77 - 0.42 M_s) S$$



b/2. La diferencia dará el mínimo tiempo de viaje del tsunami que partiendo del borde de la elipse lleguen al punto de la costa escogido.

7.2.4 Altura de Ola en la costa de Talara

La máxima altura de ola en diferentes puntos de la costa de Talara, es un dato de suma importancia para la formulación de los planes de prevención, ya que nos permite delimitar las zonas inundables a ser evacuadas y las zonas seguras que podrían servir de refugio. Para estimar estas alturas de ola se ha empleado la fórmula empírica de Yamaguchi

$$H = 12.3 e^{-0.067 D}$$

donde :

D : Distancia en km. desde la isóbata de 100 m.

H : Altura de ola, en m.

Este método para estimar la altura de la ola en la entrada de una bahía fue propuesto por Yamaguchi, después de estudiar los efectos del tsunami de Sanriku de 1933. El encontró que en aguas poco profundas (menos de 100 m.), las pérdidas de energía por fricción con el fondo eran muy significativas y que la altura de la ola decrecía al incrementarse la distancia recorrida (D es la distancia en km. desde la isóbata de 100 m. hasta los puntos en estudio). Es posible generalizar la aplicación de la fórmula de Yamaguchi a la entrada de una bahía muy cerrada; al fondo de una bahía muy abierta y la orilla de una larga franja costera.

Se han estimado altura de ola en diferentes puntos de la costa de Talara, desde la playa Las Peñitas hasta el sur de Puntas Arenas (graf. 7.2.4.).

FORMULA DE YAMAGUCHI

$$H = 12.3 e^{-0.067 D}$$

D en km
H en m.

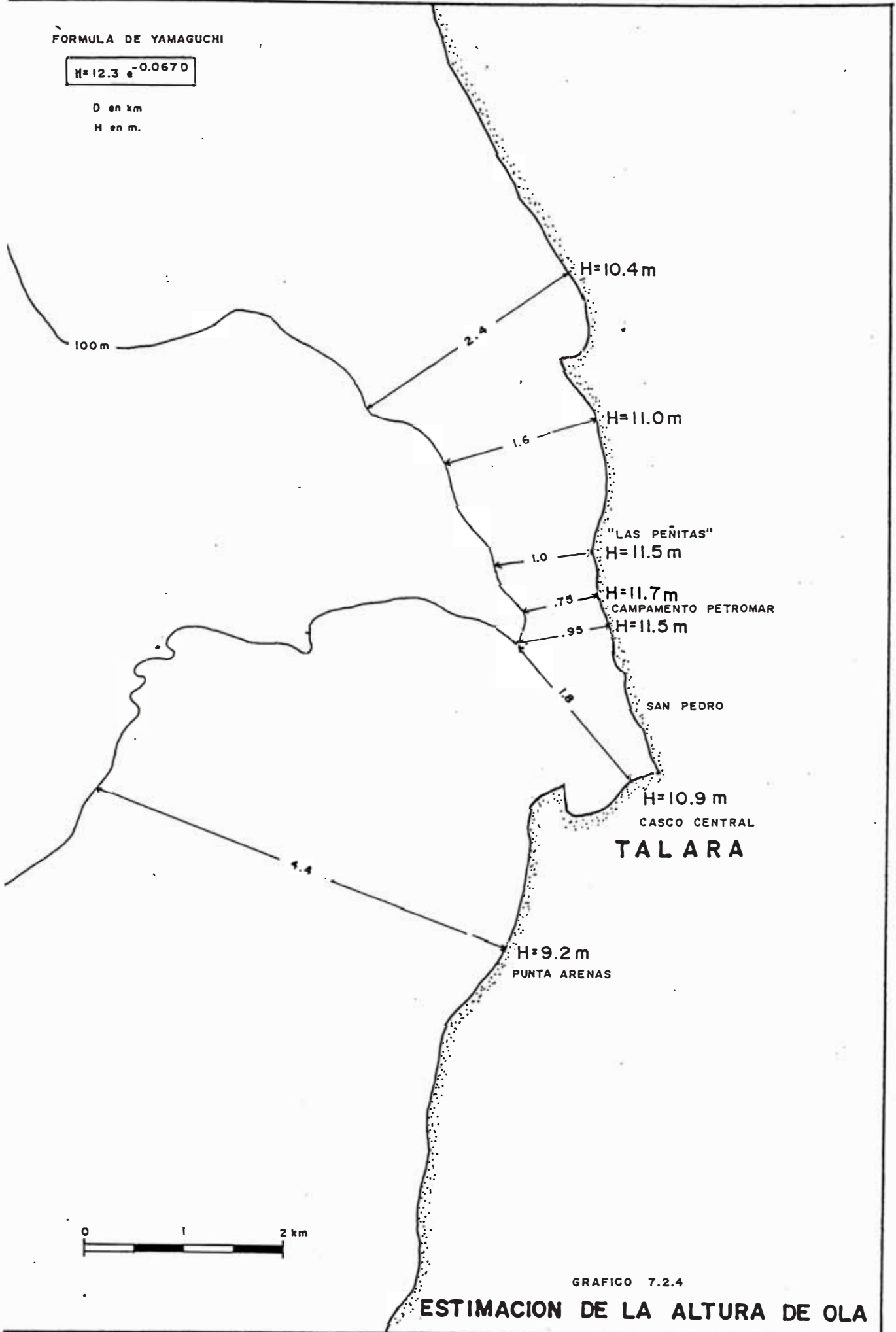


GRAFICO 7.2.4

ESTIMACION DE LA ALTURA DE OLA

Como se puede apreciar la isóbata de los 100 m. se acerca más a la parte norte de Talara (desde Las Peñitas hasta frente a Jesús María) llegando a 0.75 km. de la costa (frente a camp. Petromar) para luego abrirse hacia el oeste.

Las probables máximas alturas de ola en la costa de Talara calculadas por la fórmula de Yamaguchi son

- Las Peñitas = 11.5 m.
- Campamento Petromar = 11.7 m.
- PPJJ San Pedro 8.7 m.
- Muelle de Pescadores = 10.9 m.
- Capitanía de Talara = 10.1 m.
- Refinería de Petroperú = 9.2 m.
- Punta Arenas = 9.2 m.

7.2.5 Daños causados por Tsunamis en la Obras civiles

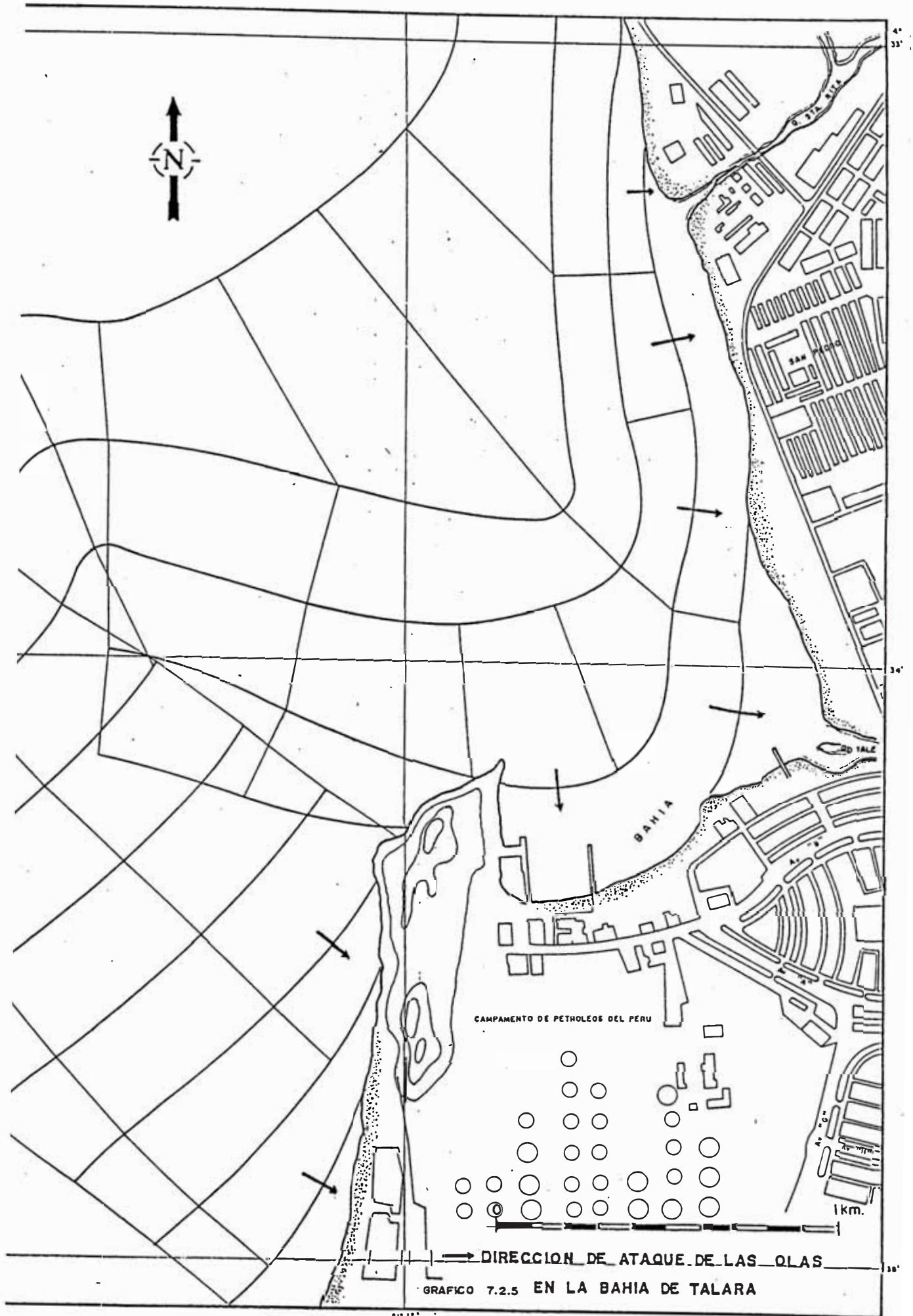
Los daños causados más comunmente son:

- Daños causados por el frente del Tsunami

Los daños causados por el momento de flujo del tsunami, es decir la masa de agua impulsada hacia adelante al impactar con fuerza contra edificaciones, muelles, embarcaciones, etc. siendo más graves los efectos en los vértices de las bahías en forma de V cuando son atacadas por tsunamis de período corto. La destrucción puede incrementarse si el tsunami arrastra troncos, embarcaciones y otros objetos flotantes.

- Daños por Inundación

En este caso, el flujo arrastra gran cantidad de material fino en suspensión. El barro y la arena pueden malograr maquinarias, tierra de cultivo, enterrar canales, etc.



→ DIRECCION DE ATAQUE DE LAS OLAS

GRAFICO 7.2.5 EN LA BAHIA DE TALARA

- Daños por Socavamiento

Las estructuras portuarias son las más sensibles a este tipo de daño, pues las ondas del tsunami remueven con fuerza el fondo oceánico pudiendo causar el socavamiento de tablaestacas, cimentación de edificios y otras estructuras y depositar el material removido en canales, etc., enterrándolas.

En consecuencia, las obras civiles que tienen mayor probabilidad de ser dañados por un tsunami son las edificaciones y las obras portuarias.

7.2.6 Delimitación de las zonas Inundables

Determinadas las probables alturas de ola en diferentes puntos de la costa de Talara y con información topográfica de cada zona se delimitan las áreas inundables.

A pesar que se ha observado en la ocurrencia de diferentes tsunamis, que la zona inundable abarca hasta la cota del terreno cuya altura es igual a la altura de ola en la costa; se debe corregir por efectos de la pendiente del terreno y la posible convergencia o divergencia del frente de onda causada por la topografía ya que influye de manera importante en la penetración del tsunami en tierra. Cuando la franja de terreno es angosta y la pendiente es relativamente fuerte, la extensión de la zona inundada no es muy grande, pero la altura del Run-up es mayor que la altura del tsunami en la costa. En cambio cuando el terreno es casi plano, la penetración puede ser de kilómetros, pero la máxima cota que alcanza la inundación es menor que la altura de ola en la costa, lo que hace pensar que en este caso las pérdidas por fricción en tierra son bastante significativas.

Para estimar la zona inundable en el presente estudio se ha considerado el método propuesto por el Ing. Kuroiwa en 1,983 y que consiste en lo siguiente :

1o. Se ubica la altura de ola sobre la línea costera y se traza una recta horizontal a partir de la misma. La intercepción de esta línea con el perfil del terreno nos da la primera aproximación de la zona inundable.

2o. La pendiente del terreno corrige la primera aproximación

a) Si el terreno tiene por pendiente menor de $1/50$, se trazará desde la altura de ola una recta que declina tierra adentro con pendiente $1/100$ si los efectos de fricción son fuertes, y $1/200$ si no son tan intensos. El punto de intersección con el terreno delimita la franja inundable.

b) Si el terreno tiene una pendiente mayor de $1/50$, la recta que parte desde la altura de ola ascenderá con pendiente $1/200$

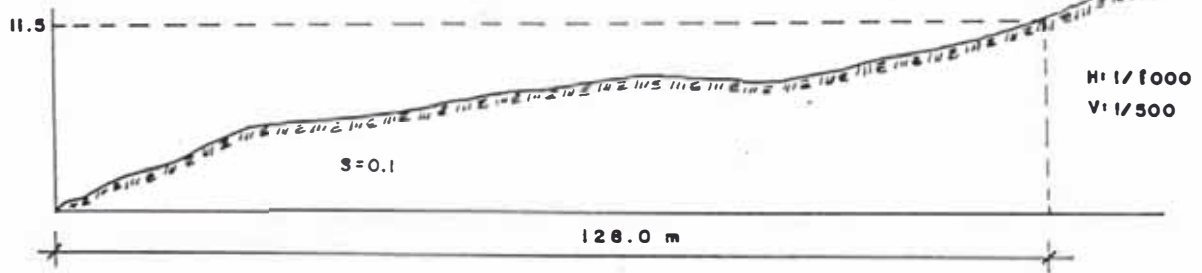
Debe anotarse que el Run-up es función también de la concentración de energía del tsunami cuando éste encuentra cauces que le facilitan la entrada, o de su dispersión cuando las condiciones no le son favorables. Ello debe tenerse muy en cuenta.

Aplicando el método anteriormente descrito para la faja costera de Talara, tenemos lo siguiente

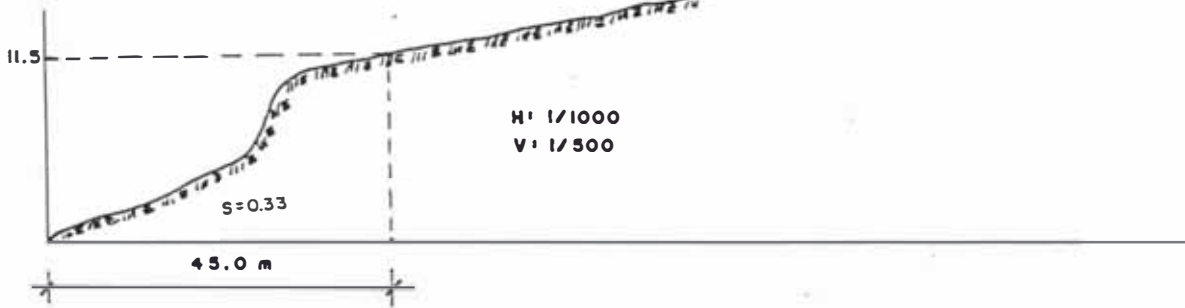
En la zona norte de Talara (desde las Peñitas hasta el muelle de pescadores) se tiene que el área inundable tiene un ancho de 0.15 km. de franja costera, excepto frente al campamento de Petromar donde llega hasta 0.36 km. de ancho (ocupado por todo el campamento). Frente a San Pedro y el Barrio de Estibadores llega a la zona de vivienda en una franja de 50 m.

GRAFICO 7.2.6. DELIMITACION DEL AREA INUNDABLE

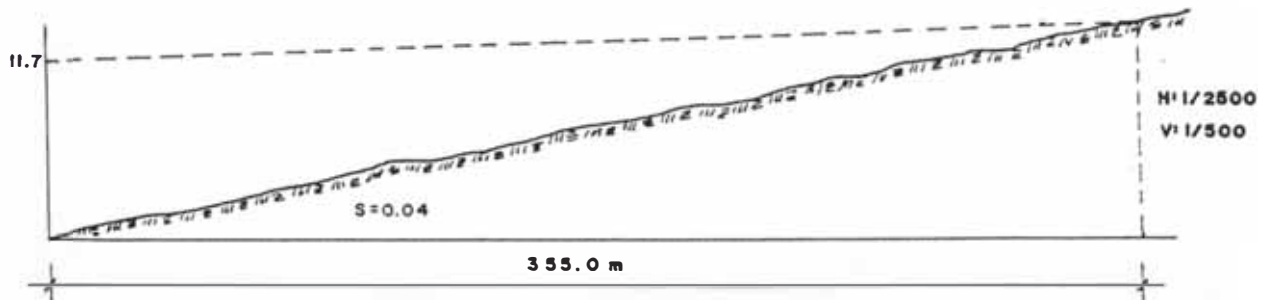
a) PLAYA "LAS PEÑITAS"



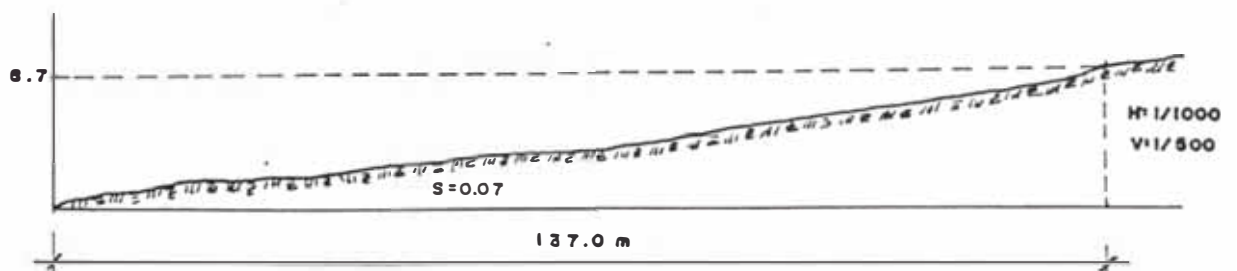
b)



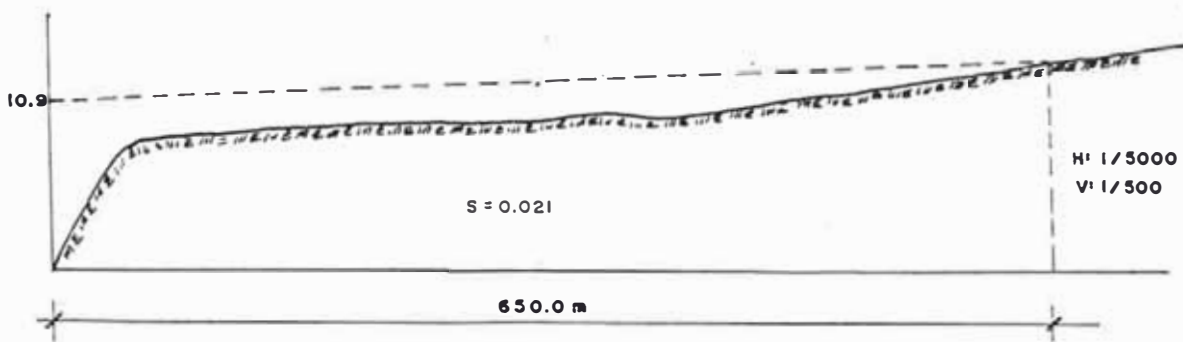
c) CAMPAMENTO "PETROMAR"



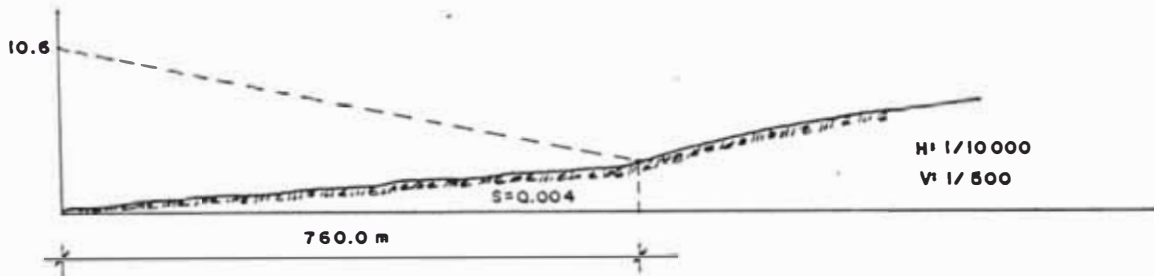
d) PP.JJ SAN PEDRO



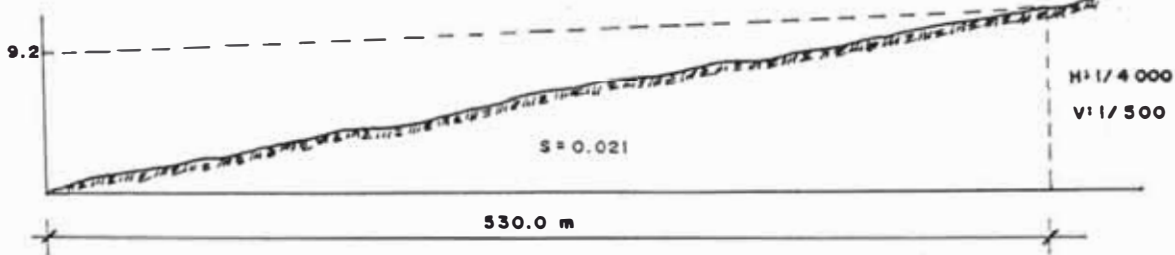
e) QUEBRADA YALE



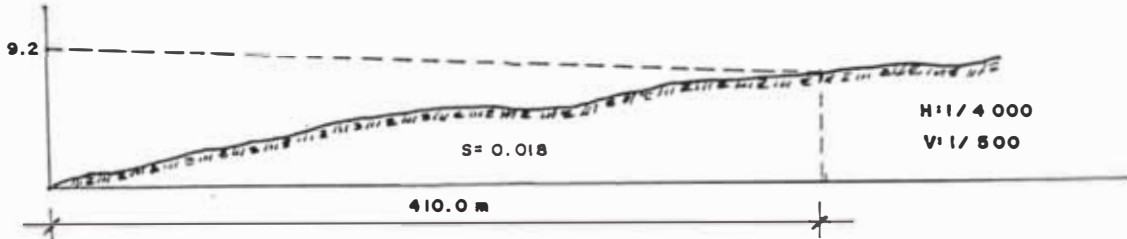
f) CASCO CENTRAL



g) PUNTA ARENAS - NORTE



h) PUNTA ARENAS - SUR



En la parte central de la bahía tenemos que el área inundable llega hasta 0.75 km. de franja costera.

Dentro de esta zona están los parques 28, 29, 30, 31, 32, 33, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 78, Av. C y partes de las Avs. A y B, gran parte de la Refinería de Petro-Perú, Planta Baja, Hospital, Capitanía del Puerto, Hotel Huanes, Cine Talara, Club Petro-Perú y locales de compañías subcontratistas.

En la parte Sur Oeste de Talara estimamos que la franja costera inundable es de 0.45 a 0.55 km. zona ocupada por el barrio Residencial de Punta Arenas (parques A, Z, Y, J, K, G, P, B, D, C, E, y parte del parque N).

7.3 PROTECCION DE LA POBLACION

7.3.1 Sistema de Alerta y Alarma Contra Tsunamis

Objetivos del Sistema:

El sistema se concibe como un Organismo Oficial encargado de proteger la vida humana ante los riesgos de ocurrencia de tsunamis en las zonas de residencia y/o trabajo, previendo dichas ocurrencias y sus posibles consecuencias, alentando cualquier iniciativa en favor de una mayor y mejor protección.

Actual Sistema de Alerta

El actual Sistema Regional de Alerta contra tsunamis enlaza a tres instituciones nacionales como son: La Marina, el Instituto Geofísico y Defensa Civil que dependen del Ministerio del Interior. La primera controla todos los puertos de la Costa Peruana, y a Hidrografía y Navegación que es la entidad encargada de registrar todos los fenómenos marítimos

El segundo posee una red de estaciones de registros sísmicos más importantes de Sudamérica. La tercera es la institución creada para ayudar a la población en caso de desastre. El sistema se enlaza internacionalmente con el Observatorio de Honolulu, en caso de ocurrencia de tsunamis generados en cualquier punto del Pacífico.

PERIODOS CRITICOS DEL SISTEMA

a) Período crítico para tsunamis de origen cercano:

El intervalo que transcurre entre el momento del sismo y el arribo de la primera ola a la costa, es muy corto, constituyéndose el tiempo en el elemento primordial para las acciones de protección de la población. El procesamiento de datos que ubican el epicentro del sismo y en consecuencia, la dirección de origen del Tsunami demora un tiempo mínimo de 20 min. por lo que se descarta la alarma por procesamiento de datos. En este caso, el sismo es la primera señal de alarma para la evacuación de la población. Las características de un sismo que puede generar un tsunami son :

- Si es difícil permanecer en pie.
- Si es dificultoso conducir automóviles.
- Si se observan derrumbes en las edificaciones de albañilería de ladrillo, monumentos, depósitos elevados, etc.
- En resumen, si el sismo tiene intensidad igual o mayor a VIII en la escala Mercalli Modificada.

Después del sismo se suceden muchas réplicas y alguna de ella puede ser de magnitud que pueda producir tsunami por lo que el sistema debe estar en alerta permanente desde el sismo inicial en previsión de una réplica importante.

b) Período crítico para Tsunami de origen lejano:

El factor tiempo deja de ser primordial. En éste caso el alerta inicial proviene del Sistema de Alarma contra Tsunamis con sede en Hawai (SSWWSS = Seismic Sea Waves Warning System) y cuyo mensaje es captado por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina Peruana (DHNM) y por CORPAC en el Aeropuerto Jorge Chávez.

7.3.2 Mejoramiento del Sistema de alerta y alarma

ORGANIZACION

El sistema estará constituido por los siguientes organismos :

- Organismo de alcance nacional, conformado por la Secretaría Ejecutiva del Comité Nacional de Defensa Civil (SECNDC) y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM).
- Organismos locales que dependerían de la anterior, conformada por el comité local de Defensa Civil y la Capitanía del Puerto ú otro representante de la Marina.
- Brigada de Defensa Civil, de proyección vecinal, dependientes del comité local de Defensa Civil.

FUNCIONES GENERALES

- El Organismo Nacional será el encargado autorizado de recepcionar, evaluar, enviar y cancelar información y mensajes a nivel nacional e internacional. Cuidará mantener el nivel óptimo de las comunicaciones con los Organismos Locales; supervisará el cumplimiento de lo dispuesto en los planes de Evacuación y Refugio existentes, y encargará la elaboración de similares para las poblaciones que carecen de ellos. Es el vigilante permanente. Autónomo en sus decisiones. Es quien difundirá la alarma a nivel nacional.

- Los Organismos Locales. Serán los encargados de recepcionar los mensajes emitidos por el Organismo Nacional, así como informarle de cualquier anomalía. Cuidarán el funcionamiento del Plan de Evacuación de su localidad para lo cual deberán supervisar periódicamente el estado de las rutas de Evacuación y el mantenimiento de Refugios.

- Las Brigadas. Son organizaciones pequeñas, de preferencia una por cada manzana de casas constituidas por los vecinos, y que depende de Defensa Civil para su instrucción y capacitación en los riesgos de tsunamis y el Plan de Evacuación y Refugio de su localidad, y serán los encargados de ponerlo en marcha.

7.3.3 Plan de evacuación del área inundable por Tsunami en Talara

Delimitada el área inundable de la zona Urbana de Talara, podemos determinar las vías de evacuación y las zonas de refugio.

El tiempo máximo con que se cuenta para realizar la evacuación de la población (área inundable) para un tsunami de origen cercano (frente a las costas de Talara) es de 07-10min, después de producirse el sismo tsunamigénico.

En la actualidad el Sistema de Alerta y Alarma no puede determinar en forma inmediata las características del sismo, por lo que se deberá tomar a éste como la señal de Alarma para que se inicie la evacuación si la magnitud es 7.5 Ms ó intensidad VIII (E.M.M.), trasladándose cuanto antes a un lugar que esté sobre los 15 metros sobre el nivel del mar.

Para la zona norte de Talara (desde Santa Rita hasta la quebrada Yale) la vía de evacuación vehicular inmediata es la carretera a Fertilizantes.

La zona tiene pendiente pronunciada, por lo que los pobladores alcanzarán fácilmente las zonas altas a través de las faldas de los cerros.

En la parte central de la bahía tenemos que el área inundable está ocupada por un gran porcentaje de viviendas, por ser una zona plana el agua penetrará aproximadamente 0.75 km.

Como vías de evacuación vehicular se pueden tomar tres rutas, la primera para los que viven cerca a la Av. B se tomaría esta vía con dirección al estadio hasta llegar a las partes altas; la segunda sería para los que viven en la parte central (Centro Cívico) tomarían la Av. D seguirían por la Av. E para luego tomar la pista hacia Talara Alta. (ovalito de la Av. F); la tercera sería para los que viven cerca a la Av. G, seguirían ésta hasta tomar la carretera hacia Negritos.

La vía de evacuación peatonal será en forma paralela a la vía vehicular pudiendo usar las pistas que pasan por la parte posterior de las Avenidas antes indicadas.

La evacuación de la Refinería será un problema a considerar, por ser la zona más baja y el número de personas que concentra. Las áreas más cerca a la playa (CENCA, Central Térmica, Laboratorio de Geología, etc.) podrían utilizar el cerro que se levanta frente al mar y que se encuentra sobre los 35 m.s.n.m.

Los departamentos que se encuentran hacia el portón que da a la Av. G deben tomar esta vía para luego seguir por la Av. H hacia la Av. E.

La Zona inundable de la costa sur de Talara está ocupada por el sector de Punta Arenas. La vía de evacuación de ésta zona sería seguir la pista que va

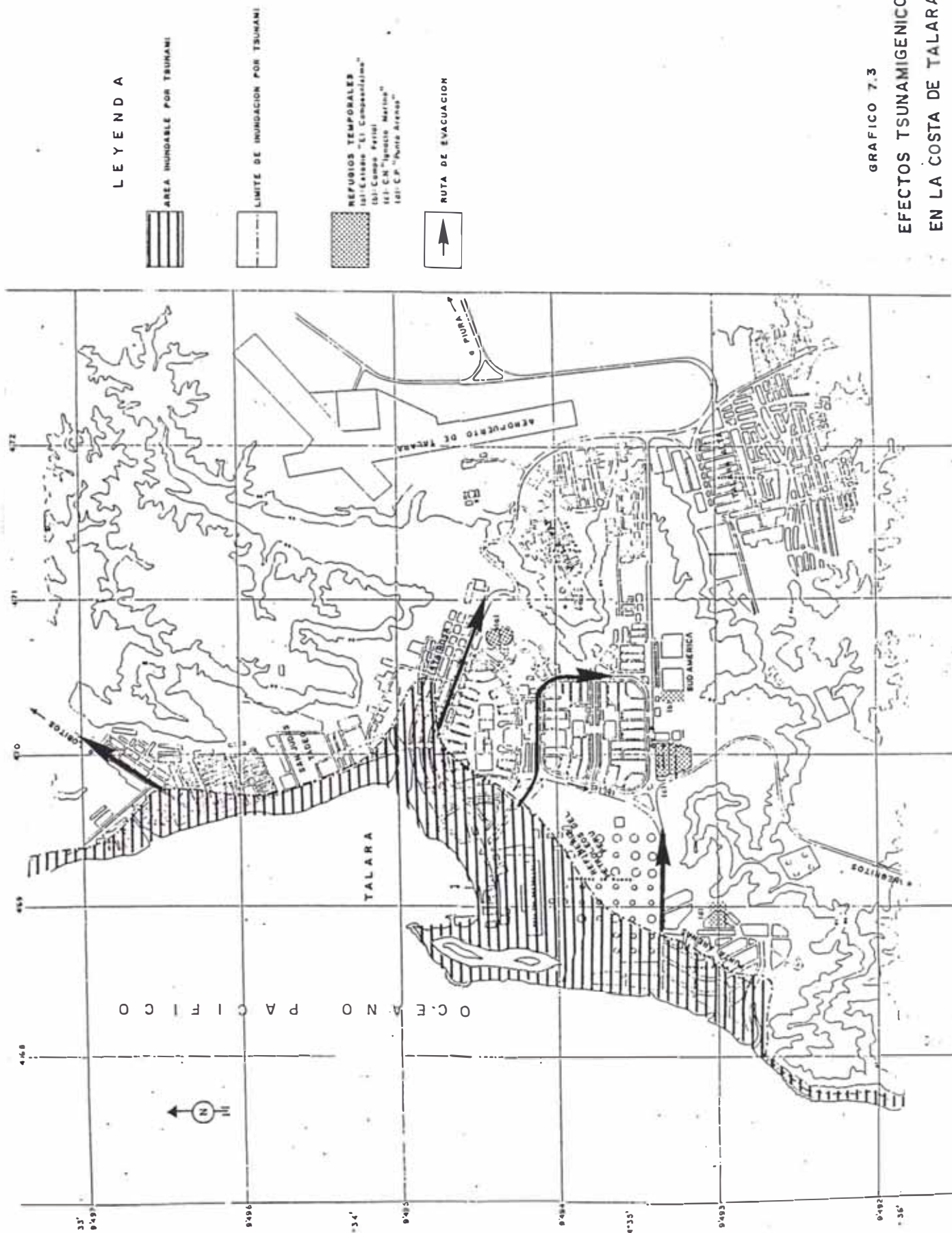


GRAFICO 7.3
EFECTOS TSUNAMIGENICOS
EN LA COSTA DE TALARA

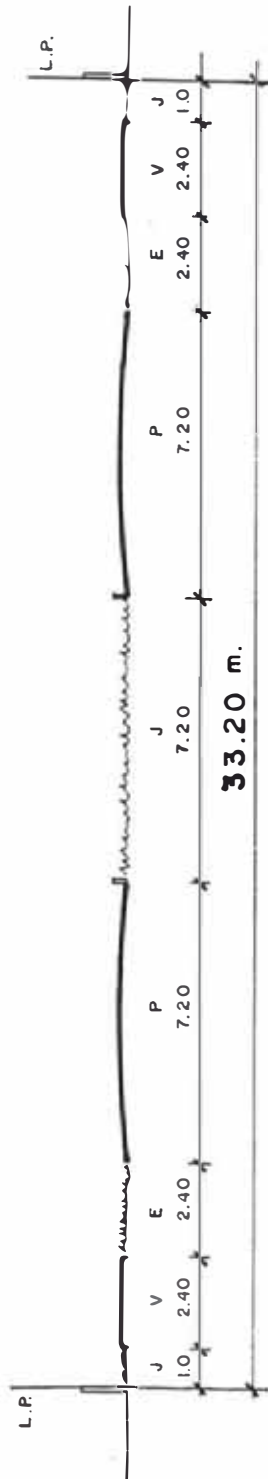


GRAFICO 7.3.3 CORTE - Av "B"

a Talara Alta (campamento Zapotal) y que se inicia en la parte sur frente al parque U. La otra vía es la Av. que limita a la Refinería con Punta Arenas hasta el ovalo (Av. F y G) para luego dirigirse a Talara Alta por la carretera a Negritos. Las vías de evacuación peatonal es en dirección a las partes altas (seguir hacia el colegio, block I, y zonas aledañas).

7.3.4 Zona de refugio de emergencia temporal

Podemos recomendar a las siguientes

a) Estadio" El Campeonísimo"

Se encuentra en la parte noreste del casco central a 15 m.s.n.m., tiene un área de 2 Ha. Cuenta con servicio de agua.

b) Campo Ferial de Talara

Ubicada en las parte sur del casco central junto a la Urbanización Sud América. Está sobre los 15 m.s.n.m. Tiene 1.8 Ha. de área.

c) Cancha de Fútbol del Colegio Punta Arenas

Ubicada junto al colegio del mismo nombre sobre los 18 m.s.n.m. Tiene un área de 0.8 Ha.

d) En Talara Baja existen edificios de 3 y 4 pisos de concreto (principalmente en la Av. A y B) que pueden servir de refugio de emergencia.

7.4 PROTECCION DE LAS OBRAS CIVILES

a) Para Edificaciones

* Las edificaciones situadas en el área de mayor riesgo deben ser de concreto armado, albañilería reforzada unida firmemente a su cimentación.

* Deben presentar el menor frente posible a la dirección prevista de ataque de las olas. Para la costa de Talara ha sido determinada trazando las curvas de refracción.

* Es deseable la incorporación de muros de corte en las edificaciones ubicadas en la "primera línea de ataque" orientado de tal manera que ayuden a la edificación a soportar el empuje del agua.

* Para prevenir la socavación es conveniente, una cimentación profunda y proteger el pie de la edificación con una losa de concreto con una pantalla (mandil), colocando además piedras grandes ó bloques de concreto.

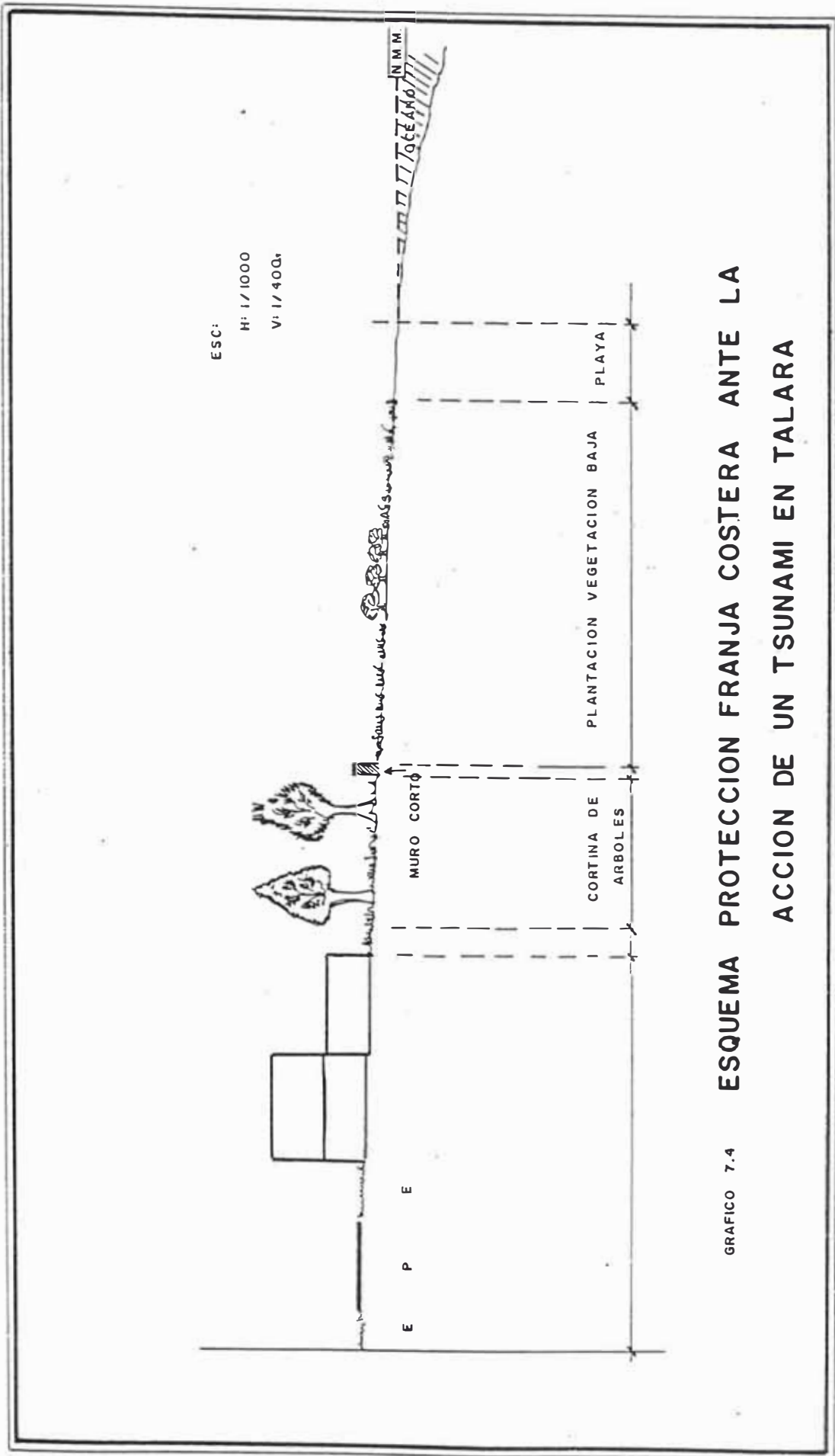
* En edificaciones de varios pisos es preferible que el primer piso sea una área libre, para parque de automóviles, jardín, etc., y los pisos superiores podrían ser utilizado como refugio de emergencia.

b) Para Obras Portuarias

* Para optimizar su estabilidad, los rompeolas deben estar conformados por material grueso, revestidos por bloques de piedras muy pesadas. Las pendientes laterales deben ser 1:1.5 a 1.2.

* Los pilotes de los muelles deben estar clavados a profundidad tal que evite daños por socavamiento. Además la unión del pilote a la superestructura debe ser monolítica.

* Al efectuar el diseño de los muros de contención se debe suponer la condición más desfavorable, ó sea la que ocurre al retornar el agua desde tierra firme hacia el océano, lo que provoca el empuje sobre el lado opuesto de dichas estructuras.



ESC:
 H: 1/1000
 V: 1/4000

GRAFICO 7.4 ESQUEMA PROTECCION FRANJA COSTERA ANTE LA ACCION DE UN TSUNAMI EN TALARA

* Los terraplenes de carreteras deben construirse con material lo más grueso posible.

7.5 PLANIFICACION FISICA CONTRA TSUNAMIS DE LA COSTA DE TALARA

Tiene como objetivo proteger las zonas habitadas y planificar los nuevos asentamientos a bajo costo.

a) Zonas Habitadas

Vamos a considerar las zonas residenciales y las zonas industriales.

- NORTE :

En esta zona se debe proteger la zona industrial ocupada por Petromar.

En cuanto a la zona residencial, es mínima la que se ubica en área inundable.

- CENTRO :

La zona inundable está ocupada por el área industrial de PetroPerú (Refinería) y a la cual se le deben mejorar las medidas de protección. Otra parte de la zona inundable la ocupan viviendas de material noble y algunas cuya estructura están en mal estado y que deben ser reforzadas. Se debe tomar en cuenta también la implementación del refugio temporal escogido.

- SUR :

La zona de alto riesgo está ocupada por una zona residencial (Punta Arenas) de baja densidad y cuyas edificaciones son de material noble.

b) Nuevos Asentamientos

Es poco probable que se produzcan nuevos asentamientos en el norte ó sur de la faja costera de Talara, por ser ésta accidentada (pendientes pronunciadas) rodeada de los cerros del Tablazo y con problemas de drenaje y erosión.

La zona que está frente a los pueblos jóvenes del cono norte (que se encuentran desocupadas) tiende a ser utilizada como zona industrial y algunas obras portuarias. Se deben considerar las consideraciones indicadas en la protección de obras civiles.

En resumen, se podría decir que si se construye dejando un retiro de 0.3 km. de la línea de costa, el riesgo de daños por tsunami es mínimo y no es necesario tomar precauciones adicionales con respecto a defensa contra tsunamis.

CAPITULO VIII

MICROZONIFICACION, MEDIDAS DE MITIGACION DE EFECTOS Y LINEAMIENTOS PARA EL PLANEAMIENTO URBANO

8.1 MICROZONIFICACION

8.1.1 Generalidades

El concepto de Microzonificación y su aplicación para la prevención de desastres es relativamente nuevo y está en proceso de difusión.

Desde hace dos décadas se viene trabajando en el área de la prevención de desastres, primero absorbiendo las experiencias del exterior, como el estudio de la microzonificación sísmica de Chimbote realizada por la Misión Japonesa (1970) y luego desarrollando técnicas locales como las del Ing. Julio Kuroiwa H., quien a su vez las ha diseminado a través de conferencias y asesorías en el Perú y otros países Latinoamericanos. La Metodología consiste en dividir el área de estudio en sectores de diferentes riesgos (zonas) ante la amenaza de los fenómenos naturales y que será representado en el "Plano de Microzonificación", documento valioso, simple y práctico para realizar la Planificación Física de la

ciudad contra los desastres, y que debe ser considerando en forma paralela a los Planes de Desarrollo Económico y Social de la zona.

En los capítulos anteriores se han determinado las condiciones locales de suelo, así como las áreas potencialmente susceptibles a desastres para cada uno de los Fenómenos Naturales que amenazan a la ciudad, cuyos resultados serán superpuestos para obtener el plano de microzonificación. Este es un enfoque de carácter multidisciplinario e integrado.

Queremos indicar, que esta metodología puede ser apoyada por la tecnología de computadoras y sistemas de información actualmente disponibles. Una de éstas tecnologías la constituye el Sistema de Información Geográfica (SIG) automatizado que la ONERN ha instalado en sus oficinas.

8.1.2 Estimación de peligros o amenazas

Según el plano de microzonificación obtenido tenemos lo siguiente

a) Zona amenazada por Tsunami, arenamiento y licuación

Comprendida por los parques 1, 2 y las áreas que ocupan el cine Talara, Club Petro-Perú, Hotel Royal. Presenta topografía plana, limita por el norte con el mar; en el subsuelo predomina la arena limosa con porcentajes de arcilla (SM/SC), con niveles freáticos altos. Aproximadamente abarca 42 Ha.

b) Zona amenazada por Tsunami y Licuación

Esta zona se puede identificar en la franja costera, desde la playa "Las Peñitas" hasta la quebrada Yale en un ancho promedio de 160 m. Dentro de ésta se encuentra parte del campamento de Petromar. Por el lado norte de la bahía comprende a los parques 33, 34 y 3; por el lado oeste, parte de la refinería de PetroPerú y de Punta Arenas (150 Ha.).

c) Zona amenazada por Licuación y Arenamiento

Esta pequeña franja está comprendida por parte de la Av. G y parques 58, 59, 60 y 61.

d) Zona amenazada por Tsunami

Esta franja colinda con la zona B, comprende el campamento de Petromar, parques 31, 32 y parte de Punta Arenas.

e) Zona amenazada por Arenamiento

Se caracteriza por presentar una topografía plana y es donde se depositan los flujos de lodo que bajan de las laderas en época de lluvias intensas, abarca la parte sur del casco central y el área donde se ubica la clínica Sta. María, el estadio de Talara y la prolongación de la Av. B.

f) Depósitos de suelos inestables

Están conformados por suelos arenosos (SP) en estado suelto y es producto de las arenas de playa que son arrastradas en las horas de fuerte viento y que se depositan en las faldas de las quebradas y cerros que rodean a Talara Baja, en las áreas de pendientes moderadas. Es importante indicar que gran parte de las viviendas del cono norte, se encuentran cimentadas sobre éstos depósitos. Otros depósitos son las quebradas Inmaculada, Aproviser, Yale.

g) Zona de posibilidad de licuación

Son zonas de suelos arenosos con niveles freáticos altos. La conforma parte de la refinería de PetroPerú, parques 4, 26, 62 y Centro Cívico.

h) Suelos expansivos

Estos suelos han sido identificados al sur de Talara Baja junto a las pendientes donde aflora la roca lutita. En ésta zona se asienta parte de Punta

Arenas, Urbanización Vencedores, Sud América y Aproviser. Otra de las formaciones que tienen características expansivas es la formación Verdún.

i) Zona de poco peligro

El área que está clasificada en éste rango, se ubican en los sectores I, II y III (Talara Baja) y que no está comprendidas en las anteriores zonas. Presenta suelos arenosos y limosos de mediana capacidad con N.F. debajo de los 10 m. de profundidad, las capacidades portantes pueden llegar a valores de 1.5 kg/cm². Algunos puntos pueden ser susceptibles a amplificaciones o densificaciones.

j) Zona de relativa seguridad

En ésta zona hemos querido englobar al área que conforman las terrazas marinas que se ubican sobre los 80 m.s.n.m. y que se conocen comunmente como "Tablazo". Están formados mayormente por conglomerados y areniscas empacados en matrices arenocalcáreas. Según estudios recopilados se ha determinado que la capacidad portante de la zona puede llegar a valores de 2.5 kg/cm². Ensayos realizados con muestras extraídas del sector de la Villa FAP han determinado que existen sales, sulfatos y carbonatos que actúan como cementantes, lo que hace que ésta área sea susceptible a colapso por inmersión. Se propone se hagan ensayos de colapso en el resto del Tablazo, principalmente en las áreas que pueden ser utilizadas para expansión para determinar la potencialidad del fenómeno.

8.2 FORMULACION DE UN PLAN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LOS FENOMENOS NATURALES EN LA CIUDAD DE TALARA.

Los desastres causados por el fenómeno de "El Niño", en 1,983, nos confirma la vulnerabilidad de la ciudad debido a la falta de obras de protección y medidas preventivas. Estas deben extenderse para todos los fenómenos que

puedan afectar a la ciudad de Talara, como son sismos, tsunamis, fenómeno de "El Niño" y fallas del suelo.

Lo que se propone a continuación, son medidas muy generales aplicables a un gran sector de la ciudad, y que podrían ser tomadas en cuenta para la elaboración del "Plan de Prevención y Mitigación de Desastres para la ciudad de Talara". Se consideran medidas de protección, preventivas y de planificación; no se incluyen medidas de emergencia y de rehabilitación,

a) Medidas de protección.

- Estudio y construcción del Sistema Integral de Drenaje, tanto para la intercepción de los flujos de lodo como para la evacuación de las aguas en las zonas bajas.

- Protección de los cauces de las quebradas. por medio de enrocamiento (O. Yale, Politécnico y Santa Rita).

- Realizar un programa de forestación de las laderas que rodean la parte baja de la ciudad y la franja costera, utilizando las aguas servidas de la ciudad luego de un tratamiento por medio de lagunas de oxidación.

- Controlar las infiltraciones de agua en las zonas altas de pendientes pronunciadas porque existe posibilidad de derrumbes sobre sectores como Punta Arenas, Aproziser, Fonavi, Mercado Modelo, etc.

- Mejoramiento de la resistencia sísmica de las edificaciones que lo necesiten y de las líneas vitales.

- Desquinche de rocas en las laderas que tengan material inestable.

b) Medidas Preventivas

- Organización de la protección civil a nivel urbano, sectorial y por barrios.

- Cumplir con las normas sismo resistentes en las nuevas construcciones.

- Asegurar y demarcar las rutas de evacuación (Av. A, B, D, G, E, F.)
- Asegurar provisiones de emergencia como alimentos, medicinas, carpas, grupos electrógenos, etc.
- Establecer reservorios flexibles, para agua en cada barrio, o según la necesidad.
- Realizar planes de evacuación así como inspecciones periódicas de hospitales, colegios, mercado y todo centro que albergue grandes cantidades de personas.
- Llevar a cabo la realización de simulacros de evacuación.
- Realizar campañas de difusión de conocimientos sobre fenómenos naturales y sus efectos, a toda la comunidad.
- Asegurar una red de comunicaciones que funcione en tiempo de emergencia.
- Promover encuentros de especialistas en geo-dinámica, geotécnica y planificación urbana.
- Desarrollo e implementación de refugios.

c) Medidas de planificación

- Erradicación de asentamientos que están sobre cauces de quebradas, como es el caso del campamento de Petromar.
- No construir al borde del tablazo, dejar por lo menos una franja de 20 m. para la construcción de un canal de coronación y plantación de una cortina de árboles.
- Declarar la intangibilidad de las áreas de alto riesgo que aún no han sido habitadas.

8.3 LINEAMIENTOS PARA EL PLANEAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE TALARA PARA SU DESARROLLO ECONOMICO SOCIAL

El planeamiento de la ciudad para su desarrollo económico y social debe ser concebido a partir del aprovechamiento racional de sus recursos naturales y de su ubicación estratégica en la zona. Es preciso lograr los siguientes objetivos :

- Lograr para la población niveles de vida adecuada que permita la satisfacción de sus necesidades.
- Aprovechar óptimamente los recursos naturales.
- Ocupar racionalmente el espacio manteniendo una relación armónica entre el hombre y el medio ambiente de tal manera de darle seguridad física a los habitantes.

8.3.1 Problemática

- Talara afronta problemas socio económicos debido al rápido crecimiento en los últimos años que han originado la proliferación de desocupación y delincuencia.
- Existe problema en el servicio de agua potable. Desde 1973 se viene otorgando en forma restringida (sólo por horas).
- Existe déficit de equipamiento en los sectores de salud, educación, comercio y vivienda.

8.3.2 Propuesta para la Planificación urbana de la ciudad de Talara

Sólo se propone indicar algunas de las medidas de las muchas que son necesarias aplicar en la ciudad. Se debe dar prioridad a obras de protección, producción, saneamiento, salud y educación.

a) Saneamiento.

- Buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua.
- Cambiar las tuberías en mal estado de las redes de agua y desagüe.
- Anular la salida del desagüe al mar para evitar la contaminación de las playas. Construir lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas servidas y sean estas aprovechadas para forestar las laderas de los cerros y la franja costera.
- Estudio sobre la contaminación ecológica producto de los gases producidos por la refinería y la deposición en las playas de las aguas residuales de la planta de fertilizantes.

b) Producción.

- Aprovechamiento agrícola de la quebrada Pariñas y Acholao.
- Integración vial de la zona de Amotape y Vichayal a la zona de Talara.
- Construcción del Terminal Pesquero y frigorífico con capacidades adecuadas para incentivar la pesca y esta pueda desarrollarse como una actividad importante.
- Construcción de centros de acopios en los sectores I, V, VIII.

e) Transporte

- Realizar la pavimentación de las vías locales, tanto del casco central como las de los pueblos jóvenes.
- Construir la vía rápida de interconexión con el sector VIII.
- Reforzar las vías de acceso a la ciudad considerando las obras de arte necesarias (puentes, alcantarillas, etc) para que no sufran daño en época de lluvia y dejen aislada a la ciudad.

d) Equipamiento

- Construcción de un nuevo hospital para la mejor atención ya que la salud es una necesidad primordial.

- Ampliar el centro superior hacia la formación universitaria en carreras afines a la industria petrolera como es la geología y química.

f) Recreación

- Recuperación del balneario "Las Peñitas" y realización de un proyecto para adaptarlo a centro de esparcimiento.

- Construcción de un estadio con la capacidad y equipamiento necesario, de acorde con el historial deportivo de la ciudad.

g) Tratamiento de Areas

- Hay que consolidar las áreas verdes; existen áreas libres en el casco central (Parques) que esperan ser forestadas. Esto mejorará la calidad del medio ambiente y reducirá el arenamiento que se produce en la ciudad por acción de los fuertes vientos.

- Recuperación de áreas que presentan mal estado de conservación y que se ubican principalmente en los pueblos jóvenes.

- Ordenamiento del uso del suelo.

8.4 AREAS DE EXPANSION

La ciudad de Talara ha sufrido un rápido crecimiento a partir del año de 1,972 en que fue declarada "ciudad abierta" y es posible que siga manteniendo esta tendencia en los siguientes años.

Así tenemos, que en el año de 1,987 la municipalidad realizó un censo que arrojó una población de 85,228 y 15,400 viviendas (5.5 pers./viv.); en 1,990 se supone llegó a 98,660 hab. y 18,390 viv. (5.4 pers./viv.). Según la proyección del

crecimiento poblacional para la ciudad tenemos, que en 1,995 la población ascenderá a 125,920 hab. y 22,895 viv. lo que significa que de 1,990-1,995 se necesitará incrementar en 4,505 viviendas a las actualmente establecidas; esto da como resultado que se tendrán que habilitar 90 Ha. nuevas para uso residencial.

Año	Poblac.	Viv.	Pers./Viv.
1961	27,957	3,686	7.6
1972	29,911	4,155	7.2
1981	57,015	9,324	6.1
1987	85,228	15,400	5.5
1990	98,660	18,390	5.4
1995	125,920	22,895	5.5

La ciudad tiene limitaciones en su crecimiento en la parte de Talara Baja, debido a que se encuentra rodeado por los cerros del Tablazo y las poquísimas áreas libres están sobre las laderas de los cerros, con pendientes mayores a 5% y hacen que su habilitación tenga un alto costo, por lo tanto hay que pensar en la zona del Tablazo.

Para la elección de las áreas adecuadas para expansión vamos a considerar solamente factores físicos.

Entre las áreas analizadas tenemos

a) AE1 : "Las Peñitas"

Frente a la Playa Las Peñitas. Tiene aproximadamente un área de 20 Ha.

- Pendiente : pronunciada
- Tipo de suelo : depósito de arena suelta.
- Zona medianamente inestable (erosión).
- Accesibilidad : existe una vía (mal estado) que la enlaza con la ciudad.
- Factibilidad de servicios : a 1 km.

- Costo de habilitación : alto
- Otros :
- Resultado El uso más adecuado para ésta área es el recreacional (Playa).

b) AE2 : Frente a Santa Rita.

Al norte de la ciudad a ambos lados de la carretera que se dirige a Fertilizantes. Tiene una área aproximada de 15 Ha.

- Pendiente : moderada a pronunciada.
- Tipo de suelo : Arena con limo, suelto, ero-sionable.
- Zona erosiva cerca la quebrada Santa Rita.
- Accesibilidad : inmediata.
- Factibilidad de servicios : inmediata.
- Costo de habilitación : medio.
- Resultado : Esta zona está junto a la quebrada Santa Rita; se puede utilizar una parte para uso residencial y la otra parte para uso recreacional.

c) AE3 :

Frente a las Urbanizaciones Aproviser y Fonavi, donde próximamente se iniciarán los trabajos de habilitación para la Urbanización "Pariñas". Tiene aproximadamente 15 Ha.

- Pendiente : moderada a pronunciada.
- Tipo de suelo : arena suelta con porcentajes de limos, capacidad portante baja.
- Suelos inestables, altamente erosionables.
- Accesibilidad : inmediata.
- Costo de Rehabilitación : medio alto.

- Resultado alto movimiento de tierra, obras de drenaje para uso residencial.

d) AE4 : Al norte de la Clínica Santa María.

Tiene un área de 20 Ha.

- Pendiente : pronunciada.

- Tipo de suelo : arena con mezclas de limo y arcilla de mediana a alta plasticidad.

- Zona de suelos inestables.

- Accesibilidad : Se necesita una vía de enlace.

- Factibilidad de servicios : inmediata.

- Costo de habilitación : alto.

- Otros :

Resultado Debe ser aprovechado para la construcción de un parque zonal.

e) AE5 : Detrás de la Urb. "Los Vencedores".

Se tienen dos áreas que se ubican a ambos lados de la carretera a Negritos uno pertenece a la Asoc. James Storm, y el otro a la Asoc. Los Jazmines.

- Pendiente : plana.

- Tipo de suelo : capa de arena y estratos de arcilla de alta plasticidad.

- Zona de presencia de suelos expansivos.

- Accesibilidad : inmediata.

- Factibilidad de servicios : inmediata.

- Costo de habilitación : medio.

- Resultado : Encauzamiento de las torrenteras de las partes altas, tener en cuenta la posibilidad de presencia de suelos expansivos y del fenómeno de licuación. Uso residencial.

f) AE6 : Zona 80

Se ubica a la altura de la carretera que va de Talara Alta y que se une con la troncal que va a Negritos. Aproximadamente tiene unas 20 Ha.

- Pendiente : topografía plana.

- Tipo de suelo : grava con mezcla de arena y limo, existe posibilidad de presencia de sales y sulfatos.

- Accesibilidad : inmediata.

- Factibilidad de servicios : inmediata.

- Costo de habilitación : bajo.

- Otros : se encuentra cruzada por tuberías y cerca a tanques de almacenamiento de PetroPerú.

- Resultados : factible para uso residencial.

g) AE7 : "El Golf"

Ubicado en la margen izquierda de la carretera Negritos-Talara; terreno que cuenta con 26 Ha.

- Pendiente : plana.

- Tipo de suelo : arena y limo en estado suelto.

- Zona inestable (favorable a la erosión).

- Accesibilidad : inmediata.

- Factibilidad de servicios :

- Costo de habilitación : medio a alto.

- Otros :

Resultado encauzamiento de quebradas aparecidas en las lluvias de 1,983.

h) AE8 : "Negreiros"

Se ubica en el sector VIII, a la altura del km. 1086 al km. 1990 de la carretera panamericana norte. Cuenta con más de 250 Ha. disponibles.

- Pendiente : topografía plana.
- Tipo de suelo : grava en matriz arenosa (GM/GW), capacidad portante alta.
- Zona estable.
- Accesibilidad : se encuentra en proyecto vía rápida.
- Factibilidad de servicios : inmediata.
- Costo de habilitación : bajo.
- Otros :
- Resultado favorable para zona de expansión, se recomienda realizar ensayos de colapso.

8.5 ORGANIZACION DEL SISTEMA DE PROTECCION E IMPLICANCIAS SOCIALES.

El Gobierno Central ha creado el Sistema de Defensa Civil como encargado de la política de la defensa del país ante las amenazas de los Fenómenos Naturales. Está conformada de la siguiente manera :

- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)
- Los Comités Regionales, Departamentales, Provinciales y Distritales de Defensa Civil.
- Oficinas Sectoriales e Instituto de Defensa Civil.
- Oficinas de Defensa Civil de los Gobiernos locales.

COMITE REGIONAL-COMITE DE DEFENSA CIVIL

Está formado por : El Presidente de la Asamblea Regional, Comandante de Armas de la Región, Director Regional de las Fuerzas Policiales, un representante por cada órgano de línea de Gobierno Regional con categoría no menor a Director General, Representantes de las Organizaciones de Promoción y/o Bienestar Social, Seguridad u otro vinculado directamente ó indirectamente con la Defensa Civil que determine el Consejo Regional y el Jefe de la Oficina Regional de Defensa Civil.

COMITE DE CADA PROVINCIA O DISTRITO

Está formado por : El Alcalde, el Subprefecto en la provincia o el gobernador en el distrito; El Comandante de Armas de la Jurisdicción; funcionarios del Sector Público; titulares de las dependencias que actúan en la jurisdicción; representantes de las organizaciones no Públicas, campesinas, laborales, culturales o gremiales; el Jefe del órgano de Defensa Civil de la respectiva Municipalidad que actúe como Secretario Técnico.

La prevención es mejor y menos costosa que la acción reparadora; salvaguardar las vidas humanas y propiedades es el objetivo final, pero hasta que esto se logre, los Fenómenos Naturales siempre causarán daños y víctimas. Por lo tanto es tarea y responsabilidad moral y política de las autoridades, organizar los planes de prevención para la mitigación de daños. No hay que olvidar también un sistema administrativo responsable de la buena ejecución del Plan, ya se ha visto las interferencias producidas en los desastres del año 83. Y por último está la participación de la población en general.

ESTUDIOS A REALIZAR

Con el fin de seguir ampliando los objetivos alcanzados en éste trabajo, se propone las siguientes investigaciones

- Estudio de vulnerabilidad de edificaciones, líneas vitales e impacto social-económico de los desastres naturales en la ciudad.
- Planificación de las áreas de expansión.
- Estudio del sistema de drenaje para aguas plú-viales.
- Estudio catastral de la ciudad.
- Exploraciones de campo en lugares que todavía no se tiene mayor información geotécnica, en áreas de expansión y en las zonas que se han delimitado como áreas de alto riesgo.
- Estudio de respuestas del terreno con instrumentación sísmica (Microtrepidaciones).
- Estudio de los suelos expansivos y colapsables de la ciudad.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- La ciudad "petrolera" de Talara ostenta una alta tasa de crecimiento (mayor de 5% anual).
- Las lluvias del 83 mostraron que la ciudad no está preparada para afrontar los fenómenos naturales más frecuentes de la zona.
- No se cuentan con planes de prevención, de emergencia y reconstrucción ante un desastre.
- No existe información centralizada relativa a los estudios de seguridad de la ciudad.
- Entre los fenómenos naturales que mayor amenaza representan para la ciudad tenemos al fenómeno de "El Niño", los movimientos sísmicos y los tsunamis.

- El suelo de Talara Baja está formada por depósitos de arena limosa (SP/SM), cuya densidad varía desde muy suelta a medianamente densa. Cerca a los talud de la formación lutita se presentan arcillas altamente plástica (arcillas expansivas). En las áreas planas que están debajo de los 5 m.s.n.m., representan niveles freáticos altos (propensos a licuación). En el sector del Tablazo se presentan estratos de grava con porcentajes de limo, muy compactos. Se han identificado presencia de sales, carbonatos y sulfatos solubles que actúan como cementantes del suelo, por lo cual se pueden encontrar suelos colapsables.

- El casco central se encuentra asentada en una depresión. Las fuertes pendientes de las laderas de los cerros que la rodean y su inestabilidad ante la acción del agua, favorecen el arrastre y acumulación de lodo en la parte deprimida de la ciudad.

- La existencia de quebradas que drenan directamente sobre la ciudad y cuyos lechos son altamente erosionables, agravan la situación.

- Las lluvias extraordinarias se presentan con una periodicidad de 35 años, las lluvias fuertes cada 10 años y las lluvias medias cada 5 años.

- El 36% de las viviendas están construidas con material inflamable (triplay, madera y estera).

- Los sismos sentidos con mayor intensidad en la ciudad han sido de grado VII en la escala de Mercalli Modificada.

- De acuerdo a Silgado, el período de retorno de los sismos más intensos en la región norte es de 20 años.

- Para un sismo de magnitud ≥ 7.5 con epicentro frente a la costa de Talara, se estima que el tiempo de llegada de la primera ola a la costa estará entre los 7 a 10 minutos.

- Las máximas alturas de ola se estima que se produzcan frente al campamento Petromar y la playa Las Peñitas.

- La mayor área inundable por tsunami, se registraría en el casco central (S-II) con un ancho de 750 m.

- Existen restricciones en el servicio de agua potable.

- La deposición de aguas servidas de Talara Alta se realiza a quebradas que muchas veces drenan hacia la ciudad.

- Presenta vías locales sin pavimentar en los pueblos jóvenes y completamente deterioradas en el casco central.

- Desproporción en el uso del suelo.

- Son las zonas de menores recursos económicos las que viven en lugares de mayor peligro ante la ocurrencia de un fenómeno.

9.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario que las autoridades locales promuevan y apoyen las acciones orientadas a mitigar el impacto de los desastres naturales e incorporarlos en los planes de desarrollo de la ciudad, basados en la determinación de niveles económicamente justificados de riesgo aceptable, que asegure que el nivel de daño estudiado permita el uso sin peligro de las edificaciones y obras civiles y que garanticen la continuidad de las funciones después de un desastre.

- Formar a la brevedad posible, el comité distrital de Defensa Civil, correspondiendo al Alcalde esta tarea.

- Establecer un Banco de Datos con información relevante para la prevención de desastres y planificación urbana.

- Difundir conocimientos sobre Fenómenos Naturales y sus medidas de prevención y de emergencia.

- Preparación de normas integradas de seguridad física.

- Mejoramiento de los sistemas de medición meteorológicas e instalación de sismógrafos para el monitoreo de la actividad sísmica.

- Construcción de un sistema de drenaje pluvial adecuado.

- Llevar a cabo el proyecto de forestación de las laderas para controlar el arenamiento del casco central en época de lluvia. Además servirá para que los vientos dejen de acarrear la arena de la parte alta hacia la ciudad. Considerando que el agua es escasa en esta ciudad, el riego se podría llevar a cabo con las aguas servidas de la zona de Talara Alta después de ser tratadas por medio de lagunas de oxidación.

- El crecimiento de la ciudad debe orientarse hacia el Tablazo.

- Continuar con los estudios referentes a la seguridad física de la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

1.- AGUILAR COLATO Rolando, Bendaño Salinas J, (1984) "Criterios geotécnicos de Microzonificación y Estimación de las propiedades Dinámicas de los suelos del Area Metropolitana de San Salvador". Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil. San Salvador.

2.- ALVA HURTADO J. (1990), "Características geotécnicas de Talara". Memorias del 4* Simposio Nacional de Prevención de Desastres, Lima - Perú.

3.- ALVA HURTADO J. (1982), "Estudio de Licuación y Amplificación sísmica de Chimbote". IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Chiclayo Perú.

4.- BOB BRUCE (1981), "Terremotos", Barcelona. Editorial Reverté, S.A.

5.- CARRILLO GIL, Arnaldo (1966), "Comportamiento de las Arcillas Expansivas de la Región Norte del Perú". Tesis de Master en Ciencias de la Ingeniería, División del Doctorado UNAM - México.

6.- CARRILLO GIL, Arnaldo (1983), "Cimentación de Edificaciones livianas sobre suelos expansivos". Tema publicado en la revista "TECNIA", Vol. 2 N* 2 publicada por la Universidad Nacional de Ingeniería.

7.- CASTRO Leonel (1983), "Efectos de las lluvias torrenciales de 1983 en las localidades de Talara, Paíta, Máncora y Tumbes". Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI. Lima - Perú.

8.- Consultores y Projectistas Asociados (1983), "Preparación del Plan de Obras para la reconstrucción de Talara". Hecho para Petro-Perú.

- 9.- C.P.S. de Ingeniería S.A. (1980), "Estudio de suelos en Punta Arenas". Hecho para Petro-Perú.
- 10.- C.P.S. de Ingeniería S.A. (1983), "Estudio de suelos para cimentación de tanques de 140 MB en el Tablazo - Talara". Hecho para Petro-Perú.
- 11.- C.P.S. de Ingeniería S. A. (1984), "Sondeo de confirmación del subsuelo, Parque "CH" y "T" en Punta Arenas". Hecho para Petro-Perú.
- 12.- DECOPIISA (1987), "Estudio de Factibilidad de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Talara". Estudio hecho para Senapa.
- 13.- Defensa Civil (1990), "Manual para prevención de Desastres Naturales".
- 14.- DELGADO, Alberto y García Celia (1982), "Plan de Evacuación de ciudades afectadas por Tsunamis, zona de la Punta-Pucusana". Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- 15.- Dirección General de Desarrollo Urbano (1973), "Plan Director de la ciudad de Talara". Ministerio de Vivienda y Construcción.
- 16.- INADUR (1983), "Plan director de la ciudad de Talara", Ministerio de Vivienda y Construcción.
- 17.- K. Iida (1981), "Tsunami : Their Science and Engineering". Proceedings of the International Tsunami Symposium 1981, IUGC.
- 18.- KUROIWA, Julio (1990), "Microzonificación aplicada al Planeamiento Urbano y al Desarrollo Regional para la Prevención y Mitigación

de Desastres". Seminario Internacional de Microzonificación y de Seguridad de Sistemas de Servicios Públicos Vitales, Lima-Perú.

19.- KUROIWA, J., Kumagai, Y. y Sato, J. (1990) "El Desarrollo Económico y Social de la Región Grau y los Desastres naturales Base para el Plan Nacional para su Prevención y Mitigación". Memorias del VIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Piura-Perú.

20.- KUROIWA, Julio (1983), "Tsunamis Efectos sobre las costas de Lima Metropolitana". Informe especial para UNDRO, Ginebra-Suiza.

21.- LOCKRIDGE, Patricia (1985), "Tsunamis in Perú-Chile". Boulder Co. World Data Center A for Solid Earth Geophysics.

22.- MARTINEZ V., Alberto (1980), "Aspectos Geotécnicos en Dinámica de Suelos". Seminario N° 4 sobre licuación, l.g.g.a. N° 95, UNI.

23.- MARTINEZ V., Alberto (1982), "Licuación en Dinámica de suelos e la última Década". I Seminario de Ingeniería Sismo-Resistente, UNI.

24.- MICHELENA REPETTO y Asociados S.P. Ingenieros Consultor (1985), "Estudio de suelos para cimentación de nuevo caldero Babcock y Wilco Refinería Talara". Hecho para Petro-Perú.

25.- MILOS Stepanek, P. Eng. (1984), "Estudio geotécnico y Medidas d Protección Aplicada a varias instalaciones de Petro-Perú". Trabajo hecho par Petro-Perú.

26.- Ministerio de Marina, Perú. Dirección de Hidrografía y Navegación, "Planes Batimétricos de la costa peruana".

27.- Organización de las Naciones Unidas, "Directivas para la Prevención de Desastres, Vol. 2. Medidas de construcción para minimizar el efecto de los Desastres". Folleto de Divulgación Internacional.

28.- OSHIRO HIGA, F. "Seguridad y Supervivencia en un terremoto".

29.- SALAZAR CHINCHILLA, Hubert (1987), "Licuación de suelos bajo movimientos multi-direccionales". Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil UNI, Lima-Perú.

30.- SAN (1983). "Fotografías aéreas verticales de la ciudad de Talara, escala 1/25,000".

31.- SANIDRO Ing. Consultores (1975), "Estudio Eje Paita-Talara". Trabajo hecho para Senapa.

32.- SILGADO, E. (1978), "Historia de los sismos más notables ocurrido en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N° 3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.

33.- UNESCO (1981), "Terremotos. Evaluación y Mitigación de su Peligrosidad". Editorial Blume, Barcelona, España.

34.- VARGAS, César, "Tsunamis". Folleto de divulgación, Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina, Perú.

35.- VIZCARRA, Martín (1986), "Microzonificación Sísmica de Moquegua Aplicada al Planeamiento Urbano para la Mitigación de Desastres Naturales empleando el Método Simplificado". Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI-Lima.