

## C A P I T U L O   I V

### PROTECCION DE LA POBLACION

#### ALERTA Y ALARMA, EVACUACION Y REFUGIO

Uno de los principales objetivos de este estudio es la protección de la población de Lima Metropolitana que vive y/o trabaja en las zonas inundables por tsunamis.

El actual Sistema Regional de Alerta contra Tsunamis, enlaza a tres instituciones nacionales como son: La Marina, el Instituto Geográfico y Defensa Civil que depende 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, entre otras importantes actividades. 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 tsunami generado en cualquier punto del Pacífico.

Porque un sismo muy fuerte puede producir un tsunami cuyo tiempo de viaje sea muy corto, en cuyo caso el procesamiento de datos no es efectivo, el Sistema debe mejorarse. Se hace necesario que el poblador costero conozca el riesgo adicional que conlleva un sismo intenso; en consecuencia, que sea parte del Sistema.

Por lo tanto, en coordinación con las instituciones mencionadas, se está proponiendo una mejora y ampliación en el sistema de alerta existente.

Determinadas las probables alturas de ola en cada una de las poblaciones de Lima Metropolitana, en función de estos datos y la topografía de cada zona se delimitaron las áreas inundables. Los criterios empleados están descritos en el Capítulo II.

Se ha determinado también para cada lugar la zona de refugio en función de su accesibilidad, altitud mínima de 10 mts. s.n.m.m., y área disponible para albergue de la población afectada. Para el Callao se ha contemplado, además, la existencia de facilidades para dar servicios a una importante población refugiada, y cubrir necesidades especiales como dar techo a niños y ancianos, hospital para la atención de enfermos, y, sobre todo, el abastecimiento de agua que es esencial para la supervivencia de los refugiados. La Punta es un caso especial, ya que se trata de una baja península que se interna 2 kms. en el mar. Se estima que en el caso de un tsunami de origen cercano, parte de la población no podrá abandonar el área en el tiempo disponible, por lo que se ha seleccionado ahí edificaciones altas y resistentes a terremotos e inundaciones, que sirvan como refugio de emergencia hasta que el período crítico haya pasado.

## 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, y alentando cualquier iniciativa en favor de una mayor y mejor protección. El Sistema será el vigilante permanente y deberá estar listo para actuar cuando se presente un período crítico.

- **Períodos Críticos del Sistema.** Un Período Crítico para el Sistema comenzará al conocerse la probabilidad de un ataque de Tsunami. Porque los más destructivos son generalmente causados por sismos, la localización del epicentro origina dos tipos de períodos críticos:

a. Período Crítico por la probable ocurrencia de un Tsunami luego de un sismo en la costa (Tsunami de Origen Cercano), para el cual 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. En este caso el sismo es la primera señal de alarma. Un sismo cuyas características en la zona sean iguales o mayores a las referidas a continuación, puede generar un tsunami:

- si es difícil permanecer en pie;
- si es dificultoso conducir automóviles;
- si se observan derrumbes en las edificaciones de albañilería - de ladrillo, y/o monumentos, y/o depósitos elevados o chimeneas.

En resumen, si el sismo tiene intensidad en la zona igual o mayor a VIII en la Escala Mercalli Modificada.

Debe tomarse en cuenta, además, la posibilidad de ocurrencia de un sismo moderado, no tsunamigónico, al cual suceden cierto número de réplicas; algunas de ellas puede ser de Magnitud (y por consiguiente de intensidad) mayor. Esto significa que el Sistema debe estar en alerta permanente desde el sismo inicial en previsión de una réplica importante.

b. Período Crítico por la probable ocurrencia de un tsunami originado por un sismo en el mar pero lejano a nuestra costa (Tsunami de Origen Lejano), donde el factor tiempo deja de ser primordial. En este caso, el alerta inicial proviene del Sistema de Alarma contra Tsunamis con sede en Hawaii (Siglas en inglés: 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 Internacional Jorge Chávez (Ver figura 22).

**Medidas preventivas del Sistema.** Destinadas a crear la infraestructura operacional del Sistema. Ellas son:

1. Conocimiento cabal por parte de sus integrantes de los aspectos sismológicos más importantes de la zona, y evaluación de los efectos de un sismo por medio de la Escala de Intensidades.
2. Conocimiento cabal por parte de sus integrantes de los aspectos más importantes sobre los orígenes de los tsunamis y sus efectos

sobre las poblaciones a lo largo de la historia peruana.

3. Conocimiento cabal por parte de sus integrantes del riesgo de tsunamis y los tipos de Períodos Críticos.
  4. Conocimiento cabal por parte de sus integrantes del Plan de Evacuación y Refugio de la Población local.
  5. Conocimiento previo y solución de las dificultades y necesidades que se derivan de una movilización multitudinaria, multitud a la que hay que ofrecer además refugio y socorro por un tiempo que puede ser prolongado.
  6. Difusión e instrucción a nivel poblacional sobre los riesgos de tsunamis en la zona y las medidas destinadas a su protección (Sistema de Alerta y Alarma, Evacuación, Refugios de Emergencia y Refugios Temporales).
  7. Revisión periódica del sistema de comunicación instantánea entre el Organismo principal del Sistema y los organismos locales.
  8. Instalación de un sistema de alarma local, el cual puede consistir en sirenas instaladas en las edificaciones más altas originadas cerca o en la playa, y en otras zonas susceptibles de inundación.
- **Organización.** 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, de proyección zonal, supeditados al anterior; conformados en cada caso por el Comité Local de Defensa Civil y la Capitanía del Puerto u otro representante de la Marina de Guerra.
  - . Brigadas 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 los Refugios.

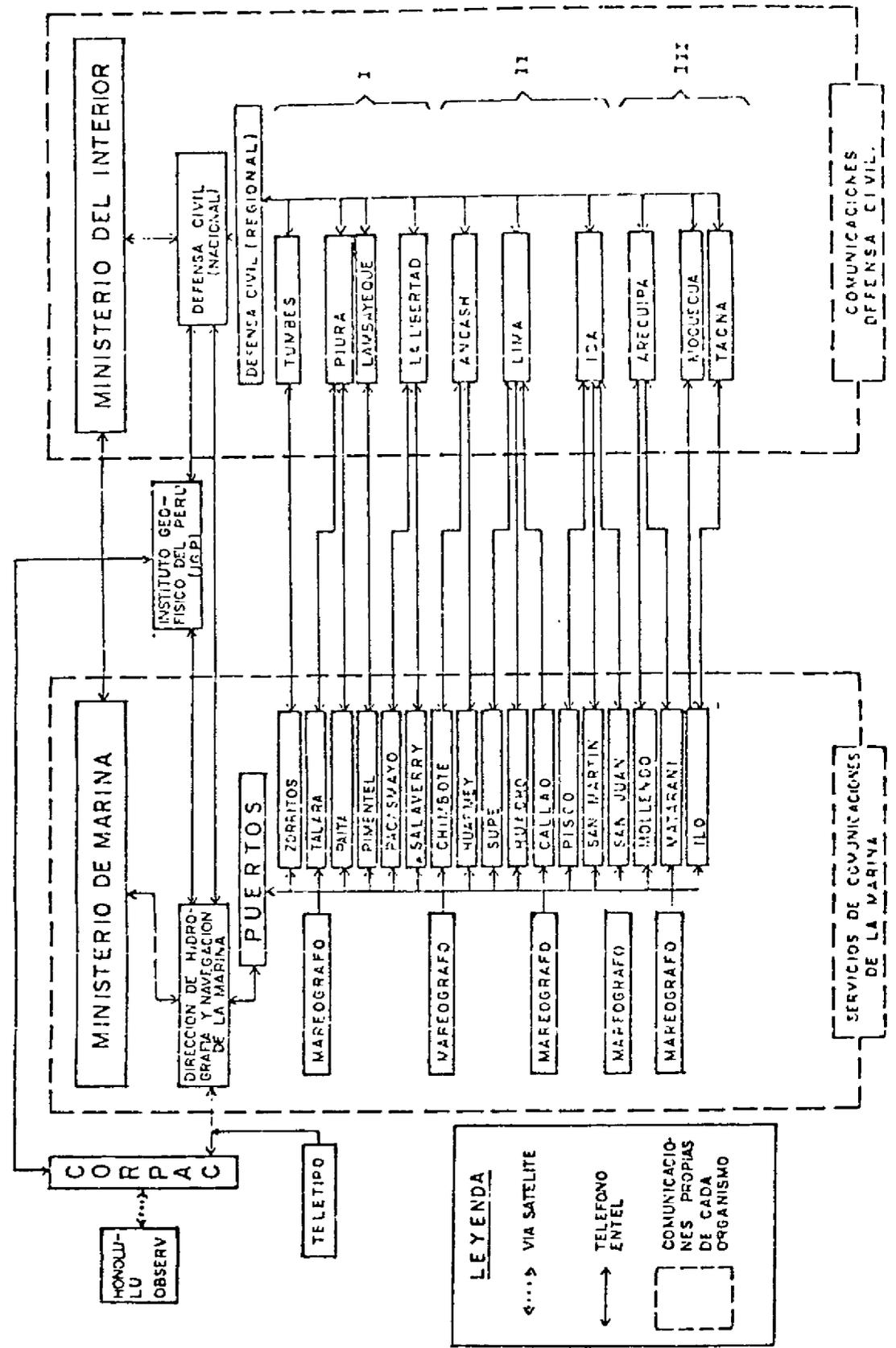
Fig. 22

# SISTEMA REGIONAL DE ALERTA CONTRA LOS TSUNAMIS

PERU

## SISTEMA DE ALERTA NACIONAL

FASE I



- . Las Brigadas. Son organizaciones pequeñas, de preferencia una por cada manzana de casas, constituidas por los vecinos, y que dependen 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.

**- Funcionamiento del Sistema durante un Período Crítico.**

a. Tsunami de Origen Cercano.

- Ocurrido un sismo, los líderes de las Brigadas deberán evaluar rápidamente si el sismo puede o no ser causa de un ataque del mar. Para ello harán uso de la Escala de Intensidades de Mercalli (Modificada) según se señala en el acápite denominado "Períodos Críticos del Sistema".
- Si el resultado de la evaluación es afirmativo, los líderes de las Brigadas iniciarán el Plan de Evacuación de la población amenazada hacia los Refugios de Emergencia y Refugios Temporales.
- Simultáneamente, el Organismo Local difundirá la alarma, en apoyo a la acción de las Brigadas.
- El Organismo Nacional entrará en contacto directo con todos y cada uno de los Organismos Locales.
- El Organismo Local será el único autorizado a cancelar la señal de alarma.

b. Tsunami de Origen Lejano.

- El Organismo Nacional, a través de la DHNM, recibirá el alerta del eventual ataque de tsunami emitido por el SSWWSS. De inmediato comunicará tal información a la SECNDC y a los Organismos Locales.
- De acuerdo a la magnitud del ataque del tsunami que se espera ocurra, los Organismos Nacional y Locales difundirán la alarma en las zonas susceptibles de inundación.
- Al difundirse la señal, las Brigadas pondrán en marcha el Plan de Evacuación de la localidad.

**MEDIDAS GENERALES DE PRECAUCION CONTRA TSUNAMIS DESTINADAS A LA POBLACION DE LIMA METROPOLITANA.**

- Si recibe el aviso de alarma contra tsunamis, trasládese cuanto antes con su familia a un lugar elevado, de por lo menos 10 metros sobre el nivel del mar.
- Si llega la primera ola sísmica marina, que puede ser de altura considerable, no piense que el peligro pasó. Son varias las olas que llegan sucesivamente, con intervalo de 10 a 30 minutos entre ellas. En la mayoría de los casos, la tercera a sexta ola son las más destructivas.

Si el mar se retira anormalmente, o hay una elevación no común de la marea, puede ser un aviso de que se va a producir un tsunami, sobre todo si algún tiempo antes se ha sentido un sismo, leve pero de larga duración, que puede corresponder a un terremoto distante, ubicado en el mar, y que puede originar un tsunami.

- Si tiene una ocasión de seleccionar el lugar de ubicación de su vivienda, industria, etc., procure que se halle en terrenos de más de 6 ó 7 metros sobre el nivel del mar. (Para las costas de Lima Metropolitana. Estas alturas serán mayores para el sur del país a partir de Ica y frente al Dpto. de Piura debido a que las aguas profundas llegan a puntos muy cercanos de las costas. El lugar más peligroso es el vértice de una entrante del mar en forma de U o V.
- En caso de alerta de tsunami causado por un sismo lejano, hay tiempo suficiente para proteger las embarcaciones ancladas en la bahía. Sáquelas de este lugar y llévelas mar adentro, a lugares de aguas profundas. Ahí el efecto del tsunami será mucho menor.

### **EVACUACION DE PUCUSANA**

El distrito de Pucusana está ubicado en el extremo Sur del litoral de la provincia de Lima, a 60 kms. de la capital, en una pequeña bahía en forma de U que se abre hacia el Noroeste. La entrada o boca de la bahía está a unos 2 kms. al Norte, frente al balneario de Naplo, que sí da directamente al océano. La bahía de Pucusana está protegida en el lado Oeste por la Isla Galápagos, que forma con la punta Sur una garganta. En general, fuera de las playas mencionadas, el litoral está formado por acantilados.

Pucusana se asienta sobre una área de pendiente moderada, inclinada E-0, y rodeada de colinas redondeadas de rocas volcánicas. El suelo es predominantemente arenoso. Su población se acerca a los 5,000 habitantes, en su mayoría dedicados a la pesca y actividades afines. En el verano, la población se duplica, y en los fines de semana de esos meses el incremento es aún mayor. Otro sector significativo de la población se dedica al comercio y a la atención de los veraneantes, proporcionándoles hospedaje y/o alimentación en pensiones, hoteles y restaurantes.

En Naplo, asentado contra cerros, la pendiente de la parte central es suave hasta la cota de los 6 metros; luego, se pronuncia.

Para los tipos de construcción que predominan en Pucusana, se puede tomar como típico lo que existe frente al mar, donde el 71% es de ladrillo y/o concreto, 24% de maderá y 5% de adobe. En cambio, en Naplo el 100% es de ladrillo y/o concreto.

Por lo complicado de la batimetría y topografía del área, es muy difícil estimar la altura de ola. En todo caso, Naplo puede recibir directamente el impacto de las olas del tsunami. En cambio, en Pucusana tendrá efectos destructores importantes si el origen del tsunami se ubica al Noroeste, frente a la boca de la bahía. En casos como el de esta localidad, el tsunami puede tener trayectorias complicadas e

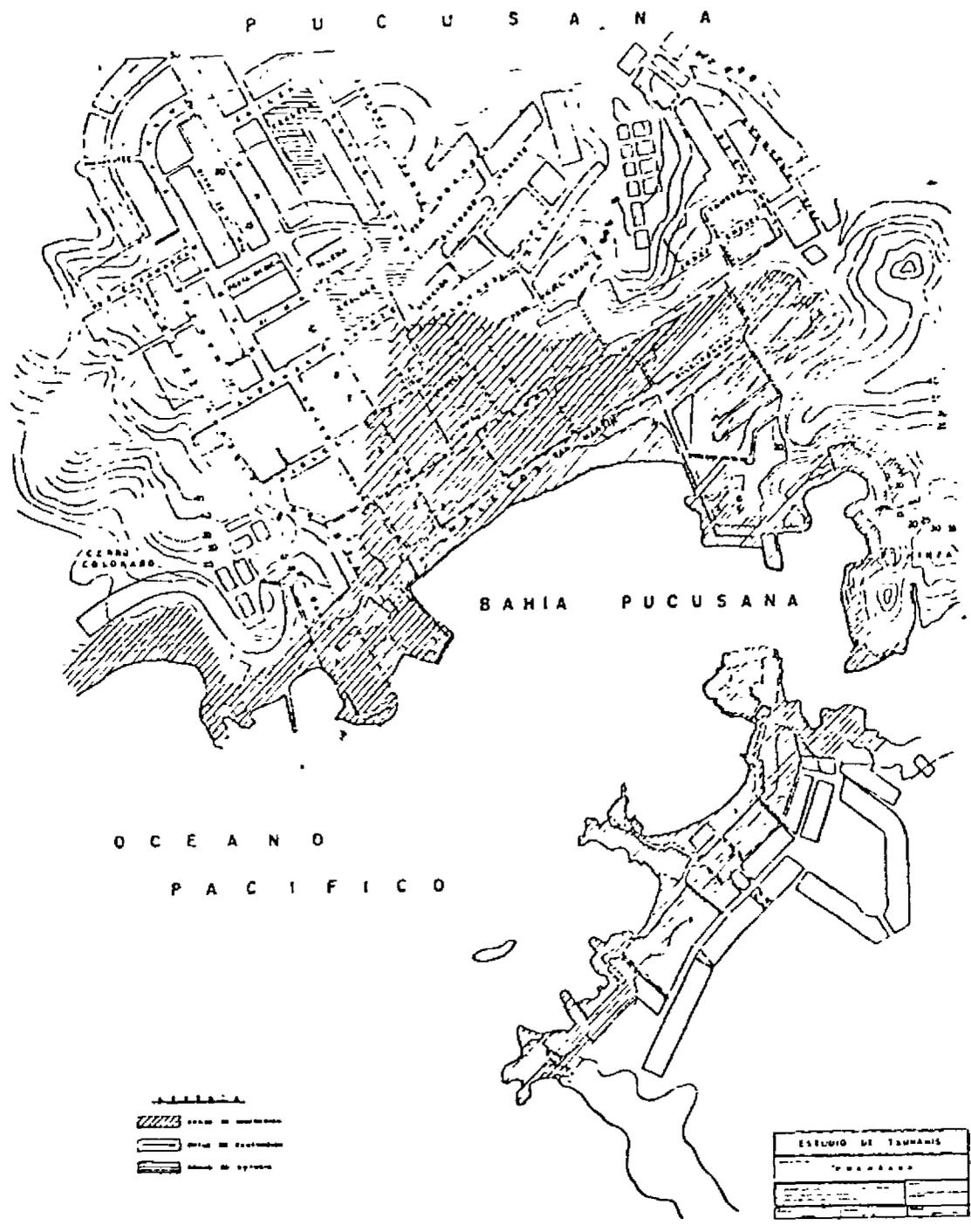


Fig. 23 AREAS INUNDABLES Y ZONAS DE REFUGIO EN PUCUSANA.

impredicibles, pues dependiendo del ángulo con que entra en la bahía puede reflejarse en uno y otro lado, como ocurrió en la bahía de Ofunato, Japón, en 1933.

Haciendo los mejores estimados, se ha considerado altura de ola máxima probable de 7 metros. Se ha considerado también, que las pérdidas por fricción en tierra serían muy pequeñas por el corto camino que recorrerían las olas tanto en Naplo como en Pucusana. De acuerdo a estas consideraciones se ha delimitado el área inundable.

La población que afectaría el tsunami sería el 33%. Para tsunamis cuya altura de ola sea menor a lo estimado como máximo, las construcciones de concreto y/o ladrillo pueden resistir el embate de las olas con daños menores, pero los daños en casas de madera y adobe serán muy importantes. Dado que el suelo es arenoso y la pendiente moderada a fuerte, el mar en su regreso puede alcanzar velocidades altas y causar fuerte erosión del suelo.

Para tsunamis cuya altura de ola fuera la máxima esperada, los daños que cause pueden ser severos, pero la probabilidad de ocurrencia un suceso así es remota.

La evacuación de la población es relativamente simple por la presencia de cerros rodeando la población. La parte alta del poblado está en cotas difícilmente alcanzables por el tsunami, por lo que puede ser utilizada como refugio.

Pucusana tiene servicio telefónico, posta médica y Puesto de la Guardia Civil, que forma parte del Comité Distrital de Defensa Civil.

#### **EVACUACION DE SANTA MARIA**

54 kms. al Sur de Lima se encuentra el Distrito de Santa María, en una amplia bahía abierta directamente hacia el océano. Su cota es accidentada, de elevados acantilados y arrecifes, excepto la zona Norte denominada "La Playuela", que es una playa amplia que se prolonga en un terreno de suave pendiente. La población está asentada en zonas relativamente seguras, sobre los 15 mts. s.n.m.m., excepto un pequeño sector que se ubica en cotas inferiores a los 10 mts. s.n.m.m.

Por ser Santa María un balneario, su población es pequeña durante el invierno. Según el Censo de 1981, esta era de 198 habitantes. En los meses de verano la población se hace varias veces mayor. La población estable se dedica al comercio y a la pesca.

La gran mayoría de las edificaciones en Santa María son construcciones muy recientes, ya que el balneario fue creado entre los años 1958-60. Ellas son de concreto armado y ladrillo, con una arquitectura moderna e incluso sofisticada.

La probable máxima altura de ola en la costa de Santa María es de 5 metros. Observando la batimetría y topografía de la zona es posible afirmar que esta altura de ola no sufrirá incremento por efecto de la forma de la bahía, ya que ésta es muy abierta. Los efectos atenuantes de fricción con el terreno no existen porque no hay terrenos amplios. Únicamente en el Sector Norte se tendrán edificaciones afec

tadas, porque en los sectores Central y Sur de las edificaciones están en cotas elevadas respecto al mar. En el Sector Norte los daños sobre las viviendas a lo largo de la playa pueden minimizarse si se refuerza el muro de 3 mts. de alto que supuestamente las protege. Las instalaciones del Club Esmeralda, sin embargo, están expuestas al ataque directo de las olas.

Las zonas de refugio se encuentran muy cerca ya que la zona inundable está rodeada de zonas elevadas, a las cuales se puede acceder fácilmente a través de las rutas señaladas.

En Santa María se cuenta actualmente con una posta médica que brinda atención restringida durante el invierno y funciona normalmente durante el verano. La población cuenta con servicios de agua potable y desague; tiene una central generadora de energía eléctrica, alumbrado público y privado con redes subterráneas y servicio telefónico. Existe un puesto de la Guardia Civil.

#### EVACUACION DE SAN BARTOLO

San Bartolo se encuentra ubicado a 52 kms. al Sur de Lima, sobre una bahía en forma de U muy abierta que mira directamente al océano. El litoral es muy accidentado, observándose acantilados de alturas superiores a los 20 metros. La población se asienta principalmente en una zona de suave pendiente y cota mayor a los 20 mts. s.n.m.m., aunque la otra parte se ubica cerca a la playa en una franja de 40 a 50 mts. de ancho.

La población estable de San Bartolo asciende a 2,924 habitantes, y se duplica en los meses de verano. La ocupación principal de los residentes es la pesca y el comercio, en invierno, a lo que se añade la atención de los veraneantes en la temporada de baños. Predominan las construcciones de concreto y ladrillo sobre las de adobe y madera, y la mayoría son de un solo piso.

Se estima que la altura de ola máxima probable sea de 5 metros, la cual no sufrirá incremento por efecto de la forma de la bahía, ya que ésta es una U muy abierta. Sí puede haber incremento, aunque no importante, por el escaso recorrido de la ola desde la línea de costa hasta el poblado bajo y los acantilados. En esta zona inundable, el tsunami causará gran destrucción ya que las edificaciones se encuentran expuestas al ataque directo del mar, siendo muy probable que las construcciones de madera y adobe sean destruídas, e inundadas las de ladrillo y concreto. La población de la zona, que se estima en 520 personas permanentes y otras tantas eventuales en verano, se encuentra expuesta a un alto riesgo por no contar con suficientes rutas de escape hacia las partes altas de la bahía. Por ello, en este estudio se propone la apertura de nuevas vías de evacuación que complementen a las existentes.

San Bartolo no cuenta aún con servicio de agua potable, la que suministra a la población mediante camiones cisterna. Tiene una posta médica de atención permanente, un Puesto de la Guardia Civil, y se enlaza telefónicamente con el resto del país.

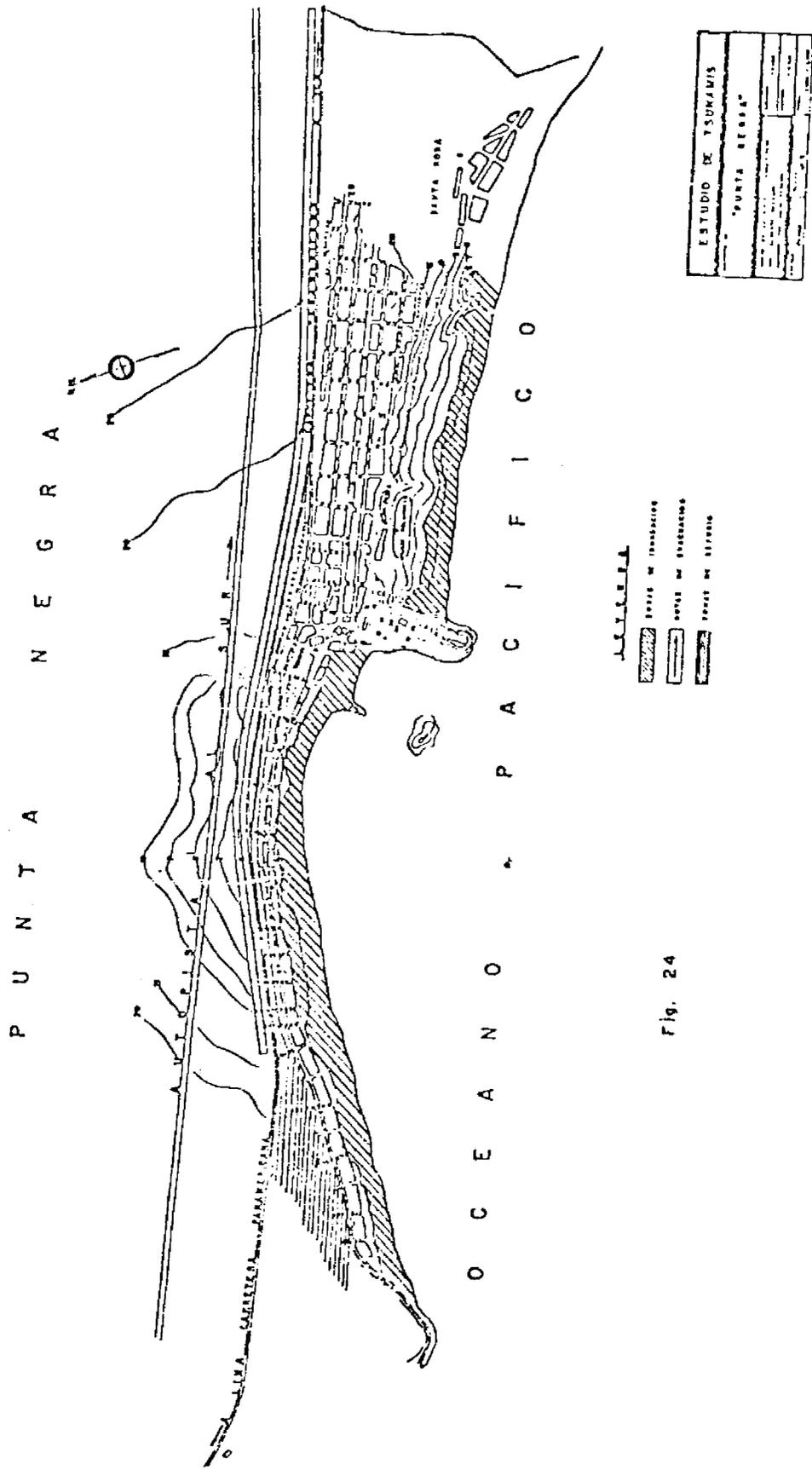


Fig. 24

## EVACUACION DE PUNTA NEGRA

Punta Negra está situada entre los kilómetros 46 y 51 de la Carretera Panamericana Sur. Es un recto litoral de playas muy amplias, en cuya zona central se aprecia una península pequeña o punta natural que da el nombre al lugar. Al Norte de la punta, donde el terreno tiene una suave pendiente, las viviendas se ubican cerca a la orilla; en cambio, en la zona central donde la topografía es accidentada y en la zona sur la población se asienta en zonas más altas, 8 a 9 mts. sobre el nivel del mar.

Según el Censo de 1981, la población de Punta Negra es de 552 residentes que se dedican a la pesca o al comercio. Esta población prácticamente se duplica en los meses de verano.

Las construcciones tienen una antigüedad de 15 a 20 años. Muchas son de concreto y ladrillo; las otras de adobe y madera. Su altura varía de uno a dos pisos.

La altura de ola máxima probable se estima en 5 metros en la línea costera. No habrá incremento por efecto de bahía ya que se trata de un recto litoral. Más bien, la ola perderá energía por fricción con el terreno, sobre todo en el sector Norte donde, sin embargo, las construcciones están más expuestas. Se estima que los daños aquí serán por inundación, excepto en el Club Social y Deportivo del lugar cuyas instalaciones, por su cercanía a la orilla, están expuestas al ataque directo del tsunami.

Se propone aquí la habilitación de rutas de evacuación que complementen a las ya existentes.

Punta Negra no cuenta con servicio de agua potable. Sí tiene servicio de energía eléctrica y telefónico. Existe una posta médica que atiende diariamente en verano e interdiariamente en invierno. Hay también un Puesto de la Guardia Civil.

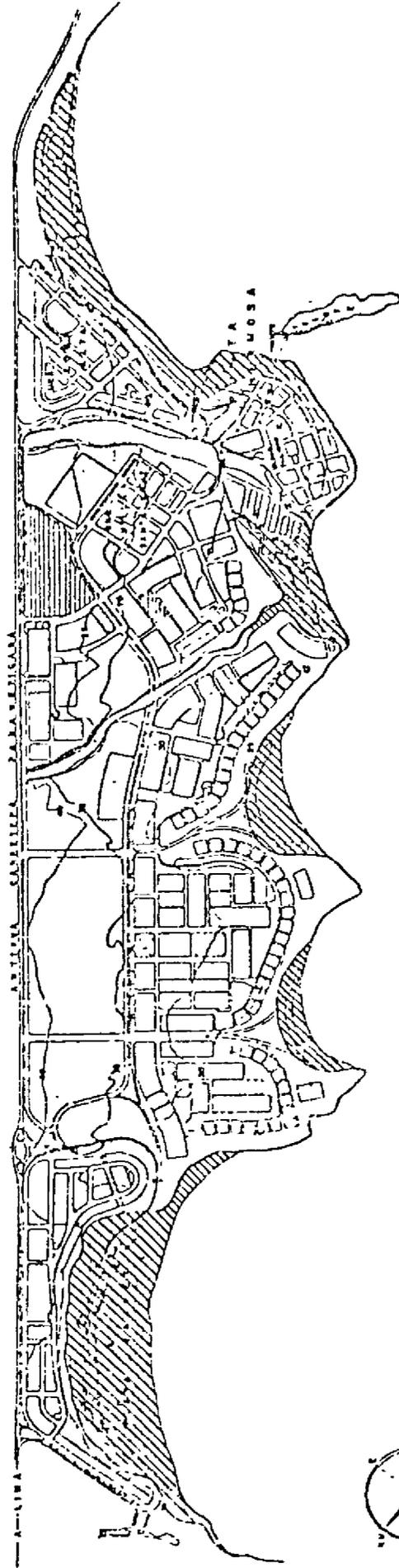
## EVACUACION DE PUNTA HERMOSA

El Distrito de Punta Hermosa está ubicado a 43 kms. al Sur de Lima, a lo largo de un litoral formado por pequeñas playas bordeadas por elevados acantilados. Por esta razón, la mayor parte de la población se asienta en terrenos a más de 25 metros sobre el nivel del mar, y una pequeña parte en las playas. La población estable asciende a 1,010 habitantes que se dedican a la pesca y al comercio; población que se duplica prácticamente en los meses de verano. Las edificaciones son recientes, casi todas de concreto y ladrillo, y pocas de adobe y madera, de uno y dos pisos.

La altura de ola máxima probable en la costa se estima cercana a los 5 metros. Por las características relatadas el área inundable es mínima y se limita a las playas; el mar afectará solamente las edificaciones que en ella se encuentren, pero la población podrá evacuar rápidamente hacia las partes altas gracias a las rutas de escape que existen.

Punta Hermosa cuenta con los servicios de una posta médica y un Puesto de la Guardia Civil.

P U N T A .      H E R M O S A



O C E A N O   P A C I F I C O



ESTUDIO DE "SUNAMUIS	
"PUNTA HERMOSA"	

Fig. 25

## EVACUACION DE CHORRILLOS-VILLA

El Distrito de Chorrillos está ubicado al Sur de la ciudad de Lima, limitando por el Norte con los Distritos de Barranco y Surco, por el Este con el de San Juan de Miraflores, y por el Sur con el de Villa María del Triunfo. Su población total es de 186,724 habitantes, según el Censo de 1981.

El litoral Norte forma parte de una gran bahía, donde las playas son amplias y rematan al pie de elevados acantilados. El litoral Sur, que es casi recto, es de topografía menos abrupta, conformado por una ancha faja de terreno donde la cota es menor a los 5 mts. s.n.m.m. La población se asienta en las zonas altas y alejadas del mar, excepto un pequeño porcentaje que habita en el litoral Sur, cerca al océano.

La altura de ola máxima probable en la costa se estima cercana a los 5 mts. sin incremento por efecto de bahía. En el litoral Sur es importante la fricción con el terreno, de modo que se espera que el tsunami decrezca rápidamente en altura conforme penetre en tierra. En esta zona se asientan diversos clubes de playa, se está consolidando una urbanización ("La Encantada"), y hay proyectos para dos más (Urbanización "Las Brisas" y Lotización "Playa Verde"). Por lo tanto, la población que sería afectada en un evento próximo es muy poca, pero puede potencialmente aumentar conforme se desarrollen los proyectos mencionados.

Se recomienda que las zonas de refugio estén sobre la cota de los 15 mts. s.n.m.m.; por lo tanto la población deberá evacuar hacia la Urb. San Juan Bautista de Villa, o a la Urb. Villa Marina, o a la Urb. Las Delicias de Villa. Actualmente no existe un acceso directo hacia esta última que es la más cercana a la zona inundable. Asimismo no existen rutas de evacuación directas desde "La Encantada" hacia las zonas de refugio. Por lo demás, las filtraciones de agua han casi destruido un apreciable tramo de la antigua Carretera Panamericana que corre paralela a la zona inundable y fuera de ella. Todas estas deficiencias deben ser subsanadas.

En lo que respecta al sector costero del Distrito de Villa María del Triunfo, éste es un largo litoral donde un terreno arenoso de suave pendiente avanza 600 metros desde la orilla y remata en elevados cerros de arena. Son pocas las viviendas en esta zona, más bien dedicada a la recreación y donde proliferan las granjas avícolas. Existe también una fábrica de ladrillos, y la refinería de Conchán de Petróleos del Perú.

La altura de ola estimada es de 5 metros, y en la delimitación de la franja inundable se han considerado los efectos de fricción con el terreno. Se observa que algunos sectores de la Carretera Panamericana Sur están dentro de la zona afectada por el tsunami, lo que puede significar interrupción en el transporte. Se recomienda que se tomen las medidas necesarias para proteger las instalaciones de la refinería que puedan ser afectadas por el mar.

La única zona de refugio para este sector es el cerro de arena que lo limita.