

Impactos de Fenómenos Oceánicos

Jorge Espinoza A.
INOCAR

INTRODUCCION

No se pretende presentar un análisis o discusión científica de cada tema tratado, sino más bien reafirmar algunos conceptos e ideas ya enunciados por especialistas en los diversos trabajos de investigación, así como el de dar a conocer en forma general, algunos resultados logrados por INOCAR que pueden ser utilizados en la prevención de los desastres naturales provocados por la acción del mar.

El Fenómeno El Niño es un cambio climático que ocurre mundialmente a escala temporal de unos pocos años con impactos diferentes en las regiones del mundo. En nuestro país, la presencia de este fenómeno está relacionado a épocas de fuertes precipitaciones generalizadas en todo el territorio y a un calentamiento superficial y subsuperficial de las aguas del océano. Lo primero produce varios efectos: inundación de extensas áreas en las regiones bajas del litoral, pérdida de sembrío, destrucción de carreteras y puentes, deslaves de cerros y montañas entre otros; lo se-

gundo produce la ausencia de las pesquerías con la paralización de toda su industria así como fuertes marejadas. Sin embargo algunos aspectos positivos se pueden rescatar de la presencia del Fenómeno El Niño: abundancia de larvas de camarón y lluvias en zonas normalmente secas que favorecen a la agricultura. Las características oceánicas-atmosféricas contrarias a El Niño, al parecer están asociadas a épocas de escasas precipitaciones y por consiguiente a severas sequías, como consecuencia se produce una escasa producción agrícola, falta de agua potable en las ciudades y de agua para consumo humano en las zonas rurales.

El programa de más reciente desarrollo, relacionado también a los cambios climáticos, es el estudio de los efectos de un aumento del nivel del mar. Varias investigaciones indican que debido al efecto de invernadero y de los gases en la atmósfera, el mar se elevará progresivamente afectando a las zonas costeras. Algunas estimaciones conservadoras hablan de aumentos en el nivel del mar de unos 20

a 30 cm. para el año 2.030, otras estimaciones más agresivas indican elevaciones cercanas a 1 m. o más. En todo caso, parece que es un hecho que el mar aumentará de nivel en los próximos años, los efectos que dicha elevación producirá se reflejará de varias maneras en las diversas actividades y formas de vida que dependen directamente del mar o se derivan de su influencia, entre estos se pueden mencionar: cambios en el comportamiento de las olas, en las corrientes costeras y en las mareas; alteraciones en el balance sedimentario de las playas; cambios en la línea de costa; variaciones en las profundidades de las instalaciones portuarias; efectos en los manglares y sus pesquerías; variaciones en la cuña salina de los estuarios afectando a la producción de agua potable para las principales ciudades costeras, entre otros.

El estudio de los Tsunamis o Maremotos es un programa especial y que en los últimos años se ha podido desarrollar con cierta normalidad gracias al apoyo financiero y técnico de organismos internacionales. En el presente siglo se han producido cinco tsunamis en o cerca de nuestras costas, el más reciente se produjo el 12 de diciembre de 1.979 en la zona de frontera con Colombia. Al momento se han concluido los estudios respectivos de los efectos que puede ocasionar la presencia de un desastre de esta naturaleza en las poblaciones de la Puntilla de Santa Elena y en la ciudad de Esmeraldas; se han identificado las poblaciones con cierto grado de amenaza para la costa central del Ecuador, es decir para la Provincia de Manabí y norte de la Provincia del Guayas.

y se han propuesto los estudios para la Provincia de El Oro y el Golfo de Guayaquil.

Otro programa de investigación está relacionado con el estudio de las características de las olas en las costas continentales e insulares del Ecuador. Las olas pueden constituir en cierto momento una amenaza no solo para las estructuras e instalaciones costeras, sino también para los asentamientos humanos que se encuentran a lo largo de la línea de costa y de su zona de influencia. Algunos ejemplos se pueden mencionar: el malecón de La Libertad, la población de Jaramijó y las playas de Montañita. Otros problemas se han presentado y al parecer no se desarrollan aún en su verdadera magnitud, como por ejemplo la severa erosión de las playas de la flecha de arena sobre la cual se han desarrollado la ciudad de Bahía de Caráquez. Se conoce también que algunas poblaciones no se han podido desarrollar por los problemas que ocasionan los ciclos de erosión y sedimentación de sus playas, como por ejemplo la población de Cojimíes en la Provincia de Manabí.

Cada uno de los cuatro programas anteriores, producen constantemente conclusiones y recomendaciones que son aplicables, en mayor o menor grado, a las diferentes actividades del desarrollo sostenible del país o de una región en particular, así como también dan pautas adecuadas y reales para la preservación y conservación de importantes áreas estratégicas del medio ambiente en el País.

EL ESTUDIO DE LOS TSUNAMIS EN EL ECUADOR

DEFINICION

Tsunami es una palabra japonesa que significa "gran ola en el puerto". En la actualidad es la palabra que se utiliza en el ambiente científico para definir a una serie de olas que viajan a gran velocidad, con períodos y longitudes extremadamente grandes, originadas por disturbios del océano, asociados con terremotos que ocurren debajo o cerca del piso oceánico. Los tsunamis pueden ser generados también por erupciones volcánicas o por grandes deslizamientos de tierra. En Sudamérica a los tsunamis se los conoce como maremotos.

Una vez generado el Tsunami, las olas viajan sobre la superficie del océano en todas las direcciones en forma de anillos mas o menos concéntricos. Al llegar a la costa, las olas pueden alcanzar grandes alturas y en consecuencia contener suficiente energía como para ocasionar graves daños a las viviendas, estructuras costeras y a los pobladores. Las olas de un tsunami no deben ser confundidas con las olas de viento que normalmente se presentan en las costas y que en el Ecuador se le da el nombre de marejada cuando su actividad es fuerte y ocasionan daños.

ESTUDIOS REALIZADOS

Los estudios realizados tienen un objetivo definido: salvaguardar la vida de los pobladores asentados a lo largo de las zonas bajas de la línea de costa. Este objetivo

requiere de metas parciales como: determinar los posibles efectos de un tsunami en las poblaciones con riesgo mediante la delimitación de las zonas de inundación y las zonas de refugio; capacitar a los miembros de la Defensa Civil local con el conocimiento del comportamiento y las características del fenómeno; difundir a todo nivel conocimientos básicos del fenómeno y las medidas de prevención. Está claro que estas metas se lograrán únicamente con un trabajo interinstitucional coordinado y conjunto.

Hasta el momento se han terminado los estudios respectivos de los efectos que podría producir un Tsunami en los sectores de la costa ecuatoriana, Fig. No. 10. El primero se realizó en 1.989 en las poblaciones de la Puntilla de Santa Elena en la Provincia de Guayas; el segundo sector fue estudiado en 1.992 y comprende la línea de costa entre la frontera con Colombia hasta Punta Galera. En un tercer sector, comprendido entre Canoa, en la Provincia de Manabí, y San Pablo en la Provincia del Guayas, se ha realizado una identificación de las poblaciones que podrían ser afectadas por un tsunami, en este sector falta concluir los estudios en las poblaciones que tienen algún riesgo para determinar los lugares que serán afectados y los que pueden ser utilizados como refugio. Todos los resultados de los estudios realizados hasta el momento se han entregado a la Dirección Nacional de Defensa Civil. Institución que elabora los planes de evacuación respectivos. Se ha presentado una propuesta para realizar los estudios respectivos en el Golfo de Guayaquil y en la Provincia de El Oro, se

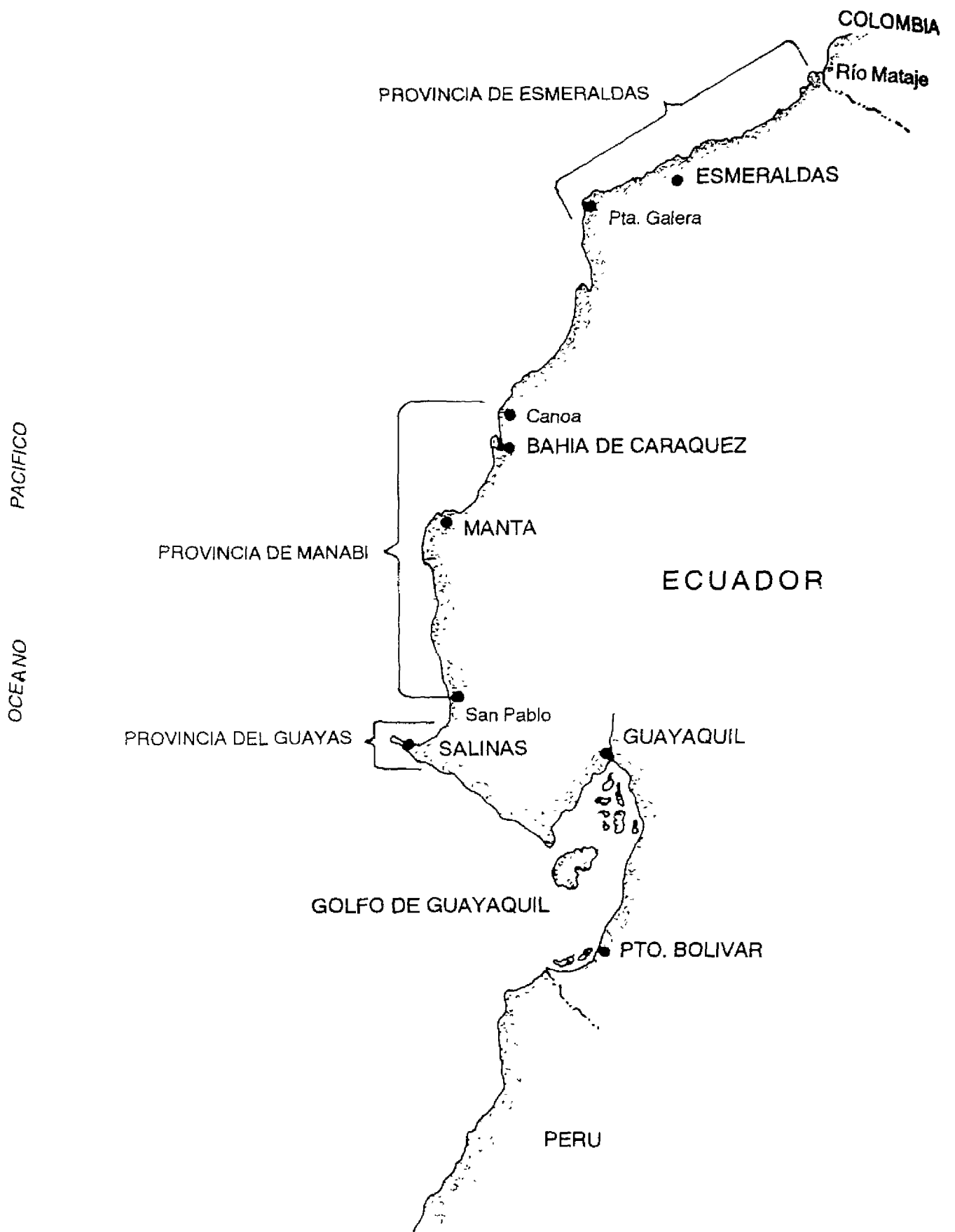


FIGURA Nº 10 .- AREAS DE ESTUDIOS

espera realizar este estudio en 1.994.

Algunos resultados de los estudios se presentan a continuación.

ZONAS GENERADORAS DE TSUNAMIS

Durante el presente siglo se han originado cinco tsunamis o maremotos en o cerca de las costas del Ecuador. La zona de mayor actividad se ubica en la Plataforma Continental de la zona fronteriza de Ecuador-Colombia, es decir frente a la Provincia de Esmeraldas en Ecuador y de la zona de Tumaco en Colombia, donde se han originado tres de los cinco maremotos, estos ocurrieron en los años 1.906, 1.958 y 1.979. La plataforma de la Bahía de Santa Elena presenta un tsunami en el año 1.933 y la zona fronteriza de Ecuador-Perú uno en el año de 1.953. En la figura No. 11, se presenta la ubicación de los epicentros originadores de tsunamis.

En la plataforma continental ubicada frente a la Provincia de Esmeraldas se producen los sismos más fuertes que en las otras dos regiones, incluso de regiones del interior del país. El tsunami de 1.906 fue generado por un sismo de magnitud 8.6 Richter. Sobre este sismo, considerado como uno de los más fuertes en el mundo, se dan otras magnitudes con valores de 8.7 y 8.9 Richter, cualquiera de estas cifras se considera como un sismo de gran magnitud. El tsunami de 1.958 se generó de un sismo con magnitud 7.8, mientras que el de 1.979 fue de un sismo de 7.9. El tsunami de la Bahía de Santa Elena en 1.933 fue originado por un sismo de magnitud 6.9, y el de 1.953 en la frontera con

Perú se produjo de un sismo con magnitud 7.3.

TIPOS DE TSUNAMIS Y LA AMENAZA

Considerando la distancia entre una costa de interés y el epicentro del sismo generador, existen tres tipos de tsunamis: los de origen lejano, los de origen cercano y los de origen local.

De los estudios realizados en varios sectores de la costa ecuatoriana, se desprende que los tsunamis de origen cercano y local son los que constituyen una amenaza para las costas del Ecuador, debido al escaso tiempo que transcurre entre el movimiento sísmico y la llegada de la primera ola a la costa, así como por la altura que se espera podrían tener las olas. A este tipo de tsunamis corresponden los originados por sismos tectónicos poco profundos en la zona de subducción o trinchera de la plataforma continental.

De acuerdo a la teoría de la Tectónica de Placas, la corteza de la tierra y el manto superior están divididos en 6 ó 7 "placas" que están en constante movimiento entre ellas. Frente al Ecuador, y desde Colombia a Chile, se presenta un dominio de subducción o fosa creado por el incrustamiento de la Placa Oceánica Nazca por debajo de la Placa Continental Sudamericana. Una característica especial frente a nuestras costas está dada por la presencia de la Cordillera Carnegie orientada en sentido E-O y que aflora en las Islas Galápagos, esta cordillera se consume y se incrusta por debajo de las costas de la Provincia de Manabí dividiendo a este sector

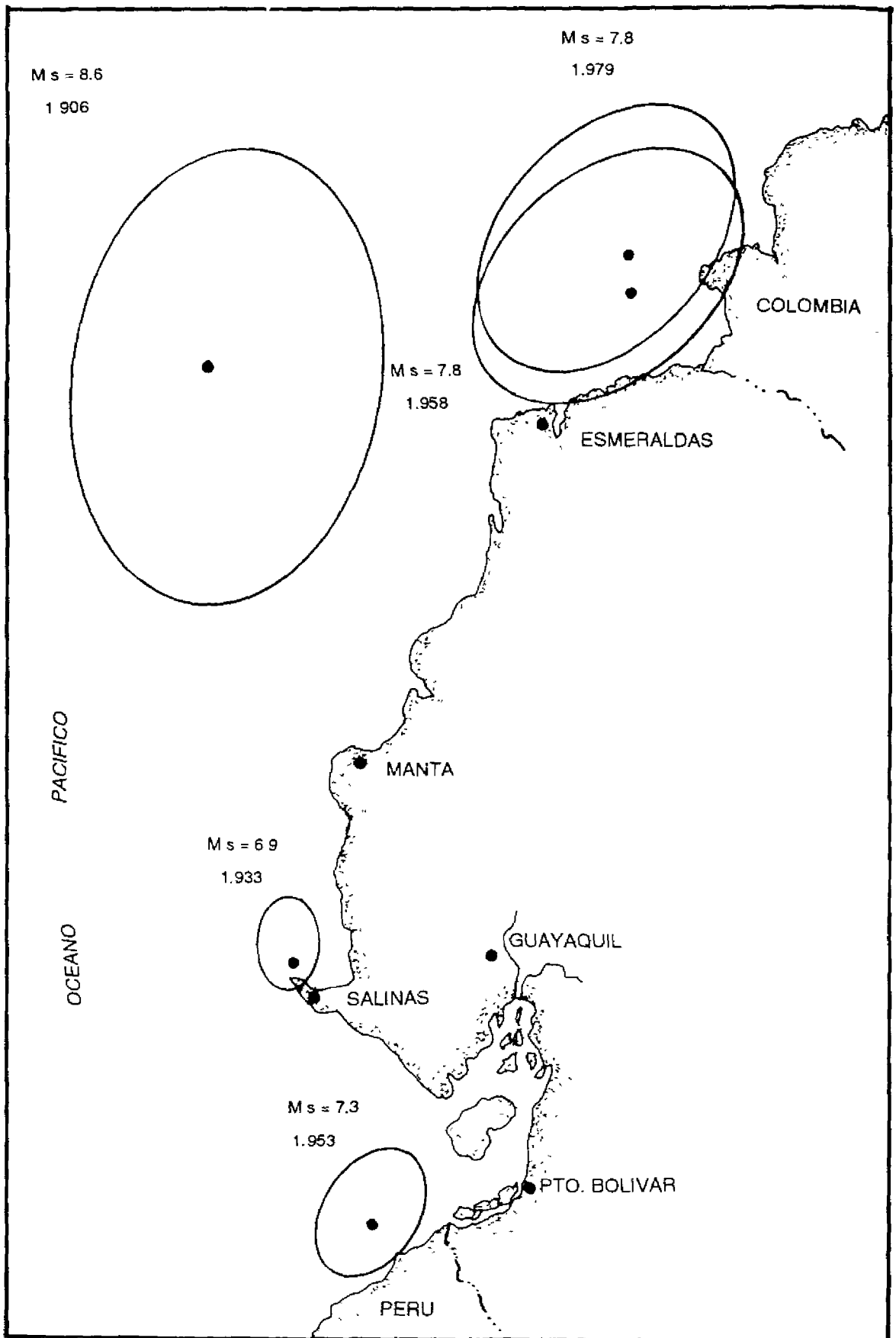


FIGURA Nº 11.- TSUNAMIS EN O CERCA DE LA COSTA DEL ECUADOR

de placa en diferentes ambientes tectónicos que caracterizan a la actividad sísmica en el Ecuador y en especial en la Plataforma Continental.

Los cinco tsunamis que se han originado en el Ecuador son el resultado de la actividad sísmica en la plataforma, por lo que estos corresponden a los tsunamis tipo local. De acuerdo a la información bibliográfica, el tiempo de llegada de la primera ola del Tsunami de 1.906, a Tumaco y a las poblaciones vecinas, fue de media hora después del sismo; el análisis de la información instrumental del tsunami del 12 de diciembre de 1.979 en la frontera con Colombia, indican que la primera ola llegó a la ciudad de Esmeraldas luego de 4 a 6 minutos de producirse el sismo; los estudios para la zona de la Puntilla de Santa Elena indican que en el caso más desfavorable, el tiempo de llegada de la primera ola es de apenas unos 11 minutos para Salinas y de 22 minutos para La Libertad, este tiempo fue estimado del diagrama de refracción de olas confeccionado para la Puntilla, Fig. No. 12. En todos estos escenarios el tiempo de llegada es de apenas unos cuantos minutos, tiempo en el cual es casi difícil que entre en funcionamiento un plan de alarma previamente diseñado.

Se considera que la amenaza de tsunamis tipo lejano es baja, debido a que las olas llegan a nuestras costas luego de varias horas de producido el sismo dependiendo de la región en que se originó, y a que estas olas llegan con muy baja altura sin la energía suficiente como para generar daños. Un estudio realizado por Rizzo (1.977), de los registros mareográficos

obtenidos en la estación de La Libertad, encontró que el Tsunami de Mayo de 1.960 en Chile, llegó al área de la Puntilla de Santa Elena luego de 6 horas 13 minutos con una altura de 1.54 m.; el tsunami de marzo de 1.964 en el Golfo de Alaska, llegó a la Libertad luego de 14 horas 38 minutos con una altura de 1.35 m; un tiempo mayor da el tsunami del Japón de mayo de 1.968 con 20 horas 26 minutos y una altura de 0.8 m. Con estas evidencias instrumentales es razonable pensar que para los tsunamis de tipo lejano el factor tiempo no constituye una amenaza inminente, ya que luego de pocos minutos de haberse generado el tsunami entra en funcionamiento la Red Internacional de Alerta de Tsunamis alertando a todos los países cuyas costas serán afectadas.

LA ALTURA DE OLA Y SUS EFECTOS

Los daños que ocasionaron las olas de los cinco tsunamis en nuestras costas han dependido de algunos factores como la morfología del sitio, la época y el estado de la marea. El Tsunami de 1.906 se presentó durante la marea baja, sin embargo las olas causaron la destrucción de todas las poblaciones costeras al norte de río Verde en la Provincia de Esmeraldas, alrededor de 1.000 a 1.500 personas murieron, 23 casas fueron destruidas en La Tola ubicada al interior del río Santiago, se movieron grandes cantidades de sedimentos de tal manera que los fondeaderos entre Manta y Buenaventura perdieron por lo menos 2 m. de profundidad, el río Esmeraldas se salió de su cauce inundando las zonas bajas de la ciudad de Esmeraldas de esa

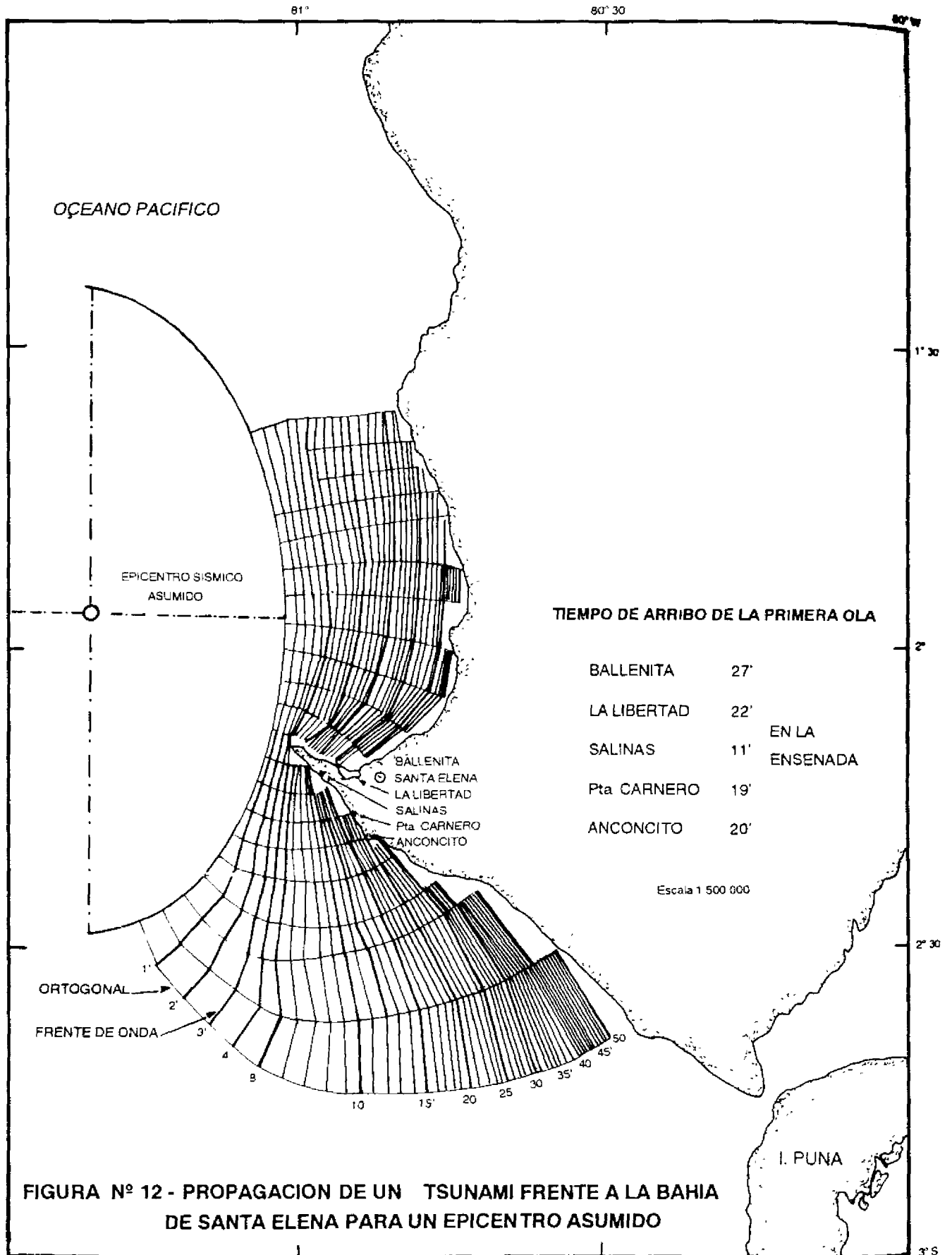


FIGURA Nº 12 - PROPAGACION DE UN TSUNAMI FRENTE A LA BAHIA DE SANTA ELENA PARA UN EPICENTRO ASUMIDO

época. Del tsunami del 19 de enero de 1.958 se conoce que 4 personas murieron en la zona de Esmeraldas por efectos del maremoto; del tsunami del 12 de diciembre de 1.979, que se presentó en marea baja, no se reportaron daños ni muertes en territorio ecuatoriano, sin embargo en las costas colombianas se estimaron entre 500 a 600 personas muertas por los efectos combinados del terremoto y las olas del maremoto. El tsunami del 2 de octubre de 1.933 en la Bahía de Santa Elena, al parecer solo produjo la rotura de un cable submarino a 25 Km. al sur de Salinas; del tsunami del 12 de diciembre de 1.953 en la frontera Ecuador-Perú no se conocen de daños en las costas ecuatorianas.

Como se ha indicado, se considera que la amenaza de tsunamis de tipo lejano es baja debido a que las olas llegan con muy baja altura a nuestras costas. Así lo demuestra un estudio realizado por Hebens-treit (1.981) con simulaciones numéricas de las olas de Tsunamis cuando ellas avanzan a lo largo de la Plataforma Continental desde un epicentro hipotético frente a Chile y Perú. Al parecer las olas tienden a perder energía cuando giran o cambian de dirección cuando pasan por el paralelo 5° S debido al cambio de dirección de la línea de costa.

Estos resultados concuerdan con las evidencias instrumentales ya indicadas, de los registros mareográficos de la estación de La Libertad de tsunamis ocurridos frente a Chile. El tsunami del 22 de mayo de 1.960, considerado como uno de los más catastróficos, alcanzó las costas de Japón con olas de 6.5 m. de altura mu-

riendo unas 200 personas, mientras que en La Libertad las olas fueron de alrededor de 1.5 m. durante la baja mar (Rizzo, 1.977). Los tsunamis ocurridos en otras regiones, como por ejemplo en el Golfo de Alaska llegan a nuestras costas con baja altura.

La figura No. 13, es una muestra de la forma como se presentan los resultados de las probables alturas de las olas que se espera en las costas ecuatorianas ya estudiadas. En forma general la máxima altura de ola esperada es cercana a los 7 m., los valores menores varían entre 1 y 2.5 m. Los lugares donde se esperan las máximas alturas son Ostiones, Rocafuerte, Río Verde, Palestina, Camarones, Esmeraldas y Galera en la Provincia de Esmeraldas; Manta y Salango en la Provincia de Manabí; Salinas y la Punta en la Provincia del Guayas.

La estimación de la altura de ola permite realizar el mapa de inundación por tsunami, en el cual consta además de las áreas que serán afectadas, las consideradas como refugio para los pobladores así como también las vías que pueden ser utilizadas como rutas para la evacuación. En la fig. No. 14 se presenta el mapa elaborado para la ciudad de Salinas, un mapa similar existe para las ciudades de La Libertad y Esmeraldas.

LA VULNERABILIDAD

La costa ecuatoriana es altamente vulnerable al ataque de un tsunami debido al creciente y continuo desarrollo como consecuencia de las oportunidades de pro-

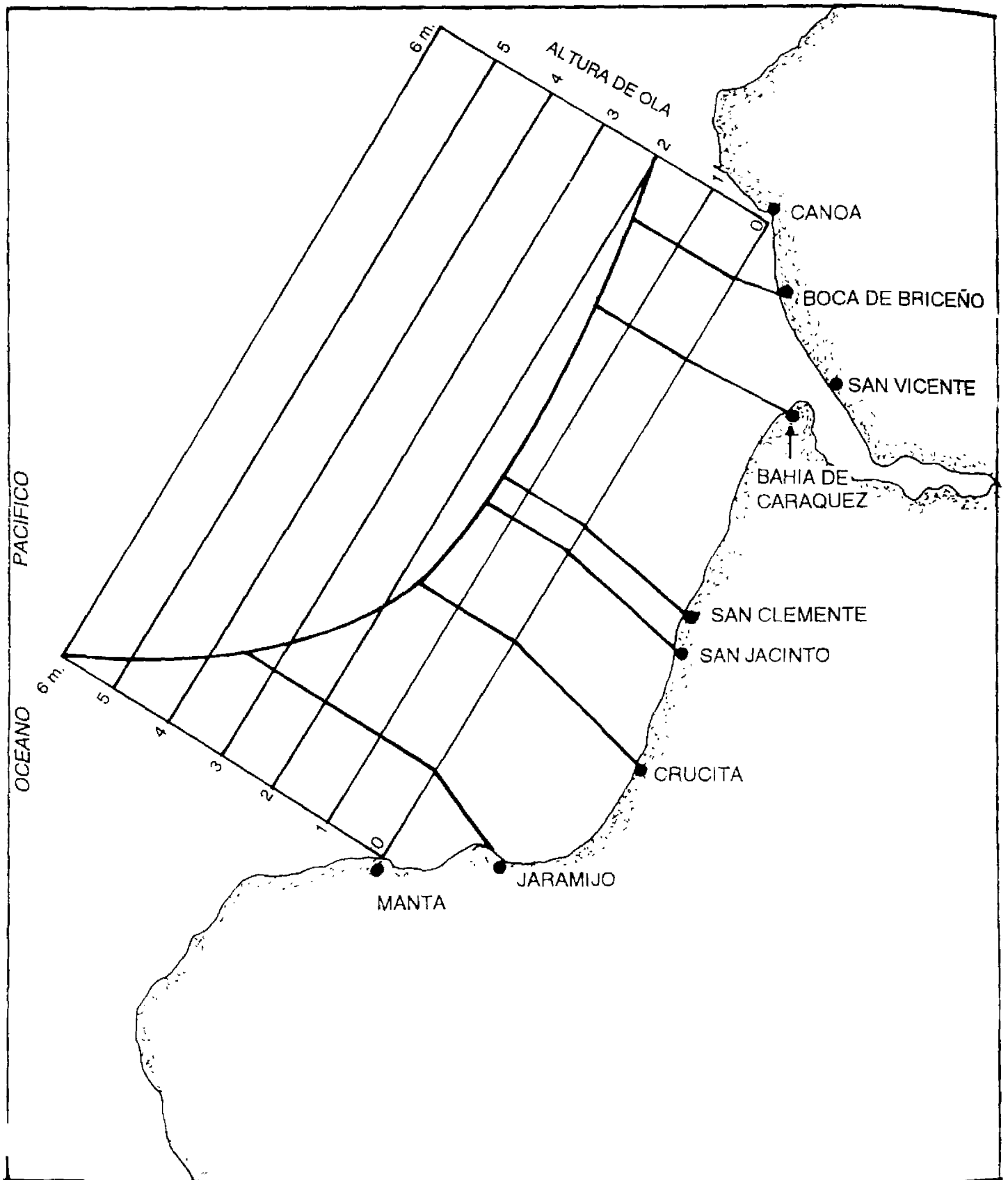


FIGURA Nº 13 - ESQUEMA DE LA ALTURA DE LA OLA ESPERADA DE UN TSUNAMI PARA LA PROVINCIA DE MANABI

greso muy particulares que ofrecen los recursos de la zona costera.

En la actualidad, a lo largo de la costa existen cuatro puertos comerciales ubicados en Esmeraldas, Manta, Guayaquil y Puerto Bolívar que cubren adecuadamente las necesidades del comercio internacional; seis terminales petroleros en Balao (Esmeraldas), terminal de refinería de Esmeraldas, La Libertad, El Salitral (terminal Gasero), Tres Bocas, muelle de Petroecuador en el río Guayas y varios muelles privados; 57 lugares o asentamientos humanos importantes clasificados como puertos pesqueros artesanales a través de los cuales se movilizan y

comercializan grandes cantidades de capturas para consumo interno; el 40% de la población urbana del Ecuador se concentra en las principales ciudades de la costa: Esmeraldas, Manta, Bahía de Caráquez, La Libertad, Guayaquil, Playas, Puerto Bolívar y Machala entre las de mayor concentración humana; 66 playas, de las 107 con atractivos turísticos, tienen algún grado de explotación con importantes inversiones económicas e instalaciones; hermosas playas en todo el perfil costero con abundantes lugares de interés y belleza escénica que pueden sustentar una actividad turística altamente rentable.

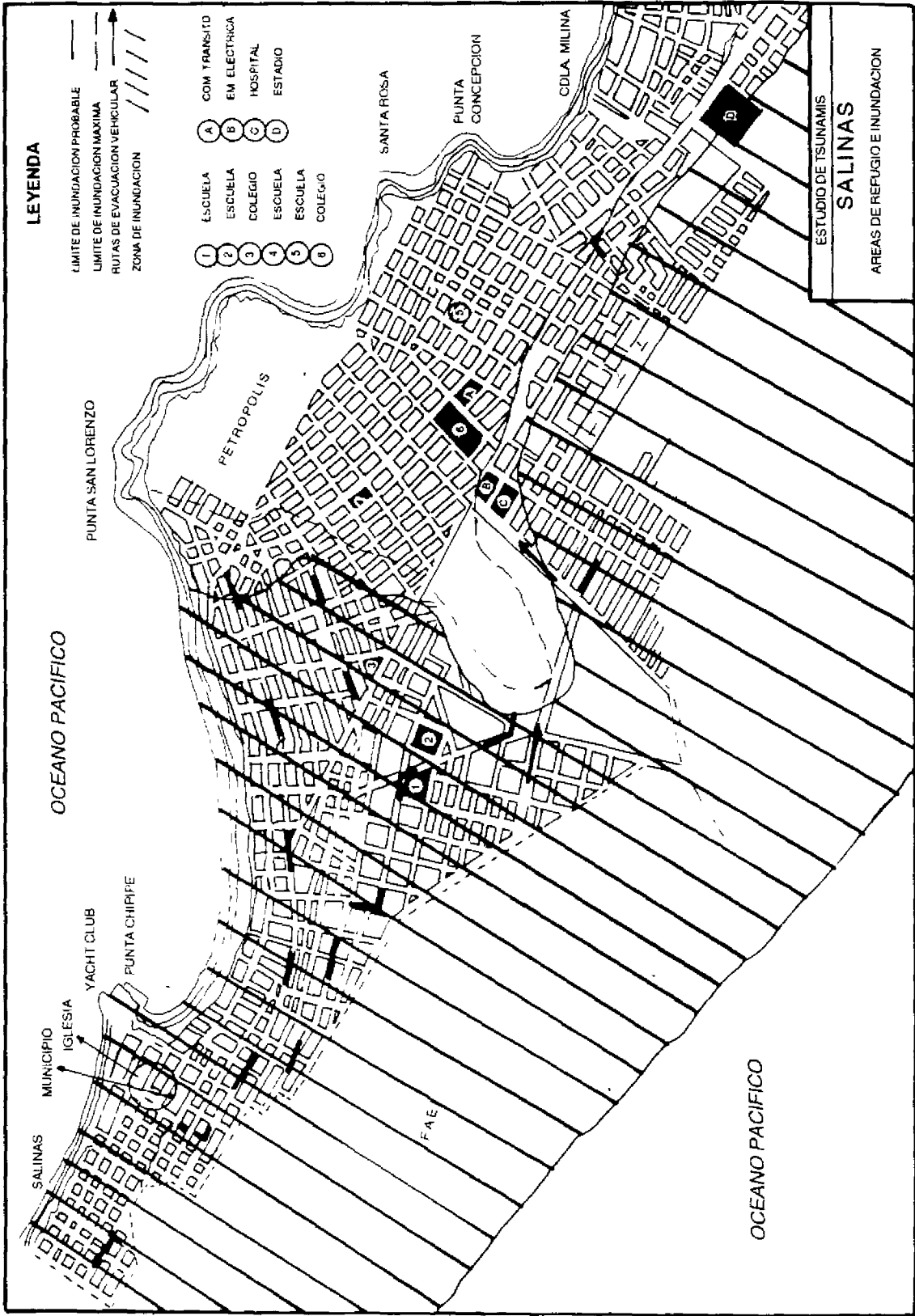


FIGURA N°14