

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y
MITIGACION DE DESASTRES DE LA
CIUDAD DE PAITA**

TESIS

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

RODOLFO MARTIN DURAN QUEROL

**Lima - Perú
1993**

PROYECTO DE PLAN DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

TEMA: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE
DESASTRES DE LA CIUDAD DE PAITA

ALUMNO: RODOLFO MARTIN DURAN QUEROL

CODIGO: 850565G

INDICE DEL PROYECTO

SUMARIO

LISTA DE TABLAS, CUADROS Y MAPAS

INDICE

- I) ALCANCES, OBJETIVOS Y METODOLOGIA DEL ESTUDIO
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Objetivos
 - 1.3 Metodología
 - 1.4 Microzonificación y su Aplicación a la Planificación Urbana
 - 1.5 Estudio Integral de Desarrollo de la Ciudad de Paita
 - 1.6 Alcances

- II) ASPECTOS GENERALES
 - 2.1 Ubicación Geográfica
 - 2.2 Descripción del Territorio
 - 2.3 Antecedentes de Desastres
 - 2.3.1 El Fenómeno de "El Niño"
 - 2.3.2 Los Sismos
 - 2.3.3 Tsunamis

- III) ANALISIS DE LA SITUACION SOCIO-ECONOMICA 
 - 3.1 Demografía
 - 3.1.1 Crecimiento demográfico y proyección al año ~~2020~~
 - 3.1.2 Indicadores demográficos
 - 3.2 Aspecto Socio - Económico
 - a) Estructura ocupacional
 - b) Aspectos Sociales

c) Aspectos Económicos

3.3 Déficit de Viviendas

3.4 Requerimientos de ampliación urbana

IV) ESTUDIO DE LAS CONDICIONES FISICAS LOCALES

4.1 Características Físicas

4.1.1 Topografía

4.1.2 Geomorfología

4.1.3 Geología

4.1.4 Climatología

a) Presión Atmosférica

b) Pluviometría y Humedad

c) Temperatura

d) Vientos

4.1.5 Hidrología

a) Acuíferos de la Ciudad de Paita

b) Napa Freática Superficial

4.2 Mecánica de Suelos

4.2.1 Tipos de Suelos

4.2.2 Agresividad de Suelos

V) GEODINAMICA

5.1 Geodinámica Interna

5.1.1 Origen y Generación de Sismos

5.1.2 Sismología General

5.1.3 Sismicidad de la Zona

5.1.4 Delimitación de los Suelos propensos a Licuación

5.1.5 Microzonificación debido a los Probables Efectos Sísmicos

5.2 Geodinámica Externa

5.2.1 Efectos de la Precipitaciones Pluviales

a) Activación de Quebradas

b) Inundaciones

c) Erosiones y Formación de Cárcavas

d) Microzonificación debido a los Probables Efectos de las Precipitaciones

5.2.2 Efectos de los Vientos

a) Acarreo de Material

5.3 Mapa de Microzonificación Física

VI) ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE PAITA

6.1 Generalidades

6.1.1 Tipos de Tsunamis de origen Tectónico

6.1.2 Características del Tsunami

6.1.3 Energía y Magnitud

6.1.4 Altura de ola en la Costa y RUN-UP

6.1.5 Estimación del tiempo de llegada a la Costa de un Tsunami de Origen cercano

6.1.6 Antecedentes de eventos Tsunamigénicos

6.2 Posibles efectos de los Tsunamis en el Puerto de Paita

6.2.1 Batimetría del Puerto de Paita

6.2.2 Zona de generación de Tsunamis

6.2.3 Estimación del Tiempo de llegada de la Primera Ola de un Tsunami de Origen cercano

6.2.4 Altura de Ola en la Costa de Paita

6.2.5 Daños causados por Tsunamis en las obras civiles

6.2.6 Delimitación de las zonas inundables

6.3 Protección de la población

6.3.1 Sistema de Alerta y Alarma contra Tsunamis

6.3.2 Mejoramiento del Sistema de Alerta y Alarma contra Tsunamis

6.3.3 Plan de evacuación del Area Inundable por Tsunami en Paita

6.3.4 Zona de refugio de Emergencia Temporal

6.4 Protección de las Obras Civiles

6.5 Planificación física contra Tsunamis de la costa de Paita

6.6 Mapa de microzonificación contra Tsunamis

VII) SITUACION ACTUAL DEL AREA URBANA

7.1 Generalidades

7.2 Evolución Histórica

7.3 Uso Actual de Suelos

7.4 Análisis, Sectorización y Estimación del Riesgo en Edificaciones

7.4.1 Materiales Constructivos

7.4.2 Altura de Edificaciones

7.4.3 Estado de Conservación de las Edificaciones

7.4.4 Estimación del Riesgo

7.5 Estudio del Riesgo en la Infraestructura Urba

7.5.1 Vías de Comunicación

7.5.2 Telecomunicaciones

7.5.3 Energía Eléctrica

7.5.4 Sistema de Agua Potable

7.4.5 Sistema de Alcantarillado

7.4.6 Disposición de Desechos Sólidos

7.6 Estudio del Riesgo en la Infraestructura de Emergencia

7.6.1 Sistema de Defensa Civil

7.6.2 Cuerpo de Bomberos

7.6.3 Clínicas y Hospitales

VIII) ANALISIS Y ELECCION DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA

8.1 Análisis de las Tendencias de Expansión Urbana

8.2 Factores que intervienen en la Selección de Areas de Expansión Urbana

8.3 Elección de las Areas de Expansión Urbana

IX) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

9.2 Recomendaciones

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

SILGADO, Enrique; "Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974); INGEMMET, Boletín N°3; Lima 1978

HUACO, Daniel y RODRIGUEZ, Leandro; "Actividad Sísmica derivada de la zona del embalse Chira-Piura"; IGP, Lima 1977

OPS/OMS; "Manual sobre preparación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado para afrontar situaciones de emergencia"; OPS/OMS, 1990

YAMUNAQUE, Luis; "Microzonificación y lineamientos de Planeamiento Urbano de la ciudad de Talara para la Mitigación de Desastres"; Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1991

KUROIWA, Julio; "Los Tsunamis, las obras civiles, el Planeamiento Urbano y la protección de la población"; Ponencias del 4to. Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Chiclayo, Noviembre 1982.

KUROIWA, Julio; "Microzonificación Sísmica aplicada al Planeamiento Urbano para la prevención de Desastres"; Seminario Internacional de Microzonificación y de seguridad de sistemas de Servicios Públicos. Lima-Perú del 23 de Agosto al 7 de Setiembre de 1990.

TAPIA, César; "Microzonificación de la Ciudad de Tumbes y Lineamientos para su Desarrollo Urbano para la Mitigación de Desastres"; Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1991

VILELA, Carlos; "Prevención de desastres de la Ciudad de Talara a través de la forestación de sus laderas"; Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1991

SUMARIO

INTRODUCCION

El presente trabajo se titula "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la ciudad de Paita" y se encuentra enmarcado dentro de los trabajos que se vienen realizando el departamento de Prevención y Mitigación de Desastres del CISMID a través de sus tesis como aporte para la Década Mundial para la Prevención y Mitigación de Desastres Naturales y como punto de partida de El Plan de Desarrollo Integral de la ciudad de Paita.

ASPECTOS GENERALES

La Ciudad de Paita se encuentra a 57 kilómetros al Oeste de la Ciudad de Piura, capital de la Región Grau, al noroeste del Perú y forma parte de la Subregión "Luciano Castillo Colonna" y es capital de la provincia del mismo nombre. Geográficamente se sitúa a 5° 05' de Latitud Sur y 81° 07' de Longitud Oeste. Su altitud varía entre 0 y 101 metros sobre el nivel del mar. Se divide en "Paita Baja" Y "Paita Alta".

Don Francisco Pizarro descubrió la bahía en el año de 1527 y le puso por nombre "San Francisco de la Buena Esperanza de Paita". Desde entonces se ha convertido en uno de los puertos más importantes del país. Por su ubicación geográfica siempre esta expuesta a sufrir los efectos de el fenómeno de "El Niño" y de sismos de fuerte intensidad.

ASPECTO ECONOMICO-SOCIAL

La población urbana y rural de la provincia de Paita ha crecido de manera acelerada en la década de 1980 a 1990, sobretodo en el año de 1983 en el que se produjo el fenómeno de "El Niño" que trajo abundancia de peces y langostinos a la región. A falta de un censo reciente se ajustó una curva con la información censal hasta 1981; se proyecta que para el año 2010 la población de la ciudad será 75546 habitantes y para 2020 será 102798 habitantes, además que se espera que con la creación de la ZOFRI este crecimiento sea aun mayor..

La población es muy joven, la mayoría se encuentra entre los 5 y los 35 años. La Tasa Global de Fecundidad es de 5.3 niños por mujer. La Tasa de Mortalidad Infantil es de 100.8 niños muertos antes de un año de cada mil nacidos vivos y la Tasa Bruta de Mortalidad es de 9.9 defunciones por cada mil habitantes. El nivel socioeconómico de los pobladores es muy bajo, las condiciones de vida son precarias e incluso críticas. La mayor parte de la ciudad está constituida por Asentamientos

Humanos. El número de viviendas que se requieren para el 2010 es de 13254 y de 18035 para el 2020. Sin duda estas metas no se podrán cumplir debido a la enorme superficie de terreno y a la enorme inversión que se requerirá para edificar tal número de viviendas unifamiliares. Por lo tanto es previsible la densificación de la ciudad si es que no se habilitan nuevas áreas de expansión.

CARACTERISTICAS FISICAS

El aspecto es el del típico desierto costero llamado Tablazo para "Paita Alta", escaso en relieves importantes y cubierto de arena eólica; y una gran cuenca rodeada de empinados cerros para "Paita Baja". Su cota más alta se encuentra sobre el cerro la Silla de Paita. "Paita Baja" es atravesada por una gran quebrada principal: Jirón Zanjón, hacia la cual se dirigen la mayoría de las quebradas y cárcavas que atraviesan la ciudad. En "Paita Alta" se observan numerosas depresiones inundables, con escasa posibilidad de drenaje, que pueden ser rellenadas cuando se construyan las pistas y veredas.

La ciudad de Paita está localizada en una área geomorfológica denominada Repisa Costanera. La arquitectura geológica es de naturaleza sedimentaria (cretáceo-terciaria) que descansa sobre rocas del basamento de edad paleozoica. Las terrazas marinas, conocidas como "Tablazos" constituyen elementos geomorfológicos importantes dentro de la Repisa Costanera. Estas terrazas son escalonadas, subhorizontales y están constituidas por conglomerados y areniscas que contienen restos marinos. Por debajo de las terrazas marinas existen rocas sedimentarias del terciario, constituidas por areniscas y lutitas así como conglomerados. Subyacendo a estas existen rocas antiguas del Paleozoico. Existen depósitos cuaternarios marinos, constituidos por arenas con conchuelas y la napa freática se encuentra muy superficial en "Paita Baja".

Los suelos de Paita son muy semejantes entre si en sus dos zonas, en "Paita Alta" el suelo es de arena eólica de $\phi \approx 28$ a 37° y $NSPT \geq 16$ golpes, existen carbonatos, sulfatos y sales solubles en las arenas por lo que es posible que se de el fenómeno de colapso y agresividad. En "Paita Baja" en la zona al borde del mar el suelo es relleno heterogéneo y arenas de playa con napa freática muy superficial, en las laderas de los cerros que la circundan predominan las lutitas expansivas de montmorillonita sódica.

Las condiciones climáticas suelen ser bastante estables, sin embargo se ven drásticamente modificadas durante el fenómeno de "El Niño". La temperatura promedio anual es de 22° . Los años más calurosos son los correspondientes a los de fenómeno de "El Niño". La presión atmosférica disminuye, aunque poco significativamente durante los meses de verano, pero durante los fenómenos de "El

Niño", la disminución es muy importante. Los vientos predominantes son los de Sur Suroeste con velocidades de hasta 4 m/s. Durante el fenómeno de "El Niño" el viento cambia de dirección viniendo del Oeste durante la época de máxima intensidad.

GEODINAMICA INTERNA

La ciudad de Paita se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica, donde se han producido sismos de gran intensidad. Del estudio de riesgo del proyecto Puyango-Tumbes se ha obtenido que para una Intensidad de 7 su tasa de retorno es de 54 años, para intensidad 8 es de 116 años, resultados validos por la cercanía del proyecto a la ciudad de Paita.

Debido a la geología de Paita, es posible que se produzcan amplificaciones de ondas en toda la ciudad, aunque de una manera leve para "Paita Alta". Es altamente probable que ocurran deslizamientos y desplomes de las cárcavas de las laderas de los cerros de "Paita Baja" y en los acantilados de las zonas industriales I y II. Es muy probable que se produzca licuación de los suelos de las zonas en las cuales la napa freática es superficial. En las zonas con mayor potencia de arena y en época de clima muy seco se puede producir densificación del suelo.

Las edificaciones deberán ser asísmicas. Se debe favorecer la construcción de viviendas de poco peso. En el caso de edificaciones pesadas, será de extrema importancia el adecuado diseño de la cimentación, la cual seguramente deberá ser armada.

ESTUDIO DE TSUNAMIS

No existen antecedentes de tsunamis corroborados en el puerto. La batimetría frente a las costa de Paita es favorable a la generación de tsunamis de grandes alturas de ola y de tiempos cortos de llegada a la costa, afortunadamente el puerto cuenta con una protección natural compuesta por las puntas Ajureyo, Paita y Telégrafo.

Teniendo en cuenta el factor de amplificación de Bahía la ola más alta se puede presentar en Punta Telégrafo con 7.35 m. de altura máxima y con esta ola se inundaría aproximadamente 750 m. del Casco Central. Dentro de la zona inundable se encuentran Puerto Nuevo, La Punta y la parte baja del Casco Central, siendo la zona más expuesta Puerto Nuevo. El tiempo de llegada de la primera ola es de aproximadamente 20 minutos.

Como vías de evacuación se recomiendan las dos subidas hacia Piura, la vía que sale del terminal marítimo de Enapu y la vía que sube hacia la Villa Naval.

GEODINAMICA EXTERNA

El fenómeno de "El Niño" es previsible con varios meses de antelación, las autoridades locales deben mantener contacto con las instituciones que lo monitorean para estar prevenidos.

La quebrada del "Jirón Zanjón" drena las aguas de la casi todo "Paita Baja". Durante el fenómeno de "El Niño" de 1983 se desbordó e inundó gran parte de la ciudad, demostrando que el pequeño canal vía que se ha hecho en su desembocadura tiene una sección insuficiente en caso de lluvias fuertes.

La quebrada de la "Piscina" drena aguas desde la parte posterior de la Ciudad del Pescador hacia el A.A.H.H. 13 de Julio dirigiéndose hacia la quebrada del Jirón Zanjón. En su cause se han edificado numerosas viviendas las cuales están expuestas a la escorrentía. Se debe mantener limpios y libres de obstrucciones a los causes de las quebradas, impidiendo la construcción de nuevas edificaciones y demoliendo las existentes.

La quebrada de la "Catarata" drena aguas desde "Paita Alta" y se dirige hacia la quebrada del Jirón Zanjón pasando por los A.A.H.H. San Martín Central y San Martín Occidente. La quebrada de la Villa Naval drena aguas desde la parte posterior de la Villa Naval hacia la rada de Epsep, la cual se encuentra cercada por un muro por lo que en caso de un fenómeno de "El Niño" severo estas aguas pueden ser desviadas hacia Puerto Nuevo.

La escorrentía puede llegar a ser tan severa que cause fuertes erosiones en las calles y deje las cimentaciones de las edificaciones expuestas con el consiguiente riesgo de volteo.

Los acantilados de "Paita Alta" están expuestos a la acción erosiva de la escorrentía pluvial y a la originada por los desagües que son arrojados al mar, la cual forma cárcavas que pueden desplomarse y dañar las estructuras edificadas cerca a ellas, sobre todo en la zona industrial II.

Existen numerosas depresiones donde se producen inundaciones por todo la ciudad, tanto alta como baja y en casi todos los asentamientos humanos e inclusive en el Casco Central.

El sistema de sistema de evacuación de aguas pluviales está compuesto por el pequeño canal vía al final del Jirón Zanjón y por algunas cunetas a los lados de las vías que bajan hacia Paita las cuales en su mayoría se encuentran en pésimo estado.

El comportamiento del sistema durante el fenómeno de "El Niño" de 1983 fue ineficiente y desde entonces ha quedado en mal estado.

SITUACION ACTUAL DEL AREA URBANA

El uso de los espacios urbanos es casi enteramente para vivienda, el comercio está mezclado con las viviendas, aunque más densamente en el Jirón Zanjón y en las calles Jorge Chávez y Junín. Existen algunas instalaciones de Uso Naval pero que no afectan el orden urbano.

La mayor parte de la ciudad está edificada en forma rústica usando adobe, quincha y albañilería confinada. Los techos, en su gran mayoría, son de madera, calamina y otros materiales rústicos. La mayor parte de viviendas son de un solo piso. La ciudad está en proceso de consolidación.

El cemento Pacasmayo es de buena calidad aunque susceptible al ataque por sulfatos. Abundan las canteras de agregados, sin embargo éstas varían mucho en calidad y uniformidad. La explotación de la mayoría de las canteras se hace de forma artesanal. El agua de la red pública es de buena calidad. Se debe extremar el cuidado en el curado del concreto, tomando en cuenta la influencia del calor y la escasa humedad atmosférica.

Los elementos de albañilería, ladrillos y adobes, son fabricados casi en su totalidad por métodos artesanales, su calidad, uniformidad y resistencia son muy variables. En general, la calidad de la materia prima es muy baja por lo que por su resistencia, los ladrillos solo se pueden considerar como del tipo II. La calidad de la mano de obra también es baja.

La edificación con adobe es de muy mala calidad, las viviendas carecen de resistencia a la acción de los sismos y de las lluvias, se usa la arcilla expansiva de las laderas de los cerros para confeccionarlos. En caso de tener que usar adobe, éste deberá ser estabilizado. La estructura de la edificación deberá ser de madera con viga collar, los techos deberán ser a dos aguas y tener alas de por lo menos 0.50 metros. En fin, se debe tener en cuenta las recomendaciones de los estudios realizados por la UNI, PUCP e ININVI para la construcción con adobe.

Es recomendable la edificación de viviendas de quincha modular; el material es liviano, resistente a la acción sísmica y del agua, es barato, se le puede dar buen acabado y permite la autoconstrucción. Para abaratar costos los pobladores de los asentamientos humanos, agrupados en asociaciones, pueden instalar fábricas para la producción en masa de viviendas; las cuales pueden ser ofrecidas a muy bajo costo e incluso podría tornarse en un ingreso importante. Se debe llevar a cabo una

campaña que divulgue entre los dirigentes vecinales las técnicas de producción de quincha modular. Esta campaña deberá ser dirigida por técnicos del Consejo Municipal o en muy estrecha cooperación con ellos.

El estado de los edificios declarados Bienes Monumentales de la Nación es, en la mayoría de los casos, regular a malo. La mayoría de las calles de Paita no son asfaltadas, lo cual las hace vulnerables a la acción de la escorrentía que produce fuertes erosiones; solo están asfaltadas las calles del Casco Central y algunas otras calles y avenidas importantes.

El servicio de energía opera con fuertes restricciones debido a que solo funcionan tres de los seis generadores de la Planta Térmica de la ciudad, por lo que el racionamiento de energía es dramático. El problema del abastecimiento de energía eléctrica es primordial, de él depende la solución de gran número de otros problemas.

El sistema de producción de agua potable está operando adecuadamente, obteniéndose el agua del río Chira en la planta de agua de "El Arenal" que es llevada hasta Paita mediante las tuberías del eje Paita-Talara, el tratamiento es adecuado con la excepción de las partículas más finas. La red de distribución está operativa, aunque es vulnerable debido a la erosión. Se requiere de un estudio de presiones para sectorizar la ciudad ya que existen sectores en que la presión es menor del nivel mínimo recomendado; el golpe de ariete es muy fuerte en la ciudad. Se debe difundir la micromedición. El gran problema de la planta de agua es que está sujeta a los cambios de cauce del río Chira tal como ocurrió después del desembalse del presente año, después del cual el cauce del río se alejó aproximadamente 200 m. de la planta de agua.

El sistema de desagüe no opera adecuadamente. Las lagunas de oxidación no funcionan, debido a que las bombas que deben impulsar las aguas servidas están malogradas, por lo que estas son arrojadas sin tratar a la bahía, a escasos 200 m. de la Plaza de Armas. Se ha observado pescadores en las zonas donde desagúan los colectores.

Los desechos sólidos se llevan a un botadero municipal, sin ninguna preparación, situado al Oeste de la ciudad, por la carretera a Piura.

Es notoria la escasez de centros de salud y de camas, muy por debajo de las recomendaciones de la OPS. El Hospital de Apoyo II, dependiente del Ministerio del I.P.S.S. está ubicado en la parte alta, es moderno y cuenta con equipamiento semicompleto, pero su capacidad de atención se vio rebasada durante la epidemia del cólera del año

1991. Se debe dar prioridad a la construcción de un Hospital Materno-Infantil y a Postas Médicas.

Actualmente la organización y la capacidad de respuesta del Sistema de Defensa Civil de la ciudad es casi nula, actuando solo coyunturalmente, por lo que es de vital importancia establecer un sistema eficiente que prepare planes de contingencia para la prevención y mitigación de desastres.

AREAS DE EXPANSION URBANA

El crecimiento de la ciudad de Paita está limitado por:

- i) La capacidad de dotarla de agua.
- ii) La escasez de energía eléctrica.
- iii) A las necesidades militares por ser un territorio estratégico.
- iv) Crecimiento a los lados de los tres ejes carreteros principales: Carreteras a Piura, a Sullana y Circunvalación.
- v) El crecimiento de la industria pesquera, limitado por la falta de energía eléctrica.
- vi) La creación de la Zona Franca Industrial.

Paita está creciendo de modo que llena los pocos espacios vacíos que quedan en la parte baja y de preferencia a ambos lados de la carretera circunvalación para la parte alta. El Sur y el Norte han sido destinados para la expansión industrial. Por el Oeste se recomienda que crezca al lado derecho de la carretera hacia Piura. En el mediano y largo plazo el crecimiento de la ciudad debe ser exclusivamente hacia el Oeste.

Debido a las condiciones físicas de debe descartar e impedir que continúe el crecimiento en la parte baja. Para el corto plazo el crecimiento seguirá por las partes altas a ambos lados de la carretera circunvalación acercándose cada vez más a las lagunas de oxidación y a la Villa Naval. Las áreas escogidas y habilitadas para expansión industrial son muy adecuadas y dentro de lo conocido, seguras; debiéndose tan solo tener cuidado con la estabilidad de los taludes de los acantilados.

En conclusión para que todos los planes de prevención sean ejecutados con eficiencia, se debe contar con un buen soporte en cuanto a la infraestructura, por tal motivo se considera necesaria la existencia de:

i. Un departamento de planeamiento físico con fines de seguridad que lleve a cabo estudios de: Geodinámica, Geología, Estabilidad de Taludes, de Tsunamis y sobretodo un levantamiento topográfico-catastral con cotas cada 0.50 m., para mejorar las redes y la distribución de agua potable y alcantarillado, diseñar sistemas de evacuación de aguas pluviales, determinar el pago de impuestos municipales y para normar el crecimiento de la ciudad.

ii. Un Banco de datos integral, relacionado con sistemas de prevención y que sirva como ente difusor de las medidas de prevención, mitigación y emergencia.

iii. Un laboratorio de Mecánica de Suelos, debidamente equipado, que estudie toda la ciudad puesto que la mayoría de los estudios que existen son de la zona industrial o de edificaciones modernas de concreto armado, quedando muchos sectores de la ciudad sin ser estudiados. Hay que llevar a cabo estudios de agresividad, expansión y colapso de suelos.

iv. Un departamento técnico especialmente dedicado al control riguroso de la calidad de los materiales de construcción y de los procesos constructivos en cada sector.

Todas estas oficinas pueden ser coordinadas por el Departamento de Planificación del Municipio, que está empeñado en llevar a cabo un plan de desarrollo integral de la ciudad.

INDICE

SUMARIO	1
INDICE	1X
INDICE DE CUADROS, FOTOS, GRAFICOS, LAMINAS, MAPAS Y PLANOS Y TABLAS	XIV
I) ALCANCES, OBJETIVOS Y METODOLOGIA DEL ESTUDIO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Metodología	5
1.4 Microzonificación y su Aplicación a la Planificación Urbana	7
1.5 Estudio Integral de Desarrollo de la Ciudad de Paita	8
1.6 Alcances	9
II) ASPECTOS GENERALES	12
2.1 Ubicación Geográfica	12
2.2 Descripción del Territorio	14
2.3 Antecedentes de Desastres	14
2.3.1 El Fenómeno de "El Niño"	14
2.3.2 Los Sismos	17
2.3.3 Tsunamis	23
III) ANALISIS DE LA SITUACION SOCIO-ECONOMICA	29
3.1 Demografía	29
3.1.1 Crecimiento demográfico y proyección al año 2020	30
3.2 Indicadores demográficos	32
3.2.1 Índice de Masculinidad	32
3.2.2 Estructura por edades de la población	33
3.2.3 Natalidad	34
3.2.4 Mortalidad	35
3.2.5 Migración	35
3.3 Aspecto Socio - Económico	36
a) Estructura ocupacional	36
b) Aspectos Sociales	37
c) Aspectos Económicos	40
3.4 Estimación del Número de Viviendas	50

IV) ESTUDIO DE LAS CONDICIONES FISICAS LOCALES	53
4.1 Características Físicas	53
4.1.1 Geomorfología	53
4.1.2 Fotointerpretación Geomorfológica de la ciudad	54
4.1.3 Geología	56
4.1.4 Topografía	60
4.1.5 Climatología	60
a) Presión Atmosférica	64
b) Pluviometría y Humedad	65
c) Temperatura	67
d) Vientos	69
4.1.5 Hidrología	69
a) Acuíferos de la Ciudad de Paita	69
b) Napa Freática Superficial	71
4.2 Mecánica de Suelos	71
4.2.1 Descripción del Subsuelo del Area de Estudio	71
a) Paita Baja	71
b) Paita Alta	75
4.2.2 Suelos Expansivos	77
4.2.3 Suelos Colapsables	81
4.2.4 Agresividad de Suelos	83
 V) GEODINAMICA INTERNA	 87
5.1 Origen y Generación de Sismos	87
5.2 Sismología General	88
5.3 Sismicidad de la zona de estudio	90
5.4 Distribución espacial de los sismos	94
5.5 Estudio sísmico determinístico	95
5.5.1 Introducción	95
5.5.2 Sismo Extremo	96
5.5.3 Sismo de Operación	97
5.6 Determinación del Peligro Sísmico	98
5.7 Amplificación de Ondas	99
5.8 El Fenómeno de Licuación de Suelos	100
5.9 Delimitación de los Suelos propensos a Licuación	101
5.10 Densificación de Suelos	102
5.11 Mapa de Microzonificación Sísmica	103

VI) ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE PAITA	105
6.1 Generalidades	105
6.1.1 Tipos de Tsunamis de origen Tectónico	106
6.1.2 Características del Tsunami	106
6.1.3 Energía y Magnitud	108
6.1.4 Altura de ola en la Costa y RUN-UP	111
6.1.5 Estimación del tiempo de llegada a la Costa de un Tsunami de Origen cercano	111
6.1.6 Antecedentes de eventos Tsunamigénicos	111
6.2 Posibles efectos de los Tsunamis en el Puerto de Paita	112
6.2.1 Batimetría del Puerto de Paita	112
6.2.2 Zona de generación de Tsunamis	112
6.2.3 Estimación del Tiempo de llegada de la Primera Ola de un Tsunami de Origen cercano	113
6.2.4 Altura de Ola en la Costa de Paita	114
6.2.5 Daños causados por Tsunamis en las obras civiles	116
6.2.6 Delimitación de las zonas inundables	117
6.3 Protección de la población	119
6.3.1 Sistema de Alerta y Alarma contra Tsunamis	119
6.3.2 Mejoramiento del Sistema de Alerta y Alarma contra Tsunamis	121
6.3.3 Plan de evacuación del Area Inundable por Tsunami en Paita	122
6.3.4 Zona de refugio de Emergencia Temporal	123
6.4 Protección de las Obras Civiles	123
6.5 Planificación física contra Tsunamis de la costa de Paita	124
6.6 Mapa de microzonificación contra Tsunamis	125
VII) GEODINAMICA EXTERNA	130
7.1 Causas Naturales	130
7.2 Efectos de la Precipitaciones Pluviales	132
a) Activación de Quebradas	132
b) Zonas Inundables	138
c) Erosiones y Formación de Cárcavas	143
7.3 Microzonificación debido a la Geodinámica Externa	143
7.4 Efectos de los Vientos	146
7.5 Mapa de Microzonificación Física	147

VIII) SITUACION ACTUAL DEL AREA URBANA	150
8.1 Generalidades	150
8.2 Evolución Histórica	152
8.3 Uso Actual de Suelos	155
8.4 Análisis, Sectorización y Estimación del Riesgo en Edificaciones	159
8.4.1 Características Básicas Urbanas	159
8.4.2 Materiales Constructivos	160
8.4.3 Altura de Edificaciones	165
8.4.4 Estructuración y Estado de las Edificaciones	166
8.4.5 Estimación de las pérdidas	168
8.4.6 Estado de los inmuebles declarados Bienes Monumentales de la Nación	169
8.5 Estudio del Riesgo en la Infraestructura Urbana	170
8.5.1 Vías de Comunicación	170
8.5.2 Telecomunicaciones	173
8.5.3 Energía Eléctrica	173
8.5.4 Sistema de Agua Potable	175
8.4.5 Sistema de Alcantarillado	179
8.4.6 Disposición de Desechos Sólidos	182
8.6 Estudio del Riesgo en la Infraestructura de Emergencia	183
8.6.1 Sistema de Defensa Civil	183
8.6.2 Cuerpo de Bomberos Voluntarios	183
8.6.3 Clínicas y Hospitales	184
IX) ANALISIS Y ELECCION DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA	188
9.1 Factores que intervienen en la Selección de Areas de Expansión Urbana	188
a) Factores Naturales	188
b) Factores Económicos	189
c) Factores Estratégico-Militares	189
d) Factores de Infraestructura Urbana	189
e) Factores Político-Administrativos	190
9.2 Análisis de las Tendencias de Expansión Urbana	190
9.3 Elección de las Areas de Expansión Urbana	192
9.3.1 Zonas de expansión probables	192
9.3.2 Elección de la áreas de expansión	193
9.3.4 Alcances de la Zona de Expansión IV	194

X) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	199
10.1 Conclusiones	199
10.2 Recomendaciones	209
BIBLIOGRAFIA	217
ESTUDIOS DE SUELOS CONSULTADOS	222
ABREVIATURAS	224
ANEXOS	226
INDICE DE ANEXOS	227

INDICE DE CUADROS, FOTOS, GRAFICOS, LAMINAS, MAPAS Y PLANOS Y TABLAS

CUADROS

página

11	1.1 Metodología del estudio de Microzonificación.
51	3.1 Población , superficie y densidad poblacional según distritos.
52	3.2 Población urbana y rural según distritos.
37	3.3 Población económicamente activa de 15 años a más según rama de actividad económica año 1990.
38	3.4 Población escolar por niveles.
40	3.5 Demanda de energía de la provincia de Paita.
40	3.6 Empresas que producen su propia energía.
44	3.7 Distancia de la ciudad de Paita a distritos.
49	3.8 Pueblos Jóvenes y/o Asentamientos Humanos de la ciudad de Paita.
110	6.1 Magnitud del Tsunami.
116	6.2 Altura de ola en la ciudad de Paita.
168	8.1 Estimación de las pérdidas.
169	8.2 Bienes monumentales de la ciudad de Paita.
170	8.3 Estado de las vías de la ciudad de Paita.

FOTOS

página

13	2.1 Plaza de Armas de la ciudad de Paita.
45	3.1 Panorámica del muelle principal del Puerto de Paita, perteneciente a Enapu cuyo largo es de 365 m. por 36 m. de ancho.
47	3.2 Fábrica Nicolini, una de las principales industrias de la ciudad.

- 75 4.1 Asentamiento en "Paita Baja".
- 76 4.2 Calicata en "Paita Alta".
- 77 4.3 Material extraído de una calicata en "Paita Alta", nótese la presencia de carbonatos.
- 81 4.4 Casa completamente destruída por la acción de las arcillas expansivas.
- 82 4.5 Asentamiento por colapso, con grieta de 45°.
- 119 6.1 "Puerto Nuevo", esta sería la zona más afectada en caso de un tsunami.
- 135 7.1 Inicio de la "Quebrada del A.A.H.H. Nueva Esperanza".
- 135 7.2 "Quebrada del A.A.H.H. Nueva Esperanza".
- 136 7.3 "Quebrada de la Villa Naval".
- 136 7.4 "Quebrada de la Catarata".
- 141 7.5 "Malecón Jorge Chávez", después de una lluvia.
- 141 7.6 "Jirón Zanjón", nótese que los pobladores destapan los buzones para evacuar el agua de lluvia.
- 142 7.7 Zona inundable en el "Casco Central".
- 142 7.8 Primer puente en la "Quebrada del Jirón Zanjón".
- 144 7.9 Inicio de una Cárcava, va desde "Paita Alta" hasta "Paita Baja".
- 144 7.10 Cárcava sobre el A.A.H.H. "La Merced".
- 163 8.1 Construcción de casas de adobes, con la arcilla expansiva de los taludes de los cerros que circundan "Paita Baja".
- 163 8.2 Construcción de un grifo sobre el mar.
- 163 8.3 Columna agrietada longitudinalmente por la parte central.
- 164 8.4 Construcción de una casa de dos pisos sin vigas en "Paita Alta".
- 167 8.5 Casa de quincha en pésimo estado.
- 181 8.6 Instalación sanitaria no higiénica, nótese que la tubería de agua pasa por el buzón de desagüe.
- 181 8.7 Panorámica de las Lagunas de Oxidación.
- 195 9.1 Zona de expansión IV, nótese lo plano del terreno.

- 196 9.2 Construcción de casas por Enace, en la zona de expansión IV.
- 196 9.3 Calicata en la zona de expansión IV.

GRAFICOS

página

- 32 3.1 Crecimiento demográfico de la ciudad de Paita proyectado al año 2020.
- 34 3.2 Estructura por edades de la población.
- 65 4.1 Presión atmosférica vs tiempo: Estación Paita.
- 66 4.2 Humedad relativa media mensual vs tiempo: Estación Paita.
- 67 4.3 Comparación mm. de lluvia 1983 y la media: Estación Mallares.
- 68 4.4 Comparación entre la media de Temperatura en °C y 1983: Estación Paita.
- 88 5.1 Esquema de la placa de Nazca.
- 95 5.2 Mecanismo del movimiento de Placas.
- 95 5.3 Trayectoria de ondas.
- 95 5.4 Anchura estimada de interface a lo largo de la región occidental de Sudamérica.
- 97 5.5 Sección transversal de la costa del Perú. La Placa Océanica y la Placa Continental chocan entre sí dando origen a los terremotos.
- 132 7.1 Intensidad de lluvias vs tiempo.

LAMINAS

página

- 176 8.1 Esquema de los sistemas de abastecimiento de agua potable del eje Paita-Talara y Portachuelo.
- 177 8.2 Esquema de agua potable.
- 178 8.3 Esquema del sistema de alcantarillado de Paita.
- 180 8.4 Esquema del sistema de agua potable de Paita.

MAPAS Y PLANOS

página

25	2.1 Político y de Ubicación de la Región Grau.
26	2.2 Ubicación de la ciudad de Paita.
27	2.3 Paita por Barrios.
28	2.4 General de la ciudad de Paita.
55	4.1 Fotointerpretación Geomorfológica.
59	4.2 Geología del Noroeste del Perú.
62	4.3 Topografía de "Paita Baja".
63	4.4 Topografía de "Paita Alta".
70	4.5 Zonas y velocidades de vientos (m/s) del Dpto. de Piura, Abril, 13 horas.
80	4.6 Asentamientos Humanos más afectados por la acción de las arcillas expansivas.
86	4.7 Ubicación de los Estudios de Mecánica de Suelos.
94	5.1 Peligro Sísmico de la ciudad de Paita
12	5.2 Proyección de Perfil, Perfil A - A'
101	5.3 Zona con posibilidad de licuación de arenas .
104	5.4 Microzonificación Sísmica.
127	6.1 Frente de ataque del tsunami, primeros 15 minutos .
128	6.2 Frente de ataque del tsunami, últimos minutos.
129	6.3 Zona inundable por tsunamis.
137	7.1 Quebradas y Cárcavas que atraviesan la ciudad.
140	7.2 Zonas inundables en la ciudad de Paita.
145	7.3 Microzonificación debido a la Geodinámica Externa.
149	7.4 Microzonificación Física

154	s/n Plano de la ciudad de Paita, 1958
158	8.1 Asentamientos Humanos.
171	8.2 Vial del Dpto. de Piura.
172	8.3 Vulnerabilidad del Sistema vial de la ciudad de Paita.
186	8.4 Vulnerabilidad preliminar de la estructura urbana.
187	8.5 Equipamiento Básico.
197	9.1 Direcciones de Expansión Urbana.
198	9.2 Zonas de Expansión Urbana.

TABLAS

página

31	3.1 Cálculo de la Población Futura de la ciudad de Paita.
33	3.2 Masculinidad.
36	3.3 Migración.
73	4.1 Resultado de Análisis Químico.
79	4.2 Granulometría de los suelos expansivos.
83	4.3 Grado de agresividad de los suelos.
84	4.4 Efecto de diferentes compuestos químicos sobre el concreto.
85	4.5 Tipo de cemento portland según agresividad.
93	5.1 Sismos registrados instrumentalmente entre 1915 y 1992.
97	5.2 Sismo extremo en la ciudad de Paita
98	5.3 Sismo de Operación en la ciudad de Paita
99	5.4 Aceleraciones máximas esperadas (%g)
101	5.5 Clasificación en base al tipo de suelos

CAPITULO I

ALCANCES , METODOLOGIA Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCION

La Región Grau conformada por los Departamentos. de Piura y Tumbes está situada en la zona Nor-Occidental del Perú y está azotada con cierta periodicidad por intensas precipitaciones, como sucedió en los años 1925 y 1983, generadas por el fenómeno de "El Niño" que impactó devastadoramente en la población y en la economía de la Región. Además, está situada en una zona de alta sismicidad, evidenciada por sismos de gran intensidad en los años 1912, 1953 y 1970.

Bajo este contexto el presente trabajo tiene como principal objetivo determinar el potencial de peligro a la que esta expuesta la ciudad de Paita ante la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como sismos y principalmente inundaciones. Mediante la Microzonificación, herramienta clave para el planeamiento urbano, que permite seleccionar las ubicaciones y usos de las zonas para el desarrollo urbano para la mitigación de desastres naturales, según las características locales y a partir de esto trazar el desarrollo integral de la ciudad de Paita de una manera

científica y económica mediante el diseño de planes de uso de suelo, saneamiento y concluir con un plan de desarrollo industrial de la ciudad.

El Proyecto forma parte del plan piloto Regional para la Prevención y Mitigación de Desastres que lleva adelante un equipo de profesionales y alumnos del CISMID dirigidos por el Ing. Julio Kuroiwa H., en el marco de la Década Mundial para la Prevención y Mitigación de Desastres Naturales y que está encaminado a desarrollar un método aplicable a todas las Regiones del Perú. En el caso particular de la ciudad de Paita, espero contribuir a preservar la seguridad de los habitantes y de sus inversiones, proporcionando al planificador urbano una buena herramienta en el momento de escoger las áreas de expansión urbana menos riesgosas.

En el Capítulo I, se expone al lector los objetivos y metodología de la investigación, la cual puede servir de base para investigaciones similares en otras localidades.

En el Capítulo II se describe el entorno físico de la ciudad de Paita y se define cuáles son los fenómenos que causan daños a la ciudad.

En el Capítulo III se resume y analiza toda la información estadística relacionada con los habitantes de la ciudad de Paita y el crecimiento de su población, así como las necesidades de vivienda en el futuro próximo.

En el Capítulo IV se analizan las condiciones físicas locales que servirán de base para nuestro estudio.

El Capítulo V corresponde al estudio de la Geodinámica Externa y la Geodinámica Interna, para lograr un mayor conocimiento de sus efectos en la ciudad; luego de estos estudios obtendremos el mapa de Microzonificación Física.

En el capítulo VI se hace un estudio de los efectos que puede causar un Tsunami en la ciudad, fenómeno muy importante ya que Paita es una ciudad costera y tiene muchas edificaciones al pie del mar.

En el Capítulo VII se estudian las condiciones de la ciudad, tanto de los servicios como de las edificaciones para así poder determinar el riesgo; lamentablemente no fue posible contar con un catastro de la ciudad (al momento de la realización

del presente estudio se encontraba en elaboración), razón por la cual el riesgo se ha debido establecer en forma muy general.

En el Capítulo VIII se analizan las tendencias de expansión urbana y se determinan cuáles son las áreas más convenientes para que la ciudad se desarrolle con seguridad.

Por último, en el Capítulo IX se resume las conclusiones a las que se ha llegado a lo largo del estudio y se exponen recomendaciones para la Prevención y Mitigación de Desastres, en la ciudad y en las zonas de expansión recomendadas.

1.2 OBJETIVOS

Nuestro país, debido a su singular aspecto, a sus cadenas de montañas y a su ubicación cercana a la zona de subducción entre las placas Nazca y Continental, está siempre expuesto a sufrir catástrofes de diferente magnitud.

Los desastres influyen negativamente en la economía de las regiones afectadas por estos, por lo tanto influyen negativamente también en la economía de los pobladores y en algunos casos hacen retroceder al hombre a condiciones de primitiva supervivencia (Araujo, 1990). Pero es debido principalmente al ser humano, que al ubicar la construcción de sus centros urbanos y obras de ingeniería en lugares en los cuales se pueden producir desastres, que se producen pérdidas realmente catastróficas.

La gran mayoría de lo que llamamos "Desastres Naturales" se producen por las condiciones en que se encuentran los sectores de la población afectados que por los mismos fenómenos naturales.

Uno de los principales motivos por los que fue creado el CISMID, mediante un convenio firmado entre Perú y Japón, fue justamente para estudiar los llamados Desastres Naturales. Con el fin de prevenir y mitigar los efectos de los fenómenos naturales, para que cuando ocurran causen el menor número de víctimas y los daños en la economía de las regiones sean mínimos, es que el CISMID los viene estudiando de manera detallada y colaborando con todos los organismos encargados de su prevención a nivel nacional.

La primera Región en organizarse y elegir sus autoridades ha sido la Región Grau, conformada por los departamentos de Piura y Tumbes. Esta región, fue una de las severamente afectadas por el fenómeno de "El Niño" en 1983 y 1992 y además se encuentra en una zona de alta actividad sísmica. Por estos motivos es que fue elegida en el año de 1988 para comenzar a realizar un estudio modelo de prevención y mitigación de desastres en sus principales ciudades para que la experiencia que se vaya adquiriendo y los métodos que se están perfeccionando se puedan aplicar a todas las nuevas regiones de nuestro país.

El estudio fue planeado y ha venido implementándose con dos objetivos principales que son : Primero, incluir medidas de mitigación en el proceso de desarrollo económico y social usando la microzonificación como herramienta clave; y segundo, educar a la población para que pueda hacer frente de la mejor manera posible a los desastres que amenazan a su comunidad (Kuroiwa, 1990). Pero a medida que ha venido desarrollándose se ha visto que es necesario incluir planes de desarrollo en algunas ciudades que no cuentan con ellos .

Según el Ing. Julio Kuroiwa (Kuroiwa, 1990 y Cismid 1990), la microzonificación consiste en estudiar de manera multidisciplinaria el área de interés, tomando en consideración todos los desastres naturales que puedan ocurrir en ella, como : terremotos, inundaciones, deslizamientos, avalanchas, fallas de suelo, etc. Pero, esta área de interés se selecciona de acuerdo al siguiente criterio :

- 1.- Ciudades importantes con rápido crecimiento demográfico.
- 2.- Centros poblados importantes que tienen problemas de seguridad física.
- 3.- Ubicación de obras importantes que se ejecutarán en la región en un futuro cercano.

Luego de seleccionar el área, y de estudiar los desastres que allí se producen para cada peligro potencial, se prepara un mapa de amenazas por subzonas y su grado de peligro. La superposición de estos mapas permite obtener un mapa de origen compuesto, donde el área en estudio, queda dividida en sectores de diferente peligro, y es este el mapa de microzonificación de peligro de Desastre. Este mapa es esencial en el esfuerzo de reducir las pérdidas humanas y materiales; por ejemplo, en un planeamiento urbano, los sectores más seguros son destinados para los componentes urbanos más importantes, como áreas residenciales de alta densidad, núcleos educativos, etc., mientras que los sectores que ofrecen mayor

peligro son usados para recreación abierta, parques, avenidas amplias, paseos y otros usos apropiados.

La ciudad de Paita fue escogida para el presente estudio debido a que se espera que crezca de una manera bastante rápida en muy pocos años, gracias a la creación de la Zona Franca Industrial y a la construcción de la Vía Transoceánica (Paita-Belem do Para) y del Aeropuerto, proyectos que le darán al puerto la categoría de gran ciudad y que lo convertirán en polo de desarrollo, con los grandes problemas que esto acarrea consigo.

1.3 METODOLOGIA

Para el presente estudio se ha empleado la metodología denominada "Método Peruano Simplificado de Microzonificación", desarrollada principalmente por el Ing. Julio Kuroiwa H. y sus colaboradores de la Universidad Nacional de Ingeniería, a partir de los estudios de Microzonificación que hizo una misión Japonesa en la ciudad de Chimbote después del terremoto de 1970, estudios en los cuales participó el Ing. Julio Kuroiwa como contraparte peruana.

Para realizar estudios de Microzonificación de un área considerada, en primer lugar se identifican los fenómenos que puedan ocurrir en ella a través de información histórica y estudios geológicos preliminares. Luego, se estudia cada fenómeno, cuyos resultados se representan mediante el respectivo mapa de amenazas. La suma de dichos mapas que incluyen los fenómenos considerados, permiten confeccionar el plano de microzonificación, donde el área estudiada es dividida en sectores de diferente peligro. Este documento es muy valioso para el planificador urbano, quien recibe de manera resumida, clara y sencilla, los datos del área de interés, del estudio multidisciplinario que estudia los desastres naturales (Kuroiwa,1990). La principal ventaja del plano de microzonificación es que puede ser entendido por cualquier persona sin necesidad de ser un entendido en la materia que se está tratando.

Los pasos que se han seguido en el presente estudio son los siguientes:

a) Identificación y estudio de los fenómenos naturales que más han afectado o puedan afectar la ciudad. Lo anterior se realiza mediante la investigación de todos los antecedentes históricos de desastres, este estudio requiere de la revisión de

una amplia bibliografía, la que se debe obtener de diversas fuentes, como bibliotecas, tanto públicas como privadas; entrevistas con personas de la zona de estudio, con profesionales del lugar, etc. En el caso de la ciudad de Paita los principales desastres que pueden afectar la ciudad que se han identificado son: sismos, el fenómeno de "El Niño" y Tsunamis.

b) Se define la demanda de vivienda en la ciudad de Paita para los próximos años, tomando en cuenta la orientación socio-económica de la demanda, sobre todo los factores por los cuales la ciudad ha crecido en forma tan rápida últimamente y los factores que la pueden seguir haciendo crecer en forma rápida (creación de la ZOFRI, migración del campo a la ciudad por causa de desastres naturales, etc.), en base a esto y con el análisis de los indicadores demográficos se determinan las áreas de expansión urbanas necesarias. Para obtener todo esto se realizó un estudio de la información estadística disponible del Concejo Provincial, INEI, INADUR, ZOFRI, Subregión, etc.

c) El paso siguiente es el estudio de las condiciones físicas locales y la relación que tienen con los fenómenos que afectan a la ciudad, con lo cual podremos hacer el mapa de microzonificación física de la ciudad actual y los alrededores, que podrán servir de potenciales áreas de expansión; este punto constituye la médula del estudio pues de él depende no solo la determinación de las áreas de expansión urbana sino que además se estudiarán y propondrán lineamientos de solución para los problemas físicos de la ciudad actual. Esta parte del trabajo requiere de la recopilación de todos los estudios hidrológicos, meteorológicos, geotécnicos, geológicos, de mecánica de suelos, topográficos, etc. así como llevar a cabo numerosas visitas al campo, además de realizar estudios propios de campo en varias de estas especialidades. Toda esta información debe ser procesada y dispuesta en la forma de mapas, tablas o gráficas que permitan su fácil estudio y aplicación.

d) Luego se estudia la situación actual de las edificaciones y de la infraestructura urbana, de servicios y de emergencia desde el punto de vista de la vulnerabilidad, con lo cual se podrá determinar a qué grado de riesgo están expuestas en el momento del estudio. Esta información se obtiene de todas las fuentes disponibles en la ciudad, pero como al momento de realizar esta parte del estudio, la oficina de Planificación del Concejo Provincial recién se encontraba en

proceso de implementación, la principal fuente ha sido la información recolectada y elaborada por el autor durante el transcurso de las visitas de campo, tanto solo como acompañado de profesionales de la región.

e) Como siguiente paso se estudian las probables áreas de expansión urbana y se determinan cuáles son las mejores y sus limitaciones; tomando en cuenta la microzonificación física, uso de suelos, capacidad de proporcionarle los servicios básicos, el atractivo que pueda tener la zona para que las personas radiquen en ella o se instalen industrias en ella, vías de acceso, etc.

f) Por último, se extraen conclusiones y recomendaciones útiles para el planificador urbano y para posteriores estudios. Por ejemplo, los sectores más seguros son asignados a los componentes urbanos más importantes como las áreas residenciales de alta densidad, para el desarrollo de las actividades económicas de las cuales vive la comunidad, etc. Los sectores más peligrosos no son aptos para el desarrollo urbano y se les debe dar un uso adecuado.

Las disciplinas que han tomado parte en el presente estudio son: Sismología e Ingeniería Sismológica, Geología, Mecánica y Dinámica de suelos y estudios de Tsunamis y de Inundaciones.

En el cuadro N° 1.1 se presenta el diagrama de flujo general de la metodología de la Microzonificación para la prevención de Desastres.

1.4 MICROZONIFICACION Y SU APLICACION A LA PLANIFICACION URBANA

El proceso de planificación urbana de una ciudad importante es complicado y de alto costo, y en la mayoría de los casos no es posible realizarlo inmediatamente después que se han concluido los estudios de microzonificación. Por esta razón la estrategia utilizada para ciudades importantes ha consistido en dar lineamientos generales para la planificación urbana y algunas recomendaciones para que los estudios de microzonificación beneficien a los pobladores en el menor plazo posible (Kuroiwa, 1990).

En caso de poblaciones relativamente pequeñas como Paita, el problema no es complicado, el costo de realizar la planificación urbana no es alto y en el futuro previsible la Municipalidad no contará con los fondos necesarios para ejecutar dichos estudios, por lo cual el CISMID se encuentra realizando dicha labor.

1.5 ESTUDIO INTEGRAL DE DESARROLLO DE LA CIUDAD DE PAITA

Actualmente, el equipo de tesis del Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres (DPMD) del CISMID dirigido por los profesores Julio Kuroiwa H. y Juan Carlos Tokeshi N. trabaja en el proyecto: "Estudio Integral de Desarrollo de la ciudad de Paita". Este proyecto único en el Perú pretende tratar en forma multidisciplinaria la problemática del desarrollo socio-económico de una ciudad, teniendo como criterios básicos la seguridad de los pobladores, la infraestructura y el cuidado del medio ambiente, es decir el desarrollo ecológico.

Al momento de escribir estas líneas los estudios que se están realizando y las disciplinas que intervienen en estos, son:

Microzonificación	Ingeniería Civil
Uso de suelos y desarrollo urbano	Arquitectura
Saneamiento y Disposición de desechos sólidos	Ingeniería Sanitaria
Desarrollo del Polígono Industrial	Ingeniería Industrial
Agroindustria y Desarrollo Pesquero	Ingeniería Industrial

El punto de partida de todos estos proyectos es el estudio de Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres, que es materia de la presente tesis, en el cual se determinan las mejores áreas de expansión y los problemas físicos de la ciudad actual, como ya hemos explicado en los acápite anteriores. Acto seguido un Arquitecto realiza el estudio para determinar el uso de suelos en las zonas de expansión elegidas y recomendaciones para el mejor desarrollo urbano de la ciudad actual. Paralelamente a estos estudios, los investigadores de Ingeniería Sanitaria realizan estudios de las redes de agua potable y alcantarillado de la ciudad, así como de la disposición de las aguas servidas y de los desechos sólidos, y los Ingenieros Industriales estudian precisamente el desarrollo industrial de la ciudad, así como la problemática de su sector.

Como los estudios son multidisciplinarios la coordinación es vital para obtener resultados satisfactorios. Paso a paso el estudio se coordina de modo tal que del cruce de la información salga el material para el desarrollo de un proyecto de desarrollo integral y que será resumido en un Plan de Desarrollo para la ciudad de Paita. Se espera que este Plan de Desarrollo sirva de modelo para las demás ciudades de la Región y posteriormente para las demás Regiones del país.

Actualmente el DPMD del CISMID, a través de sus tesis vienen realizando estudios de Microzonificación no solo en las ciudades de la región Grau sino en otras ciudades del país como Chiclayo, Saña, Ica, Huancayo, Jauja, Lima, Cuzco, Arequipa, Tacna y Chimbote.

1.6 ALCANCES

El proyecto se centrará básicamente en el estudio de la ciudad de Paita y zonas aledañas que sean aparentes para expansión urbana.

Primero identificaremos y estudiaremos los fenómenos naturales que más han afectado a la ciudad, luego definiremos la demanda de vivienda para los próximos años de modo que basados en esta información determinaremos las áreas de expansión necesarias, así como las zonas inundables. El siguiente paso es el estudio de las condiciones físicas locales con lo cual podremos hacer el mapa de Microzonificación física de la ciudad actual y los alrededores que podrán servir de posibles áreas de expansión. Seguidamente estudiaremos la situación actual de la ciudad con lo que se podrá determinar el riesgo en las edificaciones y en la infraestructura urbana y de emergencia de la ciudad. Luego, determinaremos las mejores áreas para expansión urbana tomando en cuenta la microzonificación física, uso de suelos, capacidad de servicios básicos, etc. Por último, extraeremos conclusiones y recomendaciones útiles para el planificador y posteriores estudios.

Debido a la falta de información en la oficinas de la ciudad de Paita, la etapa de recopilación de información fue la más dificultosa y la que más obstáculos presentó para el desarrollo de la presente tesis.

Tanto el departamento de obras de la Municipalidad Provincial de Paita así como la oficina de Planeamiento y Catastro, contaban con información deficiente o simplemente no contaban la información, por lo que se tuvo que hacer varios recorridos de inspección de campo con el apoyo de profesionales, tanto de Paita como de Piura y Sullana.

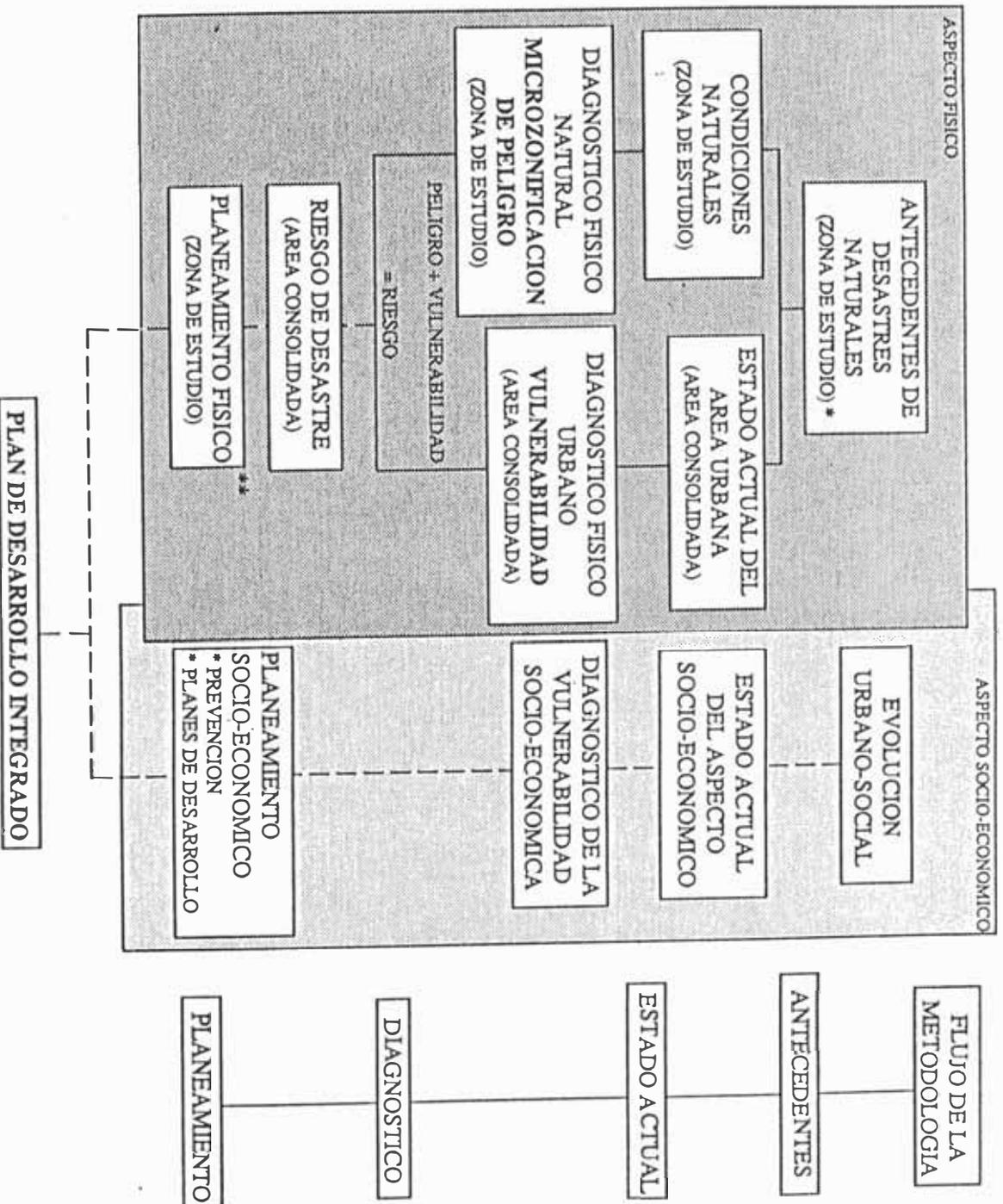
Es importante mencionar que la presente tesis se acerca más al logro del objetivo número uno del estudio modelo, correspondiéndole ya a las autoridades locales alcanzar los otros objetivos.

Debido a los recursos con los que se contó para el desarrollo de la presente tesis y de los obstáculos encontrados, esta se encuentra desarrollada principalmente a partir de las características representativas más saltantes de la zona, por lo cual la metodología de microzonificación empleada es básicamente descriptiva. Es por esto que el resultado del presente trabajo es una microzonificación preliminar que puede ser tomada como base y punto de partida para posteriores estudios profundos de la zona.

Además de realizar la microzonificación de la ciudad, debido a los trabajos y recorridos de campo ejecutados, se han ubicado en esta las zonas más vulnerables frente a desastres, las que sumadas a los peligros a los que está expuesta la ciudad, nos da las zonas de alto riesgo de destrucción ya sea por el fenómeno de "El Niño", sismos o tsunamis generados por esto.

La presente tesis también se refiere a el estado de las vías de comunicación, los servicios vitales y a la infraestructura de emergencia.

CUADRO 1.1.- METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACION



* ZONA DE ESTUDIO = AREAS CONSOLIDADAS + AREAS DE EXPANSION

** ETAPA DONDE LLEGAN LOS ESTUDIOS ACTUALES

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1 UBICACION GEOGRAFICA

La edificación de la provincia de Paita, se pierde en la oscuridad de los siglos. Cuando Francisco Pizarro llegó al Perú (Siglo XIV), le puso el nombre de "San Francisco de la Buena Esperanza", constituyéndose en uno de los primeros asentamientos españoles en el Perú (Touzzet Arbaiza, 1958).

La ciudad de Paita está ubicada en la Región Grau, provincia de Paita y se encuentra a 57 Km. al Oeste de Piura, capital Regional y es parte de la Subregión "Luciano Castillo Colonna" de la cual también forman parte las provincias de Sullana (capital de la Subregión), Ayabaca y Talara. Geográficamente se sitúa a 5°05' de Latitud Sur y 81°07' de Longitud Oeste. La ciudad tiene una altitud entre 0 y 72 m. sobre el nivel del mar.

Por su cercanía a la línea Ecuatorial cuenta con un clima cálido y con una temperatura anual promedio de 22°C, donde las lluvias son muy eventuales y en

algunos casos torrenciales como las del año 1983. Los vientos predominantes son los "Alisios" y los "Mediterráneos" que alcanzan velocidades de hasta 25 Km. por hora.

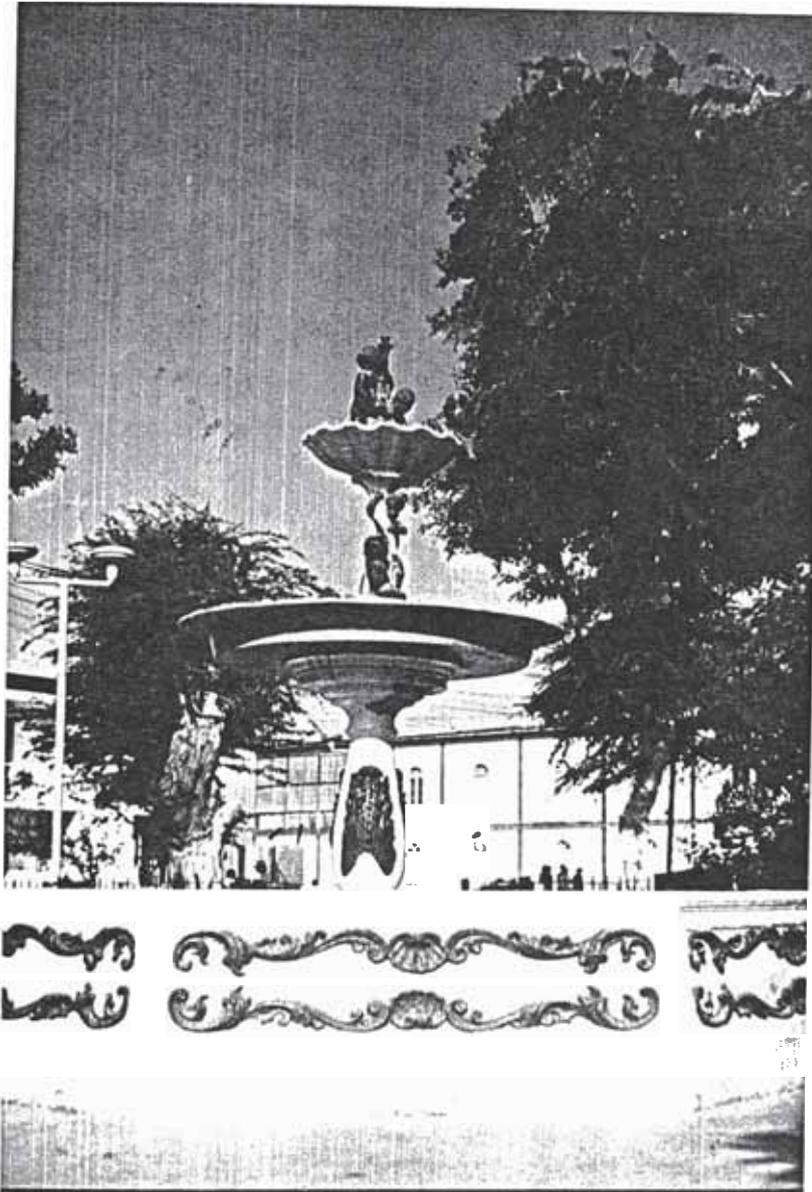


Foto N° 2.1.- Plaza de Armas de la ciudad de Paita

2.2 DESCRIPCION DEL TERRITORIO

Actualmente en la ciudad de Paita, destacan dos zonas bien definidas: una que llamaremos "**Paita Baja**", ubicada en la zona baja, constituida por la parte tradicional de la ciudad, por algunos Pueblos Jóvenes de no muy reciente creación y por todas las empresas pesqueras que allí operan. Y la otra que llamaremos "**Paita Alta**", ubicada en zona alta (Tablazo), constituida por Pueblos Jóvenes y Urbanizaciones de no más de 7 ú 8 años de creación, la cual tiene una mayor extensión.

Por su misma situación geográfica, Paita es quizás más susceptible a una inundación que muchas otras ciudades. Está ubicada en una cuenca rodeada de empinados cerros, que canaliza el agua superficial hacia el centro del área de la ciudad. Hay sólo una salida principal y natural hacia el mar y está muy encasillada por edificaciones en los alrededores (Clipstone N, 1991).

2.3 ANTECEDENTES DE DESASTRES

2.3.1 EL FENOMENO DE " EL NINO"

El territorio peruano esta expuesto a varios tipos de desastres naturales que han afectado y seguramente seguirán afectando en el futuro el esfuerzo de desarrollo nacional. Sismos, inundaciones y principalmente el fenómeno de "El Niño" han ocurrido en el pasado produciendo un importante impacto negativo no solo en la economía regional y nacional sino también en la sociedad.

Es precisamente el fenómeno de "El Niño" el causante de los mayores daños en la ciudad de Paita a lo largo de su historia. Todavía esta fresca en la memoria el desastre de 1982/83 y en menor medida el de 1992, producido por las lluvias torrenciales, las inundaciones, la activación de quebradas, erosión, enlagonamientos, etc.

A todos estos fenómenos se les suma la topografía de la ciudad, que colabora en gran medida en aumentar los efectos, y el alto grado de vulnerabilidad para que se produzcan grandes daños y que suceden cada vez que se repite el fenómeno y en intensidades que dependen de la intensidad de este.

Es conocido por todos los especialistas que han habido algunos años en que el fenómeno de "El Niño" ha sido de intensidad muy alta, produciendo verdaderas catástrofes. Dos de estos años de intensidades muy altas han sido los de 1925 y en 1983 pero con características diferentes, en el año de 1925 el fenómeno fue de una duración corta (tres meses) y de gran magnitud y en el año de 1983 el fenómeno fue de larga duración (nueve meses) y también de gran magnitud. Por las características que presentó el fenómeno de "El Niño" de el año 1983 se considera este evento como el de peores consecuencias en lo que va de el siglo.

Lamentablemente cada vez que se presenta el fenómeno de "El Niño" los daños se repiten en los mismos estratos sociales, en los mismos puntos de infraestructura de las regiones, tanto urbana como vial, y los mismos medios de producción. Todo esto debido a la carencia de un adecuado planeamiento y a la falta de sistemas adecuados de prevención.

***Periodo 1982/83.-**

De los fenómenos de "El Niño" producidos en el presente siglo, el de este periodo es sin duda el de peor recordación y el que peores daños causó, tanto en la infraestructura física como en la economía de los habitantes de la región.

Como ya hemos mencionado anteriormente, se diferencia de el fenómeno de "El Niño" de 1925 en que su duración fue larga, aunque las máximas precipitaciones diarias fueron mayores en 1925, el tiempo de duración de el fenómeno de 1982/83 fue un factor que influyo mucho en la cantidad de daños que se produjeron.

La región Grau durante el fenómeno de 1982/83 fue azotada por grandes lluvias, por lo cual el evento se cataloga como extraordinario ya que no existen antecedentes de lluvias de esta magnitud.

Como se pudo comprobar después de el fenómeno los sectores más afectados fueron: vivienda, infraestructura y transportes y comunicaciones. Lo cual se ha repetido durante el fenómeno de 1992.

En la presente tesis solo se ha analizado el área urbana que corresponde a la ciudad de Paita, se incidirá en los sectores de infraestructura y transportes y

comunicaciones, siempre y cuando los desastres que se produzcan en ellos afecten directamente a la ciudad.

En base al análisis de los fenómenos de "El Niño" de 1982/83 y de 1992 queda claro que los sectores en los que más hay que incidir para mitigar los efectos de un desastre son los de vivienda, infraestructura y transportes y comunicaciones. Y que los factores naturales que más afectan a la ciudad también son los mismos, es decir: las precipitaciones pluviales y lo que estas acarrearán consigo, la activación de quebradas, las inundaciones, activación de arcillas expansivas, etc.

El fenómeno de " El Niño " de 1983 en la ciudad de Paita fue particularmente catastrófico. Se juntaron los factores meteorológicos, geológicos, topográficos y sobre todo la falta de ordenamiento urbano. Las intensas lluvias activaron quebradas por las cuales bajaron riadas que drenaron por su cauce natural, los cuales habían sido ocupados por edificaciones, teniendo la ciudad la particularidad de que la mayoría de las quebradas se dirigen al Jirón Sanjón, el cual se convirtió en un verdadero río que arrasó con todo a su paso y arenó gran parte del malecón que tuvo que ser roto en ciertos tramos para no impedir el paso del agua. La falta o insuficiente capacidad de las alcantarillas de la ciudad provocaron que estas colapsen y/o desaparezcan en ciertas zonas de la ciudad. Además las erosiones causadas por estas riadas debilitaron o expusieron las cimentaciones de las edificaciones que en muchos de los casos se desplomaron.

En cuanto al mar, este se embraveció y hubieron maretazos, lo cual causó enormes pérdidas de vidas y económicas (se tratará con mayor detalle los efectos de el fenómeno de "El Niño" en la ciudad de Paita en el capítulo VI de la presente tesis).

2.3.2 SISMOS

En este acápite se hará una descripción de los eventos sísmicos más importantes ocurridos en el norte del Perú y que han sido percibidos por los pobladores de la ciudad de Paita. Cabe remarcar que se hará un análisis exhaustivo de estos en el capítulo V del presente trabajo cuando se trate la geodinámica interna.

La gran mayoría de los movimientos sísmicos que han afectado el territorio peruano se han generado en una franja sísmica muy activa que se le conoce como el "Círculo Circum Pacífico", que en el Perú tiene una dirección NW, paralelo a la costa. Estos sismos son originados por la acción de dos placas, la placa Nazca y la placa Continental, que al rozar provocan una presión que al liberar energía da origen a los sismos..

De acuerdo con la publicación del Instituto de Geología Y Minería correspondiente al Dr. Silgado (Silgado, 1975), en el plano que contiene los sismos destructores desde 1955 a la fecha, la ciudad de Paita se encuentra comprendida entre las zonas y poblaciones afectadas por terremotos con una intensidad máxima probable de VII-IX MM.

Los sismos más importantes ocurridos en la región Grau de acuerdo a su cronología son los siguientes:

SISMO DEL 10 DE FEBRERO DE 1814

Hora: 05 horas.

Epicentro: Piura.

Fue el primer sismo histórico que sacudió a la ciudad de Piura y causó daños a numerosos edificios y viviendas, catalogándose como un sismo medianamente destructor de intensidad VII MM.

SISMO DEL 20 DE AGOSTO DE 1857

Hora: 07 horas.

Epicentro: Piura.

Fue más intenso que el anterior, destruyó muchos edificios, se produjeron grietas y emanaciones de aguas negras en algunos lugares de la ciudad de Piura (claro caso de licuación del suelo).

SISMO DEL 09 DE ENERO DE 1906

Ocurrió a las 05 horas y el epicentro se ubicó al NW del país y se produjo un fuerte temblor en la ciudad.

SISMO DEL 28 DE ABRIL DE 1906.

Ocurrió a las 13:00 horas y el epicentro se ubicó en el litoral de Tumbes, produciendo un fuerte temblor que causó alarma a la población de Piura, tuvo una intensidad de grado III MM.

SISMO DEL 28 DE SETIEMBRE DE 1906

Ocurrió a las 10:25 horas y el epicentro se ubicó en el Norte del Perú. Produjo una notable conmoción sísmica; en un área elíptica de 310,000 km². que comprende gran parte de la Costa, Sierra y hasta las estribaciones de la Cordillera Oriental.

El eje mayor de la elipse comprendió entre Guayaquil (Ecuador) y Tarma. El eje menor entre Trujillo y Moyobamba.

El sismo se sintió fuerte en las ciudades de Piura, Paita y Sullana.

SISMO DEL 24 DE JULIO DE 1912.

Hora: 06:50 horas.

Epicentro: Norte Peruano.

Según la historia fue el terremoto más destructor que azotó a la ciudad de Piura y poblaciones vecinas, ocasionando muertos y heridos y quedando en condiciones inhabitables el 99 % de las viviendas. Las estadísticas de la época elevaron las pérdidas a 1'500,000 soles.

Este sismo produjo grietas y surgencia de aguas negras en el cauce seco del río Piura (otro caso de licuefacción en pequeña escala).

Entre Trujillo y el Puerto de Salaverry se estimó una intensidad de grado VI (Picón 1926), el epicentro microsísmico estuvo situado dentro del departamento de Piura, en una región de la Cordillera Occidental, al este de Huaca, noreste de Piura y noroeste de Huancabamba.

en el puerto de Paita se produjeron agrietamientos en el suelo.

SISMO DEL 6 DE JULIO DE 1938.

Hora: 23:50 horas

Epicentro: Noroeste del Perú.

Sentido fuertemente en Piura, Sullana, Chulucanas causando gran alarma. Se le percibió con regular intensidad en Chepén, localidad situada a unos 300 km. más al Sur.

SISMO DEL 12 DE DICIEMBRE DE 1953.

Hora: 12:31 horas.

Epicentro: Noroeste del Perú - Sur de Ecuador.

Intensidad: grado VII-VIII MM.

Este sismo causó muertos y heridos y numerosos daños materiales en la población de Tumbes y Corrales. El fenómeno se percibió en un área aproximada de 700,000 km². Fuerte y prolongado movimiento sísmico afectó seriamente a la parte noroeste del Perú y parte del territorio ecuatoriano, y el área de mayor destrucción abarcó unos 5,000 km².

Dentro de esta superficie sufrieron daños algunas construcciones recientes de concreto armado, de adobe y ladrillo, la intensidad del movimiento se apreció entre el grado VII y VIII MM.

En los terrenos húmedos se produjeron largas grietas de norte a sur, algunas de ellas de 50 metros de profundidad y de 30 a 40 centímetros de ancho.

En la Quebrada de Bocapán, en los Esteros de Puerto Pizarro y otros lugares, se produjeron eyecciones de lodo.

En los alrededores de Zorritos, de las partes altas del Cañón del río Tumbes y en el Alto se produjeron deslizamientos de material suelto; según Pasadena le asigna una magnitud de 7.7, cuyo epicentro determinado por la Sección Geofísica del IGP, fue de 3.6° latitud sur y 80.5° longitud oeste.

En la ciudad de Piura fue sentido fuertemente, posiblemente con una intensidad de grado V, pero no se produjeron daños, también fue sentido fuertemente en la ciudad de Paita con una intensidad de V MM..

SISMO DEL 8 DE AGOSTO DE 1957.

Hora: 08:50 horas.

Epicentro: Noroeste del Perú.

Intensidad: grado V-VI MM.

Entre Tumbes y Chiclayo sacudió el fuerte sismo ocasionando ligeros deterioros en las viviendas de cemento en la ciudad de Talara. En la ciudad de Piura causó mucha alerta.

SISMO DEL 20 DE NOVIEMBRE DE 1960.

Hora: 17:02 horas

Epicentro: Noroeste del Perú.

Este sismo destructor aunque de menor intensidad del año 1912, ocasionó 2 muertos y varios heridos, y un buen monto de daños en las construcciones; horas después un pequeño tsunami golpeó las costas del departamento de Lambayeque.

SISMO DEL 30 DE AGOSTO DE 1963.

Hora: 10:30 horas.

Epicentro: Noroeste del Perú.

Intensidad: grado VIII MM.

Produjo la rotura de objetos decorativos y menaje en Piura.

SISMO DEL 09 DE DICIEMBRE DE 1970.

Hora: 23:55 horas.

Epicentro: Noroeste del Perú.

Intensidad: grado VIII MM.

Fue destructor en Querocotillo (Sullana) y alrededores.

Se produjeron efectos de licuefacción, agrietamientos, hundimientos y flujos debido los suelos blandos con napa de agua alta.

Según el ingeniero Jaime de Las Casas, ha manifestado que este sismo fue muy parecido y de epicentro muy cercano al de 1953, de foco muy superficial de 25 km., y las magnitudes Richter-Gutenberg fueron dadas así:

- Observatorio de Pasadena: 7.
- Observatorio del U.S. Geological Survey: 7.1
- Observatorio del U.S. Coast Geodesic Survey: 7.6.

En Sullana, la acción dinámica del sismo hizo que una nube de polvo se levantara oscureciendo la ciudad, además se produjeron dos muertes y mas de treintaicinco heridos de consideración. Se derrumbó la parte alta de la torre de la Catedral. El número de viviendas siniestradas alcanzó las 7140.

SISMO DEL 10 DE JULIO DE 1971.

Hora: 20:33 horas.

Epicentro: Noroeste del Perú (Sullana).

En Sullana se derrumbaron las viviendas que quedaron dañadas por el sismo sufrido en Diciembre de 1970, y ocasionó ligeros desperfectos en otras viviendas. Hubo gran alarma en Piura y Tumbes.

De esa fecha al presente ningún otro sismo importante ha afectado la región.

b) SISMOS DE EPICENTROS LEJANOS.

En la región del noroeste peruano y especialmente en los departamentos de Piura y Tumbes se han sentido fuertemente los sismos producidos en áreas lejanas; en efecto las ondas sísmicas a medida que se incrementa la distancia filtran las ondas de período corto, permaneciendo las ondas de período largo, incrementándose su período con las distancias, las ondas superficiales, lo que hace que en terrenos blandos se produzca una amplificación por tendencias, sincronización entre los períodos de la onda modificada y del terreno; este fenómeno se podría denominar "efecto de inducción por sismos lejanos".

A continuación se tienen los siguientes sismos de epicentros lejanos y que se han sentido fuertemente en Piura y algunos en Tumbes y en Guayaquil (Ecuador).

SISMO DEL 14 DE FEBRERO DE 1619.

Este sismo fue sentido fuertemente en Piura y Trujillo.

SISMO DEL 28 DE OCTUBRE DE 1746.

Megasismo en Lima y tsunami en El Callao, el movimiento fue sentido hasta Guayaquil por el norte.

SISMO DEL 14 DE MAYO DE 1928.

Conmovió gran parte de los departamentos de Amazonas, Cajamarca y San Martín.

En cuanto a su influencia sobre Piura:

- La ciudad de Huancabamba quedó semi destruída.
- Los efectos de desperfectos se observaron en las edificaciones de las ciudades costeras de Piura, Lambayeque, Etén y Trujillo.
- Los efectos se extendieron hasta el Ecuador, causando deterioros de Loja; Richter-Gutenberg le asignaron una magnitud de 7.3. Ubicado en 5° latitud sur y 78° longitud oeste.

SISMO DEL 18 DE JULIO DE 1928.

Se sintió en toda la sierra, costa norte y en el Ecuador, donde hubieron casas dañadas y grietas en la cordillera así como daños en los caminos de Chumbi y Loma Grande.

Tuvo una magnitud de Richter-Gutenberg de 7 a una latitud sur 5.5° y longitud oeste 79° .

SISMO DEL 24 DE MAYO DE 1940.

Este megasismo fue sentido por el norte hasta el Ecuador en Guayaquil como un movimiento prolongado aunque no fuerte. En el NW del Perú, en Piura y Paita se estimaba una intensidad de III-IV MM.

En cuanto a la ciudad de Paita ha soportado numerosos sismos destructores que han producido derrumbes de edificaciones, deslizamientos de tierras y hasta muertes. Los sismos de 1845, 1912, 1957, 1970 son los más recordados por la destrucción que trajeron (este temas se tratará con mayor detalle en el capítulo V).

2.3.3 TSUNAMIS

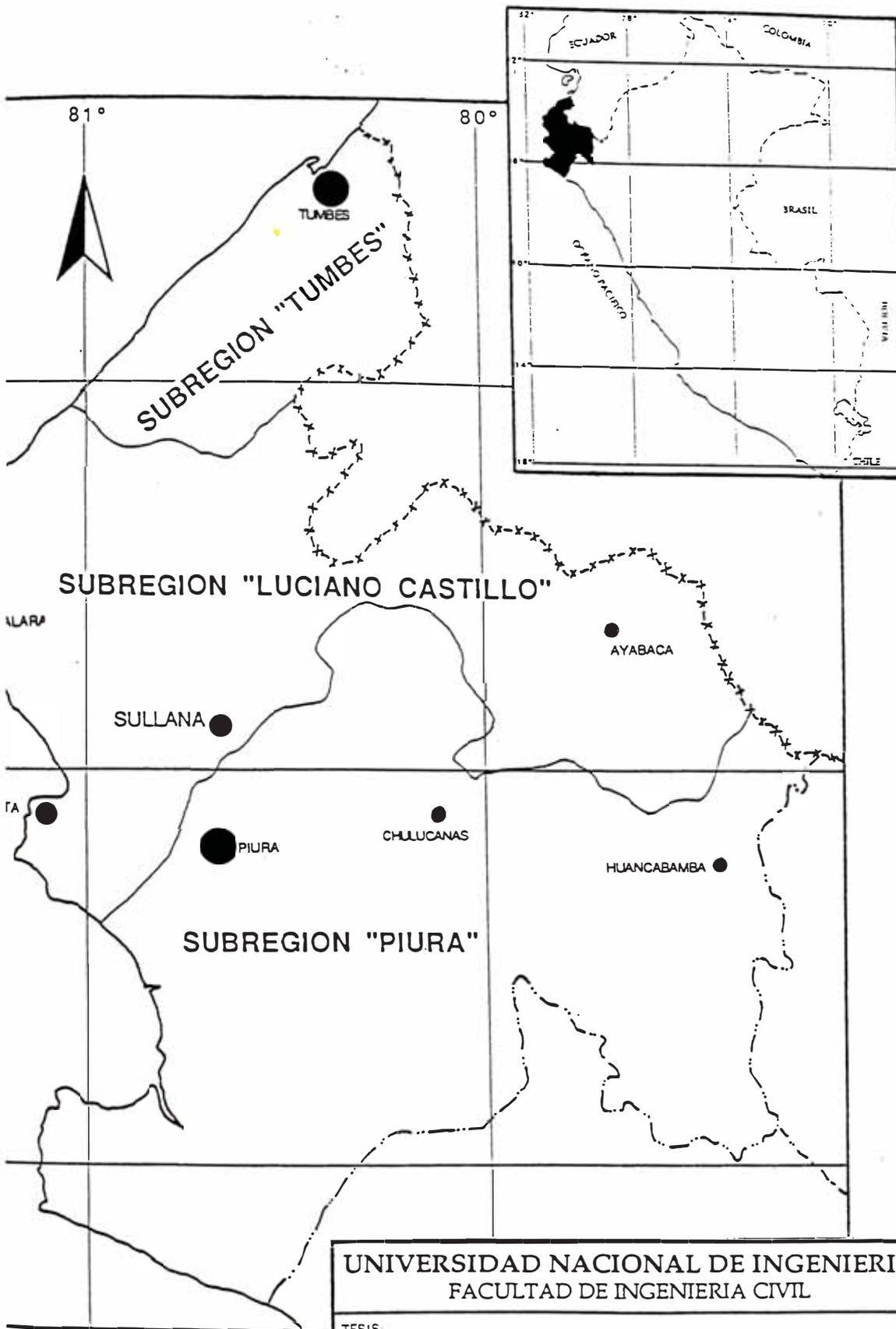
Los Tsunamis o maremotos son olas en la superficie del mar, de longitud de onda muy larga, ocasionadas en la mayoría de los casos por el desplazamiento rápido y repentino de grandes volúmenes de agua como resultado de sismos submarinos de gran magnitud y foco poco profundo.

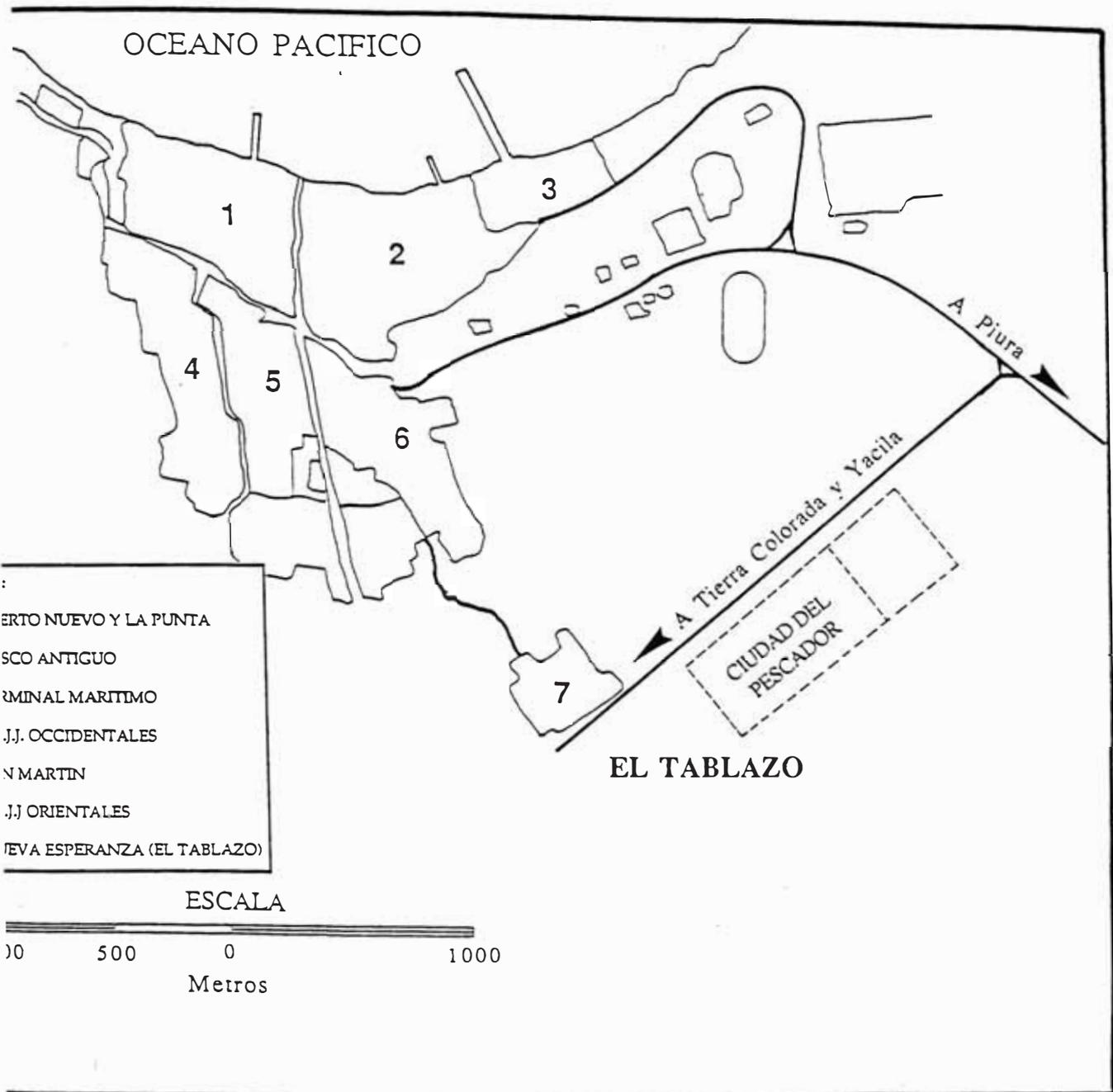
Los Tsunamis ocurren con mayor frecuencia en el Océano Pacífico y la costa Peruana esta considerada una potencial fuente generadora de Tsunamis, asimismo, está expuesta al arribo de las mismas procedentes de otros puntos del Pacífico (MGP, 1984).

La Costa del Pacífico en Sudamérica tiene una larga historia de actividad sísmica intensa ocasionada en una gran parte por la subducción de la placa Nazca oceánica debajo de la placa sudamericana continental.

El Perú forma parte del sistema internacional de alerta de Tsunamis en el Pacífico.

Touzzet Arbaiza (Touzzet, 1958) nos dice: " El 7 de Junio de 1587, se produjo en la bahía un fuerte terremoto y una ola gigantesca hizo que el mar abandonara su lecho y avanzara por la playa amenazante, destructora e implacable". Desafortunadamente no ha podido ser corroborada esta información en ninguna fuente ni se han notado evidencias de la ola en le terreno en estudio. Pero por existir la posibilidad de que esto suceda se realiza un estudio de Tsunamis en el capitulo VI de la presente Tesis.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS
MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y
MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE
PAITA

PLANO
PAITA POR BARRIOS

NUMERO
2.3

ALUMNO
RODOLFO DURAN Q. SETIEMBRE 1992

CAPITULO III

ANALISIS DE LA SITUACION SOCIO - ECONOMICA

3.1 DEMOGRAFIA

Los desastres naturales se producen cuando el fenómeno (fenómeno de "El Niño", huaicos, inundaciones, etc.) o fenómenos dañan la economía de la zona afectada o de la región y la infraestructura urbana. En otras palabras, los grandes efectos que producen la mayoría de los desastres naturales se producen más por las condiciones de vulnerabilidad de la infraestructura urbana y de la población que por los mismos fenómenos naturales.

Lamentablemente las condiciones de vulnerabilidad se presentan también en el aspecto socio-económico, el cual en muchos casos causa el mayor porcentaje de daños cuando ocurre un fenómeno natural.

En el presente capítulo se presentará el estado actual desde el punto de vista socio-económico de la ciudad de Paita. Es necesario aclarar que los datos han sido

recopilados de las oficinas de estadística, tanto en Piura como en Lima y la mayoría de ellos son aproximados debido a la carencia de una buena infraestructura de las oficinas mencionadas.

3.1.1 CRECIMIENTO DEMOGRAFICO Y PROYECCION AL AÑO 2020

Según el estudio realizado por la oficina de la Subregión en la ciudad de Paita (OSP, 1991) y según estimaciones del INEI-OREI-PIURA, a 1990 la población total de la provincia de Paita asciende a 75,584 habitantes, que representan el 12.7 % del total subregional y muestra un ritmo de crecimiento promedio anual de 3.1 igual a la tasa de crecimiento regional.

Dentro de la provincia, los distritos que presentan mayor concentración poblacional son Paita, Colán y La Huaca.

En el cuadro N° 3.1, se puede observar a nivel distrital, la población de cada uno de ellos, su superficie, la densidad poblacional y la principal actividad económica a la que se dedica su población.

La población provincial, se encuentra distribuida con 90.4% en el área urbana y 9.6% en el área rural. Sin embargo, es importante resaltar que estos porcentajes estimados por el INEI-OREI-PIURA, referente al área urbana, agrupa a la población que reside en los estratos urbano- marginales y urbano-rural.

Es importante señalar, que actualmente en la ciudad de Paita se ha originado una fuerte expansión demográfica a tal punto que ya existen más de 20 asentamientos humanos, la mayoría de ellos ubicados en la zona de "Paita Alta" y que albergan aproximadamente a 25,000 habitantes.

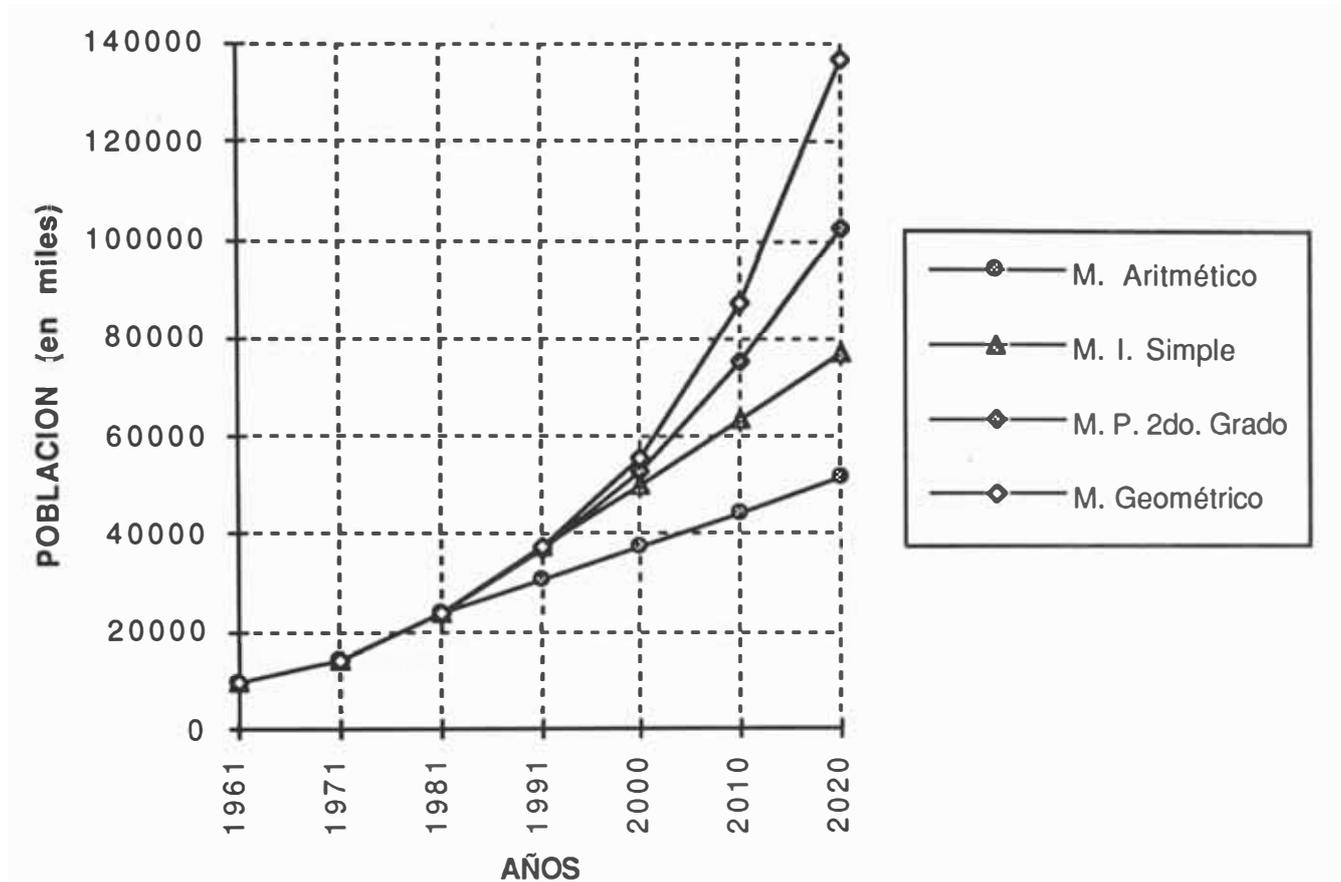
En la tabla 3.1 se puede apreciar el rápido y sostenido crecimiento de la ciudad de Paita según los censos de población de los años: 1940, 1961, 1972 y 1981. Mediante estos datos se ha calculado la proyección de la población de la ciudad hasta el año 2020. Hay que tener presente que la ciudad de Paita se encuentra en franco crecimiento, por lo que se han escogido los métodos: "Aritmético", de "Interés simple", "Geométrico" y de la "Parábola de Segundo Grado" para calcular la población futura.

Tabla 3.1.- Calculo de la Población futura de la ciudad de Paita

ANOS	M. Aritmético	M. I. Simple	M. P. 2do. Grado	M. Geométrico
1961	9615	9615	9615	9615
1971	14150	14150	14150	14150
1981	23762	23762	23762	23762
1991	30836	37449	36651	37257
2000	37202	49768	52970	55849
2010	44276	63454	75546	87560
2020	51349	77141	102798	137284

Los resultados de estos cálculos también se presentan en el gráfico 3.1: "Crecimiento Demográfico de la ciudad de Paita proyectado al año 2020". en este gráfico se puede apreciar que los puntos generados por los métodos de Interés Simple y de la Parábola de Segundo Grado, son próximos entre si y ajustan mejor una curva de crecimiento, mientras que los generados por el método de Aritmético se curvan hacia abajo y los generados por el método Geométrico se disparan hacia arriba y no parecen ajustar bien la curva de crecimiento. Sin embargo se tomarán los resultados que arroja la proyección mediante el método Geométrico, ya que se espera que con la creación de la ZOFRI y la puesta en funcionamiento de la carretera transoceánica la ciudad de Paita crezca con un ritmo superior al normal en los próximos años. Para el año 2010 la ciudad de Paita deberá tener aproximadamente 87560 habitantes y para el año 2020 deberá tener 137284.

Gráfico 3.1.- Crecimiento demográfico de la ciudad de Paita proyectado al año 2020



Un detalle importante que recién se apreciará en el futuro es que se espera un crecimiento rápido de la ciudad a raíz de la creación de la ZOFRI que generará nuevos puestos de trabajo; la migración del campo hacia la ciudad, cada vez más fuerte en la región y a la probable repetición de un fenómeno de "El Niño" intenso o catastrófico.

3.2 INDICADORES DEMOGRAFICOS

3.2.1 INDICE DE MASCULINIDAD

El índice de Masculinidad representa la estructura por sexo de la población y representa la cantidad de varones que hay por cada cien mujeres. En la tabla

siguiente se presentan los índices de masculinidad respecto de la población total del distrito de Paita:

**Tabla 3.2.- MASCULINIDAD
(CENSO1981)**

	TOTAL	Indice de Masculinidad	URBANA OBLACION	I.M.	RURAL OBLACION	I.M.
PAITA	25694	105.9	25615	105.9	79	107.9

Fuente: INEI-DNCE
(1991)

En el cuadro se aprecia algo muy importante, que es que el Índice de Masculinidad es muy alto tanto en la población urbana como en la población rural.

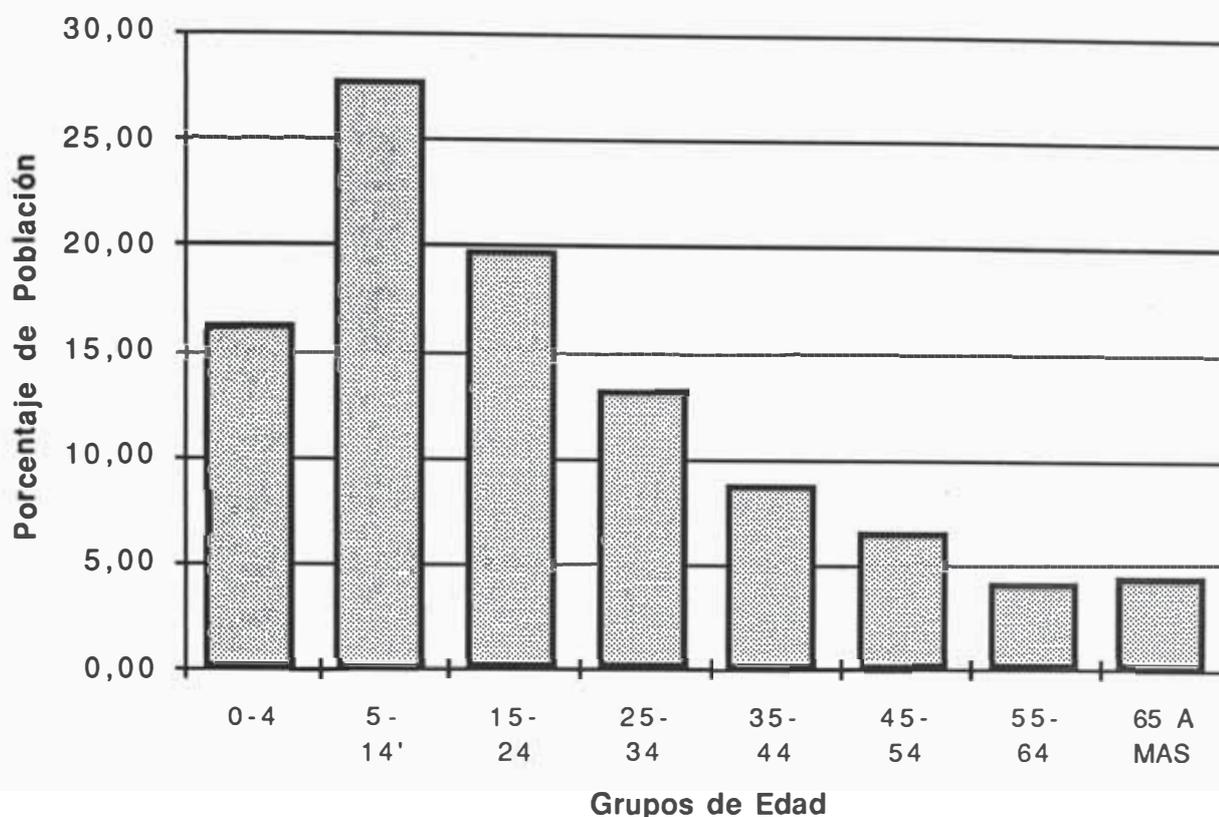
Lo cual nos indica que Paita es un distrito en el cual la población masculina está inmigrando. Recordemos que Paita es una ciudad que está creciendo rápidamente, sobre todo debido a los Asentamientos Humanos, por lo general sin regulación que se están formando.

Además, el hecho de que el Índice de Masculinidad rural sea también alto, nos indica que la emigración de las zonas rurales del departamento de Piura se dirige hacia las zonas rurales del distrito de Paita, sobre todo a las zonas rurales cercanas al puerto de Paita; esto podría deberse a que los pobladores rurales prefieren estar cerca a la ciudad en caso de una eventual oferta de empleo. Que se vuelve masiva en las épocas de temporada alta de pesca.

3.2.2 ESTRUCTURA POR EDADES DE LA POBLACION

En el gráfico 3.2: "Estructura de edad de la ciudad de Paita", que sigue, podemos apreciar que la población de la ciudad es bastante joven, siendo la mayor parte de edades menores de 34 años.

Gráfico 3.02: ESTRUCTURA DE EDAD DE LA CIUDAD DE PAITA



La estructura por grupo de edades de la población de la provincia de Paita, muestra una población joven mayor de 15 años igual al 40.6%, en tanto que la población mayor de 65 años, llamada también población de la tercera edad, representa el 4.0%. Por otro lado, si dividimos en solo tres grupos de edad, de 0 a 14, de 15 a 64 y de 64 a más tendremos que la población potencial económica activa representa el 51.89%, lo cual es positivo desde el punto de vista de la producción pero también significa mayor dificultad para obtener empleo. Por otro lado, el hecho que del restante 48.11%, los comprendidos entre 0 y 14 años sean el 43.83% significa que la demanda laboral futura será aun mayor.

3.2.3 NATALIDAD

Los nacimientos se calculan mediante dos indicadores principales, la tasa Bruta de Natalidad (TBN) y la Tasa Global de Fecundidad (TGF). La TBN significa *la*

frecuencia de nacimientos ocurridos por cada mil habitantes en el lapso de un año.
En 1989 la TBN de la Región Grau fue de 36.2 niños por cada mil habitantes.

La TGF, en cambio, *expresa el número promedio de hijos que llega a tener una mujer al completar su vida reproductiva (Hacia los 49 años).* Según el censo de 1981, la TGF de la provincia de Paita fue de 5.3 hijos por mujer, lo cual significa que la fecundidad es alta en la provincia (INEI, 1991).

3.2.4 MORTALIDAD

Similarmente a la Natalidad, la mortalidad se calcula mediante dos indicadores principales. la Tasa Bruta de Mortalidad (TBM) y la Tasa de Mortalidad Infantil.

La TBM representa *la frecuencia de las defunciones ocurridas por cada mil habitantes en el lapso de un año.* En la Región Grau se calculó que en 1989 la TBM fue de 9.9 defunciones por cada mil habitantes; sin embargo, en el Departamento de Piura llegó a 10.5 mientras que en Tumbes fue de 7.0 defunciones por cada mil habitantes.

La Tasa de Mortalidad Infantil representa *la frecuencia de muertes de niños menores de un año de edad por cada mil niños nacidos vivos.* Este indicador es uno de los más importantes para medir el grado de desarrollo de un pueblo, pues a mejor cobertura de servicios básicos (saneamiento, salud, educación y vivienda) mayor será el grado de desarrollo y menor deberá ser la mortalidad infantil. en el caso de Paita, la Tasa de Mortalidad Infantil alcanza el 100.8, !es decir que de cada mil niños nacidos vivos, 100.8 no llegarán a cumplir un año!. Esta Tasa es mayor que la correspondiente a la Región Grau en su conjunto, la cual es 96. esto nos indica que las condiciones de vida de los pobladores de la ciudad de Paita están por debajo del estándar regional; es más, podemos considerar que la situación es crítica.

3.2.5 MIGRACION

La emigración es uno de los fenómenos más importantes de nuestros tiempos, es así como se levantan nuevos Asentamientos Humanos en las ciudades y se abandonan los campos. En el cuadro siguiente: "Migración Periodo 1976-1981", se

observa que existe una mayor tendencia por parte de las mujeres a abandonar la ciudad y emigrar, eso no es raro considerando que los varones son los que salen a buscar trabajo para mantener a sus familias. Es claro además, que si bien el índice de Migración Neta es positivo, no es demasiado grande como para representar un serio desequilibrio. Se espera que la inmigración crezca en el futuro por los motivos ya explicados en el acápite 3.1.1 y si lo sumamos a la tasa bruta de Natalidad, tendremos mucha mayor tendencia de empleo en el futuro.

**Tabla 3.3.- MIGRACION
(PERIODO 1976-1981)**

TOTAL			HOMBRES			MUJERES		
Inmigra.	Emigra.	Migra. Neta	Inmigra	Emigra.	Migra. Neta	Inmigra	Emigra.	Migra. Neta
21.73	19.55	2.18	2370	20.86	2.84	19.66	18.19	1.47

Fuente: INEI-DNCE

3.3 ASPECTO SOCIO-ECONOMICO

a) ESTRUCTURA OCUPACIONAL

La estructura ocupacional de la provincia esta medida por la Población Económicamente Activa (PEA) de 15 años a más, en sus diferentes aspectos. Para el año 1990 esta PEA estuvo conformada por 24,512 personas que representaban el 32.4% de la población total.

De acuerdo a la población disponible (cuadro N°3.3) en la provincia de Paita la PEA se dedica principalmente a cinco ramas de actividades económicas : Industria (27.5%), Agricultura (24.5%), Pesca (15.3%), Servicios (11.4%) y Comercio (7.1%). Del total de la PEA provincial, según las proyecciones del INEI-OREI-PIURA, el 44% son obreros, el 31% son trabajadores independientes y el 10% son empleados.

Cuadro 3.3.- Población económicamente activa de 15 años a más según rama de actividad económica año 1990

Ramas de Actividad Económica	PEA de 15 años a más	
	Número	%
1.- Agricultura	6014	24.5
2.- Pesca	3746	15.3
3.- Minas	156	0.6
4.- Industria	6737	27.5
5.- Construcción	819	3.4
6.- Comercio	1737	7.4
7.- Transportes	719	2.9
8.- Servicios	2786	11.4
9.- Rama no especificada	1798	7.3
TOTAL	24512	100.00

Tomando como referencia la misma fuente y analizando la desocupación en la provincia, esta solo representa el 4.2%, indicador un tanto dudoso, dada la realidad actual. Su explicación se puede atribuir a que, en la categoría de ocupados se encuentra inmersa la PEA subempleada y/o eventualmente ocupada.

b) ASPECTOS SOCIALES

Los servicios sociales de la ciudad de Paita , aun no se han desarrollado lo suficiente para atender de manera adecuada a una población estimada de 40,096 habitantes, lo que ejerce una gran presión sobre una capacidad operativa que es insuficiente para darles atención.

**** SECTOR EDUCACION**

En la provincia de Paita, la educación está dirigida por una Unidad de Servicios Educativos que depende directamente de la zonal de Sullana , lo cual no le permite una mayor autonomía.

Actualmente se atiende a una población escolar de 22,182 estudiantes en los diferentes niveles, de acuerdo al siguiente cuadro

Cuadro 3.4.-Población escolar por niveles

NIVEL	Nº DE ALUMNOS	%
Educación Inicial	2582	11.64
Educación Especial	28	0.13
Educación Primaria Menores	13091	59.02
Educación Primaria Adultos	72	0.32
Educación Secundaria Menores	4544	20.49
Educación Secundaria Adultos	494	2.23
Educación Ocupacional	280	1.26
Educación Superior Tecnológica	341	1.54
Alfabetización	750	3.38
TOTAL	22182	100.00

Tal como se puede observar la educación primaria de menores es la que alberga al mayor porcentaje de alumnos (59.02%) y la educación secundaria de menores está constituida por el 20.49% del total de estudiantes.

Este sector es de vital importancia en el quehacer de la vida de la ciudad de Paita, sin embargo no está exento de problemas pues afronta un déficit de 71 aulas y 4,945 asientos; lo cual implica serios inconvenientes a la población estudiantil.

La infraestructura educativa en la ciudad de Paita tiene en su mayoría entre 10 a 20 años de antigüedad, y debido a la falta de mantenimiento su estado es crítico, especialmente en lo que se refiere a los servicios higiénicos.

Cabe resaltar que la Educación Superior en la ciudad de Paita solo cuenta con un Instituto Superior Tecnológico "Hermanos Cárcamo", que no ofrece exactamente las carreras cortas que la ciudad necesita.

* SECTOR SALUD

ciudad de Paita cuenta con 03 centros de atención de Salud:

- El hospital de Apoyo II del I.P.S.S.
- El Policlínico de la Caja de Beneficios Sociales del Pescador y
- El centro de Salud "Nuestra Señora de las Mercedes"

Los dos primeros de construcción moderna y equipamiento semicompleto, y el tercero que data de hace 50 años y cuyo equipamiento es casi nulo.

Además tenemos también que en Paita , existen 23 profesionales médicos y 50 camas en total, lo cual nos permite decir que en Paita existe (01) un médico/2,000 habitantes y 01 cama de hospitalización por cada 800 habitantes.

** SECTOR VIVIENDA Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

En la ciudad de Paita, el problema de la vivienda es significativo, existiendo una gran demanda de viviendas que no es satisfecha con el número actualmente existente. Debido a que existe un gran volumen poblacional que requiere de viviendas adecuadas, se producen continuamente invasiones de terrenos en la zona alta.

Para superar un tanto esta situación el Ministerio de Vivienda a través de Enace, está ejecutando en la ciudad de Paita, la construcción de núcleos básicos de viviendas y lotes con habitación primaria en "Paita Alta" (El Tablazo) para ser adjudicados a las familias de bajos ingresos.

Según estimaciones del INEI-OREI-PIURA, para 1,990 se calcula que en la ciudad de Paita existen 7,065 viviendas. Si tenemos en cuenta que este distrito cuenta con 40,096 personas, se tendría un coeficiente de hacinamiento de 5.7 habitantes por vivienda.

En cuanto a los servicios complementarios (Agua Potable y Alcantarillado), la ciudad de Paita se abastece de agua potable mediante el sistema de captación ubicado en El Arenal, denominado Eje Paita-Talara, por servir a estas dos provincias.

Su capacidad operativa instalada es de 900 lts/seg funcionando en la actualidad a un 40% (360 lts/seg) debido a los problemas energéticos que se presentan y al desvío del cauce del río Chira.

Paita provincia, se abastece con un volumen de 140 L.p.s. de los cuales 25 L.p.s. aproximadamente llegan al puerto y 115 L.p.s. se distribuyen a distritos. Sin embargo es conveniente resaltar que el requerimiento de la ciudad (doméstico) es de 57 L.p.s. aproximadamente, sin considerar el consumo de la Zona Industrial.

Se cuenta además, con una capacidad de almacenamiento total de 6,523 m³, la misma que está conformada por 05 reservorios en el ámbito de la ciudad de Paita y 01 reservorio de 185 m³ en la caleta de Yacila.

Referente al Alcantarillado, a nivel provincial sólo se cuenta con sistema operativo en la zona baja de Paita, que comprende el 40% del distrito de Paita. La zona alta, así como los otros distritos de la provincia, aún no cuentan con este servicio, hallándose en proceso de ejecución las redes del programa habitacional de ENACE y el del Distrito de El Arenal.

Paita además cuenta con un sistema de lagunas de oxidación y cámaras de bombeo, que después de muchos años están siendo reparadas y puestas operativas, con lo cual se evitará la continuidad de contaminación del litoral con aguas servidas, tal como ha venido ocurriendo en los años anteriores.

c) ASPECTOS ECONOMICOS

En la provincia de Paita, resalta como característica principal la persistencia de una estructura productiva no muy diversificada ni integrada, determinada por un patrón de crecimiento orientado hacia el exterior, que se halla sustentado en la riqueza que genera la Agricultura, Pesquería y en menor escala la Minería.

**** SECTOR PESQUERO**

Paita, constituye el principal puerto de la Región Grau. A diferencia de otros puertos del Litoral Peruano, en que la pesca para harina constituye la principal actividad, en este puerto la pesca para consumo humano es predominante, ocupando el primer lugar a nivel nacional.

En nuestra zona se presentan básicamente dos tipos de pesca: la denominada pelágica, constituida por peces como sardina, jurel, cábala, bonito, etc. extraídas por embarcaciones de tipo bolicheras, y la pesca de morsal o de fondo, sustentada por peces como merluza, cabrilla, suco, cachema, lenguado, tollo, etc. extraídas por embarcaciones de tipo arrastreras.

La decisiva importancia de la actividad pesquera en la economía interna local, regional y nacional se manifiesta básicamente en su orientación hacia el mercado externo e interno. En la última década la producción de productos pesqueros congelados para el mercado exterior, se ha desarrollado notablemente, constituyendo un rubro importante para la generación de divisas y empleos en esta parte del País.

Referente a la pesca artesanal, en el litoral de la provincia se albergan varias comunidades de pescadores artesanales, siendo las más representativas: La Islilla, Yacila, Puerto Nuevo y Colán.

**** SECTOR ELECTRICIDAD**

El Sistema Eléctrico de la provincia de Paita, está alimentado desde la Central Térmica del mismo nombre, ubicado en la Zona Alta de la ciudad de Paita, y está interconectado con las Centrales Térmicas de Sullana y Piura.

La Central Térmica, cuenta con seis (06) Grupos Térmicos Diesel, (03 grupos Skoda de 1,100 kw cada uno, y 03 grupos EMA de 2,500 Kw. c/u.), es decir la potencia total instalada de la central térmica es de 10,800 kw; sin embargo la potencia efectiva actual es de sólo 4,700 kw otorgada por 03 grupos térmicos.

Existen 03 grupos malogrados que requieren de urgente reparación.

El sistema eléctrico de la provincia de Paita está constituido por la ciudad de Paita, El Tablazo, Industrias, los distritos de Colán, El Arenal, Amotape, Vichayal y Tamarindo, y el sistema de bombeo de Agua del Eje Paita-Talara, cuya demandas de energía es como sigue:

Cuadro 3.5.- Demanda de Energía de la Provincia de Paita

LOCALIDAD	DIA	NOCHE
Paita	1250	2350
Tablazo	500	900
Industrias	400	400
Distritos	400	800
Eje Paita-Talara	3100	3200
TOTAL	5650	7650

En la ciudad de Paita también existen empresas que producen su propia energía, las que resumimos en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.6.- Empresas que producen su propia energía

NOMBRE	KILOWATTS
Del Mar	2400
Promar	1500
Estación Naval	900
Pesquera Grau	1200
Del Agro	120
Sersa	120
Sepasa	200
Enapu	500
TOTAL	6940

Tal como puede observar, dada la actual potencia efectiva versus la demanda de energía, existe un déficit, lo cual trae como consecuencia que exista una gran restricción del servicio, generando serios problemas socio-económicos (tanto para la industria como para la comunidad en general).

Paita, cuenta además con una central eólica en la caleta de Yacila, con una potencia total de 75.8 kw. y una potencia efectiva actual de 45.8 kw.

Si tenemos en cuenta, la operación de la futura zona franca Industrial de Paita, se estima que ésta para desarrollarse en una área de 210,000 has. requerirá de 47 megavatios de energía; lo cual prácticamente la capacidad de este sector resultaría insuficiente.

**** SECTOR TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

La Infraestructura económica de apoyo en la provincia se ha desarrollado en función a los requerimientos de las actividades productivas de la Región.

En este contexto, se ha construido un sistema de transportes y comunicaciones orientado a facilitar la extracción de los recursos de la provincia antes que al logro de una articulación e integración espacial de la provincia.

Las vías de Transporte son principalmente terrestres y marítima.

Respecto a las vías terrestres, Paita como capital provincial está vinculada mediante dos carreteras asfaltadas a las ciudades de Paita y Sullana, y constituyen sus principales medios para la entrada y salida de sus productos comerciales. Ambas carreteras fueron reconstruidas y/o rehabilitadas después de las lluvias del año 1983, presentando un estado bueno (en el caso de Piura a Paita) y regular (Paita-Sullana), hasta antes del fenómeno de "El Niño" del presente año que a hecho que ahora ambas estén en mal estado.

Existente también otra vía, y es la carretera Paita Miramar, que en parte constituye la antigua Panamericana y conecta a todos los distritos de la margen derecha e izquierda de la provincia de Paita, como son: Colán, El Arenal, Tamarindo, Amotape y Vichayal. En el trazo de esta vía se halla el puente Simón Rodríguez, construido recientemente por la Ex Cordepiura, faltándole sus accesos. Mediante esta vía se puede interconectar Paita con Talara de manera rápida y directa, su estado es deficiente, por lo que se requiere el apoyo urgente del Gobierno Regional para su rehabilitación y de ser posible su construcción a nivel de asfaltado.

Paita además, cuenta con otras vías carrozables hacia las caletas de Colán, Yacila y La Islilla, que constituyen excelentes balnearios y lugares de recreación y descanso.

En el cuadro siguiente se presenta las distancias de la ciudad de Paita a sus distritos y a otras provincias:

Cuadro 3.7.- Distancia de la ciudad de Paita a distritos

DE PAITA A	DISTANCIA (Km)	TIPO DE VIA
El Arenal	20	Asfaltada (carrosable)
Pueblo Nuevo	20	Asfaltada (carrosable)
La Huaca	35	Asfaltada
Amotape	25	Asfaltada (carrosable)
Tamarindo	37	Asfaltada (carrosable)
Vichayal	35	Asfaltada (carrosable)
Miramar	38	Asfaltada (carrosable)
Colán	15	Asfaltada (carrosable)
Yacila	15	Asfaltada
La Islilla	21	Carrosable
Piura	57	Asfaltada
Sullana	60	Asfaltada
Talara	90	Panamericana antigua

En cuanto se refiere a las vías marítimas, Paita constituye uno de los principales puertos del Perú, y como tal, mantiene un significativo intercambio comercial con diferentes países del Orbe.

Cuenta con un terminal marítimo administrado por ENAPU S.A. con capacidad para 04 naves de hasta 30 pies de calado cada una.

En resumen la problemática del sector se basa en lo sgte.:

- Inconclusa rehabilitación de la carretera Paita-Sullana en especial a la altura de La Huaca, Nomara Y Sojo.
- Carencia de mantenimiento constante de las vías : Paita-Miramar, Paita-La Islilla, Paita-Yacila, Paita-Colán. Esto dificulta una integración Provincial, así como, el transporte de carga y pasajeros.
- Escasa cobertura del sistema de comunicación en la provincia.



Foto N° 3.1.- Panorámica del muelle principal del puerto de Paita, perteneciente a ENAPU cuyo largo es de 365 m. por 36 m. de ancho

** SECTOR INDUSTRIA

Actualmente la actividad industrial de la Provincia se orienta básicamente a la producción de bienes de consumo no esenciales (derivados de recursos hidrobiológicos, principalmente), siendo por tanto poco significativa la producción de bienes intermedios y de capital.

Las Empresas Industriales se concentran alrededor de la ciudad de Paita, sin embargo éstas no pueden desarrollarse ni ampliar su capacidad instalada debido

Las Empresas Industriales se concentran alrededor de la ciudad de Paita, sin embargo éstas no pueden desarrollarse ni ampliar su capacidad instalada debido al déficit de energía que persiste en la central térmica de Paita, la cual limita el crecimiento y consolidación del sector industrial.

Sin embargo, merece destacar la creación de la Zona Franca Industrial (ZOFRI) de Paita, dado que promoverá el desarrollo socio-económico armónico de la Región Grau y Paita se constituiría en un polo de desarrollo interregional.

Al respecto la ZOFRI-Paita fue creada mediante D.S. N° 086-90 de fecha 26/07/90 y gozará de un régimen especial en materia aduanera, tributaria, cambiaria, laboral y financiera (ZOFRI, 1992).

El área destinada para la ZOFRI-Paita (940.66 Has.) ha sido donada a la Junta de Administración por el Concejo Provincial y ubicada en la zona de El Tablazo a tres kms. del puerto, entre las vías de Paita a Sullana (Km. 56 + 220 al Km. 52 + 420) y la de Paita a Piura (Km. 52 + 321 al Km. 51 + 460). Esta área cuenta ya con escritura pública correspondiente, así como la inscripción a Registros Públicos.

Se estima que la ZOFRI-Paita, tendrá los sgtes. componentes

- Módulos Agro-industriales e Industriales.
- Agro-Industriales - Alimentos
- Textiles
- Madera e Industria gráfica
- No metálicos - químicos
- Metal-Mecánica
- Ensamblaje - Electrónico - Varios

De hacerse realidad este proyecto se logrará de esta manera un despegue Socio-Económico, no solo de Paita sino de la Región Grau.

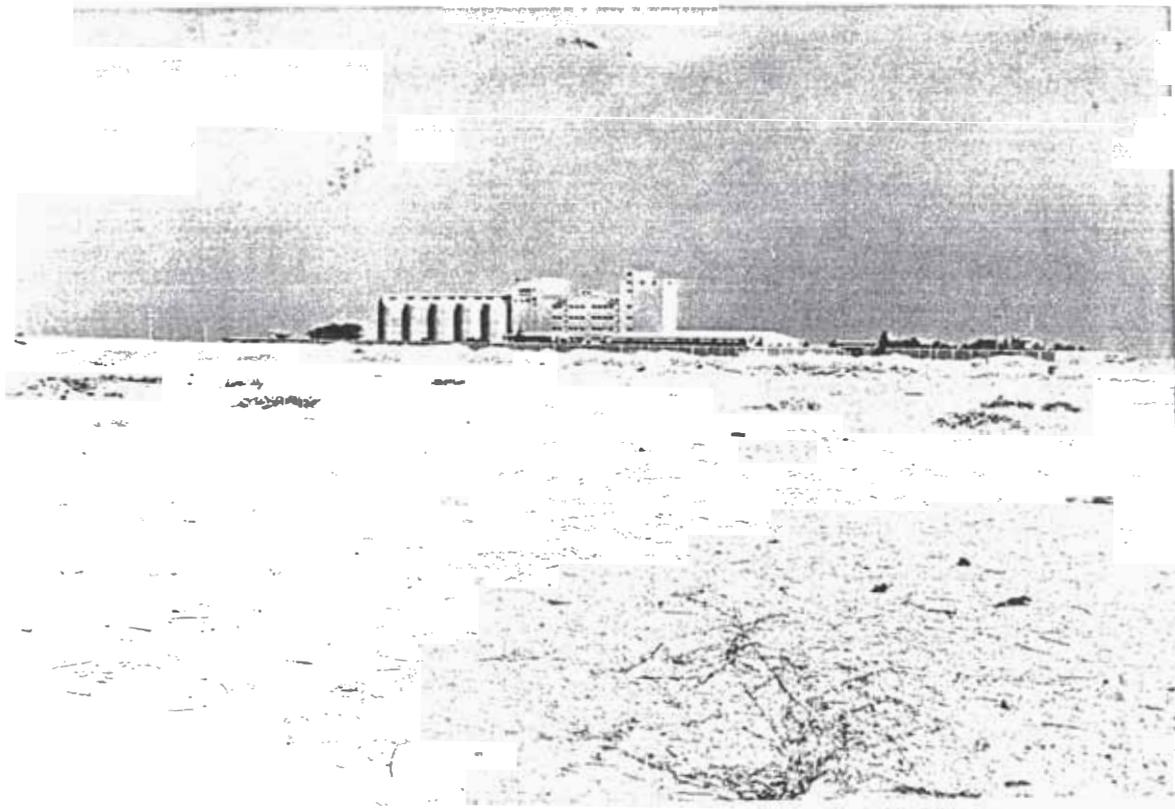


Foto N°3.2 .- Fábrica Nicolini, una de las principales industrias de la ciudad

** SECTOR COMERCIO

El comercio es una de las actividades económicas que más ha crecido en los últimos años en la provincia, lo cual se manifiesta en el considerable incremento del comercio en pequeña escala y ambulatorio en la ciudad de Paita principalmente.

El comercio Exterior en la ciudad de Paita es muy importante, principalmente en lo referente a la exportación de Productos Pesqueros.

El sistema de comercialización de los productos pesqueros a nivel regional y Nacional, se da a través de pequeños y grandes empresarios que acaparan con la producción y lo trasladan a las ciudades de Piura, Chiclayo y Lima, generando al interior de la provincia una pequeña escasez y precios elevados.

**** SECTOR TURISMO**

Paita cuenta con una gama de recursos turísticos que son aprovechados en forma limitada, debido mayormente a la falta de difusión y de inversiones en el sector.

Los elementos más resaltantes con que cuenta la provincia son las playas y los balnearios como : Yacila, La Esmeralda, La Islilla, Los Cangrejos y Colán.

Entre otros lugares turísticos que existen en la provincia podemos citar : La iglesia de San Lucas de Colán, Las Iglesias San Francisco y La Merced de la ciudad de Paita, La Basílicas de Las Mercedes, La Iglesia de Pueblo Nuevo de Colán, etc.

Como servicios complementarios al turismo podemos mencionar que en Paita existen 05 hoteles con una capacidad de alojamiento de 150 camas, además con un centro de retiro que ocasionalmente alberga visitantes con una capacidad de 100 camas y cuenta además con auditorium, comedor y capilla.

**** ORGANIZACION ESPACIAL**

La provincia de Paita se encuentra integrada por 07 distritos, de los cuales 03 se encuentran en la margen derecha del río Chira y cuatro en la margen izquierda. Los distritos ubicados en la margen izquierda son : Tamarindo, Amotape y Vichayal.

El distrito más grande en extensión es Paita con 762.76 Km.

Referente a los asentamientos humanos que existen en la provincia, casi la totalidad se ubican en la ciudad de Paita, en donde actualmente existen más de 20 Asentamientos Humanos y/o Pueblos (VER CUADRO 3.8) , con una población que bordea los 25,000 habitantes y que reside en cerca de 5,000 viviendas y/o lotes. Al respecto hay que resaltar que muchas de ellas están ubicadas en zonas no

apropiadas para la habitabilidad (cerros, quebradas, etc.); sin embargo dada la actual situación por la que atraviesa nuestro país, éstas familias han emigrado hacia esta ciudad en busca de mejores perspectivas de vida, y al no contar con viviendas, buscan un lugar donde vivir, muchas veces en condiciones adversas y sin los servicios básicos indispensables. Esta problemática merece una especial atención por parte de los organismos correspondientes.

Cuadro 3.8.- Pueblos Jóvenes y/o Asentamientos Humanos de la ciudad de Paita

Pueblos Jóvenes y/o Asentamientos Humanos	Habitantes	Lotes	Ubicación
1.- P. J. El Tablazo	1610	325	**
2.- P.J. 13 de Julio	1730	333	*
3.- P.J. San Martín Occidente	960	186	*
4.- P.J. San Martín Central	1370	265	*
5.- P.J. San Martín Oriente	760	150	*
6.- P.J. San Pedro	675	135	*
7.- P.J. La Merced	955	188	*
8.- A.H. 5 de Febrero	1645	327	**
9.- A.H. Hermanos Cárcamo	1245	252	**
10.- A.H. San Isidro	1330	226	**
11.- A.H. San Francisco	1685	352	**
12.- A.H. Las Mercedes	825	165	**
13.- A.H. Nueva Esperanza	985	99	**
14.- A.H. Hermanos Cárcamo	405	81	**
15.- A.H. Ramiro Priale	750	150	**
16.- A.H. Alan García	157	60	*
17.- Ciudad del Pescador I	1520	304	**
18.- Ciudad del Pescador II	1980	396	**
19.- Ciudad del Pescador III	3425	685	**
20.- A.H. El Tablazo - II Etapa	520	104	**
TOTAL	24612	4783	

* "Paita Baja"

** "Paita Alta"

FUENTE: Municipio de Paita

Respecto al Rango político, tenemos que la capital de la provincia es la ciudad de Paita, que en la actualidad se sitúa en quinto lugar en población a nivel regional dada su elevada tasa de crecimiento.

La ciudad de Paita, además de ser el principal núcleo poblacional de la provincia constituye el principal centro de las actividades económicas, administrativo y de servicios de la provincia.

Por estas consideraciones, la ciudad de Paita posee el rango político de mayor nivel en la provincia, influyendo mucho en el desarrollo de toda la Región Grau.

3.4 ESTIMACION DEL NUMERO DE VIVIENDAS

Como vimos en el acápite 3.3 (b) el índice de hacinamiento (i_a) en la ciudad de Paita es igual a 5.70 y la población para el año 2010 habrá crecido a 87560 y el año 2020 será 137284. Si suponemos que el índice de hacinamiento permanece constante, entonces usando la ecuación:

$$\text{POBLACION FUTURA}_{1a} = \text{Número de Viviendas Futuras}$$

Obtenemos que para el año 2010 se requerirán 15362 viviendas y para el año 2020 se requerirán 24084. Sin duda estas metas no se podrán cumplir debido a la enorme superficie de terreno y la enorme inversión que se requerirá para edificar tal número de viviendas unifamiliares, razón por la cual es previsible que ocurra un proceso de densificación y un crecimiento desordenado de la ciudad.

Cuadro 3.1.- Población, Superficie y Densidad Poblacional, según distritos año 1990

DISTRITOS	POBLACION 1990		SUPERFICIE	DENSIDAD POBLACIONAL	ACTIVIDAD ECONOMICA
	HABIT.	%			
Paita	40096	53.1	762.76	52.57	Pesquera
Amotape	2030	2.7	90.82	22.35	Agrícola- Minera
El Arenal	1210	1.6	8.19	147.74	Agrícola
Colán	12245	16.2	124.93	97.21	Agrícola
La Huaca	9103	12.0	599.51	15.18	Agrícola
Tamarindo	4400	5.8	63.67	69.11	Agrícola
Vichayal	6500	8.6	134.36	48.38	Agrícola-Minera
TOTAL	75584	100.00	1784.24	42.36	

Fuente: INEI-OREI-PIURA

Cuadro 3.2- Poblacion Urbana y Rural según distritos año 1990

DISTRITOS	POBLACION TOTAL	POBLACION URBANA		POBLACION RURAL	
		NUMERO	%	NUMERO	%
Paita	40096	39676	99.0	420	1.0
Amotape	2030	1902	93.7	128	6.3
El Arenal	1210	908	81.7	222	18.3
Colán	12245	10217	84.1	2028	15.9
La Huaca	9103	6323	69.5	2789	30.5
Tamarindo	4400	3990	90.7	410	9.3
Vichayal	6500	5204	80.1	1296	19.9
TOTAL	75584	68300	90.4	7284	9.6

Fuente: INEI-OREI-PIURA

CAPITULO IV

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES FISICAS LOCALES

4.1 CARACTERISTICAS FISICAS

4.1.1 GEOMORFOLOGIA

La evolución geomorfológica se encuentra ligada a fenómenos tectónicos y de denutarios regionales, ocurridos en el basamento, que en cierta forma se manifiestan en las rocas cretáceas y terciarias, por reactivación de fallamientos.

También han influido los cambios climáticos, la acción eólica, los glaciares y la precipitación pluvial.

La zona se encuentra ubicada en la zona de la Costa y cuyos rasgos geomorfológicos son de zonas desérticas.

Se han distinguido las siguientes unidades geomorfológicas

a) Cordillera de la Costa.- Constituida por un macizo de lineamiento arqueado alineado por una serie de elevaciones constituida por los cerros Amotape.

b) Repisa Costanera.- Comprende la parte de la Cordillera entre los Amotapes y el Océano pacífico, orientada S0 a NW.

Geomorfología sedimentaria cretácea-terciaria que descansa sobre el basamento.

Las terrazas marinas conocidas como Tablazo constituyen el elemento geomorfológico importante. Son superficies escalonadas horizontales constituidas por areniscas semicompactas, que contienen restos de braquioporas.

c) Depresión Para Andina.- Constituida por una faja de depresión estructural entre la Cordillera Andina y la Cordillera de la Costa de la cual forma parte la cuenca de Sechura.

4.1.2 FOTOINTERPRETACION GEOMORFOLOGICA DE LA CIUDAD

a. Objetivo.- Se trata de reconocer las características geomorfológicas del relieve a partir de fotografías aéreas y en base a esto hacer un diagnostico de los diferentes problemas de geodinámica externa que pueden afectar a la ciudad de Paita. El mapa 4.1 "Fotointerpretación Geomorfológica de la ciudad de Paita" ha sido confeccionado en base a esta interpretación.

b. Alcances.- El estudio se ha basado en 06 fotografías aéreas tomadas en vuelos de 1983, inmediatamente después de el fenómeno de "El Niño" de ese año. Las fotografías no abarcaron la totalidad del área de estudio, ya que la ciudad ha crecido mucho desde entonces.

Cabe resaltar que al momento de escribir estas líneas el Departamento de Planificación del Municipio de Paita ha firmado un contrato con el Servicio Aerofotográfico Nacional para que estos se encarguen de tomar fotos aéreas de toda la ciudad.

c. Características.- En la fotointerpretación saltan a la vista varios problemas. El más importante resulta de la activación de las cárcavas y quebradas de la

zona. Cuando el agua baja por ellas en grandes cantidades (como ocurrió durante "El Niño" severo del 82-83) se producen erosiones y arenamientos además de las inundaciones.

Como se puede apreciar en el mapa 4.1: "Fotointerpretación Geomorfológica de la ciudad de Paita" se han detectado numerosas depresiones, sobre todo en "Paita Alta", como las que se encuentran en: La Ciudad del Pescador, Isabel Barreto I y II y en las ciudades Roja y Blanca. estas depresiones son fácilmente inundables por aguas de filtración, lluvia o escorrentía y ponen en peligro a las edificaciones construidas sobre ellas. En "Paita Baja" también existen depresiones pero no de tanta importancia como en "Paita Alta" ya que las pendientes de la ciudad hacen que casi toda el agua corra hacia la quebrada que baja por el Jirón Zanjón.

Otro problema importante son las cárcavas formadas por erosión pluvial en las laderas de los cerros que circundan "Paita Baja", que comprometen todas las construcciones que se realizan y piensan realizar en esa zona, ya que sobre ella están muchos asentamientos humanos.

Un problema que también merece ser estudiado es la estabilidad de los taludes de los acantilados de la zona industrial II, ya que esta se viene deteriorando por las aguas de escorrentía y por los desagües que por ahí se arrojan al mar.

Estos problemas derivados de la geodinámica externa serán analizados detenidamente en el capítulo VII.

4.1.3 GEOLOGIA

En el presente estudio de microzonificación es importante conocer tanto la geología local como la geología regional, para así poder cumplir con los fines de planeamiento físico propuestos.

****GEOLOGIA DE LA COSTA NORTE DEL PERU**

La costa peruana ofrece notables contrastes. Entre Talara y Sechura, el relieve se caracteriza por presentar extensas terrazas marinas llamadas Tablazos, que terminan en le desierto de Sechura.

La Costa Norte en su parte Noroccidental tiene los siguientes rumbos : NE-SW hasta la altura de Cabo Blanco, N-S de Cabo Blanco a Paita y NW-SE de Sechura al Sur.

Un rasgo fisiográfico importante en la Costa Noroeste lo constituye una alineación de elevaciones, los cuales son restos de una antigua cadena orográfica, tales como : los cerros Illescas, la Silla de Paita y los cerros de Amotape con alturas de hasta 1,600 m.

Esta cadena separa una plataforma Continental emergida, constituida por tablazos marinos al Oeste, de la depresión Para-Andina al Este, disectada por los valles de los ríos Chira y Piura y el desierto de Sechura al Sur que se extiende desde el río Chira hasta la ciudad de Chiclayo.

** GEOLOGIA REGIONAL

El área que conforma la Geología Regional, está ubicada entre los paralelos 5 a 6 grados Sur y 81°45' a 81°55' Oeste, y se caracteriza por constituir cuatro provincias geológicas bien definidas, que de este a Oeste está conformada de la forma siguiente :

- a.- La Faja de la Cordillera Occidental de los Andes, formada por montañas plegadas y elevadas de rocas Paleozóicas y Mesozóicas.
- b.- La cuenca Para-Andina o Gran Cuenca del Terciario, constituida por una faja de depresión estructural, entre la Cordillera Andina y la Cordillera de la Costa, de la cual forma parte la cuenca del Sechura.
- c.- La zona de los macizos occidentales de la Cordillera de la Costa, constituido por 06 bloques hórsticos e ígneos, representados por los cerros Illescas, Islas de Lobos, Silla de Paita, separadas por hundimientos o grábenes.
- d.- La repisa Occidental, correspondiente a la llanura costera emergida solamente al Norte de Paita.

En el plano: "Geología del Noroeste del Perú" se presenta la geología superficial del Noroeste del Perú.

** GEOLOGIA DE LA CIUDAD DE PAITA

La ciudad de Paita está ubicada en un área geomorfológica denominada Repisa Costanera.

La arquitectura geológica es de naturaleza sedimentaria (cretaceo-terciaria) que descansa sobre rocas del basamento de edad paleozoica.

Las terrazas marinas, conocidas como "Tablazos" constituyen elementos geomorfológicos importantes dentro de la Repisa Costanera. estas terrazas son escalonadas, subhorizontales y constituidas por conglomerados y areniscas que contienen restos marinos.

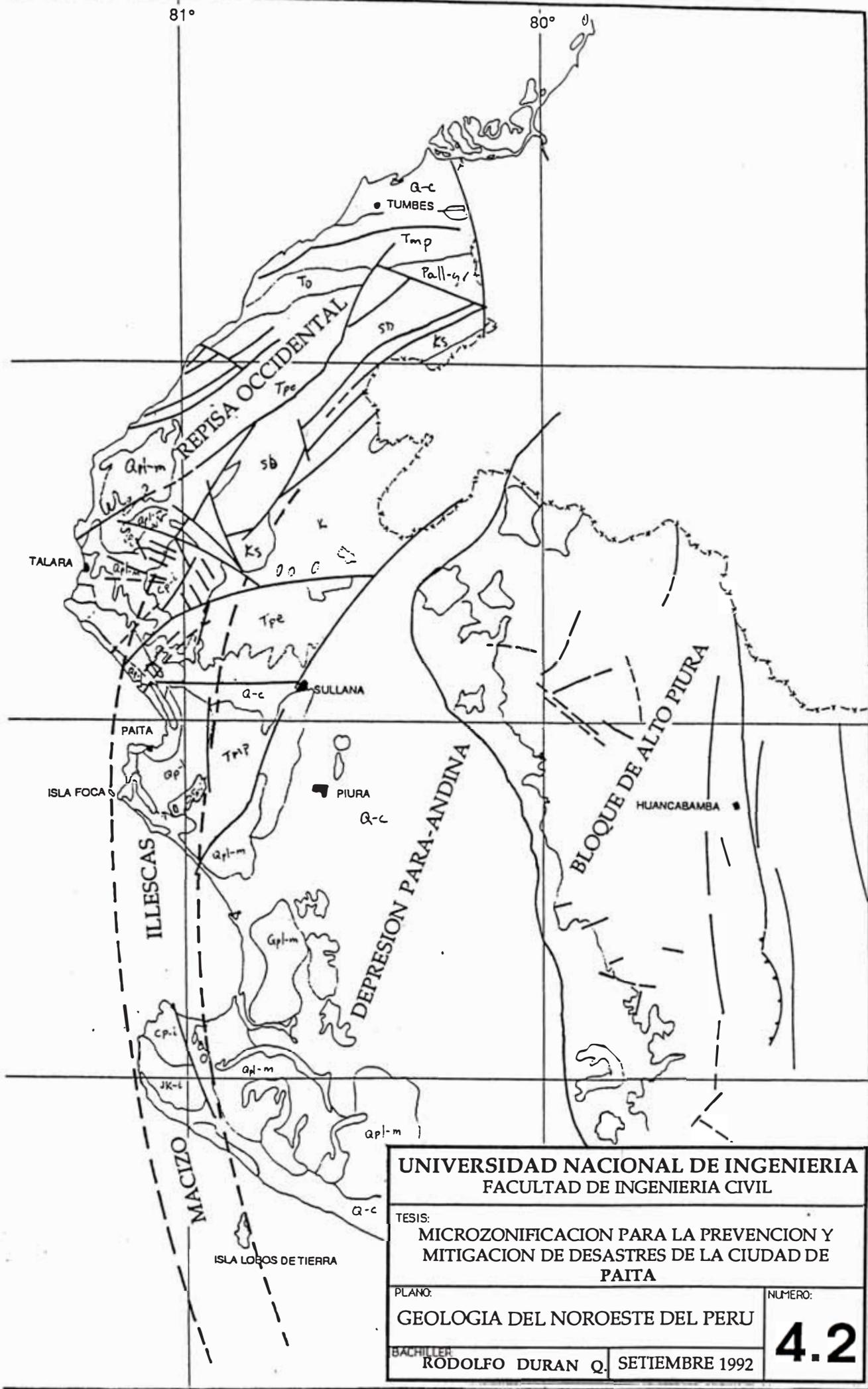
Por debajo de las terrazas marinas existen rocas sedimentarias del Terciario, constituidas por areniscas y lutitas así como conglomerados. Subyacendo a estas se encuentran rocas antiguas del Paleozoico.

En "Paita Baja" existen depósitos cuaternarios marinos, constituidos por arenas con conchuelas. Cerca al mar el nivel freático esta a poca profundidad de la superficie.

La estructura geológica sobre la cual está emplazada "Paita Alta" forma parte del denominado "Tablazo Talara" del cuaternario reciente, como expresión de una de las últimas manifestaciones de la plataforma continental emergida.

El espesor de la formación geológica del Tablazo Talara, alcanza hasta 45m., en el lado de los acantilados; en la ciudad de Paita está constituido por una secuencia de depósitos sedimentarios de carácter marino de aguas superficiales que revelan períodos de clima áridos y secos.

Del carácter petrográfico observado en los sedimentos encontrados se puede decir que el área está cubierta por una interdigitación de sedimentos calcáreos de régimen sedimentológico de aguas superficiales de playa (Ingemmet, 1975).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y
 MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE
 PAITA

PLANO:
 GEOLOGIA DEL NOROESTE DEL PERU

NUMERO:

4.2

BACHILLER
 RODOLFO DURAN Q. SETIEMBRE 1992

4.1.4 TOPOGRAFIA

Este aspecto será analizado solamente desde el punto de vista local, debido a que el estudio se centra sólo en la ciudad de Paita.

La ciudad presenta una topografía singular y propia de una bahía. Esta presenta dos zonas importantes divididas por cerros de pendientes que varían de 4° a 75°.

La primera zona corresponde a "Paita Baja" que se encuentra entre los 0 a 15 m.s.n.m. y la segunda corresponde a "Paita Alta" que esta sobre los 70 m.s.n.m. y entre ambas se ubica una zona intermedia que está entre los 45 y 60 m.s.n.m, que es sobre la que se asientan la mayoría de asentamientos urbano marginales de la ciudad.

En los planos 4.3 y 4.4 del presente capítulo se presenta la topografía de la ciudad, se ha dividido en dos planos topográficos por la gran diferencia que presenta (topografía de "Paita Alta" y topografía de "Paita Baja"). Vale la pena resaltar que los planos han sido confeccionados en base a otros planos puesto que no existe ningún plano topográfico en las oficinas de la ciudad de Paita.

4.1.5 CLIMATOLOGIA

El análisis de la climatología es uno de los factores más relevantes en el presente trabajo, ya que de su buen conocimiento se pueden elaborar planes de prevención que pueden ayudar a salvar muchas vidas. Por citar algunos ejemplos, el conocimiento de las lluvias es importantísimo puesto que el fenómeno de "El Niño" es el principal desastre natural que afecta la ciudad de Paita, así como la temperatura, los vientos, la humedad, etc.

Según Petersen (Petersen, 1981)) "En primer término puede decirse que el clima del Perú es tropical, por su posición entre los paralelos de 2° y 18° lat. Sur; pero como se sabe el clima verdaderamente tropical caracterizado por alto calor y humedad afecta solo al extenso llano amazónico al Este de la Cordillera de los Andes. Igualmente la costa pacífica es cálida, pero en mucho menor grado de lo que le corresponde por la baja latitud que ocupa.

En efecto una comparación entre nuestra costa y la del Océano Atlántico en igual latitud, revela temperaturas inferiores en más de 5°, son estas temperaturas, las que en unión de precipitaciones acuosas reducidas han originado aquella notable aridez, que caracteriza toda la faja costera desde el norte de Chile hasta el Noroeste del Perú. En consecuencia el clima del Perú occidental, es decir del litoral, es más parecido a un clima subtropical que a un clima tropical. Este fenómeno constituye sin duda una anomalía climatológica muy notable".

Para comprender a ciencia cierta el clima de la costa de nuestro territorio hay que conocer el efecto que producen sobre ella las dos corrientes que fluyen a lo largo del litoral. Una de ellas es la corriente de Humboldt, de aguas frías, puesto que viene desde la Antártida, cuya dirección es de SE a NW siguiendo las líneas de la costa; y la otra, la corriente de "El Niño" , de aguas cálidas que viajan de NW a SE (en dirección opuesta a la anteriormente mencionada) que constituye una contracorriente procedente del Ecuador.

Es precisamente en la zona de concurrencia de estas dos corrientes en donde (Norte de el Perú) en donde se sienten con mayor rigor los efectos de el fenómeno conocido como "El Niño", cuyas intensidades varían y son aun materia de estudio por los científicos de todo el mundo.

Actualmente, a nivel mundial, se estudia mucho el fenómeno de "El Niño", puesto que es causante de grandes pérdidas tanto humanas como económicas en muchos de los países del orbe.

Desafortunadamente para nuestro país , el mecanismo de el fenómeno de "El Niño" no es bien conocido, pero es notorio que cuando este se presenta aumenta la temperatura de el agua de mar y varía su densidad, además de presentarse lluvias de diferentes intensidades en la costa norte de el Perú. Además de esto, se producen cambios biológicos en el mar, tales como que se presentan especies marinas de agua tibia en zonas al sur de donde suelen habitar, una gran mortandad de aves guaneras por la desaparición de la anchoveta, alteración del ciclo biológico de algunas especies (como los lobos marinos que postergan su época de reproducción), etc.

El fenómeno de "El Niño" corresponde al caso de penetración de agua cálida poco salina procedente del Norte, las cuales calientan la temperatura del

mar y ocasionan el cese del afloramiento que también puede ocurrir por penetración de agua cálida salada procedente del Oeste.

a.- PRESION ATMOSFERICA

Estudios realizados a nivel mundial nos indican que la presión atmosférica es un indicador muy importante para poder predecir el fenómeno de "El Niño". Pero es solo en los últimos años que se están realizando mediciones apropiadas de esta presión en Piura, a raíz de instalación de un radar atmosférico especial capaz de medir las presiones y los vientos en altura de la rama superior de la circulación Walker en cadena con otros ya existentes a lo largo de la línea ecuatorial, para después compararlas con las presiones en Indonesia, ya que en las últimas apariciones del fenómeno de "El Niño" se ha visto que la disminución de la diferencia de presiones entre Piura e Indonesia nos da un indicador del inicio del fenómeno. Durante el fenómeno de 1983 la presión en la costa Norte del Perú disminuyó en tres hectopascales aproximadamente, mientras que en Indonesia se elevó.

Como veremos más adelante, cuando se produce un fenómeno de "El Niño" la dirección de los vientos cambia y como la presión también está en función de las corrientes de los vientos, esta variará durante la aparición del fenómeno.

Petersen (Petersen, 1981) utilizando barómetros de Mercurio realizó en 1925-1926 algunas mediciones de presión, dándonos una idea de su magnitud. Estas mediciones se tuvieron el 13 de febrero de 1926 arrojando valores de 768 mm a las 0 horas y 12 horas y de 764 mm en promedio en las horas intermedias, dando un promedio de 766 mm en el día. Este promedio se mantuvo en casi todo el mes.

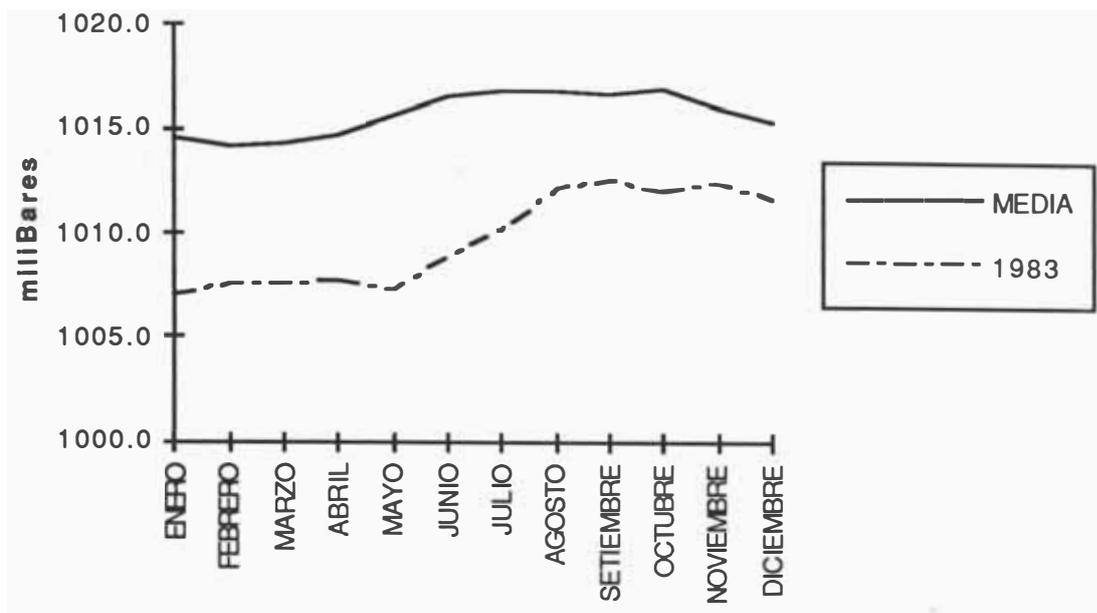


Gráfico 4.1.- "Presión atmosférica vs tiempo: Estación Paita"

b.- PLUVIOMETRIA Y HUMEDAD

Analizaremos dos factores muy importantes, en este acápite, dentro del estudio de la climatología de la zona :

** HUMEDAD ATMOSFERICA

La humedad atmosférica relativa en casi la totalidad de la costa peruana es numéricamente bastante elevada, lo cual contrasta grandemente con la aridez del territorio.

La HUMEDAD RELATIVA es más o menos constante durante todo el año, variando entre 65 y 70%.

Sin embargo, llama poderosamente la atención de que la humedad ambiental promedio sea mayor en los meses de mayo a agosto, es decir en los meses más fríos, aunque ya vimos que la temperatura nunca es muy baja. Esto quizá se deba a la mayor precipitación de los meses de verano. En el gráfico 4.5: "Humedad relativa media mensual vs tiempo", notamos que durante el fenómeno de "El Niño" de 1983, la humedad relativa fue mucho mayor que la media, sobretodo entre enero y mayo.

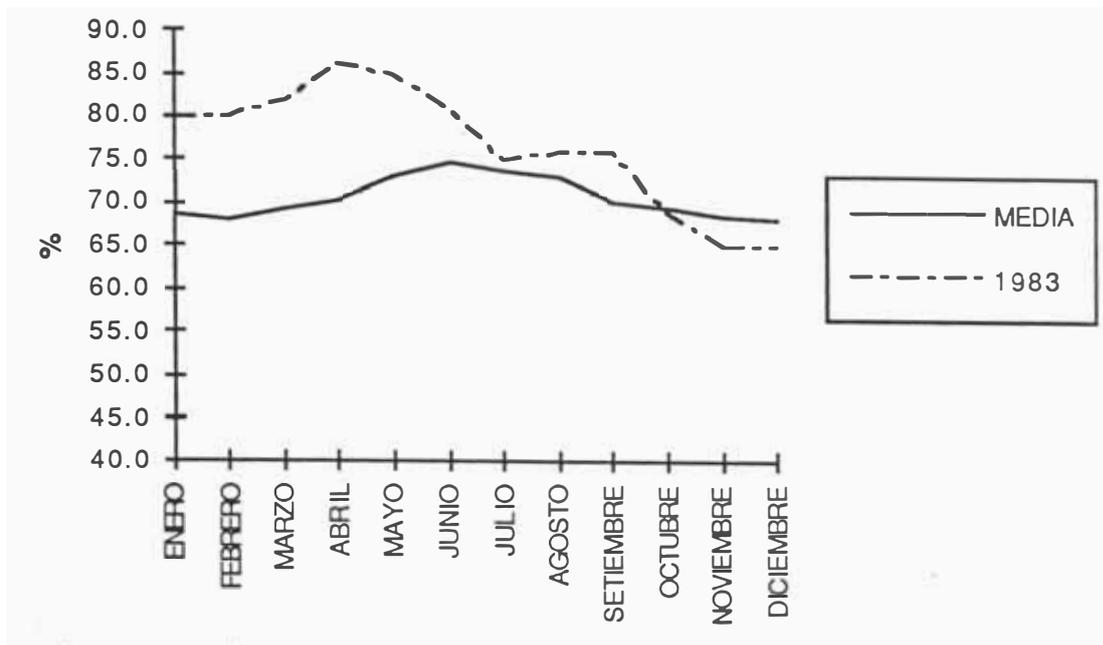


Gráfico 4.2.- "Humedad relativa media mensual vs tiempo: Estación Paita"

** LLUVIAS

Normalmente las precipitaciones promedio anuales son de 70 mm. pero las lluvias de 1,983 fueron las mayores presentadas en este siglo, las que tuvieron características tropicales por su intensidad y frecuencia. En el gráfico 4.1: " Comparación de mm de lluvia entre 1983 y la media" se aprecia que la precipitación de 1983 es varias veces la media del periodo de registro (1972 a 1991). Tal intensidad de lluvia no fue prevista por ningún cálculo hidráulico por lo que se produjeron enormes pérdidas de vidas y de bienes, lamentablemente no existe una estación que mida las precipitaciones en la ciudad de Paita por lo que hemos tomado como referencia la estación Mallares que es la más cercana a al ciudad.

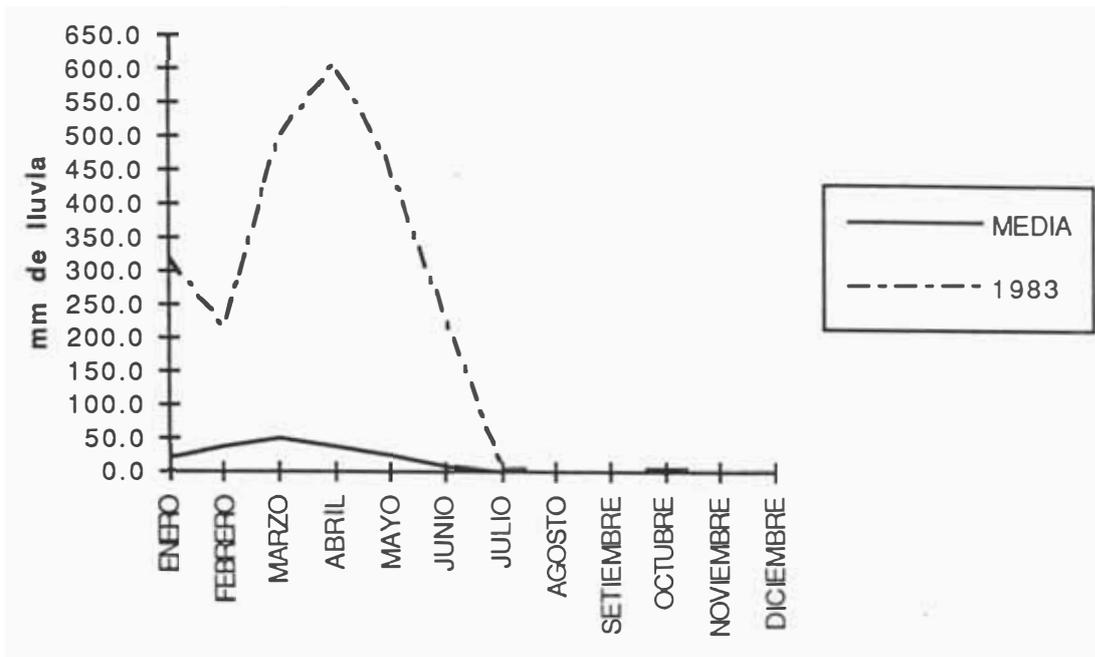


Gráfico 4.3.- "Comparación mm de lluvia entre 1983 y la media: estación Mallares"

En un capítulo posterior analizaremos con más detenimiento los efectos que causan las lluvias.

c.- TEMPERATURA

Las temperaturas máximas mensuales varían entre 25 y 37 °C y las mínimas entre 13 y 24 °C. La temperatura media corresponde a un promedio de 22 °C

En el gráfico 4.4: "Comparación entre la media y 1983 en °C: estación Paita" se observa lo siguiente:

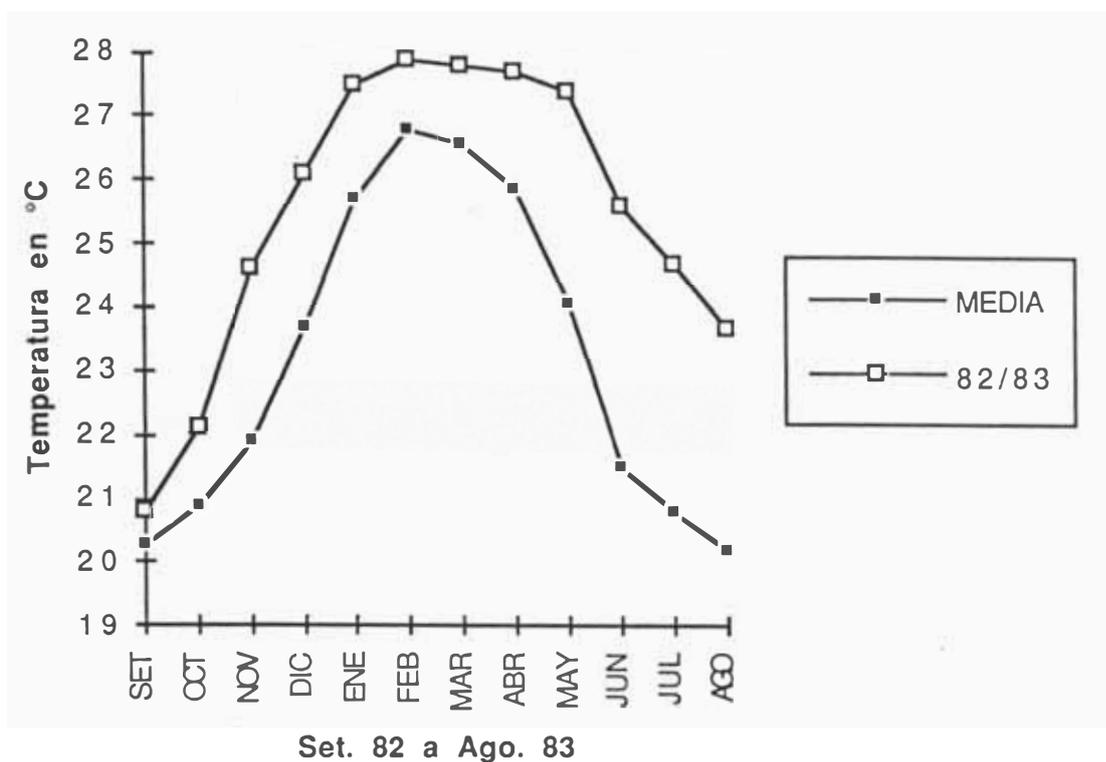


Gráfico 4.4.- "Comparación entre la media y 1983 en °C: estación Paita"

- i. El clima es bastante caluroso, con una temperatura promedio en el verano de más de veintiséis grados centígrados y en el invierno mayor de veinte.
- ii. La diferencia entre las temperaturas medias máximas y mínimas no son muy grandes, con la media apenas un grado de diferencia entre estas.
- iii. Los meses más calurosos corresponden a los de diciembre a mayo, pero entre enero y abril son mucho más notables las temperaturas altas.
- iv. Los años que corresponden a los de el fenómeno de "El Niño" son los más calurosos, como podemos apreciar en el gráfico 4.4: "Temperatura en °C vs tiempo", donde se compara la temperatura media mensual de los últimos años con la media mensual correspondiente a 1983; incluso aquí se observa que la diferencia es de pocos grados pero si es notable un desplazamiento o engrosamiento del periodo caluroso hasta los meses de agosto e inclusive setiembre.

d.- VIENTOS

La velocidad promedio del viento, en la ciudad de Paita, es de 10 Km/h y sopla en dirección Sur-Oeste entre las 12 a.m. y 7 p.m. (ver cuadro 4.XX).

Los registros en el Período 1972-1989 revelan predominancia en la dirección de Sur a Norte, con velocidades que fluctúan entre 3 y 4 m/s. Sin embargo, cuando ocurre el fenómeno de "El Niño" el viento cambia de dirección viniendo del Sudoeste en las etapas iniciales, para luego venir del Oeste durante las etapas de máxima intensidad.

Los vientos predominantes se producen en los meses de setiembre a enero con un promedio de 3.9 m/s, en general son más fuertes en el invierno, ocurriendo las velocidades máximas a las 18:00 horas y las mínimas a las 07:00 horas.

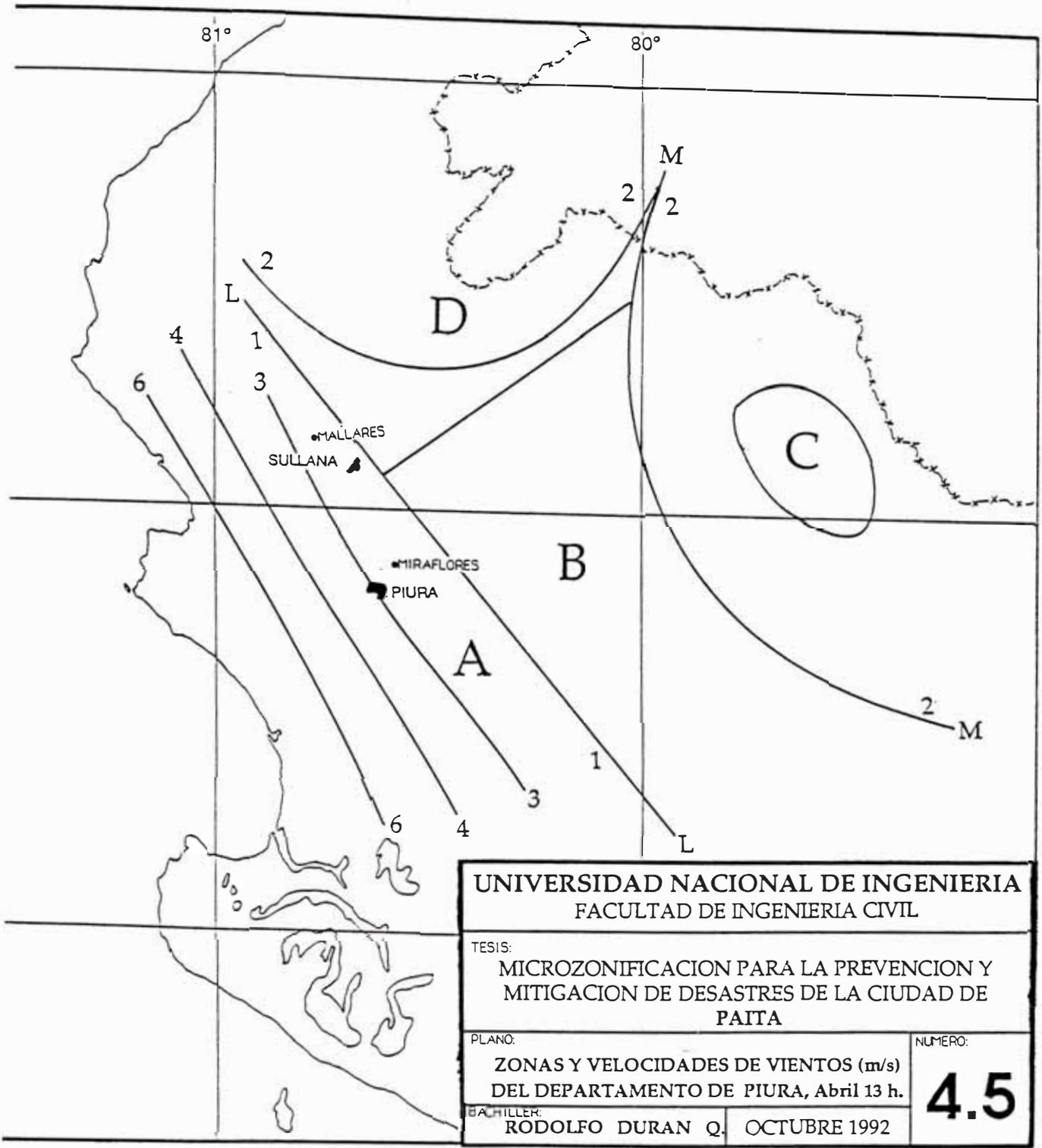
Cornejo (1982), da unas pautas regionales para los vientos, divide la región en cuatro zonas, las cuales se pueden ver en el mapa 4.5: "Zonas de Viento del Departamento de Piura y Velocidad del Viento (m/s) en Abril a las 13 horas". Sullana se encuentra ubicada en la zona A la cual limita por el Oeste con el Océano Pacífico y por el Este con la línea imaginaria LL. En esta zona observamos que la velocidad del viento aumenta según un patrón que va de la línea LL hacia el mar.

4.1.5 HIDROLOGIA

Es importante analizar este aspecto, tanto desde el punto de vista superficial como subterráneo.

a.- ACUIFEROS EN LA CIUDAD DE PAITA

En la ciudad de Paita no existe una formación o capa saturada de agua, debido a que entre el río Chira y la ciudad existe una capa impermeable que no permite el paso de las aguas y las desvía hacia la ciudad de Piura.



b.- NAPA FREATICA SUPERFICIAL

Por observaciones hechas en la misma ciudad por el autor solo se pudo observar agua en el subsuelo en las zonas muy cerca al mar, de lo que se deduce que es solo intrusión marina.

En cuanto a la hidrología superficial no hay ningún río que atraviese la ciudad y los ríos de la provincia no influyen directamente en la ciudad en ninguno de los posibles casos de desastres.

4.2 MECANICA DE SUELOS

4.2.1 DESCRIPCION DEL SUBSUELO DEL AREA DE ESTUDIO

La ciudad de Paita presenta una estratigrafía irregular, hay gran diferencia entre los suelos de fundación de "Paita Baja" y "Paita Alta", los cuales se describen a continuación:

a) "Paita Baja"

El subsuelo de "Paita Baja", presenta hasta tres zonas distintas: los suelos al pie del mar, los suelos en las cotas de 1m. a 8m. y los suelos de las laderas de los cerros que circundan el Casco Central.

La primera zona está constituida por rellenos que se hicieron con el objetivo de ganarle tierras al mar, por sedimentos marinos depositados y por material aluvial proveniente de las quebradas que desembocan en el mar. No presenta una estratigrafía definida y se han hallado desde material de relleno, escombros hasta material areno arcilloso, cantos angulares de pizarra, filitas, esquistos, coquina, material arcilloso de carácter expansivo así como suelos con carbonatos y sulfatos característicos de "Paita Alta". En esta zona puede producirse expansión, colapso, amplificación de ondas además de problemas de infiltración puesto que la napa freática es muy alta. Esta zona pertenece a Puerto Nuevo, La Punta y la parte baja del Casco Central.

La segunda zona comprende todo el Casco Central y presenta una estratigrafía bastante uniforme. Aparece un relleno de material arcilloso,

Clasificación SUCS: CH, que tiene un espesor de aproximadamente un metro, encontrándose húmedo.

Por debajo del relleno aparece una capa de arena arcillosa, clasificación SUCS: SC de aproximadamente 0.50 m. de espesor, que se encuentra en estado semisuelto. $N = 3$ golpes/pie.

Subyacente a este estrato, hasta los 4.0 m. de profundidad ~~aproximadamente~~, existen arenas finas, uniformes mal graduadas a limosas, Clasificación SUCS: SP Y SM, de compacidad media. $N \geq 20$ golpes/pie y $\phi \approx 33^\circ$, capacidad portante aproximada es de 1.0 kg/cm^2 a 1.50m de profundidad y de 2.0 kg/cm^2 a los 3 m. de profundidad.

A partir de los 4 m. de profundidad la arena se vuelve gruesa, bien graduada con porcentajes con porcentajes de gravas en el orden del 10% y con finos. Clasificación SUCS: SW y SW - SM.

El nivel freático es superficial, aproximadamente a un metro de profundidad, profundizándose a medida que van aumentando las cotas del terreno puesto que se trata de intrusión marina.

Dada las características del suelo de esta zona existe la posibilidad de que se de el fenómeno de licuación (ver Anexo XX) en el caso de que se de un sismo severo y de larga duración; por lo que será necesario una investigación específica de sobre los efectos de la licuación de suelos sobre las futuras edificaciones.

Puede existir ataque de sulfatos al concreto, así que se recomienda la utilización de Cemento Tipo II.

La tercera zona la conforman las laderas de los cerros que circundan el Casco Central. Por las evidencias en el campo se puede decir que es la zona que más problemas presenta. Desafortunadamente solo existe un estudio de suelos de esta zona, esta zona comprende una gran área, sobre la cual se asientan todos los asentamientos humanos de "Paita Baja".

De las muestras ensayadas en el estudio de suelos comentado, se aprecia que el suelo está compuesto por montmorillonitas sódicas muy activas y que

han producido daños considerables en las casas de la zona, indicándose además la presencia de pequeños lentes de sales concentrados dentro del mismo suelo, cuya identificación química arroja los siguientes resultados:

Tabla 4.1.- Resultado del Análisis Químico

Sales en forma de cloruros (100%)		Aniones presentes	
sodio	94.25%	cloruros	98.42%
potasio	5.04%	sulfatos	1.10%
magnesio	0.52%	nitritos	0.47%
calcio	0.10%	boratos	0.01%
aluminio	0.08%	yodatos	0.01%
otros	0.01%	nitratos	0.00%
		oxalatos	0.00%
		cloratos	0.00%

deduciéndose que se trata de cloruro de sodio presumiblemente de origen marino por la formación geológica de la zona.

De todas las arcillas que existen los mayores problemas de cambio de volumen son causados por suelos que contienen una cantidad significativa de mineral montmorillonita.

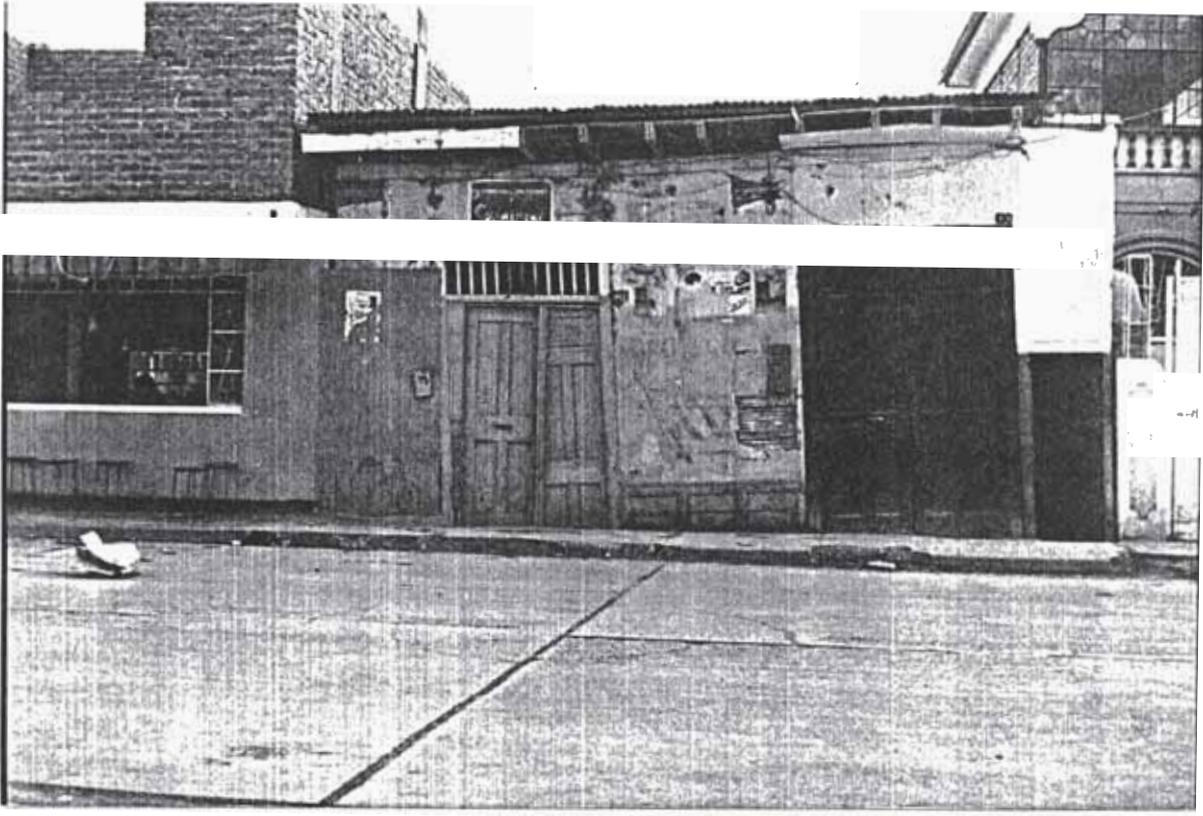


Foto 4.1.- Asentamiento diferencial en "Paita Baja"

b) "Paita Alta"

Los estudios de suelos recopilados, las consultas a profesionales del lugar y las inspecciones de campo realizadas nos han permitido determinar que el suelo de "Paita Alta", presenta una estratigrafía uniforme, predominando un material limoso que presenta características de plasticidad variable (de no plástico a plástico), cuya presentación es similar en todo el área.

Predomina en la parte superficial depósitos irregulares de Coquina fragmentadas o molidas, compactas, constituídas por conchas cementadas con soluciones calcáreas que engloban fragmentos de rocas metamórficas (pizarras y cuarcitas). Los espesores varían entre 0.1 y 2.0 m.

Cabe indicar que también existen zonas constituídas por arena media a fina de color marrón claro, de apariencia eólica y con presencia de materia orgánica. Clasificación según el sistema unificado SUCS: SM. Se encuentra en pequeños espesores, con lentes de carbonatos.

Subyacendo a este estrato existe una arena limosa no plástica de color plomo blanquizco con trazas de gravilla y fragmentos de pizarra. Presenta concentraciones de material calcáreo similar al yeso, en su apariencia, pero se trata de una "toba calcárea" o "creta" (este material ha sido explotado por los pobladores del lugar). Clasificación según el sistema unificado SUCS: SM. Su potencia es variable.

A partir de este estrato se encuentra un material limoso no plástico, de color plomo blanquizco con presencia de material calcáreo (toba calcárea). Clasificación según el sistema unificado SUCS: ML. Todo esto hasta una profundidad promedio de 2.50m. Es el suelo que predomina. $N \geq 16$ golpes/pie y $\sigma \approx$ de 32° correspondiendo a suelos en estado compacto.

Subyacendo a este estrato y hasta la profundidad de 6.5 m. aproximadamente existe una arcilla limosa de color marrón verdoso que presenta venas de material calcáreo, y una plasticidad de baja a media. Ocasionalmente engloba fragmentos de conchas y rocas metamórficas. Clasificación según el sistema unificado SUS: CL.

En ninguno de los estudios de suelos consultados se encontró el nivel freático ni sedimentos expansivos.

La capacidad portante es de aproximadamente 1.0 kg/cm^2 para el primer metro y va aumentando gradualmente según la profundidad.

Dada las condiciones geotécnicas del suelo, se deberá seguir un adecuado procedimiento constructivo, debido a que el rendimiento tanto del personal como de la maquinaria no será el mismo comparado con el obtenido en el suelo predominante del Departamento de Piura (arena fina de origen eólico).

La presencia de sulfatos y sales solubles en el suelo es elevada, por lo que para evitar problemas de corrosión en los cimientos se recomienda utilizar

un concreto resistente a estas sales. Para lograrlo se deberá usar cemento portland tipo II o tipo V. También se halló presencia de carbonatos, por lo que existe la posibilidad de colapso. Se recomienda tener especial cuidado durante la construcción de las instalaciones de agua y desagüe, debiéndose emplear un adecuado sistema de impermeabilización, principalmente en las conexiones, con el fin de evitar fugas de agua que serán perjudiciales a la cimentación.

El perfil estratigráfico descrito se repite en la cara expuesta de los acantilados de "Paita Alta". Pero en el caso de darse un fenómeno de "El Niño" intenso deberá observarse el comportamiento de los taludes y ejecutar estudios de estabilidad adicionales.

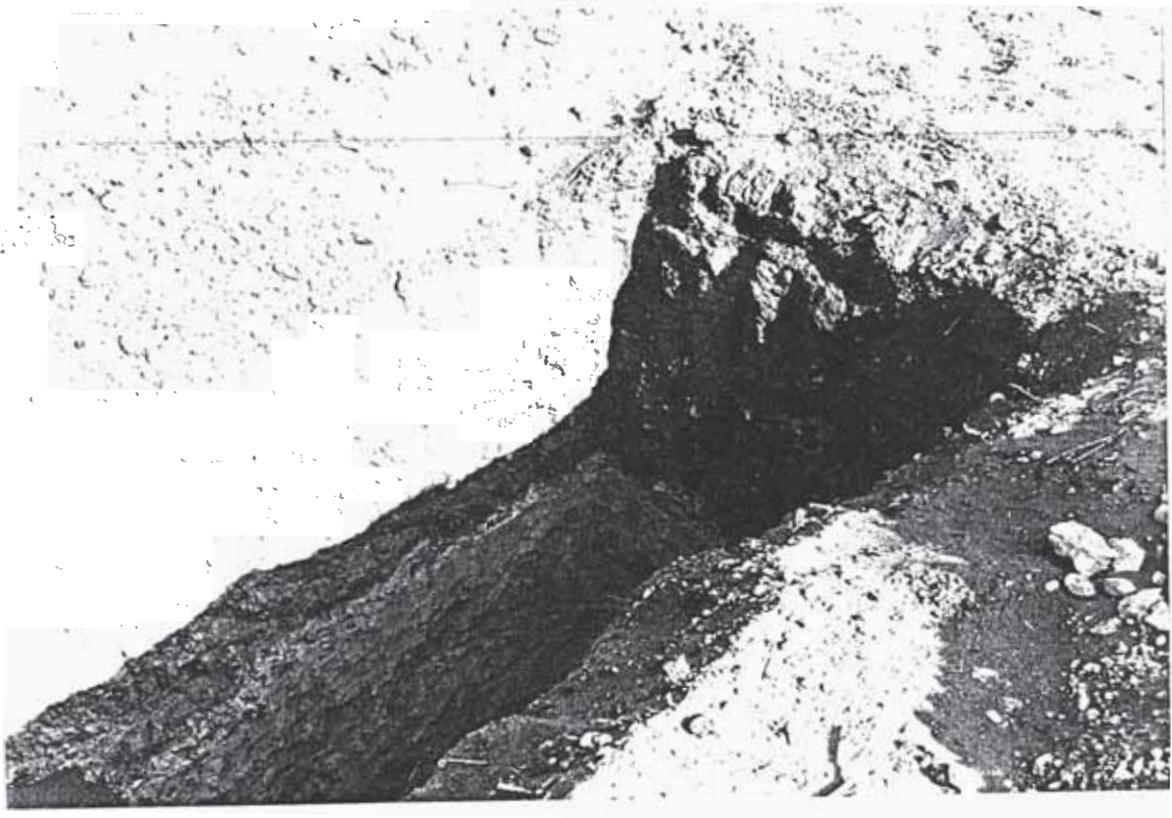


Foto 4.2.- Calicata en "Paita Alta"



Foto 4.3.- Material extraído una calicata en "Paita Alta", notese la presencia de carbonatos.

4.2.2 SUELOS EXPANSIVOS

Arnaldo Carrillo (Carrillo, 1966) nos aclara que la expansión y contracción de los suelos está íntimamente ligada al contenido de humedad del suelo arcilloso. Se da en muchos lugares del mundo pero sobretodo en en aquellas regiones de clima seco y aridez casi permanente, o donde se da una estación muy seca seguida de otra muy seca. El primer caso ocurre en Sullana, que es muy árido y se ve azotado por intensas lluvias únicamente durante los extraordinarios fenómenos de "El Niño".

Los movimientos de suelo expansivo son irreversibles y estacionales. Los movimientos irreversibles dan lugar a levantamientos progresivos de las diferentes partes de las edificaciones y eventualmente pueden producir su completa destrucción. Los movimientos estacionales se originan por cambios del clima de seco a lluvioso o variación estacional, por lo que resultan más peligrosos ya que origina daños o grietas que se abren y cierran de acuerdo a la estación del año o dan lugar a movimiento de ascenso o descenso en las edificaciones, que es lo que se da "Paita Baja" sobretodo cuando ocurren las fuertes precipitaciones de el fenómeno de "El Niño" (Carrillo, 1983).

Las arcillas se encuentran en en las laderas de los cerros de "Paita Baja" formando estratos de diferentes dimensiones y espesor. Sobretodo en las zonas siguientes:

- i) Zona en donde se encuentra ubicado el A.A.H.H. La Merced y en la falda del cerro donde se encuentra ubicada La Basílica.
- ii) Asentamientos Humanos San Martín Occidente, San Martín Central ubicados al lado Sur del Jirón Zanjón.
- iii) Asentamientos Humanos San Martín Oriente, 13 de Julio y Nueva Esperanza ubicados al lado Norte del Jirón Zanjón.

Las arcillas encontradas son básicamente compuestas de montmorillonita sódica y son muy activas, indicándose además la presencia de pequeños lentes de sales concentrados dentro del mismo suelo (Carrillo, 1988).

Según Carrillo, para el reconocimiento cualitativo se requiere:

- a) Contenido de Humedad: Las arcillas con contenido de humedad mayor o igual a 30% son menos peligrosas pues parte del hinchamiento ya se produjo. Se debe tener presente el proceso de desecación.
- b) Densidad Seca: Generalmente los suelos con densidad seca mayor de 1.76 gr/cm³ muestran alto potencial de hinchamiento.
- c) Según las Propiedades Indices:

% pasa malla # 200	LL (%)	Nspt	% Total de probable expansión	Presión de esponjamiento (kips/pie ²)	Grado de expansión
95	60	30	10	20	Muy Alto
60 a 95	40 a 60	20 a 30	3 a 10	5 a 20	Alto
30 a 60	30 a 40	10 a 20	1 a 5	3 a 5	Medio
30	30	10	1	1	Bajo

Tabla 4.2.- Granulometría de los suelos expansivos

d) Medición directa en el consolidómetro unidimensional convencional.

De acuerdo a los puntos anteriores se nota que la mayor parte de las arcillas se encuentran en las pendientes de los cerros que circundan la ciudad, que son también las zonas de formación de cárcavas; es por esto que cuando llueve el paisaje natural se transforma sensiblemente en estas zonas.

Para contrarrestar los efectos que el suelo expansivo origina al producirse un cambio en su equilibrio de humedad, con el consiguiente aumento de volumen, es necesario adoptar una serie de procedimientos de construcción, eligiendo el método más eficiente de acuerdo al medio ambiente y tipo de suelo, dándole el tratamiento adecuado que permita la cimentación en cada caso; tratamiento que dependerá no solo de la forma y tipo de estructura o de la magnitud de expansión a esperarse, sino también de otros factores adicionales, tales como la variación del rango de expansión en el área ocupada por la estructura, la variación del esfuerzo rotacional aplicado a la edificación como resultado de una expansión diferencial y por último la influencia de la práctica constructiva local o procedimientos de construcción utilizados en cada lugar y su incidencia en la magnitud de los daños originados por el proceso expansivo, por todo lo expuesto se recomienda realizar un análisis en cada caso que se quiera construir una nueva edificación en "Paita Baja", ya que los suelos expansivos requieren de un estudio más detallado, como investigaciones de estos suelos especiales y su influencia en las cimentaciones.

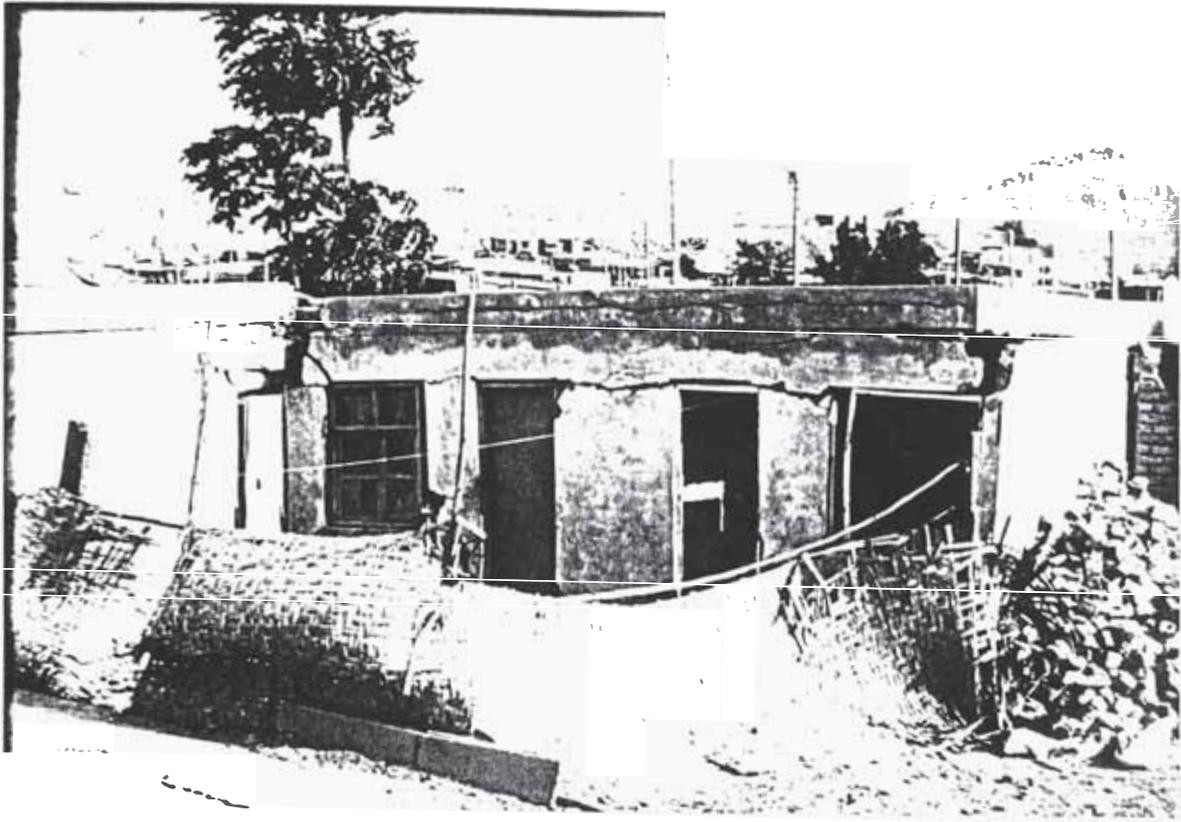


Foto 4.4.- Casa completamente destruida por las acción de las arcillas expansivas.

4.2.3 SUELOS COLAPSABLES

Son suelos que en contacto con el agua aumentan su relación de vacíos (e), o lo que es lo mismo, su relación de vacíos disminuye junto con su volumen. Se consideran suelos potencialmente colapsables a los que poseen cantidades significativas de carbonatos de calcio y de magnesio, sales y sulfatos solubles. Lo que ocurre es que el agua disuelve con facilidad estos elementos dejando cangrejas dentro de la roca, la cual al estar sometida a una carga, como una edificación, colapsa causando el asentamiento de la estructura sobre él (Lino, 1992).

Se han encontrado lentes de carbonatos de color blanco en diversas partes de la ciudad, ya sea en forma de lentes como mezclados con limos y arenas. Se han encontrado sobretodo en:

- a) Toda la zona de El Tablazo sobre la cual se asienta "Paita Alta".
- b) La zona de La Punta y Puerto Nuevo, cuyo suelo de fundación es heterogéneo ya que se trata de rellenos sin ninguna graduación en los cuales se han encontrado carbonatos, arcillas expansivas y sales solubles. .

Jiménez (Jiménez, 1980), afirma que "la causa desencadenante del colapso es siempre la presencia de agua. Aunque otra de las circunstancias que deben ser concurrentes es la de una carga, en general mayor de la previamente actuaba sobre el suelo, este fenómeno se presenta casi exclusivamente en zonas áridas, en donde el terreno ha podido conservar una estructura floja gracias a que nunca ha llegado a estar saturado". Por ello, en todas estas zonas se deberá tener cuidado con las tuberías de agua y alcantarillado y de disponer un adecuado sistema de drenaje pluvial.

Es importante realizar ensayos de colapso en las zonas de expansión al Oeste y hacer obligatorio estos ensayos en todo proyecto que se vaya a ejecutar en la ciudad.

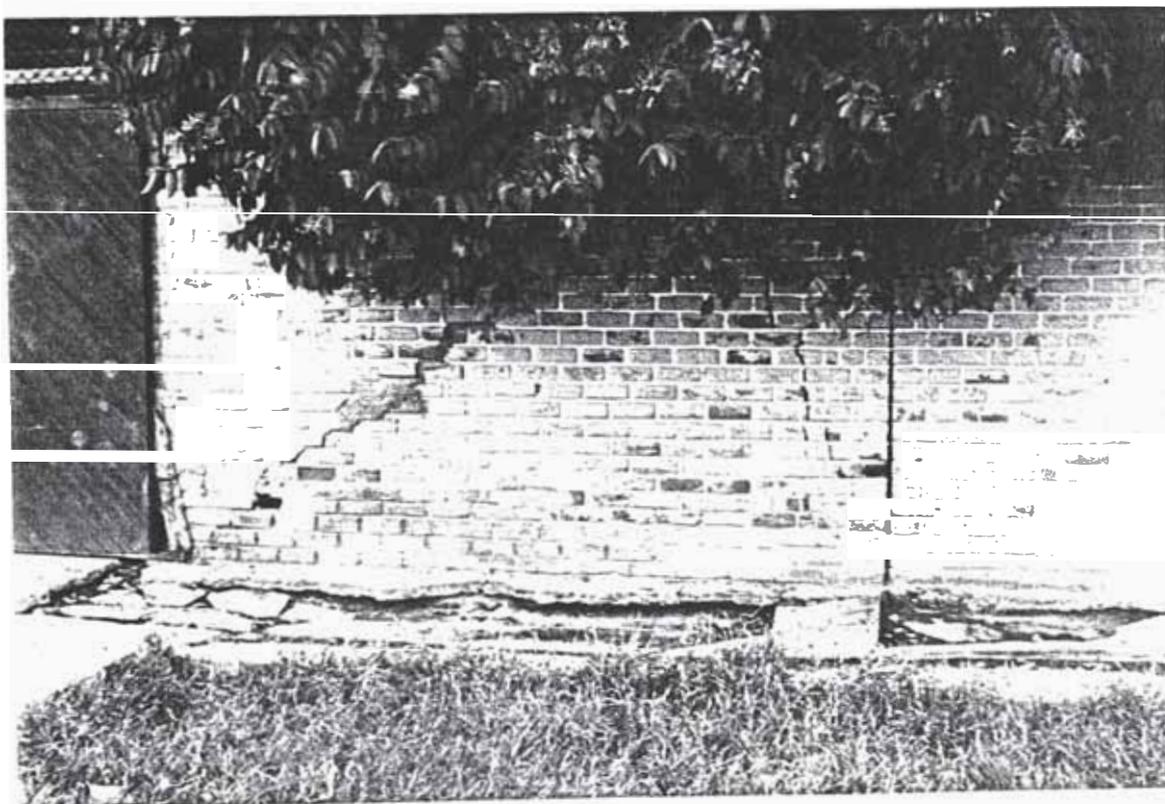


Foto 4.5.-Asentamiento por colapso, con grieta de 45°

4.2.4 AGRESIVIDAD DE SUELOS

Los suelos conteniendo sales solubles si están al estado seco no atacan al concreto en forma directa sino cuando hay presencia de aguas pluviales, de riego o las provenientes de fugas de conductos y reservorios.

De todo los estudios de suelos consultados solo en dos se encuentran análisis químicos (Estudios de Suelos N° 12 y 15), pero estos parecen haber sido hechos desconociendo el propósito para el cual iban a servir, puesto que no especifican los tipos de sales que se han encontrado en las muestras.

De los reconocimientos en el campo ya mencionados y consultando a Ingenieros Civiles que han construido edificaciones en "Paita Alta" se sabe que existen carbonatos, sulfatos y sales solubles en esta zona (ver foto N° 4.3), por lo que se recomienda que se incluyan análisis químicos bien hechos en los estudios de mecánica de suelos que se piensen realizar en esta zona.

A continuación en la tabla 4.3 se dan los contenidos de sulfatos en aguas y suelos, así como su grado de agresividad al concreto.

Tabla 4.3.- Grado de agresividad de los sulfatos

Grado de agresividad	Sulfatos en el agua (SO ₄) en p.p.m.	Sulfatos en el suelo (SO ₄) disueltos en el agua (en %)
Leve	0 - 300	0.00 - 0.10
Moderado	300 - 2000	0.10 - 0.20
severo	2000 - 10000	0.20 - 2.00
Muy severo	> 10000	> 2.00

Las soluciones alcalinas, ácidos orgánicos, ácidos inorgánicos y gases infiltrados directamente hacia las cimentaciones o disueltos en las aguas freáticas o de infiltración pueden atacar al concreto. En la tabla 4.4 se indica de manera cualitativa el efecto de diferentes compuestos químicos sobre el cemento.

Tabla 4.4.- Efecto de diferentes compuestos químicos sobre el cemento

Rango de ataque a temp. ambiente	Acidos Inorgánicos	Acidos Orgánicos	Soluciones Alcalinas	Sales Solubles	Misceláneos
Rápido	Clorhídrico Fluorhídrico Nítrico Sulfúrico	Acético Fórmico Láctico	-	Cloruro de Aluminio	-
Moderado	Fosfórico	Tánico	Hidróxido de Sodio al 20%	Nitrato de Amonio Sulfato de Sodio Sulfato de Amonio Sulfato de Magnesio Sulfato de Calcio	Bromo (gas) Sulfato Volátil
Ligero	Carbónico	-	Hidróxido de Sodio 10-20% Hipoclorito de Sodio	Cloruro de Amonio Cloruro de Magnesio Cloruro de Sodio	Cloro (gas) Agua de mar Agua Blanda
Despreciable	-	Oxálico Tartárico	Hidróxido de Sodio 10% Hipoclorito de Sodio Hidróxido de Amonio	Cloruro de Calcio Cloruro de Sodio Nitrato de Zinc Cromato Sódico	Amoniaco (líquido)

La cristalización de sales de sulfatos en los poros del concreto pone en acción un mecanismo de ataque puramente físico que no involucra al cemento, pero que también trae como consecuencia el deterioro del concreto.

En el caso de ataque por ácido sulfúrico, se presenta un deterioro acelerado debido a que el sulfato de calcio formado desarrollará adicionalmente el ataque descrito en el párrafo anterior.

Se recomienda tener en cuenta lo siguiente en futuras edificaciones: la protección contra el ataque de sulfatos se hace usando concretos densos de

alta calidad, con relaciones agua/cemento bajas y un cemento portland con la necesaria resistencia a los sulfatos. En la tabla 4.5 se dan las recomendaciones para el tipo de cemento portland y la relación agua/cemento para concretos de pesos normales que estarán expuestos a la acción de sulfatos de agua freática.

Tabla 4.5.- Tipo de cemento Portland según agresividad

Grado de agresividad según tabla 4.3	Tipo de Cemento Portland recomendable	Relación Agua/Cto. máxima
Leve	Cualquiera	-
Moderado	Tipos II, IP, IS	0.50
Severo	Tipo V	0.45
Muy Severo	Tipo V y protección adicional	0.45

CAPITULO V

GEODINAMICA INTERNA



Como es de conocimiento de todos, la geodinámica interna esta representada por la sismicidad. La ciudad de Paita se encuentra situada en una de las zonas sísmicas más activas del Perú. En la zonificación sísmica del Perú, Paita se encuentra ubicada en la zona I, que es considerada de sismicidad alta.

5.1 ORIGEN Y GENERACION DE SISMOS

Durante las décadas de 1950 y 1960 se publicaron muchos trabajos acerca de la deformación de los fondos oceánicos y el desplazamiento de las masas continentales, que son considerados como el punto de arranque de la teoría de la tectónica global, la cual en forma integrada explica el origen de los sismos, la ocurrencia de los volcanes, la formación de las cadenas montañosas y fenómenos de magnetización y parcialmente la deriva de los polos magnéticos, todo esto en forma lógica y coherente.

5.2 SISMOLOGIA GENERAL

La energía elástica acumulada a lo largo del tiempo en las zonas de convergencia o de movimientos relativos entre diferentes bloques de la corteza, se libera súbitamente cuando se producen desequilibrios. La energía liberada se debe disipar para que el medio pueda retornar a su condición de equilibrio. La disipación se produce por el desplazamiento del estado de esfuerzos liberados. La disipación obedece a los fenómenos de fricción y debilitamiento de la intensidad energética a medida que las ondas se alejan de la fuente que las originó (Sarria, 1990)

En el proceso de radiación existen tres dominios de transferencia, llamados los campos cercano, intermedio y lejano. El más complicado de estudiar analíticamente, el cercano, es el de mayor interés para la ingeniería sísmica, puesto que en éste las características de la fuente son significativas; no es así en los otros dominios. Además, en el campo cercano las aceleraciones, velocidades y desplazamientos de las partículas del medio transmisor llegan a sus máximos valores.

La energía liberada se irradia desde el origen del sismo de manera tridimensional en forma de ondas elásticas, a través de la masa terrestre llamándose a estas Ondas Corporales; y cuando estas ondas llegan a la superficie originan ondas que se transportan a través de la superficie divisoria por lo que se les llaman Ondas Superficiales.

Las Ondas Corporales se transmiten de dos maneras:

- Ondas Primarias (P): Son ondas compresionales, y son similares a aquellas que portan la energía que transmite el sonido.
- Ondas Secundarias (S): Son ondas transversales, se asemejan a las observadas en una cuerda que se hace mover en un plano sujetando la cuerda a un extremo fijo y moviendo el extremo libre.

La velocidad de las ondas P, siempre es superior a la velocidad de las ondas S. Por este motivo a una estación sismológica siempre llegan primero las ondas P que las ondas S. Las ondas S tienen mayor capacidad de destrucción sobre las construcciones que las ondas P porque tienen mayor amplitud con

períodos relativamente similares. Por este motivo, el sismo que siente un observador se inicia con sacudimientos suaves que luego aumentan en intensidad.

Las Ondas Superficiales son:

- + Ondas RAYLEIGH (R): Se desplazan por la superficie de tal manera que las partículas del medio transmisor describen trayectorias elípticas con el eje dirigido verticalmente.
- Ondas LOVE (L): Se asemejan a las ondas de cortante y producen vibraciones perpendiculares a la dirección de transmisión de la energía.

La velocidad de las ondas superficiales es similar a la de las ondas S y sus períodos dominantes son bastante mayores, lo cual les permite propagarse a grandes distancias con menor atenuación que las ondas internas, con patrones de radiación que semejan al de las P en el caso de las ondas R y al de las S en el caso de las ondas L.

Las ondas L requieren para su propagación, es decir para su propia existencia, una especie de capa diferenciada del medio subyacente; esta capa tiene rigidez diferente a la del medio subyacente. Mientras que las ondas tipo R sólo requieren la existencia de la superficie para su propagación.

Los conceptos de magnitud e intensidad son términos que se emplean en la sismología para comparar un sismo con otro, por eso es importante que los conceptos sean definidos en el presente capítulo.

- Magnitud Sísmica.- El concepto de magnitud lo introdujo C.F. Richter hacia el año 1935 con el propósito fundamental de poder comparar la energía liberada entre diferentes sismos.

Según Richter, físicamente, es la medida de la Intensidad Sísmica del terreno en un punto localizado a 100 kms. del epicentro.

- Intensidad de un Sismo.- Por intensidad debe entenderse el efecto local que sobre diferentes sitios produce un mismo sismo.

Es necesario observar la diferencia entre magnitud e intensidad. Magnitud es Energía liberada mientras que intensidad es efecto. Para un mismo sismo determinado habría una magnitud, mientras que intensidades habrá diferentes de acuerdo con la posición donde se evalúa y de la estimación de quien evalúa el efecto.

Escalas para la evaluación de la intensidad existen posiblemente desde comienzos del siglo diecisiete. En la actualidad la escala de intensidades más empleada es la de Mercalli-Cancani, modificada por Wood-Newman, razón por la cual se le llama escala de Mercalli modificada, escala MM.

Lamentablemente la escala de Mercalli adolece de la subjetividad de los evaluadores, es muy probable que diferentes personas asignen diferente grado a un movimiento sísmico en la misma zona.

5.3 SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas es el trabajo de Silgado (Silgado, 1978), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú. En el Anexo C se presenta una descripción resumida de los sismos que han ocurrido en el área de influencia de la presente tesis. Este anexo está basado fundamentalmente en el trabajo de Silgado (Silgado, 1946-1983) y en el proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina), patrocinado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Del análisis de la información existente se deduce que para el área de influencia existe poca información histórica. Desde el siglo XVI hasta el siglo XIX solo se reportan los sismos sentidos en las ciudades principales; se debe indicar que dicha actividad sísmica, tal como es referenciada no es totalmente representativa, ya que pueden haber ocurrido sismos importantes en regiones remotas que no fueron reportados.

De los sismos ocurridos en el área de estudio, se cuenta con mapas de Isosistas de los siguientes sismos: 24 de julio de 1912; 14 de mayo 1928; 24 de mayo de 1940; 12 de diciembre de 1953; 17 de octubre de 1968; 31 de mayo de 1970. Los mapas de Isosistas disponibles se presentan, también, en el Anexo C. La mayor intensidad sísmica en la zona de estudio ha sido producida por el sismo de 1912.

SISMOS REGISTRADOS INSTRUMENTALMENTE (1915 a 1992)

De magnitud ≥ 6 y Longitud entre 80°W - 82°W y Latitud 4°S Y 6°S

Long. W	Lat. S	Prof. (Km)	mb
-81,00	-5,78	43	5,1
-80,95	-5,75	33	5,1
-80,91	-4,90	64	5,1
-80,78	-3,90	41	5,1
-80,73	-4,17	58	5,1
-79,72	-3,90	83	5,1
-80,88	-6,25	29	5,2
-80,80	-5,20	55	5,2
-80,80	-3,96	41	5,2
-80,68	-3,87	46	5,2
-79,69	-3,63	73	5,2
-80,85	-5,94	33	5,3
-80,81	-3,94	47	5,3
-80,71	-3,90	37	5,3
-80,62	-4,18	33	5,3
-80,20	-5,78	97	5,3
-80,80	-3,99	34	5,4
-80,76	-3,95	67	5,4
-80,67	-3,78	35	5,4
-80,65	-4,17	44	5,4
-81,02	-3,91	48	5,5
-80,87	-3,99	53	5,5
-80,78	-3,98	32	5,5
-79,39	-3,99	109	5,5
-81,79	-5,29	34	5,6
-81,50	-4,50	22	5,6
-80,85	-3,92	49	5,6
-80,13	-5,73	90	5,6
-79,26	-3,70	99	5,6
-81,38	-5,64	26	5,7
-81,00	-5,77	35	5,7
-80,79	-3,98	34	5,7
-80,92	-3,94	56	5,8
-79,40	-4,00	89	5,8
-81,41	-3,92	26	5,9

mb = Magnitud de ondas internas

Tabla 5.1.- Sismos registrados instrumentalmente entre 1915 y 1992
(Fuente: Catálogo Sísmico, 1992)

Se concluye que de acuerdo a la historia sísmica del área de Paita han ocurrido sismos de intensidad tan alta como VIII en la escala de Mercalli Modificada. La historia nos da una gran cantidad de desastres ocasionados por movimientos sísmicos; vale aclarar que en la tabla anterior sólo se han registrado los sismos más cercanos a la ciudad de Paita (la totalidad de sismos registrados se pueden apreciar en el anexo C y en el capítulo II en el punto 2.3.2). Es recién a comienzos de este siglo en que se vienen registrando instrumentalmente los sismos en América, por lo que también hemos recurrido al libro del Dr. Silgado (1978) para poder trabajar con sismos más antiguos.

5.4 DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS SISMOS

Según el CISMID (CISMID, 1992), la ubicación de los hipocentros ha mejorado en tiempos recientes, por lo que puede considerarse los siguientes períodos en la obtención de datos sismológicos

- 1) Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructores.
- 2) 1900 - 1963 : datos instrumentales aproximados.
- 3) 1963 - 1991 : datos instrumentales más precisos.

Se debe indicar que esta información se encuentra recopilada en el Catálogo Sísmico del proyecto SISRA (1982), actualizada por el CISMID hasta el año 1989-I con los datos verificados publicados por el ISC. La información sismológica del período 1989 - II - 1991 tiene carácter preliminar y ha sido recopilada de las publicaciones del NEIC y del IGP.

El mapa 5.1 presenta la distribución de epicentros en el área de influencia de los proyectos, elaborado en base al catálogo sísmico del proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina). Dicho mapa presenta los sismos ocurridos entre 1963 y 1989, con magnitudes en función de las ondas de cuerpo mb. Además, se ha dibujado las diferentes profundidades focales de sismos superficiales (0-70 km.), sismos intermedios (71-300 km.) y sismos profundos (más de 300 km.). El mapa 5.2 presenta un perfil transversal perpendicular a la costa con un ancho de 200 km. pasando por la ciudad de Paita.

Los sismos en el área de influencia presentan el mismo patrón general de distribución espacial que el resto del territorio peruano, es decir, la mayor actividad sísmica se concentra en el mar, paralelo a la costa. Se aprecia la subducción de la Placa de Nazca, ya que hacia el continente la profundidad focal de los sismos aumenta. También se producen sismos en el continente que son superficiales e intermedios, y que estarían relacionados a fallas existentes.

En el perfil transversal perpendicular a la costa, que pasa por el área de Paita, se aprecia la subducción de la Placa de Nazca y los sismos continentales. En el Anexo C se presenta el catálogo de hipocentros de los sismos en el área de los proyectos.

Al considerar las fuentes de sismos que puedan ser significativos para las aceleraciones en el área de los proyectos, es importante tener en cuenta las diferencias fundamentales en las características de atenuación asociadas con los sismos de subducción y los sismos superficiales. En general, los sismos superficiales se atenúan con mayor rapidez que los sismos de subducción.

5.5 ESTUDIO SISMICO DETERMINISTICO

5.5.1 INTRODUCCION

EL análisis determinístico de los efectos sísmicos en el área en la cual se encuentra la ciudad de Paita consiste en:

- 1) Relacionar eventos sísmicos a fallas activas o potencialmente activas para determinar sus efectos epicentrales y su atenuación al lugar.
- 2) Si se presentan fallas del cuaternario independientemente de la actividad sísmica, éstas son capaces de producir sismos de una magnitud suficiente para producir una ruptura de la mitad de la longitud de la traza de la falla mapeada. Los efectos epicentrales son atenuados del punto más cercano de la falla al lugar.

En base a lo anterior y al catálogo histórico e instrumental se determinará el sismo extremo para cada zona sismogénica a ser considerada. El Sismo Extremo se define como *el sismo más grande que una zona sismogénica puede*

producir, bajo las condiciones tectónicas conocidas. Una obra civil debe diseñarse de modo tal que en el caso improbable que dicho sismo ocurra y se produzcan daños considerables a la obra, no se producirá la rotura catastrófica.

En seguida se determina el Sismo de Operación, *que es el sismo más grande que se espera ocurra una vez en la vida del proyecto.* En este caso se determina el Sismo de Operación asociado a un período de retorno de 200 años.

5.5.2 SISMO EXTREMO

Considerando los sismos de la zona de subducción, es posible definir dos áreas concentradas de actividad con influencia significativa en la ciudad de Paita: la primera fuera de la costa (a distancias focales mínimas del orden de 110 Km.) y la otra al Este de la ciudad (a distancias focales mínimas de 90 km.).

Los sismos continentales superficiales que son significativos para la ciudad estarían a distancias mínimas de 80 y 100 km.

La máxima magnitud creíble de los sismos de subducción se determinó en base al catálogo sísmico existente desde 1900 y al gráfico acumulado de número de sismos vs. magnitud. La atenuación sísmica de aceleraciones se realizó utilizando la Ley de Atenuación propuesta por Casaverde y Vargas (1980) para Zonas de Subducción en el Perú.

$$a = 68.7 e^{0.8M_s} (R + 25)^{-1.0}$$

donde :

a = aceleración en cm/seg².

M_s = magnitud expresada en ondas de superficie

R = distancia hipocentral en km.

Para el caso de los sismos continentales superficiales, se utilizó la expresión de Slemmons (Slemmons, 1982) de fallas normales para determinar la magnitud:

$$M_s = 0.809 + 1.341 \log L$$

donde :

M_s = magnitud expresada en ondas de superficie

L = longitud de ruptura en metros.

Para el sismo continental más próximo a la ciudad se asumió una magnitud

$M_s = 7.0$ en base al catálogo sísmico y posibles longitudes de ruptura de 35 km.

En consecuencia :

SISMO EXTREMO CIUDAD DE PAITA

Fuente	Distancia (km)	M_s	a max (%g) (Subducción)
Zona Costera de Subducción	110	7.7	0.25
Zona Continental de Subducción	95	7.1	0.17

Tabla 5.2.- Sismo Extremo en la ciudad de Paita

5.5.3 SISMO DE OPERACION

Se utilizó la misma metodología anterior para determinar el Sismo de Operación, pero con valores diferentes de M_s . El valor de M_s correspondiente a un período de retorno de 200 años se determinó del gráfico del número acumulado de sismos entre el período de medición vs. la magnitud sísmica para la zona de subducción y se disminuyó la magnitud de la zona continental superficial.

En consecuencia :

SISMO DE OPERACION CIUDAD DE PAITA

Fuente	Distancia (km)	Ms	a max (%g) (Subducción)
Zona Costera de Subducción	110	7.3	0.26
Zona Continental de Subducción	95	6.7	0.12

Tabla 5.3.- Sismo de Operación en la ciudad de Paita

5.6 DETERMINACION DEL PELIGRO SISMICO

Se ha determinado el peligro sísmico de la ciudad de Paita mediante la utilización de metodología pertinente disponibles en la literatura. Se ha utilizado el programa de cómputo RISK desarrollado por R. McGuire (McGuire, 1976), en el Centro de Cómputo del Departamento de Geotecnia del CISMID, con datos de atenuación de Casaverde y Vargas (Casaverde y Vargas, 1980) y McGuire (McGuire, 1974), y de recurrencia sísmica calculados en el CISMID.

Sólo se ha investigado una coordenada geográfica y es la que corresponde a la Plaza de Armas de la ciudad de Paita. La Tabla 5.4 presenta los resultados de aceleraciones esperadas en la ciudad para períodos de retorno de 30, 50, 100, 200, 500 y 1000 años. Las salidas del programa RISK se presentan en el Anexo C.

LUGAR	PERIODO DE RETORNO (Años)					
	30	50	100	200	500	1000
Plaza de Armas de la ciudad de Paita (81.11 °W, 5.08 °S)	0.22	0.27	0.35	0.46	0.56	0.77

Tabla 5.4.- Aceleraciones máximas esperadas (% g)

Es usual considerar una aceleración efectiva, en vez de la instrumental pico, del orden del 25 al 35 % más baja. El coeficiente sísmico para el diseño estará expresado en términos del período de la estructura predominante del suelo.

5.7 AMPLIFICACION DE ONDAS

En términos generales, la amplificación es la relación que existe entre la aceleración, velocidad o desplazamiento de los movimientos sísmicos de la superficie, divididos entre los respectivos valores en la roca base, para las mismas frecuencias. El fenómeno ocurre cuando coinciden las frecuencias sísmicas con las de los suelos de cimentación, pudiendo estos entrar en resonancia. Por lo mismo, también puede que no ocurra en suelos potencialmente riesgosos. Existen cuadros que agrupan varios tipos de suelos según sus características de respuesta, sin embargo existen numerosas excepciones a este agrupamiento, como los casos de Ciudad de México o Caracas (Martínez, 1990).

El fenómeno de amplificación de ondas está muy poco estudiado y aún no se conocen métodos sencillos y prácticos para determinar los parámetros en los que ocurren en los suelos. Sin embargo, se conoce que en suelos arenosos y fangosos se pueden dar amplificaciones de 150 a 280% de la amplificación máxima (Lino, 1992).

El suelo de la ciudad de "Paita Alta" consistente en arenas que subyacen a un estrato de areniscas, presenta posibilidad de amplificación en toda el área de estudio, pero la amplificación en este tipo de suelo debe ser mínima, puesto que por su rigidez la aceleración que se produce debe ser la misma que la del

sismo. "Paita Baja" por la napa freática también es susceptible de sufrir amplificación de ondas, puesto que la napa freática baja la capacidad de resistencia del suelo; en la zona de los taludes de los cerros por la presencia de arcillas el suelo es flexible y es blando, por lo que se debe dar también amplificación de ondas en gran medida. Por lo tanto en todo "Paita Baja" existe el peligro de amplificación de ondas, mientras que "Paita Alta", prácticamente no presenta este peligro.

5.8 EL FENOMENO DE LICUACION DE SUELOS

En los últimos terremotos severos que han afectado diversas áreas del planeta se han reportado numerosas fallas manifestadas en la superficie del terreno, debido asentamiento del mismo, pérdida de su capacidad portante, erupción de arena y lodo, fisuramientos, etc., con las consiguientes consecuencias muchas veces catastróficas, sobre las estructuras cimentadas sobre estos suelos. Muchas de estas fallas son evidentes manifestaciones del fenómeno llamado licuación de suelos que se presenta en depósitos arenosos saturados y en estado de compacidad suelto cuando ocurre un movimiento sísmico de gran magnitud y duración (Parra, 1990).

Diversos ensayos de laboratorio han demostrado que los suelos más susceptibles a sufrir licuación son aquellos que tienen granulometría uniforme en comparación con los suelos bien graduados y que en los suelos de granulometría uniforme las arenas finas tienden a licuarse más fácilmente que las arenas gruesas.

Por otro lado la forma y el tipo de granos de un suelo no influye en su potencial de licuación por cuanto éste se producirá en cualquier tipo y forma de granos (Lambe y Whitman, 1984).

En la tabla siguiente podemos apreciar los suelos potencialmente licuables y los que no lo son, dentro de los suelos potencialmente licuables se nota que casi todos los suelos que aparecen en la tabla existen en "Paita Baja".

Suelos Potencialmente Licuables	Suelos No Licuables
Arena Fina Arenas medias Arenas limosas Arenas con bajo % de arcillas Arenas con partículas de cuarzo Arenas con bajo porcentaje de material orgánico Arena con partículas de grava	Rellenos compactos Arcilla limosa Limo con bajo % de arena fina Suelos orgánicos Gravas

Tabla 5.5.- Clasificación en base al tipo de Suelos

5.9 DELIMITACION DE LOS SUELOS PROPENSOS A LICUACION

Debido a que el fenómeno de licuación se presenta en depósitos arenosos saturados, es preciso que exista nivel freático para que se dé el fenómeno de licuación, por lo tanto la ciudad de Paita es susceptible de sufrir este fenómeno en sus cotas más bajas, aproximadamente hasta 6 m.s.n.m.. Es decir en Paita es probable que exista licuación de suelos en las calles paralelas al malecón Jorge Chávez, el Casco Central, La Punta, Puerto Nuevo y en la Base Naval y el Complejo Pesquero y en el terminal marítimo de Enapu. En el mapa 5.3 se ha delimitado los suelos propensos a licuación que se explican en este acápite.

5.10 DENSIFICACION DE SUELOS

El fenómeno de densificación de suelos se da especialmente en arenas sueltas y con potencias importantes, sobre todo cuando están muy secas. Este consiste en un reacomodo de las partículas de suelo debido a la acción dinámica. En suelos con cohesión este fenómeno se da en presencia de agua que sirve como lubricante entre las partículas. "Paita Alta" tiene estratos de arena de mayor potencia que son susceptibles a densificarse. En "Paita Baja" puede haber densificación en las zonas de playa.

5.11 MAPA DE MICROZONIFICACION SISMICA

Se ha dividido la ciudad en cuatro microzonas según su probable comportamiento ante una solicitud dinámica, lo cual se aprecia de manera condensada en el Mapa 5.4: "Microzonificación Sísmica". Recordemos que en toda la ciudad se puede dar el fenómeno de amplificación de ondas.

Zona I: Zonas bajas con napa freática muy alta.

Suelos superficiales de arena suelta, con napa freática muy superficial e incluso inundables durante el fenómeno de "El Niño". Probabilidad de licuación de suelos, esta zona incluye al Casco Central, calles paralelas al malecón Jorge Chávez, Puerto Nuevo, al Terminal Marítimo, al Complejo Pesquero y a la Base Naval.

Zona II: "Paita Baja"

Se puede producir amplificación de ondas en toda el área en estudio. Incluso se pueden producir derrumbes y desplomes en las laderas de los cerros, sobre todo en las cárcavas. Existe la posibilidad de que se dé densificación de suelos sobre todo en los rellenos en clima seco.

Zona III: "Paita Alta"

Suelos de arena eólica en la superficie que van aumentando su compacidad según la profundidad, muy cementados, pertenece a los típicos suelos de El Tablazo. Alta probabilidad de densificación en clima seco, probabilidad de amplificación de ondas.

Zona IV: Zona Industrial I y Zona Industrial II

En esta zona el suelo es similar al de "Paita Alta" puesto que también pertenece a El Tablazo, pero por tener acantilados al borde del mar pueden producirse desplazamientos sobre todo en los lugares donde hay cárcavas formadas por la escorrentía superficial, sobre todo por los desagües que en esta zona se vierten al mar.

CAPITULO VI

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE TSUNAMIS EN LAS COSTAS DE PAITA

6.1 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 (MGP, 1984).

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 (Kuroiwa, 1982).

6.1.1 TIPOS DE TSUNAMIS DE ORIGEN TECTONICO

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.

6.1.2 CARACTERISTICAS 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

$$\log T = 0.57M_s - 2.85$$

donde :

T : Período en minutos

Ms : 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 :

$$L = V \times T$$

donde :

L : Longitud de onda, en metros

V : Velocidad de propagación, en m/s.

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;

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

donde :

V : Velocidad (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

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.

1.3 ENERGIA Y MAGNITUD

a) Energía del Tsunami

Según Kajiura :

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

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 :

$$E = \frac{1}{8} \gamma g H^2 L$$

donde :

E : Energía hidrodinámica del tsunami (ergios)

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

g : Aceleración de la gravedad (980.7 cm/s^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.

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

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

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 los 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.

Cuadro 6.1.- Magnitud del Tsunami

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

6.1.4 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

6.1.5 ESTIMACION 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.

6.1.6 ANTECEDENTES DE EVENTOS TSUNAMIGENICOS

Si bien no se tienen antecedentes corroborados de tsunamis que hayan producido grandes daños en la costa de Paita, como vimos en el acápite 2.3.3, vamos a hacer un estudio de tsunamis para en el punto más desfavorable y para un sismo de 7.5 de Magnitud.

6.2 POSIBLES EFECTOS DE LOS TSUNAMIS EN LA COSTA DE PAITA

El área estudiada comprende las costas de la zona urbana de Paita desde la Base Naval hasta el muelle de ENAPU. Si bien no se han encontrado hechos históricos de grandes daños ocasionados por Tsunamis en las costas de Paita, 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 Paita es favorable a la generación de Tsunamis de grandes alturas de ola y de tiempos cortos de llegada a la costa, a pesar que el puerto cuenta con una protección natural compuesta por las Puntas Ajureyo, Paita y Telégrafo.

6.2.1 BATIMETRIA DE LA BAHIA DE PAITA

La bahía de Paita se desarrolla entre dos puntas rocosas, Punta Chuy y Punta Cuñus.

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 el eje de la fosa marina a 75 km. del litoral con 5,200 m. de profundidad máxima.

6.2.2 ZONA DE GENERACION DE TSUNAMIS

Se puede indicar que los tsunamis más destructivos serían los de origen cercano (generado en la zona de subducción 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 (Vargas, 1992).

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 (Lockridge, 1985).

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 Paita, 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, se ubicará en Latitud 5°05' Sur y Longitud 81°59' Oeste.

6.2.3 ESTIMACION DEL TIEMPO DE LLEGADA DE LA PRIMERA OLA DE UN TSUNAMI DE ORIGEN CERCANO

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 (Iida, 1981), en función de la magnitud del sismo (M_s), utilizando las siguientes expresiones

$$\log S = \frac{2}{3} M_s - 2.93$$

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

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.

- Enseguida 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 1:500000 por lo menos, para el presente trabajo se usó un plano batimétrico a escala 1:100000

- 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

$$(V = \sqrt{g \times h} \text{ y } e = V \times t).$$

- 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, por lo que cambiamos a un plano batimétrico a escala 1:20000.

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 Paita se ubica en latitud 5°05' Sur y longitud 81°59' Oeste, y a partir de allí se han hecho estimaciones de tiempo de llegada de la primera ola para un sismo de magnitud 7.5 de la escala de Richter, en el lugar que hemos considerado el más desfavorable para el puerto de Paita.

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

6.2.4. ALTURA DE OLA EN LA COSTA DE PAITA

La máxima altura de ola en diferentes puntos de la costa de Paita, 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

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

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 (Factor de amplificación de bahía), 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 estimaran altura de ola en diferentes puntos de la costa de Paita, desde Punta Cuñus hasta la Base Naval.

Cuadro 6.2.- Alturas de Ola en la ciudad de Paita

Punto de ataque del Tsunami	D (Km)	H (m)
Punta Telégrafo	13.50	7.35
Cabezo del Muelle de la Base Naval	14.15	7.00
Base Naval	14.20	7.00
Rada	14.30	7.00
Puerto Nuevo	14.33	7.00
Cabezo del Muelle Fiscal	14.35	6.90
Capitanía de Puerto	14.50	6.90
Cabezo del Muelle "El Toril"	14.85	6.80
Cabezo del Muelle de Enapu	15.00	6.70
Punta Colán	15.80	6.30
Punta Cuñus	18.80	5.10

donde:

D = Distancia en Km. a la Isóbata de 100 m.

H = Altura de la ola en m.

6.2.5 DAÑOS CAUSADOS POR TSUNAMIS EN LAS OBRAS CIVILES

Los daños causados más comunmente son (Delgado y García, 1982):

* 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.

* 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.

6.2.6 DELIMITACION DE ZONAS INUNDABLES

Determinadas las probables alturas de ola en diferentes puntos de la costa de Paita 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 Paita, tenemos lo siguiente

En la zona Sur de Paita se tiene que el área inundable tiene un ancho que cubrirá toda la franja costera, chocando con las faldas del cerro que está sobre la vía que va al Complejo Pesquero. En Puerto Nuevo llegaría a la zona de vivienda y la inundaría toda, igualmente sucedería en La Punta.

En la parte central de la bahía tenemos que el área inundable llegaría hasta 550 m. de franja costera aproximadamente, es decir llegaría hasta las oficinas de Electronoroeste que están al costado del Jirón Zanjón e inundaría todo el malecón Jorge Chávez y algunas de las calles paralelas..

En la zona del terminal marítimo la ola llegaría hasta los cerros que están detrás de este, esta sería una de las zonas más afectadas.

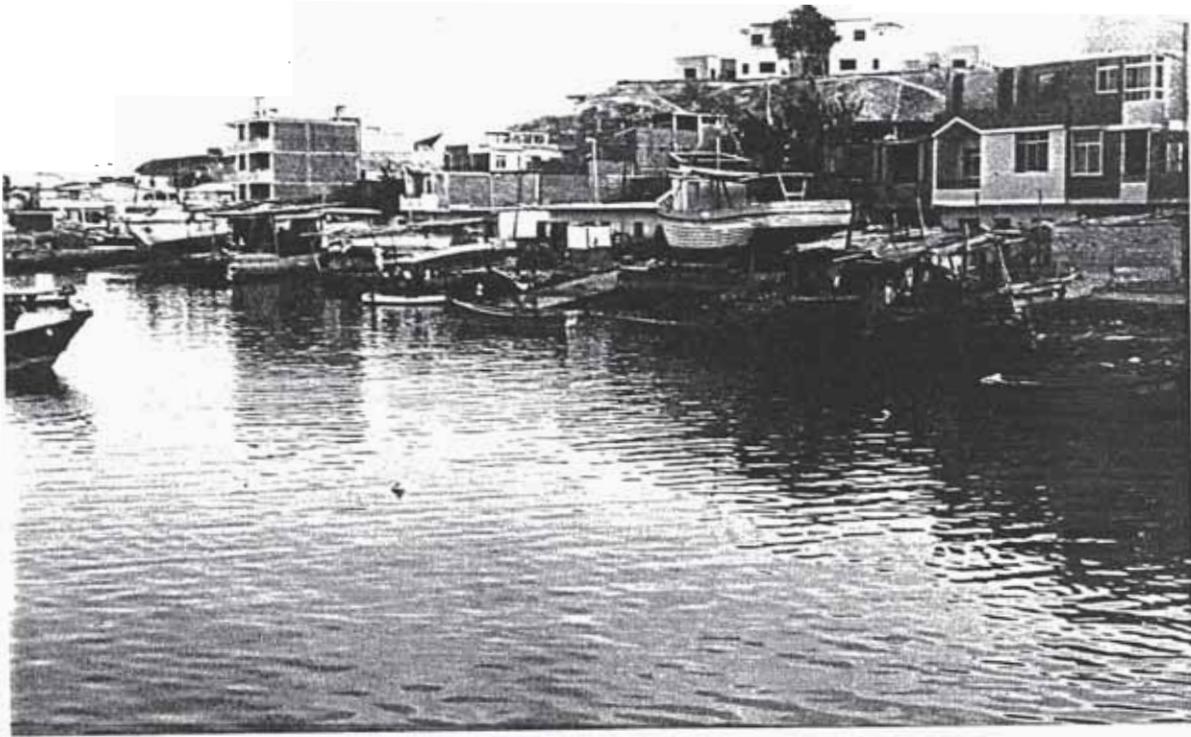


Foto 6.1.- "Puerto Nuevo", esta sería la zona más afectada en caso de un Tsunami

6.3 PROTECCION DE LA POBLACION

6.3.1 SISTEMA DE ALERTA Y ALARMA CONTRA TSUNAMIS

a) 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.

b) 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 VII en la escala Mercalli Modificada.

Después del sismo se suceden muchas réplicas y alguna de ella puede ser de magnitud que pueda producir tsunamis 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 Hawaii (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.

6.3.2 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALERTA Y ALARMA CONTRA TSUNAMIS

a) 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 que dependerían de la anterior, conformada por el comité local de Defensa Civil y la Capitanía del Puerto u otro representante de la Marina.
- Brigada de Defensa Civil, de proyección vecinal, dependientes del comité local de Defensa Civil.

b) 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 constituídas 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.

6.3.3 PLAN DE EVACUACION DEL AREA INUNDABLE POR TSUNAMI EN PAITA

Delimitada el área inundable de la zona Urbana de Paita, 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 Paita) es de 10-12min, 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 VII (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 Paita la vía de evacuación vehicular inmediata es la carretera que sale del terminal marítimo de ENAPU.

La zona tiene pendiente pronunciada, por lo que los pobladores alcanzarán fácilmente las zonas altas.

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 0.55 km.

Como vías de evacuación vehicular se pueden tomar tres rutas, la primera por el jirón Zanjón, la segunda por la carretera que sube del terminal marítimo de ENAPU y la tercera por la carretera que sube hacia la villa de la Marina.

La Zona inundable de la costa sur de Paita está ocupada por la Base Naval, por IMARPE y por el Complejo Pesquero, la vía de evacuación de ésta zona sería seguir la pista que va a "Paita Alta", por la Villa de La Marina y que se inicia frente a la rada de Pesca Perú.

6.3.4 ZONAS DE REFUGIO DE EMERGENCIA TEMPORAL

Podemos recomendar a las siguientes

a) Estadio "Los hermanos Cárcamo"

Se encuentra en la parte alta de la ciudad a 75 m.s.n.m., tiene un área de 2 Ha. Cuenta con servicio de agua.

b) En la zona de "El Tablazo" existen muchas áreas libres planas que pueden ser habilitadas con carpas en caso de emergencia, el problema es que no se contaría con electricidad, agua potable ni desagüe.

c) En Paita Baja existen un edificio de 4 piso de concreto, en la zona de Puerto Nuevo, que puede servir de refugio de emergencia.

d) El área que ocupa la Basílica también puede servir de refugio temporal, por la gran área que posee.

6.4 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.

- * 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

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

6.5 PLANIFICACION FISICA CONTRA TSUNAMIS DE LA COSTA DE PAITA

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.

- Complejo Pesquero:

En esta zona se debe proteger toda la zona ocupada por el Complejo mismo, la Base Naval y todas las empresas que operan hasta la zona de La Punta, es considerada como una zona de alto riesgo.

- La Punta y Puerto Nuevo:

Se deben de proteger en su totalidad estas dos zonas puesto que por su cercanía al mar se inundarían completamente. es una zona de alto riesgo.

- Casco Central:

La zona inundable es considerada también como de alto riesgo, puesto que en esta zona se ubica el centro cívico de la ciudad y muchas viviendas están en mal estado y deben ser reforzadas, además que es una zona de alta densidad; se debe tener en cuenta la implementación del refugio temporal escogido.

b) Nuevos Asentamientos

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

La zona del complejo pesquero es una zona industrial en la que ya no hay espacio para edificar. Se debe tener en cuenta 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. Pero como es poco probable que esto suceda porque a los ciudadanos de Paita les gusta vivir al pie del mar hay que tener en todas las medidas de protección tratadas en este capítulo.

6.6 MAPA DE MICROZONIFICACION CONTRA TSUNAMIS

A continuación se presentan los mapas 6.1 y 6.2 en los cuales se aprecia como sería el ataque de una ola en el caso de producirse un sismo tsunamigénico de Magnitud 7.5 en el lugar que hemos considerado como el más peligroso para la ciudad de Paita.

En el plano 6.1 apreciamos los primeros 15 minutos del avance de la primera ola y por razones de escala en el plano 6.2 vemos desde el minuto 15 al 23 en el cual

la ola ya estaría atacando fuera de la ciudad de Paita por la línea de costa hacia el Norte.

Finalmente presentamos el plano 6.3 en el cual se representa el área inundable por efecto de un tsunami originado por un sismo de magnitud 7.5 Richter, en el cual se aprecia todas las áreas inundables descritas en el acápite 6.2.6.

CAPITULO VII

GEODINAMICA EXTERNA

En el presente capítulo, en primer lugar, analizaremos cuales han sido las causas de los desastres anteriormente ocurridos para luego ver los efectos por cada tipo de desastre.

7.1 CAUSAS NATURALES

La causa natural, más importante, de la transformación de la geomorfología externa en la ciudad (y en la región) como todos sabemos es el fenómeno de "El Niño".

Este fenómeno viene ocurriendo permanentemente en la zona en forma aleatoria no existiendo forma de predecirlo por medio del cálculo probabilístico, debido a la poca información (cuantitativamente hablando) existente.

Según escritos de Victor Eguiguren (1894) el fenómeno ocurrió en los años : 1791, 1804, 1814, 1817, 1819, 1821, 1824, 1828, 1837,1844, 1845, 1864, 1871,1877, 1878, 1884 y 1891: se ignora la magnitud de cada uno de ellos.

Los fenómenos ocurridos en el presente siglo según estudios hechos por investigadores y con referencias registradas en el Servicio Meteorológico Nacional son : 1912, 1918, 1925, 1926, 1929, 1932, 1939, 1940-1946, 1943, 1951, 1953, 1956, 1957, 1965, 1969, 1972-1973,1976, 1982-1983, 1992.

Estos fenómenos se han presentado con intensidad y características diferentes. De acuerdo a los eventos citados pueden notarse la irregularidad de su ocurrencia en el tiempo, presentando casi 2 periodos máximos dentro de cada una de sus manifestaciones, uno de los cuales es más intenso que el otro.

Es debido a esta irregularidad en su ocurrencia, que se trata de adoptar actualmente métodos de predicción basados en indicadores, es decir, se está tratando el tema desde el punto de vista cualitativo.

Estos indicadores son: la diferencia de presión entre la costa peruana y el norte de Australia (si la presión en la costa peruana es muy baja existe la posibilidad de ocurrencia del fenómeno).

Los vientos paralelos a la línea ecuatorial disminuyen su velocidad; la temperatura del mar frente a nuestra costa desciende y la capa superficial se calienta (Inversión de Temperatura), el nivel del mar en nuestra costa es más alto y en Australia es más bajo por efecto de los menores vientos, además existen otros indicadores de otro tipo (biológicos) que se están investigando.

El principal factor meteorológico causante de la geodinámica externa son las lluvias.

La ciclicidad del fenómeno se observa mejor en el gráfico 7.1:"Intensidad de las lluvias vs. tiempo".

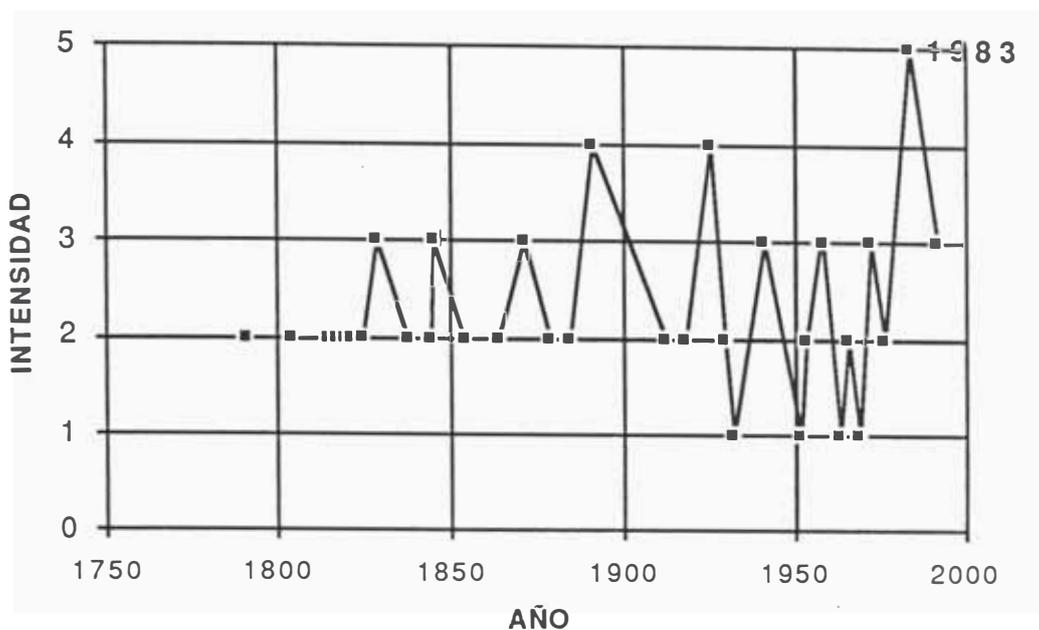


Gráfico 7.1.- Intensidad de lluvias vs Tiempo

(Extraído de Lino,1992)

El presente año 1992 el fenómeno se ha repetido de una manera muy intensa en la ciudad de Tumbes, aunque ha sido catalogado como moderado, y con intensidad moderada en la ciudad de Piura.

7.2 EFECTOS DE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES

a) Activación de Quebradas

Paita por su misma situación geográfica es más susceptible a una inundación que muchas otras ciudades. Está ubicada en una cuenca rodeada de empinados cerros, que canaliza el agua de escorrentía a hacia el centro del área de la ciudad. Hay solo una salida principal y natural hacia el mar, y está muy encasillada por edificios en los alrededores (Clipstone, 1992).

En el mapa 7.1: "Quebradas y Cárcavas que atraviesan la Ciudad" se ubican las quebradas y cárcavas que atraviesan la ciudad de Paita. Se les ha dado nombres a las quebradas porque no los tenían y para que sea fácil, para los pobladores que puedan ser afectados, identificarlas. Hay que resaltar que "Paita Baja" es una gran hondonada con una quebrada central, principal (Quebrada del Jirón

Zanjón) y con muchas quebradas que se dirigen hacia ella y con una gran zona de formación de cárcavas en las laderas de los cerros que circundan la ciudad, a continuación vamos a describir las más importantes:

a) La quebrada de el Jirón Zanjón por su situación en la zona céntrica y baja de la ciudad, es el dren principal de descarga de las aguas pluviales, por lo tanto drena las aguas de la zona central de la ciudad y la de los pueblos jóvenes ubicados en la parte alta y en el tablazo; tiene la particularidad de que la mayoría de las quebradas y cárcavas que existen dirigen sus aguas hacia ella. En su cauce se encuentra la principal avenida de la ciudad por lo que en su desembocadura se ha construido, tras las lluvias de 1983, un pequeño canal vía, al costado de la Plaza de Armas, que desemboca al mar al costado de la Capitanía de Puerto. Esta quebrada recorren todo "Paita Baja" y divide la ciudad. Han aparecido numerosos invasores que se han asentado sobre su cauce, por lo que era previsible que fueran afectados por las lluvias de este año, en efecto, el fenómeno de "El Niño" de 1992 afectó algunas de las viviendas en la quebrada. Es importante evitar estos asentamientos que ponen en peligro al resto de la población pues modifica el cauce de la quebrada.

Durante las lluvias de 1983, esta quebrada se convirtió prácticamente en un río por donde escurrían todas las aguas pluviales hasta ir a dar al mar. El torrente erosionó el pavimento destruyéndolo por completo, y el agua llegó a correr por todo lo ancho de la calle dañando las veredas y viviendas ubicadas en ambos márgenes (Castro, 1984).

Párrafo aparte merece la Capitanía de Puerto, la cual prácticamente se encuentra en la desembocadura de esta quebrada, la cual puede ser arrasada en el caso de la ocurrencia de un fenómeno de "El Niño" severo, como es muy difícil que pueda ser reubicada dada la buena ubicación que tiene con respecto a las labores que realiza se recomienda que sus muros laterales y sus cimientos se refuerzan convenientemente para evitar ser erosionados por la quebrada,

b) La quebrada del "A.A.H.H. Nueva Esperanza", su cauce se origina en el cruce de las dos pistas que suben de "Paita Baja" y se dirigen hacia Piura. Pasa por el medio de este asentamiento humano y originalmente se dirigía a la quebrada del Jirón Zanjón de una manera directa, actualmente existen edificaciones edificaciones que han modificado la morfología de la quebrada y se dirige hacia el A.A.H.H. 13 de Julio. Esta quebrada amenaza los A.A.H.H. Nueva Esperanza, San Martín Occidente, el colegio San Francisco y el Mercado

Modelo se debe estudiar la posibilidad de encausar la quebrada mediante el asfaltado de las vías principales como colectoras.

c) Quebrada de la "Piscina", se le ha llamado así puesto que durante el fenómeno de "El Niño" de 1983, en el cauce de esta quebrada se acumuló gran cantidad de agua y se formó una gigantesca piscina a la cual los pobladores se iban a bañar. Se inicia en la parte posterior de la Ciudad Blanca (Ciudad del Pescador) y amenaza los A.A.H.H. 13 de Julio, San Martín Oriente y el colegio San Francisco. Originalmente unía su cauce con la quebrada del A.A.H.H. Nueva esperanza y se dirigían hacia la quebrada del Jirón Zanjón. También amenaza la principal vía que se dirige hacia la ciudad de Piura.

d) Quebrada de la "Catarata", llamada así ya que en sus inicios asemeja a una catarata, se activó durante el fenómeno de "El Niño" de 1983 y causó mucha destrucción, amenaza a los A.A.H.H. San Martín Central y San Martín Occidente, puesto que su cauce se dirige directamente hacia la Avenida Miguel Grau.

e) Quebrada de la "Villa Naval" se inicia en la parte posterior de la Villa Naval y su cauce baja hacia la rada de Pesca Perú. Puede resultar muy peligrosa ya que la rada en la actualidad se encuentra cercada por un gran muro que puede desviar las aguas de esta quebrada hacia Puerto Nuevo originando muchas pérdidas.

La formación de todas estas quebradas se ve favorecida por la fuerte pendiente de la gran mayoría de las calles de "Paita Baja".



Foto 7.3.- "Quebrada de la Villa Naval"



Foto 7.4.- "Quebrada de la Catarata"

b) Zonas Inundables

*** FORMACION DE LAGUNAS EN EL AREA URBANA**

En la zona de estudio se han encontrado numerosas zonas deprimidas con escasas posibilidades de ser drenadas. Según Castro (1984), durante el evento del fenómeno de "El Niño" de 1983 las zonas inundadas por lagunas cubrían casi todo "Paita Baja". Tanta fue la cantidad de agua acumulada en la parte baja de la ciudad, que hubo la necesidad de romper una parte del malecón para que las aguas se fueran libremente al mar. Todo eso se vio favorecido por la falta de obras de drenaje en la ciudad.

A continuación se describen detenidamente cada una de las zonas inundables.

1. PARTE BAJA DEL CASCO CENTRAL

El casco central comprende toda la zona antigua de "Paita Baja", durante el fenómeno de "El Niño" de 1983, el canal al final del Jirón Zanjón se desbordó e inundó las calles principales de la ciudad así como la Plaza de Armas. Esta zona comprende el malecón Jorge Chávez, las calles Junín, Independencia y Zepita; la Plaza de Armas y el área de La Punta. Para solucionar el problema de esta zona es que se diseñó el canal vía al final del Jirón Zanjón, pero como hemos visto en caso de lluvias severas no funciona.

2. PUERTO NUEVO

Después de el fenómeno de "El Niño" de 1983 se han construido la mayoría de viviendas de esta zona, es una zona pequeña casi plana al pie del mar y es inundable en su totalidad en caso de lluvias severas y sería completamente arrasada en el caso de que fuera atacada por un tsunami.

3. ASENTAMIENTOS HUMANOS DE PAITA BAJA

Esta zona es muy amplia, pero sus problemas son similares, se presentan problemas de inundaciones debido a que existen numerosas depresiones. La mayor parte de estas áreas han sido ocupadas por construcciones de todo tipo, en algunos casos se han construido sobre terraplenes que han alterado sensiblemente la topografía y en otros directamente sobre el terreno. Esta zona también es amenazada por las quebradas y cárcavas de la ciudad. El asentamiento humano que tiene más problemas de inundaciones es La Merced.

4. PAITA ALTA

Las viviendas construidas en los asentamientos humanos de esta zona e inclusive las de ENACE cercanas a la intersección entre las carreteras a Piura y Circunvalación han sido edificadas sobre depresiones rellenas y sufrieron pequeñas inundaciones durante el fenómeno de "El Niño" del presente año. Las aguas se acumulan en esta zona puesto que debido a la gran cantidad de edificaciones sin ningún control que se realizan en el lugar este ha perdido su drenaje natural. Luego de las lluvias de 1992 las casas de material noble parecen en buen estado sin embargo los ladrillos están húmedos y se nota afloramiento de carbonatos en el suelo.

Se requiere hacer un levantamiento topográfico-catastral con precisión a medio metro y un estudio de suelos de toda la ciudad para hacer un diseño de evacuación de aguas pluviales y al mismo tiempo solucionar también los problemas de agua potable y alcantarillado de la zona, ya que ni las viviendas de ENACE cuentan con estos servicios, a pesar de ser las más modernas.

Las zonas inundables se encuentran graficadas en el plano 7.2: " Zonas Inundables en la ciudad de Paita"



Foto 7.5.- "Malecón Jorge Chávez", después de una lluvia.



Foto 7.6.- "Jirón Zanjón", notese que los pobladores destapan los buzones para evacuar el agua de lluvia



Foto 7.7.- Zona inundable en el "Casco Central"



Foto 7.8.- Primer puente en la "Quebrada del Jirón Zanjón"

c) Erosiones y Formación de Cárcavas

Las erosiones las causan las escorrentías de aguas pluviales en el suelo, que está constituido por una capa de arena fina no consolidada y por lutitas arcillosas expansivas con gran contenido de montmorillonita. Se aprecian cárcavas y erosiones en todas las laderas de los cerros que circundan "Paita Baja" prácticamente a todo lo largo de los taludes y en los acantilados de la Zona Industrial II, sin embargo los sectores más comprometidos son los asentamientos humanos La Merced, San Martín Occidente, Central y Oriental así como 13 de Julio.

El lado de los asentamientos humanos San Martín Occidente y La Merced es el que presenta mayor riesgo ya que existen edificaciones muy afectadas, inclusive la urbanización San Rafael ha sido completamente destruida, ya que al haberse inundado esta zona, las arcillas expansivas causaron las fallas en las edificaciones.

Para la protección de los taludes se recomienda forestar estas laderas para lo cual se requerirá un estudio similar al realizado por Vilela (Vilela, 1991) en las laderas de los cerros de Talara y se deberán pavimentar todas las calles de la zona. Pero la elección del mejor sistema deberá partir del estudio profundo del problema siguiendo criterios de eficiencia, seguridad y economía.

7.3 MICROZONIFICACION DEBIDO A LA GEODINAMICA EXTERNA

En el acápite 7.2 hemos revisado los problemas de geodinámica externa que afrontan los distintos sectores de la ciudad, en este punto resumiremos esta problemática en el mapa 7.3: "Microzonificación debido a la geodinámica externa".

Las zonas altas de "Paita Baja" en las que se asientan todos los asentamientos humanos de este sector son las más afectadas por las quebradas y cárcavas producidas por la escorrentía pluvial. Las zonas más críticas son el Jirón Zanjón y los A.A.H.H Nueva Esperanza, 13 de Julio, San Martín Occidental, Central y Oriente, así como la zona del Mercado Modelo y el colegio San Francisco..



Foto 7.9 .-
Inicio de una Cárcava, va
desde "Paita Alta" hasta
"Paita Baja"



Foto 7.10 .- Cárcava sobre el A.A.H.H. "La Merced"

Existen varias zonas inundables, las más importantes son: la parte baja del Casco Central, Puerto Nuevo y el A.A.H.H. La Merced en "Paita Baja" y en "Paita Alta" zonas de la Ciudad del Pescador, de Enace y del Tablazo. La principal fuente de las aguas es la escorrentía pluvial propia de la zona, pero no debemos descartar las zonas inundables debido a la activación de quebradas.

El peligro que existe en el caso de que se produzca el fenómeno de "El Niño" moderados o severos no son iguales del todo, en el primer caso las aguas de escorrentía de todos los cauces de "Paita Baja" se dirigen hacia el Jirón Zanjón y este funciona de manera debida y se producen pequeños enlagnamientos y acumulación de lodo en algunos sectores; en el segundo caso, la capacidad del pequeño canal vía al final del Jirón Zanjón es excedida por las aguas y se inunda todo el Casco Central, se acumula gran cantidad de lodo. En lo que va del siglo ya han ocurrido dos eventos del fenómeno de "El Niño" severos, uno en 1925 y otro de grado en 1983, por lo que es probable que ocurra uno severo cada 50 años.

Se han colocado distintas tramas para diferenciar los cauces y las zonas inundables durante la ocurrencia de un fenómeno de "El Niño"severo.

La escorrentía puede llegar a ser tan severa que cause fuertes erosiones en las calles y deje las cimentaciones de las edificaciones expuestas con el consiguiente riesgo de volteo. La única manera de evitar estas erosiones es la de asfaltar las calles, sobretodo las colectoras, y dotarlas de un conveniente sistema de alcantarillado pluvial o cunetas. Si bien este punto pertenece mas bien al estudio del riesgo, creo necesario hacer mención de él ahora ya que virtualmente toda la ciudad padece de este problema ya que carece de vías asfaltadas.

7.4 EFECTOS DE LOS VIENTOS

El viento es la atmósfera en movimiento y se produce por los efectos de los cambios de temperatura y la rotación de la Tierra. es un activo agente de erosión, transportación y deposición. Su acción es más evidente en las regiones áridas.

El viento efectúa su trabajo de erosión de diversas formas, pero hay que tener siempre en cuenta que ellas actúan al mismo tiempo pues son parte de un proceso único (Rodríguez, 1981).

La dirección de los vientos predominantes en el área de estudio son del Sur y noreste, los mismos que erosionan el suelo redepositando materiales arenosos y limosos.

En "Paita Alta" se produce principalmente el fenómeno conocido como deflación, que es el proceso mediante el cual el viento por sí mismo arrastra y dispersa las partículas rebajando la superficie del terreno. Este es un fenómeno que se presenta generalmente en regiones de clima árido y semiárido. Aunque en esta zona también se produce la depositación eólica.

7.4 MAPA DE MICROZONIFICACION FISICA

Superponiendo los mapas 5.4: "Microzonificación Sísmica", 6.3 "Área inundable por Tsunamis" y 7.3 "Microzonificación debido a la Geodinámica Interna" : , obtenemos el mapa de peligros 7.4: "Microzonificación Física". A las zonas se les ha asignado un valor del peligro, de mayor a menor.

Zona I: Elevada probabilidad de licuación de suelos. Inundaciones por lagunas y quebradas. Probable colapso, arcillas expansivas, agresividad de suelos, etc. Debido a esto por ser una zona de arenas y material de préstamo..

Zona II: Se forman cárcavas. Alta probabilidad de deslizamientos del talud y desplome de cárcavas. En clima seco se puede dar densificación. Es la zona más afectada por la acción de las arcillas expansivas.

Zona III: En general, buen comportamiento sísmico. Posible densificación en clima seco, deslizamientos y Erosiones por escorrentía en la zona de los cantilados.

Zona III: En general, buen comportamiento sísmico. Posible amplificación de ondas. Algunas zonas inundables que pueden ser rellenadas al momento de cerrar las habilitaciones urbanas..

Las zonas I y II corresponden a "Paita Baja", no deberán ser usadas para vivienda, en todo caso deberá realizarse un estudio detallado de las condiciones locales. Presenta muchos problemas.

Las zonas III y IV son más seguras y tienen buen comportamiento sísmico, se deben realizar estudios de suelos y diseñar una cimentación adecuada a cada caso. Debe tenerse mucho cuidado con las instalaciones sanitarias para evitar fugas que puedan afectar el terreno de fundación.

CAPITULO VIII

SITUACION ACTUAL DEL AREA URBANA

1 GENERALIDADES

En este capítulo se presentará desde los usos de suelos hasta las características físicas actuales de la ciudad de Paita, pero para que se pueda entender mejor la representación es necesario que definamos los términos vulnerabilidad y riesgo:

La *Vulnerabilidad* es el porcentaje de daños o deterioro que puede producirse en una estructura en caso de que ocurra un desastre, es decir el grado en que está expuesta a un desastre. Es decir solo nos interesa el estado que presenta la estructura y no el peligro de desastre de la zona.

El Riesgo de ocurrencia de un desastre natural está dado por el peligro de que ocurra un fenómeno natural en un entorno vulnerable, lo que analíticamente se representa como la relación básica de análisis del riesgo.

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} + \text{VULNERABILIDAD}$$

Un criterio de análisis de los desastres es el método de superposición es decir, consideramos que la vulnerabilidad del entorno está definida dentro de las condiciones normales de las estructuras socio-económicas y políticas (elementos pasivos). En consecuencia, el riesgo de un desastre natural está dado sólo por los fenómenos naturales peligrosos (elementos activos) que determinan las características de los desastres: al no poder evitarlos lo que queda es prevenirlos.

De lo expuesto, podemos resumir que : la suma del peligro de desastre más la vulnerabilidad de las estructuras, nos da como resultado el riesgo de desastre en una zona determinada.

Una vez aclarado estos conceptos, se utilizarán en el análisis del uso actual de suelos.

En 1984, por los sucesos ocurridos en la zona de estudio, el SAN (Servicio Aerofotográfico Nacional) tomó y procesó, a escala 1:2,000 Ortofotomapas de la ciudad de Paita.

En ese entonces la ciudad se extendía sobre la "Paita Antigua" y una pequeña parte de la "Paita Moderna".

Desde esa fecha, no se ha realizado hasta el momento un levantamiento catastral preciso de la ciudad, salvo algunos levantamientos topográficos muy puntuales en áreas reducidas, para alguna lotización. Por lo tanto, los planos que actualmente sirven de base para cualquier tipo de proyecto dentro de la ciudad son : o los Ortofotomapas (desde el punto de vista de uso de suelos, completamente obsoletos para "Paita Antigua"), o mapas esquemáticos de la ciudad.

Es por estos motivos que la nueva oficina de Planificación del Concejo de la ciudad está empeñada en realizar un catastro lo antes posible, pero al no contar con personal verdaderamente capacitado para el trabajo de campo se prevee que este durará por lo menos hasta fin de año por lo que sus resultados serán tomados en esta Tesis solo en forma parcial.

Sobre estos planos desactualizados, con el apoyo de la Municipalidad de Paita, la oficina de Sedapiura en Paita y de mis compañeros tesisistas, se hizo un

intento por actualizar estos antiguos planos, haciendo las modificaciones respectivas en campo, trabajando manzana por manzana.

De este trabajo, podemos entonces inferir que, en la actualidad la ciudad de Paita abarca una extensión de 723.5 Has. (7.23 Km²). Luego, como la población llega a aproximadamente los 40,000 habitantes, se alcanza la densidad promedio (densidad bruta) de 55 hab./Ha. (es necesario hacer notar que en la extensión de la ciudad se está considerando las áreas de los cuarteles Militares).

Además debemos decir que la ciudad se está consolidando sobre tres ejes de desarrollo, constituidos por la carretera Paita-Sullana, la carretera Paita-Piura y la carretera Paita-Yacila.

La ciudad de Paita se identifica por barrios (ver mapa) y están ubicados en sectores que de acuerdo a su topografía y consolidación lo clasificamos en :

- "Paita Baja" : constituida por el Casco Antiguo de la ciudad, Puerto Nuevo, La Punta y la zona del Terminal Marítimo de Enapu.
- "Paita Intermedia" constituida por los "Pueblos Jóvenes Occidentales y Orientales" y por el AAHH "La Merced", ubicados a ambos lados del Jirón Zanjón y del inicio de la carretera Paita-Piura.
- "Paita Alta" conformada por todos los AAHH que se encuentran en la actualidad en el Tablazo, es decir los que constituyen la ciudad "Roja" y la ciudad "Blanca", que se encuentran a ambos lados de la carretera hacia Yacila.

8.2 EVOLUCION HISTORICA

Como hemos visto en el Capitulo II, no se sabe a ciencia cierta en que fecha se empezó a poblar la provincia de Paita, pero sabemos que Francisco Pizarro llegó al puerto en el siglo XIV.

La evolución de la ciudad fue lenta hasta los primeros años de 1960, trastocando la trama urbana clásica de cuadras por los nuevos criterios de rbanización "moderno" lotes mínimos con menor frente que lado,

generando ocupación masiva en las áreas, continuas al casco antiguo de la ciudad formando urbanizaciones y pueblos jóvenes con una población dedicados a la pesca y obreros de la industria pesquera, la mayoría de la serranía del departamento de Piura y Lambayeque. La configuración topográfica de Paita facilita esta primera expansión, limitándose por los desniveles de las laderas que dan al "tablazo". En la década del 80 se produce la segunda expansión urbana ocupando suelo de la zona denominada "tablazo" de configuración plana, en el tablazo se asientan urbanizaciones, asociaciones de vivienda y pueblos jóvenes.

El crecimiento acelerado de los últimos 30 años se genera a raíz del incremento de los productos hidrobiológicos por un desarrollo de una tecnología de pesca y la industrialización que son los factores de atracción poblacional al que denominamos primera expansión urbana. La dinámica propia de la nueva ciudad genera el incremento poblacional en la década del 80, es decir, hay una segunda generación poblacional que tiene necesidad de ocupación del suelo produciendo la segunda expansión urbana.

Así establecido actualmente podemos llamar "Paita Baja" a lo conformado por el antiguo casco urbano y a la primera expansión urbana, por asentarse entre costas de 5 a 30 m.s.n.m. y "Paita Alta" a la segunda expansión urbana asentada en el Tablazo con cota topográfica superior a 80 m.s.n.m.

Este proceso de urbanización trae consigo la necesidad de viviendas, infraestructura básica y equipamiento, sin embargo los indicadores y estadísticas referentes a Paita nos demuestran una enorme brecha entre necesidad y satisfactor.

Paita por Ley N° 25100 y DS N° 086-90-PCM va a contar con una infraestructura para el funcionamiento de una Zona Franca Industrial que teóricamente va ocupar gran cantidad de mano de obra y una gran inversión económica con repercusión regional.

La posible presencia de este complejo va a traer gran número de grupos humanos que incrementarán la población del puerto y la necesidad de vivienda y servicios.

3 USO ACTUAL DE SUELOS

Al realizar el levantamiento visual en campo, mencionado anteriormente, se tomaron todos los datos suficientes como para realizar mapas representativos (esquemáticos) de usos de suelos, materiales predominantes en edificaciones y el estado del sistema vial; además de tomar las características físicas principales que presenta toda esta infraestructura.

De acuerdo a lo mencionado, se describe a continuación, el estado actual de la ciudad y su probable vulnerabilidad frente a desastres naturales.

a) Uso Residencial

Ocupa la mayor área urbana, y está referido al conjunto de viviendas individuales y colectivas. Está soportado y ligado por un sistema de vías cuya red principal está concentrada sobre la parte más baja de la ciudad, dándole relativa fluidez, la misma que va decreciendo debido a la constante expansión periférica (asentamientos humanos).

En la zona "Paita Intermedia", debido a la existencia de sólo asentamientos humanos, estos se soportan en vías precarias dirigidas hacia el Jirón Zanjón.

En "Paita Alta", toda su zona central es atravesada por la carretera Paita-Yacila a los lados de la cual se extiende y desarrolla esta zona.

No obstante la existencia de estas calles de soporte, la comunicación dentro de los barrios es deficiente, por la topografía, muy accidentada y la configuración muy irregular de las manzanas, haciendo de las calles, muchas veces estrechas, formando líneas quebradas, calles sin salida y con longitudes que van desde los 5 m. hasta los 300 m.

b) Uso Comercial - Residencial

Comprende la extensión de suelo urbano sobre el cual se realizan actividades comerciales en mayor porcentaje, existiendo también el uso residencial, como el caso de hoteles o comercio vecinal compartido con el residencial. Esta extensión se ubica sobre "Paita Baja" en la zona central consolidada.

Existen 3 ejes comerciales principales que son : el Jirón Zanjón (desde la Plaza de Armas hasta el Mercado), la calle Junín (desde la Plaza de Armas hasta la calle Alfonso Ugarte) y la calle Jorge Chávez (desde la Plaza de Armas hasta el terminal Marítimo).

El comercio intensivo se realiza en los alrededores del Mercado (a ambos lados del Jirón Zanjón), el Complejo Pesquero (solo de especies marinas). Cerca de la Plaza de Armas están los hoteles y bancos.

En "Paita Alta" existen vías comerciales de tipo vecinal como establecimientos de venta de combustibles, chinganas, restaurantes y un mercado no muy concurrido por el público.

c) Uso Cívico - Comercial

Este sector se ubica sobre la parte central de la "Ciudad Antigua", es decir alrededor de la Plaza de Armas y a lo largo del malecón "Jorge Chávez".

Comprende dependencias del Estado (Municipalidad, Banco de La Nación, Entel Perú, Correos y Telégrafos), bancos estatales y privados, Hoteles, Las Iglesias, estación de la Policía Técnica, Club Liberal y comercio central.

Toda la actividad cívica de la ciudad se centra en esta área.

Existen sin embargo algunas dependencias del estado de importancia como la oficina de Sedapiura en Paita, la oficina zonal de Electronoroeste, la oficina de la Subregión, el local de la Policía Nacional que están ubicadas a unas pocas cuadras de la Plaza de Armas, así como la Cámara de Comercio y La Basílica.

d) Uso Institucional

Comprende este sector las instituciones educativas (colegios, Institutos Superiores, etc.), la casa de retiro Stella Maris, además de los hospitales Central y de Apoyo (IPSS).

Algunas de estas áreas están bien ubicadas desde el punto de vista funcional, pero no desde el punto de vista de peligro de desastres, pues la mayoría de ellas se ubican en zonas donde el suelo es malo, además de ser inundables.

La ubicación del Hospital de Apoyo sobre la carretera Paita-Piura es buena por el acceso directo a este.

e) Uso Recreacional

Las zonas recreacionales en la ciudad están restringidas por las pocas áreas verdes, sobre todo en "Paita Intermedia" y "Paita Alta".

Existe un coliseo, en la calle Junín ("Paita Baja"), un solo cine a 200 m. de la Plaza de Armas y un estadio "Hermanos Cárcamo" ("Paita Alta").

Existen pequeños parques (Hermanos Cárcamo, Grau), pero el más importante de todos es la Plaza de Armas por su gran actividad en ella.

Otra zona recreacional de importancia son las playas y el malecón que está al borde de estas.

En "Paita Alta", estas áreas recreacionales prácticamente no existen. Se toman como recreacionales las áreas libres.

f) Uso Industrial

En "Paita Baja" se ubican en los extremos tanto Norte y Sur de la ciudad, en la zona Sur se ubican en su mayoría las empresas pesqueras y en la zona Norte se ubica el Terminal Marítimo de ENAPU.

En "Paita Alta" comprende en su mayoría molinos de arroz, fábricas dedicadas a la agroindustria, así como la fábrica de hielo.

También comprende pequeñas fábricas, talleres mecánicos y metal mecánicos distribuidos en la periferia de la ciudad.

g) Uso de Transportes y Comunicaciones

Comprende las áreas de ubicación de las antenas de radio y televisión sobre las colinas, estaciones de radio dentro de la ciudad y terminales de transporte terrestre ubicados, en su mayoría, sobre el Jirón Zanjón.

stán relativamente bien ubicados pues existe fluidez en cuanto a sus accesos, aunque en casi todos los casos sus áreas no son suficientes e invaden las heredas.

Uso Especial

considera en este aspecto, el suelo ocupado por la Marina de Guerra del Perú, cuya presencia es relevante por la condición de ser el segundo puerto en importancia del Perú y por la condición de ser zona de frontera.

fortunadamente la Base Naval se ubica al borde del mar y no condiciona el desarrollo de la ciudad, a pesar de su gran área. La Capitanía de Puerto ocupa área pequeña frente a la Plaza de Armas.

.4 ANALISIS, SECTORIZACION Y ESTIMACION DEL RIESGO EN EDIFICACIONES

de acuerdo a lo mencionado al inicio de este capítulo, la toma de datos de las características físicas principales como los materiales predominantes, la altura de las edificaciones y su estado de conservación, se realizó en forma visual en el terreno.

sin embargo, se debe recalcar que la sectorización que se presenta en los mapas se basa en porcentajes estimados, por lo tanto, las fronteras en estos sectores no son definitivas, pero si lo es la ubicación de cada sector en la ciudad, por eso se puede decir que son representativos. La evidencia en el campo de esta sectorización es fehaciente.

.4.1 CARACTERISTICAS BASICAS URBANAS

la ciudad de Paita presenta claramente dos estructuras urbanas distintas, "Paita Baja" y "Paita Alta". En la primera está el casco central, más antiguo y desarrollado, es el centro del comercio formal, con calles estrechas y edificaciones de quincha y ladrillo de uno y dos pisos y con rodeada de asentamientos humanos de reciente creación, en la segunda está el resto de la ciudad, de reciente construcción (posterior a 1970), construida de adobe y ladrillo, con calles y espacios amplios.

Además se presentan hasta tres sectores urbanos típicos:

Asentamientos Humanos Residenciales (A.H.R.): áreas de uso residencial urbanizadas . A este tipo pertenecen el Casco Central, el sector de Enace y la Ciudad del Pescador. Lamentablemente no se ha hecho caso a la planificación urbana en esta última.

Asentamientos Humanos Marginales (A.H.M.): son áreas de uso predominantemente residencial, de crecimiento espontáneo y no organizado. A este tipo pertenecen los Pueblos Jóvenes y los Asentamientos Humanos.

Areas No Residenciales (A.N.R.): Son zonas dedicadas a otros usos, como comercial, industrial, institucional, militar, etc.

Lamentablemente no se pudo contar con un catastro actualizado de la ciudad (en la actualidad se encuentra en elaboración) para saber a ciencia cierta los tipos de materiales de construcción, tipo de construcción y coberturas de las casas de la ciudad.

8.4.2 MATERIALES CONSTRUCTIVOS

Los materiales de construcción que predominan en las edificaciones de la ciudad de Paita son : Caña y Barro, Adobe y últimamente esta prevaleciendo el Material Noble en las construcciones.

1.- Caña y Barro.- Son los materiales predominantes en las construcciones de la ciudad de Paita y están compuestos de :

- Caña.- La caña utilizada, principalmente, es la caña de Guayaquil; que en su mayoría proviene de Ecuador y se usa a manera de Quincha pero en forma rústica. La caña se utiliza como elemento membrana, en rollizos o en tiras largas y se entrelaza con partes más gruesas en sentido horizontal. Por lo general en su revestimiento se usa barro, aunque muchas veces se deja sin revestir expuesta a la humedad. También se usa en encofrado para pies derecho, cuando los entrepisos son altos.

- Barro.- Por lo general se usa como revestimiento final, al cual se le agrega algo de paja, de yeso, amasados con agua.

También se usa como revestimiento diferentes mezclas de tierra o de arena con cemento o cal. El uso de este material es en forma deficiente.

- Madera.- Procede de zonas rurales de Tumbes y Piura.

- Calamina.- Procede de Piura.

2.- Adobe.- Muchas de las edificaciones de la ciudad están hechas de este material, sin embargo las autoridades han puesto muy poco cuidado en investigar si la calidad de estas unidades de albañilería son las adecuadas.

La fabricación de adobes es completamente artesanal, generalmente se realiza en los mismos lugares en que se va a construir por los mismos dueños de las casas. Como hemos visto, la calidad del ladrillo deja mucho que desear, lo mismo ocurre con el adobe. Su escaso costo lo hacen el material preferido en los asentamientos humanos marginales.

La durabilidad de este material es muy pequeña, debido a que existen sectores con altas concentraciones de sulfatos y cloruros. Tienen poca resistencia a la compresión y a la acción de la humedad y la lluvia.

Es notorio que las viviendas de adobe sufren enormemente con la acción de las lluvias, sobretodo porque los asentamientos humanos marginales en los que se construye con adobe están en las laderas de los cerros de "Paita Baja" y usan la misma arcilla expansiva del lugar.

Las casas de adobe se construyen sin columnas o con muy pocas, de madera rolliza; por lo que el peligro de volteo de muros es permanente. En caso de un sismo severo la mayor parte de las viviendas de adobe, debilitadas por las lluvias y mal construidas, colapsarían produciendo enormes pérdidas económicas y de vidas.

Es recomendable divulgar los estudios realizados por la UNI, PUCP e ININVI sobre la mejor manera de preparar las unidades de albañilería y como construir con este material; sin embargo considero que no es un material adecuado para la zona que sufre de los embates de las lluvias con regularidad, es altamente sísmica y por la calidad de la arcilla.

3.- Material Noble.- Se compone de los siguientes materiales

- Ladrillo de arcilla.- Debido a que es fabricado sin control, de manera muy artesanal, su calidad varía de regular a mala. Muchas veces la arcilla con la cual se fabrican estos ladrillos contiene sales y/o partículas expansivas lo cual trae problemas de durabilidad, resistencia y expansión. No existe uniformidad en los tamaños de los ladrillos y constantemente se ven casos de eflorescencia.

Por lo general los ladrillos son traídos a la ciudad de Paita de la Huaca o de ladrilleras clandestinas que se encuentran situadas en los bordes de las carreteras Paita-Piura y Sullana - Paita, por su relativo bajo costo. También existen construcciones que utilizan unidades de arcilla traídas de Piura, pero en un porcentaje muy bajo.

- Ladrillo de cemento.- Ha sido usado en la construcción de las nuevas casas de Enace en "Paita Alta", controlado de manera debida. También se usa en un buen porcentaje en los techos porque disminuye el costo, pero este ladrillo por lo general ha sido vibrado manualmente.

- Cemento.- Proviene de Pacasmayo (cemento tipo II).

- Agregados.- Son traídos de canteras, generalmente cercanas a la ciudad de Paita. Tampoco existe control de calidad en su uso debiendo el constructor realizar una constante supervisión.

La arena es fácilmente extraída de estas canteras, el problema radica en la cantidad de finos y algún porcentaje de sales que tampoco es controlado.

- Fierro.- Proveniente de Piura (y a su vez de Chimbote), su costo es relativamente alto; depende del cuidado que se tenga con este material para obtener su máxima eficiencia, por ejemplo no debe estar expuesto a las sales.

La toma de estos datos, para sectorizar la ciudad, se hizo en campo y fue de la siguiente manera: se contó el número de viviendas (en planta) de cada material (en cada manzana) y se calculó su porcentaje.



Foto 8.1.- Construcción de casa de adobes, con arcilla expansiva de los taludes de los cerros que circundan "Paita Baja".

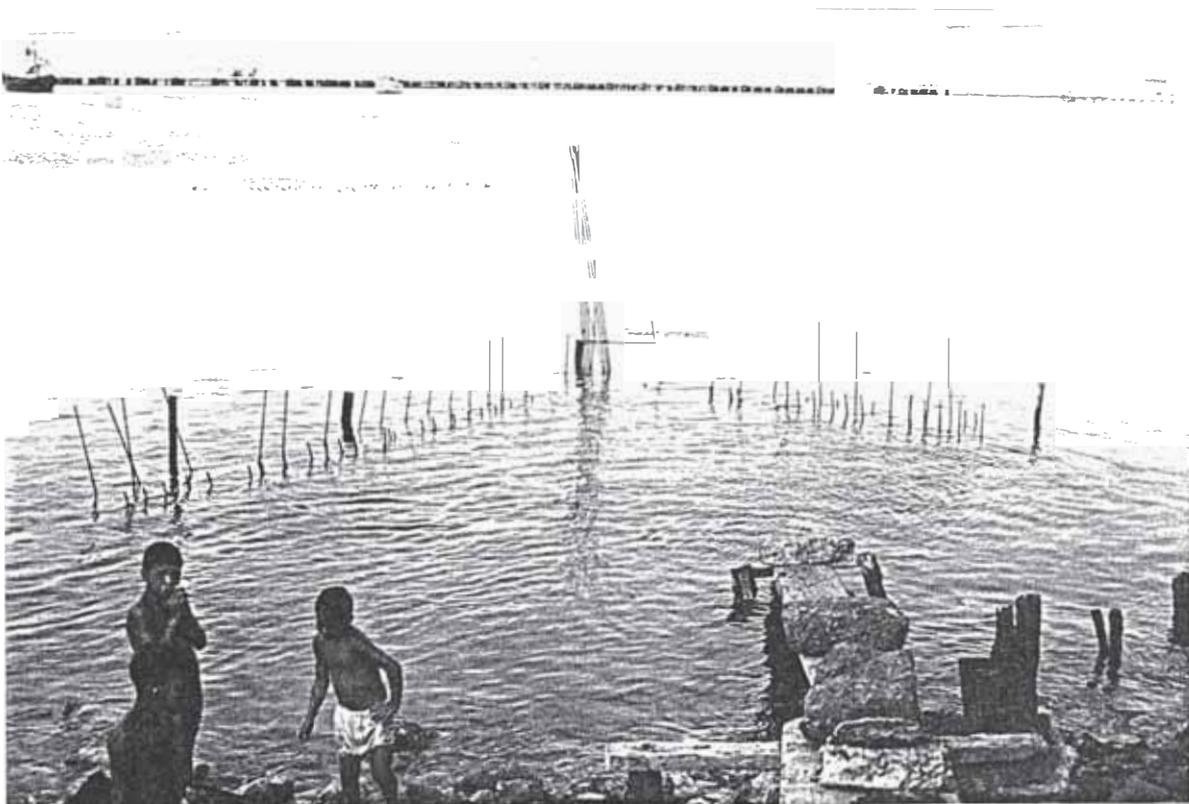


Foto 8.2.- Construcción de un futuro grifo sobre el mar.



Foto 8.3.- Columna agrietada longitudinalmente por su parte central.

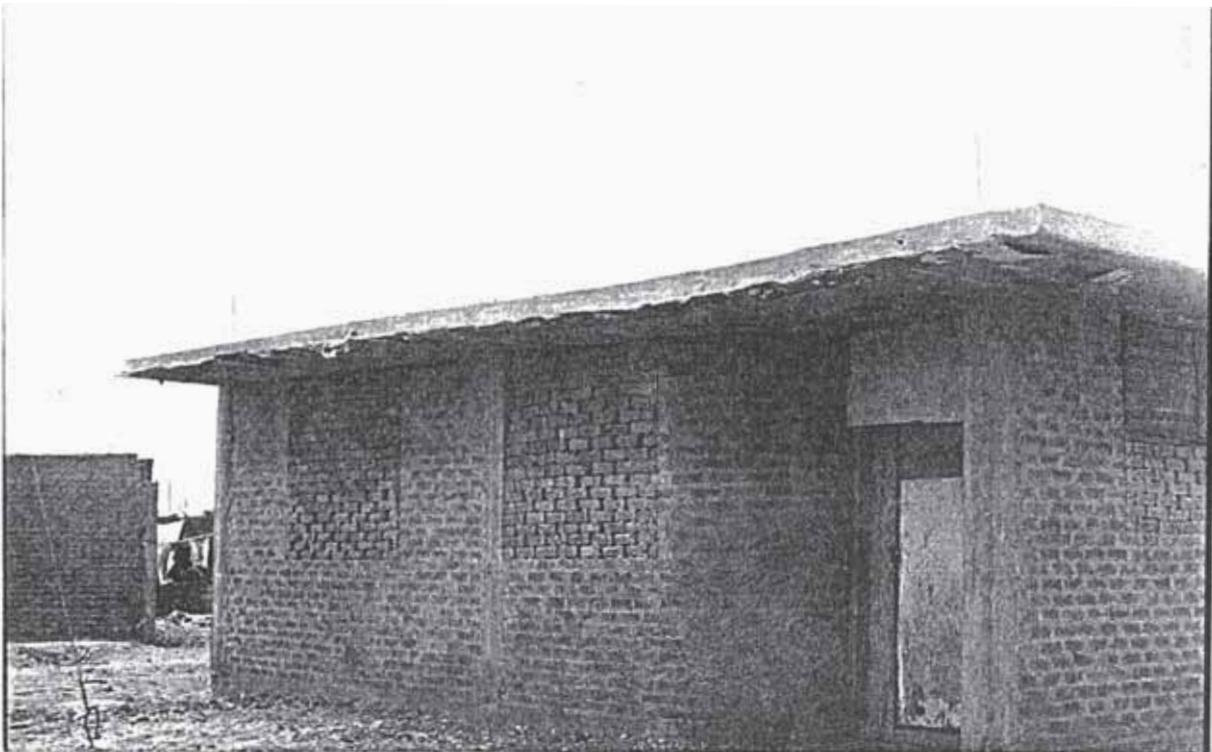


Foto 8.4.- Construcción de una casa de dos pisos sin vigas en "Paita Alta".

De este procedimiento podemos apreciar que las construcciones de caña y barro se encuentran por toda la ciudad, esto se explica por su fácil construcción y bajo costo.

También se observa que la predominancia de material noble se presenta sobre la zona central de la "Paita Baja", en "Puerto Nuevo y a lo largo del Jirón Zanjón. En "Paita Alta" casi un 70% del área construida es de material noble, se explica esto porque esta zona es relativamente nueva.

8.4.3 ALTURA DE EDIFICACIONES

Según el censo de vivienda del año de 1981 las alturas de edificación son:

1 piso	70%
2 pisos	28%
3 ó más pisos	2%

Información que fue actualizada con un trabajo de campo, en el cual se obtuvieron aproximadamente los mismos resultados, en que los porcentajes en cada manzana se dieron a la altura de edificaciones expresado en el número de pisos.

Además de esta agrupación se resaltó algunas edificaciones de más de 4 pisos que están en zonas de edificaciones de máx. 2 pisos, estas son pocas pero representativas por su sobresaliente altura, como un edificio en "Puerto Nuevo" y el Hotel "Las Brisas".

En cuanto al número de pisos en la ciudad de Paita, el máximo número de pisos en una edificación es de 7 (Hotel "Las Brisas").

De lo podemos apreciar que no existen edificaciones muy altas en la ciudad de Paita.

Se debe resaltar el hecho que las edificaciones de caña y barro en la zona central de la ciudad, a pesar de tener un número máximo de dos pisos, su altura llega hasta los 10 m. aproximadamente (semejante a la altura de una edificación de material noble de 3 pisos).

En el resto de la ciudad, las alturas predominantes están referidas a las edificaciones de material noble.

8.4.4 ESTRUCTURACION Y ESTADO DE LAS EDIFICACIONES

A continuación se describe de una manera muy general la estructuración y el estado de conservación que presentan las edificaciones de material noble de la ciudad de Paita; no se hace lo mismo con las edificaciones de caña y barra, ya que estas por lo general se encuentran en pésimo estado. Se recuerda que esta descripción también está basada en el trabajo visual de campo.

Edificaciones de material noble

Un gran porcentaje (de 70 a 90%) de las edificaciones son de albañilería confinada y no confinada. Solo en muy pocas obras predominan los pórticos, pero siempre es usada la unidad de albañilería maciza, tanto de arcilla como de concreto.

Las edificaciones típicas de 2 ó 3 pisos (que son muy pocas en la ciudad) se caracterizan por tener una estructuración de albañilería confinada en el primer piso y no confinada en el segundo o tercero. Generalmente, los parapetos en la azotea, cuando los hay, no están confinados. Y los techos no se encuentran preparados para evacuar las aguas pluviales.

Existen zonas en las que la estructuración de los elementos de confinamiento, como las vigas de amarre, dinteles y columnas están pésimamente construidas; muchas veces, las vigas de amarre solo se apoyan en muros de albañilería no portante y en muchos casos son inexistentes.

El estado de construcción y su conservación es de regular a malo, dependiendo de los acabados (que le dan más durabilidad) en algunas edificaciones y de la

Aparte de la baja calidad de la albañilería de arcilla utilizada, un problema característico de estas unidades que es evidente en la ciudad, es la eflorescencia, casi todas las edificaciones con este tipo de material y sin revestimiento en sus muros presentan bastante deterioro. Las sales que contienen las unidades de albañilería y a veces los agregados (en el mortero) están en contacto directo con la humedad. También contribuye a este deterioro las largas horas de elevada temperatura.



Foto 8.5.- Casa de Quincha en pésimo estado

4.5 ESTIMACION DE LAS PERDIDAS

bastante difícil prever las pérdidas que ocurrirían en la ciudad de Paita en caso de producirse un desastre natural. Se ha observado que la mayor parte de la ciudad ha sido edificada usando materiales de construcción de mala calidad y procedimientos artesanales inadecuados. Además, la ciudad cimentada, es su mayor parte, sobre suelos blandos y poco seguros.

todo lo anterior se puede afirmar de que las pérdidas en caso de un sismo o lluvias severas en la ciudad serán de gran magnitud. El Ingeniero venezolano José Grasés (Grasés, 1986) propuso una manera de evaluar las pérdidas en caso de sismos, aunque estos valores fueron obtenidos a pedido de una compañía de seguros y para una realidad completamente distinta a la que vive la comunidad paiteña, se han adoptado los mismos ya que se ha tratado de obtener solo una aproximación. El cuadro 8.1 muestra los porcentajes de las pérdidas sobre el valor de reconstrucción para las edificaciones de una ciudad.

Cuadro 8.1.- Estimación de las Pérdidas

de construcción	Pérdida máxima probable (en % del valor de reconstrucción)					
	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1 Moderna, antisísmica	0	1	5	50	80	100
Moderna, no antisísmica	0	5	20	80	100	100
Armazón de ladrillo o madera	1	10	40	100	100	100
Adobe	5	20	70	100	100	100

En la actualidad existen alrededor de 7500 viviendas, de las cuales el 25% son de adobe, esto es aproximadamente 1900 viviendas de adobe en la ciudad. Por lo tanto de las tablas deducimos que para un sismo de intensidad VIII MM tendríamos que lamentar una pérdida de 70% del valor de reconstrucción. Si tuviéramos en US \$ 1500.00 el valor de cada vivienda de adobe, obtendríamos

que solo en los asentamientos humanos marginales se perderían aproximadamente US \$ 2'000,000. Considerando los otros tipos de construcción que existen en la ciudad, y haciendo un cálculo muy aproximado, las pérdidas se elevarían a más de 15 millones de dólares, solo en edificaciones. de estas aproximaciones se deduce que definitivamente es necesario mejorar las condiciones de seguridad de las viviendas.

Si estimásemos las pérdidas en caso de ocurrencia de un fenómeno de "El Niño" severo es probable que el monto calculado sea aun mayor , puesto que las viviendas afectadas en el Distrito de Paita por el fenómeno de 1983 ascendió a 4754.

8.4.6 ESTADO DE LOS INMUEBLES DECLARADOS BIENES MONUMENTALES DE LA NACION

El cuadro siguiente 8.2: "Bienes monumentales en la ciudad de Paita" resume el estado actual de las edificaciones, la mayoría de las cuales han sufrido por efecto de las lluvias.

CUADRO 8.2.- Bienes Monumentales en la ciudad de Paita

Inmueble	estado de conservación	uso actual	materiales de construcción
Casa de Manuelita Saenz	malo	Viv	Qui
Edificio de la Aduana	regular	Ofic	Qui
Iglesia de La Merced	malo	Col	Qui
Iglesia de San Francisco	bueno	Igle	Ado
Muelle Fiscal	regular	emb	CA

Además el Instituto Nacional de Cultura está considerando declarar como Bienes Monumentales de la ciudad a aproximadamente 60 viviendas muy antiguas en su mayoría construidas con quincha

Col: colegio
Ado: adobe

Viv: vivienda
Qui: quincha

Ofic: oficina
Igle: iglesia

CA: concreto armado
emb: embarcadero

Extraído del INC.

Según el INC en las cercanías de la ciudad de Paita existen restos arqueológicos llamados "Huaca Paita", cuyas coordenadas geográficas son 5°04'45" Latitud

erreno de la ZOFRI, por lo que se recomienda tener mucho cuidado al omento de urbanizar esta zona para evitar destruir estos restos.

.5 ESTUDIO DEL RIESGO EN LA INFRAESTRUCTURA URBANA

8.5.1 VIAS DE COMUNICACION

En el aspecto urbanístico de Paita ciudad, en el casco urbano y en las zonas marginales, comprendiendo los asentamientos humanos, adolece en un gran porcentaje de pistas asfaltadas y de veredas construidas. Tal como se señala en el cuadro adjunto, del total del metrado de pistas, solo el 27.8% se encuentra pavimentado y ello corresponde al casco urbano, el resto se encuentra aún en tierra apisonada o suelta con empedrado.

Cuadro 8.3.- Estado de la vías en la ciudad de Paita

DETALLE	TOTAL		CASCO URBANO		A.A.H.H.	
	N	%	N	%	N	%
Número de Calles	94	100	60	63.8	34	36.2
Longitud Total (m)	22485	100	13695	60.9	8790	39.1
Con Pavimentación (m)	6265	100	6025	96.2	240	3.8
Sin Pavimentación (m)	10105	100	6555	64.9	3550	35.1
Pavimento Malogrado	1115	100	1115	1.0	-	-
PAVIMENTACION						
Años 1987-1989	940	100	940	100	-	-
% de Cobertura total	4.25	-	4.2	-	-	-
Contribución a la Pavimentación	15	-	15.0	-	-	-

Extraído de Municipalidad Provincial de Paita, "Memoria Gestión 1987-1989"

De Enero de 1990 a la fecha el estado de la vías de la ciudad no ha mejorado mucho, por lo que el cuadro anterior sigue siendo representativo. Como se puede apreciar en el cuadro del total de metros en Pistas en la ciudad de Paita (22,485) el 60.9 % corresponde al casco urbano y el 39.1 % a los asentamientos



LEYENDA	
	VIA ASFALTADA
	VIA AFIRMADA
	VIA SIN AFIRMAR
	TROCHA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y
MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE
PAITA

PLANO: NUMERO:

VIAL DEL DPTO. DE PIURA

RODOLFO DURAN OCTUBRE 1992

8.2

puede apreciar en el cuadro del total de metros en Pistas en la ciudad de Paita (22,485) el 60.9 % corresponde al casco urbano y el 39.1 % a los asentamientos humanos y del total del metrado el 28% se encuentra pavimentado; del total de pistas pavimentadas (6,265), el 96.2% corresponde al casco urbano y el 3.8% a pavimentación en los asentamientos Humanos.

8.5.2 TELECOMUNICACIONES

En la ciudad de Paita opera únicamente la Empresa Nacional de Telecomunicaciones, Entel-Perú. Presta servicios de Telégrafos, Télex, Faxímil, Telefonía, etc. El sistema Telefónico fue servido hasta hace muy poco por un sistema manual, pero a fines del mes de Febrero del presente año se ha instalado un nuevo equipo automático que ya está en operación. La implantación de este sistema automático permite a los usuarios de Paita acceder igualmente a otros servicios de punta como el Teleproceso, Teleconferencias y demás Sistemas de Comunicación Digital.

Para albergar este nuevo sistema se ha construido un nuevo edificio, de estructura aporricada de concreto, ubicado en la calle Junín que es la primera paralela al malecón de la calle Jorge Chávez. En el mapa 5.3 se observa que existe la posibilidad de licuación en el área que ocupa este edificio.

En Paita también opera una oficina de Correos y Telégrafos del Perú que se encuentra ubicada en el malecón Jorge Chávez, en el mismo edificio que ocupa el Club Liberal, por lo cual se cumplen todas las recomendaciones hechas en el capítulo N° 5 en el estudio de Tsunamis.

8.5.3 ENERGIA ELECTRICA

La población que se beneficia con el sistema de electricidad fundamentalmente es la zona baja de Paita, pero utilizando la instalación antigua. Paita cuenta con su propia planta de Energía que abastece al distrito y a otros distritos de la Provincia como son Miramar, Amotape, El Arenal y Tamarindo que ya cuentan con energía eléctrica y además a los distritos de Vichayal y Pueblo Nuevo, que tienen energía y Alumbrado Público y domiciliario.

Próximamente y a corto plazo, entraran en funcionamiento el sistema de alumbrado público y domiciliario de La Huaca, Pucusalá y Viviate, El Portón,

uedan aun pendientes de ejecución de Obras de Electrificación en los asentamientos de la zona del Tablazo para que entren en funcionamiento sus sistemas de alumbrado.

Se realiza una conservación con el Jefe zonal de Electronoroeste Ing. Víctor Guzmán vemos :

Número de conexiones domiciliarias	3,367
Conexiones domiciliarias únicamente se cuentan en la zona baja de Paita	
- Casco Urbano	2,008 conex.
- Zona Marginal Baja	1,359 conex.

Total de conexiones	3,367 conex.

El casco Urbano y la zona Marginal Baja, cuentan con alumbrado público en su totalidad.

La demanda satisfecha en alumbrado público, es al 90%.

La zona Alta, que comprende la Ciudad del Pescador, cuenta con alumbrado Público más no domiciliario, otros Asentamientos Humanos de la zona del Tablazo como son Las Mercedes, San Francisco, San Isidro, Alan García, no cuentan con alumbrado público ni domiciliario.

Se encuentran en ejecución las Redes Eléctricas de la Urbanización ENACE.

8.5.4 SISTEMA DE AGUA POTABLE

El sistema de Agua y Alcantarillado, es administrado actualmente por la oficina de SEDAPIURA-PAITA. La fuente operativa y la problemática aquí expuesta ha sido coordinada con el Sr. Subgerente de la oficina de Paita. Actualmente se cuenta con la siguiente información :

a) Número de Conexiones Domiciliarias de Agua :

- Casco Urbano Paita : 1,778 Conexiones Domicil.

- Asentamientos Humanos :

a) San Pedro	104	
b) San Martín Occidente	312	
c) San Martín Central	299	
d) San Martín Oriente	151	
e) 13 de Julio	328	
f) El Tablazo	458	
g) Ciudad del Pescador	372	
h) Las Mercedes	91	2,115
	-----	-----
Total de Conexiones domiciliarias		3,893

b) Instalaciones de pilones en la zona Alta de la ciudad de Paita. 70 pilones.

c) La demanda satisfecha de acuerdo a este detalle es :

Por conexiones domiciliarias	20,244 personas
Por pilones	3,500 personas

Total demanda satisfecha en sistema de agua efectiva	23,744

Siendo la demanda total a nivel del distrito de 36,743, tendríamos una demanda insatisfecha de 12,999 que es donde se tendría que efectuar acciones de conexiones de agua.

PLANO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE PAITA



d) Distribución del Agua :

Procedente de la planta de agua de El Arenal, se recibe una alimentación de 162 litros/s. de agua, en condiciones normales ó 583.2 m³/hora, que es recibida en un reservorio que tiene una capacidad de 518 m³. Este reservorio alimenta a su vez a tres reservorios de ;

- 700 m³ para abastecer a la zona urbana.
- 1,000 m³ para abastecer a los pueblos jóvenes de la parte baja.
- 4,000 m³ para abastecer a las empresas industriales.

Este abastecimiento es por gravedad.

La zona Alta, de los A.H. de El Tablazo, Ciudad del Pescador, las Mercedes, Yacila y Fábricas se abastecen de un reservorio de 120 m³.

e) Se requiere de un Reservorio de Distribución de por lo menos 6 a 8 mil m³. para abastecer normalmente a Paita. Asimismo incrementar la capacidad de los reservorios de la Parte Baja a 3,000 (zona Urbana) para el abastecimiento de los pueblos jóvenes de la Parte Baja.

8.5.5 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La fuente de los datos es la misma del ítem anterior.

a) Sistema de Alcantarillado :

- | | |
|--|---------------|
| - Número de conexiones domiciliarias de desagüe en el casco urbano y Zona marginal | 2,257 conexi. |
| - Número de Servicios Higiénicos Públicos | 5 |

La demanda satisfecha es :

Por conexiones domiciliarias	11,737 person.
Por servicios Higiénicos Públicos	250 person.

Total demanda satisfecha	11,987 person.
--------------------------	----------------

Constituyendo un déficit efectivo de	24,755 person.
--------------------------------------	----------------



Foto 8.6.- Instalación Sanitaria no higiénica, nótese que la tubería de agua pasa por el buzón de desagüe

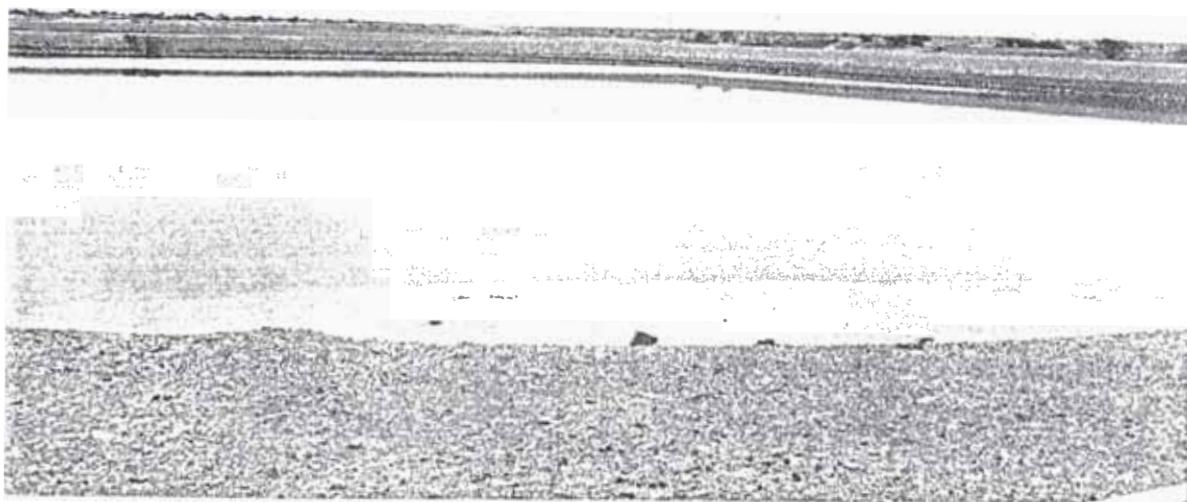


Foto 8.7.- Panorámica de las Lagunas de Oxidación.

b) Problemática del Alcantarillado de Paita :

Las redes de Alcantarillado de la ciudad de Paita, que cubren únicamente la Parte Baja, resulta inadecuada para la población, pues su capacidad ya no soporta la cantidad de aguas servidas que discurren por su sección a tal punto que frecuentemente se rebalsan y afloran por las calles.

Después de las lluvias de 1,983 se hicieron cambios de redes, pero solo una parte, que es la menor cantidad de lo que comprende todo el sistema, por lo que se hace necesario el cambio a corto tiempo.

La zona Alta de Paita, no tiene sistema de desagüe y los pobladores utilizan silos sanitarios, letrinas o no utilizan dando lugar a la exposición libre de los excrementos humanos que podría ocasionar más de una enfermedad intestinal por la intervención de las moscas.

En estos momentos se está tratando de poner en operatividad las cámaras de bombeo, su finalidad es el impulso de las aguas servidas que discurren por el sistema de alcantarillado de Paita, hacia las 12 lagunas de oxidación que se encuentran en la parte alta de Paita y con lo cual se solucionaría el problema de de la disposición al mar de las aguas servidas que contaminan las playas.

8.5.6 DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS

La recolección de basura se realiza a través de 5 camiones que no llegan a cubrir toda la ciudad, ya que se observan montículos, sobre todo en la zona de la basílica y en la quebrada que se encuentra al costado de la pista que sube hacia la villa naval.

La basura se arroja en el kilómetro 52.5 de la carretera Piura-Paita, que es un botadero sin ninguna preparación, administrado por el Concejo Provincial de Paita. El lugar escogido para el botadero es bastante cercano a la ciudad y ubicado en una zona potencialmente alta para la expansión urbana, por lo que se ha desaprovechado estas tierras, ya que se le piensa usar también en el futuro.

También hay camiones que arrojan desmonte y basura a los costados de la carretera Piura-Paita.

En las épocas que abunda la pesca, los desechos de los pescados son arrojados en el desierto camino a Tierra Colorada, este problema se tiene también que resolver puesto que a trae consigo la plaga de la mosca verde.

8.6 ESTUDIO DEL RIESGO EN LA INFRAESTRUCTURA DE EMERGENCIA

8.6.1 SISTEMA DE DEFENSA CIVIL

La Defensa Civil está a cargo del Concejo Municipal Provincial de Paita y el señor Alcalde es su jefe. Para todo lo referente a los asuntos de Defensa Civil se ha nombrado un regidor encargado de la Secretaría de Defensa Civil, el cual tiene muy poco poder de decisión. Lamentablemente el nivel organizativo que posee el sistema en Paita es virtualmente nulo lo cual supone una lenta e ineficiente reacción frente a una catástrofe. La comisión de Defensa Civil se reúne los últimos Jueves de cada mes, pero durante el fenómeno de "El Niño" se reunía todos los Jueves, sus decisiones eran puramente coyunturales.

Usualmente, ante sucesos que ponen en peligro a la ciudad se solicita ayuda a la Marina de Guerra del Perú, ya sea a la Base Naval de Paita o a la capitanía de Puerto. Otras fuentes de ayuda son el Gobierno Regional a través de la oficina de Defensa Nacional, la Oficina Regional de Defensa Civil y el gobierno Subregional.

Es **INDISPENSABLE** reestructurar el sistema de Defensa Civil de una manera técnica. Desarrollando planes de contingencia apropiados.

8.6.2 CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS

En Paita se encuentra establecido el Cuartel PAITA N° 31 del cuerpo de Bomberos Voluntarios del Perú. Su radio de acción comprende toda la provincia de Paita, incluso presta ayuda a sus compañeros de Piura y Sullana cuando se presentan incendios de gran magnitud.

Se comprobó que en los edificios públicos, escolares y altos no son inspeccionados por los Bomberos como dice la ley de Defensa Civil. La mayoría de estas edificaciones carece por completo de un sistema para evacuarlos y mucho menos para combatir un incendio.

La fachada del cuartel da hacia el Jirón La Merced s/n. El edificio no es de muy reciente construcción, posee una planta y un mezzanine. Sus muros son de ladrillo y la parte alta esta cubierta de calaminas, así como el techo. No se encuentra en muy buen estado de conservación, debido a la escasez de fondos, parte del local es usado como cochera para guardar auto, con lo cual se obtienen fondos para mantener el local.

Los principales problemas que afrontan son :

- a) Falta de colaboración de la población a la que protegen.
- b) La crónica falta de agua en la ciudad hace que algunas veces sea completamente imposible apagar los incendios, por lo que se requiere la construcción de cisternas de emergencia en algunos lugares de la ciudad.
- c) Cuentan con escaso equipo y en mal estado. Su equipo principal consta de: un carro cisterna de 1500 galones de capacidad marca Chevrolet del año 1965, una motobomba montada en la cisterna, una camioneta auxiliar de emergencia marca Ford de 1956, una motobomba de 1958, una motobomba tipo carretilla chica y una escala con llantas mecánicas de 14 metros de altura.

Carecen de equipo de seguridad personal como Cotonas (chalecos impermeables), Mitones (guantes) y Botas. Carecen de equipos de comunicación de cualquier tipo, ni estación, móvil o portátil.

8.6.3 CLINICAS Y HOSPITALES

Como ya se vio en el acápite 3.3 (b) la ciudad de Paita cuenta en la actualidad con el Hospital de Apoyo II dependiente del I.P.S.S., el Policlínico de la Caja de Beneficios Sociales del Pescador y el centro de Salud "Nuestra señora de Las Mercedes".

Según la Organización Panamericana de la Salud debería haber un Centro de Salud por cada 10,000 habitantes y un Puesto Sanitarios por cada 3,000. Sin embargo vemos que para toda la provincia existen solo tres Centros de Salud y ocho Puestos Sanitarios. Con la población actual con que cuenta la provincia

vemos que existe un déficit de cuatro Centros de Salud y veinte Puestos Sanitarios.

Esta carestía de Centros Hospitalarios es de extrema gravedad, sobretudo en caso de que ocurra un desastre. Como en la actualidad que la demanda de asistencia hospitalaria se ha incrementado grandemente debido a los efectos de la lluvia.

El principal centro hospitalario es el Hospital de Apoyo II, que depende del I.P.S.S. Es un edificio moderno y con equipamiento semicompleto. El edificio está en muy buenas condiciones y cumplió un eficiente papel durante la epidemia del cólera de 1991, que causó grandes estragos en esta ciudad. Justamente la citada epidemia demostró que la capacidad del Hospital es poca cuando se tiene que atender a muchas personas a la misma vez.

Debido al tamaño de Paita y por el rápido crecimiento que se espera tenga en los próximos años, sería muy conveniente la construcción de un Hospital Materno-Infantil; este Hospital permitiría cubrir la gran demanda que existe actualmente de este tipo de servicio hospitalario. Es recomendable también que se construyan los Centros de Salud y Puestos Sanitarios que faltan según la Organización Panamericana de la Salud.

CAPITULO IX

ANALISIS Y ELECCION DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA

9.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA

Los principales factores que han venido condicionando el desarrollo de la ciudad de Paita son los siguientes:

a) Factores Naturales

La Ciudad de Paita está ubicada en una región sumamente árida, con zonas cubiertas de arena y con zonas de arcillas expansivas.

Pero ha sido la falta de agua y la falta de espacio en "Paita Baja" lo que más a pesado en el desarrollo de la Ciudad, no solo en el aspecto económico sino en el urbano.

El área de expansión urbana deberá contar con un fácil abastecimiento de agua potable.

b) Factores Económicos

Los ciudadanos de Paita dependen en mayor o menor grado de la actividad pesquera; ya sean pescadores, trabajadores de una industria pesquera, comercializadores de los productos de los dos primeros o presten servicios a todos ellos; así que para esta gente es primordial la conservación de la fuente de su riqueza. Por lo que hay que tener especial cuidado en no seguir contaminando la bahía con desagües que son arrojados al mar, es decir las nuevas urbanizaciones tienen que dirigir sus desagües a lagunas de oxidación. También es necesario convencer a los nuevos pobladores que "Paita Alta" es un buen lugar para vivir y que viviendo ahí siguen estando cerca de su principal fuente de trabajo .

c) Factores Estratégico-Militares

Si bien Paita es un puerto estratégico de gran interés militar, la ubicación de la Base y Villas Navales no perturban el desarrollo de la ciudad. Ninguna de estas instalaciones, ni las otras ubicadas dentro del radio urbano (Capitanía de Puerto), representan limitación alguna a la expansión de la ciudad. No existen zonas de maniobras en tierra firme por lo cual aparte de las ya mencionadas no existe zonas restringidas de Uso Naval.

d) Factores de Infraestructura Urbana

Los factores de infraestructura que han determinado el crecimiento de Paita son las vías de comunicación, la energía eléctrica y la red distribución de agua potable.

Como es notorio en el plano de Paita, el crecimiento de ésta ha sido a lo largo de cuatro ejes viales, justamente a lo largo de el Jirón Zanjón y de el Malecón Jorge Chávez, para "Paita Baja" y de la carretera a Piura y la carretera Circunvalación para "Paita Alta". Se espera que en el futuro el crecimiento de la ciudad sea solo en "Paita Alta".

La energía eléctrica ha limitado, y aparentemente seguirá limitando, el desarrollo industrial de la ciudad y por ende de la calidad de vida de los pobladores. La construcción de la ZOFRI-Paita muestra la decisión de el gobierno de la Región Grau de invertir en la zona. El proyecto de la ZOFRI

promete mucho pero para que este se lleve a cabo es imperativo asegurar el abastecimiento de energía eléctrica a un precio al alcance de los inversionistas.

Es notorio como la Ciudad sufrió un crecimiento explosivo durante la década de los ochentas, debido principalmente a el fenómeno de "El Niño" de 1983, que aumento la migración del campo la ciudad y por el auge de la pesca aumento también el nivel de ingreso de los pobladores de la zona. Del mismo modo, cualquier crecimiento futuro estará determinado por la capacidad de dotar de agua potable a su población que depende de la planta de agua situada en "El Arenal".

e) Factores Político-Administrativo

Paita es el puerto más importante de la Región Grau y uno de los más importantes del país, esto debería ser determinante para que el gobierno de la Ciudad mantenga la infraestructura urbana en las mejores condiciones, sin embargo esto no se está dando. El gobierno municipal de la ciudad se ocupa mayormente de funciones coyunturales y no lleva a cabo planes de mediano y largo plazo para mantener en buena forma la infraestructura de la ciudad.

La Ciudad está dividida topográficamente por las laderas de los cerros que circundan la zona baja, en dos sectores urbanos: "Paita Baja" y "Paita Alta", ambas dependen del mismo municipio, que no se da abasto para atenderlas debidamente. Por si fuera poco casi todo la ciudad se ubica en zonas de alto riesgo por las lluvias y no existe ningún plan de prevención y mitigación de desastres.

9.2 ANALISIS DE LAS TENDENCIAS DE EXPANSION URBANA

El crecimiento de la ciudad de Paita actual está limitado por la existencia de barreras naturales y artificiales. Sin duda, la principal de estas barreras la constituyen las laderas de los cerros que rodean la parte baja de la ciudad, que limita el crecimiento en esta zona por lo que este tiene que ser exclusivamente en "Paita Alta". Hacia el Sur, la expansión está limitada por las Lagunas de Oxidación, que cuando vuelvan a entrar en funcionamiento despedirán muchos malos olores. La zona Norte ha sido destinada exclusivamente para expansión industrial, en ella se asentarán la Zona Industrial II y la ZOFRI-Paita, por lo que para la zona urbana solo queda la zona al Oeste.

La tendencia de expansión urbana es a llenar los espacios que quedan libres dentro de "Paita Baja", en zonas de alto riesgo en caso de desastres, y a lo largo de la carretera Circunvalación (la que va hacia el Complejo Pesquero) para "Paita Alta". Se tienen dos direcciones principales de crecimiento, una en el anillo que forman los cerros que circundan "Paita Baja" y la otra a ambos lados de la carretera circunvalación..

Lamentablemente los A.A.H.H. que han poblado "Paita Alta" han crecido con poca o ninguna regulación, es decir de una manera desordenada. El gran atractivo de esta zona es su cercanía a "Paita Baja" donde se encuentran las principales ofertas de empleo y su seguridad en caso de desastres.

Las autoridades están tratando de que la ciudad crezca hacia el Oeste, es decir en El Tablazo, sin embargo solo han delimitado las zonas de expansión y no poseen ningún plan de crecimiento de la ciudad. El principal problema, es convencer a los pobladores de mudarse hacia la parte alta de Paita, puesto que consideran esta zona como un poco alejada de sus empleos que en la mayoría de los casos son en "Paita Baja".

Como se mencionó anteriormente existe una tercera dirección de crecimiento y fuera de las limitaciones expuestas anteriormente, hacia el Norte, a ambos lados de la carretera hacia Sullana; pero esta dirección está por completo dedicada a la expansión industrial.

Hacia el Sur más allá de las lagunas de oxidación se encuentra la Zona Industrial I, queda al lado derecho de la carretera hacia Tierra Colorada pero como su nombre lo indica está destinada exclusivamente a expansión industrial.

De todo lo anterior se deduce que para que la Ciudad siga creciendo en la medida de lo requerido en el acápite 3.4 y de una manera segura, no se debe permitir que siga creciendo "Paita Baja" y debe hacerse exclusivamente en "Paita Alta" a ambos lados de las carreteras a Piura, Sullana y Circunvalación.

En el Mapa 9.1: "Direcciones de Expansión Urbana" se presentan las direcciones de expansión urbana, que se han considerado seguras en el presente estudio.

9.3 ELECCION DE LAS AREAS DE EXPANSION URBANA

En el mapa 9.2: "Zonas de Expansión Urbana", se observa que existen cinco zonas de expansión identificadas, las tres primeras corresponden a expansión industrial y las dos siguientes a áreas destinadas a viviendas.

A continuación se describen las características principales de las zonas de expansión:

9.3.1 ZONAS DE EXPANSION PROBABLES

Todo el terreno que rodea "Paita Baja" pertenece a la formación Tablazo, por lo que el área posible de expansión, presenta las mismas características en toda la zona de estudio. A continuación se relatan estas características:

Relieve: El terreno es casi plano tiene un relieve muy suave, elevándose hacia el Oeste.

Suelos: Estos terrenos poseen suelos arenosos de medianamente compactos a muy compactos de gran potencia, aumentando la compacidad con la profundidad. El gran problema de estos suelos es que poseen contenidos de carbonatos, sulfatos y sales solubles en distintas proporciones, que en presencia de agua pueden producir agresividad y colapso sobre las estructuras. Su comportamiento sísmico es bueno, pues en este tipo de suelos es probable que el fenómeno de amplificación de ondas se presente de una manera no muy significativa.

Drenaje: el drenaje es condicionado a la topografía del terreno. La mayor parte de esta zona tiene buen drenaje, el curso natural de las aguas es el Suroeste hacia el mar con excepción algunas depresiones que se pueden corregir con nivelación en el momento de realizar la habilitación urbana de la zona.

Vientos: Los vientos alcanzan en la zona de 3 a 4 m/s y la dirección de los vientos en el áreas es Sur y suroeste.

Desafortunadamente los estudios de Mecánica de Suelos realizados en el Tablazo son pocos, por lo que es recomendable ampliarlos para tener un conocimiento cabal del suelo de fundación. De los estudios consultados y del aporte de profesionales del lugar es que se ha detallado el tipo de suelos de la zona .

Debido a la similitud de las condiciones naturales del suelo en toda la zona de expansión, está se ha dividido no por las características físicas sino por el uso que el Municipio ha destinado (ver mapa 9.2):

Zona I: Zona Industrial I

Se encuentra al Sur de la ciudad al lado derecho de la carretera hacia Tierra Colorada.

Zona II: Zona Industrial II

Ubicada al Norte de la ciudad al lado izquierdo de la carretera hacia Sullana.

Zona III: ZOFRI-Paita

Se encuentra entre las carreteras a Piura y a Sullana.

Zona IV: Zona Urbana

Se encuentra al lado derecho de la carretera hacia Piura.

Zona V: Zona Urbana

Ubicada a ambos lados de la carretera Circunvalación.

En las zonas I y II se pueden presentar algunos problemas, además de los anteriores, como desplomes debido a la formación de cárcavas en las partes aledañas a los acantilados o en caso de sismos.

9.3.2 ELECCION DE LAS AREAS DE EXPANSION

En el punto 9.3.1 se han expuesto las características de las cinco zonas de expansión que existen en la actualidad.

Aparentemente las cuatro primeras zonas de expansión están bien seleccionadas.

La zonas I y II como ya se mencionó anteriormente pueden presentar problemas de estabilidad de taludes, pero si se construye un poco alejado de los acantilados no debe existir ningún problema.

La zona III, es una zona Industrial perfectamente delimitada, cuenta con un estudio de Mecánica de Suelos y un levantamiento topográfico, se debe alentar su habilitación.

La zona de expansión IV, es sin lugar a dudas, la mejor para asegurar el crecimiento a mediano y largo plazo de la ciudad de Paita, físicamente es segura para estructuras livianas.

La Zona V presenta el problema que a medida que vaya creciendo se va a ir acercando cada vez más a las lagunas de oxidación, los malos olores que despiden estas cuando trabajan no hacen agradable vivir cerca a ellas, además que al extremo Sur de esta zona se encuentra la Villa Naval cuyos terrenos son restringidos.

9.3.3 ALCANCES DE LA ZONA DE EXPANSION IV

El área escogida para la expansión urbana de mediano y largo plazo de la ciudad de Paita es sumamente extensa, por lo cual el Planificador Urbano deberá tener especial cuidado en desarrollar un plan que asegure un crecimiento seguro y sostenido, y a la vez mantenga una adecuada densidad poblacional para hacer atractiva la ubicación para el comercio y asegurar así el suministro de alimentos, bienes y servicios que toda población requiere, a la vez que este mismo comercio aliente el establecimiento de nuevas personas en el área.

AGUA POTABLE

El agua potable deberá ser captada de la planta de agua de El Arenal, de un punto ubicado en las cercanías, puesto que la línea de conducción atravieza la zona industrial II, esta captación puede llevar el agua a un reservorio de almacenaje y luego ser bombeada a uno o más tanques elevados para su distribución por gravedad.

AGUAS SERVIDAS

El sistema de alcantarillado deberá permitir el adecuado desagüe de las aguas servidas por gravedad hacia las lagunas de estabilización situadas al Suroeste. Estas aguas servirían para regar las zonas desérticas camino a Yacila y a Tierra Colorada a la vez que pueden servir para el programa de forestación de las laderas de "Paita Baja" que se ha recomendado durante el desarrollo de la

presente Tesis. El sistema de evacuación de aguas pluviales se deberá mantener separado de el de alcantarillado para evitar la colmatación de las tuberías de desagüe.

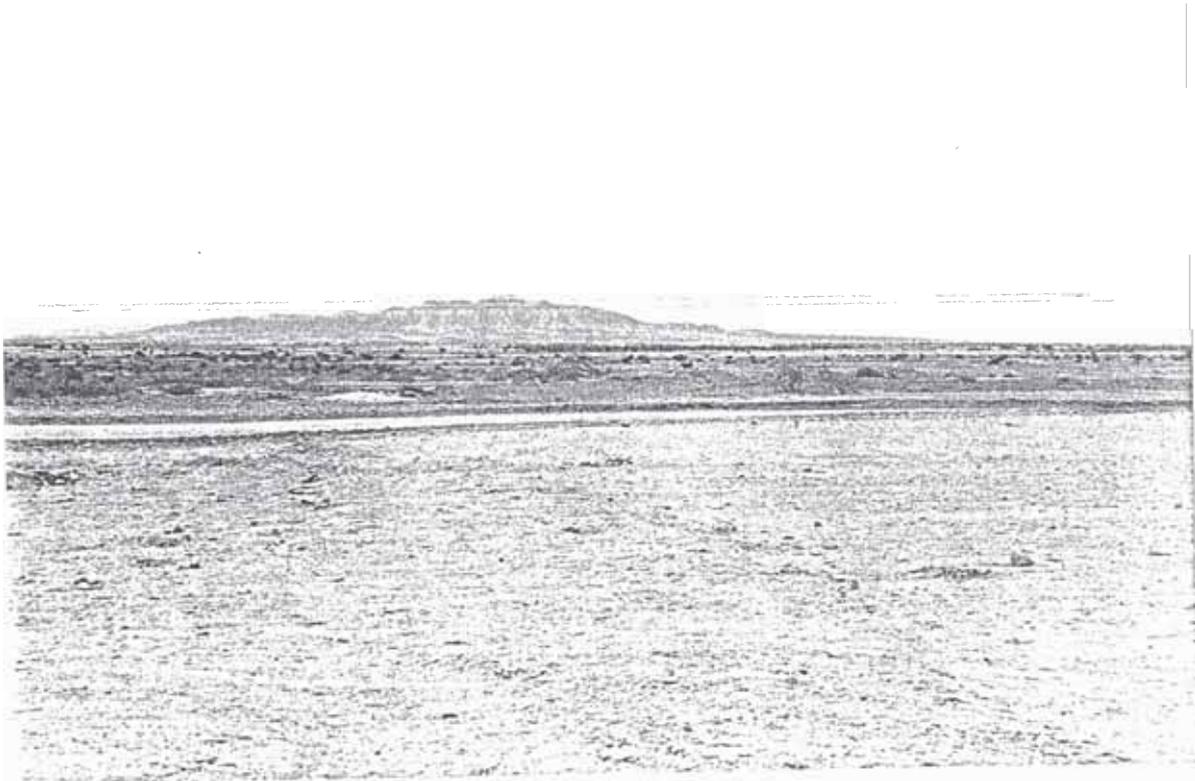


Foto 9.1.- Zona de Expansión IV, nótese lo plano del terreno (al fondo el Cerro "La Silla de "Paita").



Foto 9.2.- Construcción de casas por Enace, en la zona de expansión IV.

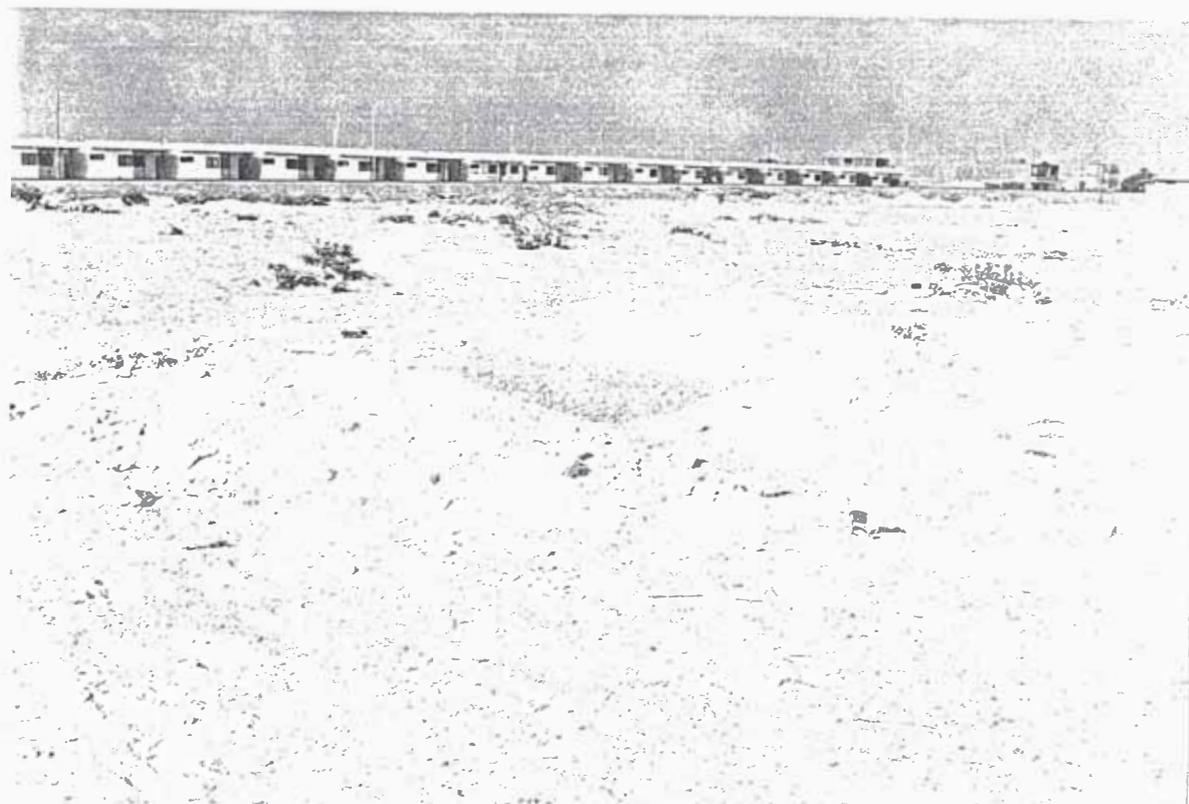


Foto 9.3.- Calicata en la zona de expansión IV.

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

En concordancia con los objetivos y alcances planteados al inicio de esta investigación, se puede decir que estos objetivos han sido alcanzados. Se deja una base referencial bastante representativa que servirá de base en los planes de prevención y mitigación futuros que se lleven a cabo en la ciudad de Paita y se resaltan los problemas físico-sociales de la zona a fin de que se tomen acciones inmediatas para solucionarlos.

Acto seguido se presentan las conclusiones finales a que se llegó en cada uno de los capítulos tratados.

CAPITULO I

- A partir de este estudio de Microzonificación en la ciudad de Paita se llevarán a cabo los siguientes estudios:

- Plan de Uso de Suelos
- Polígono Industrial
- Saneamiento Urbano
- Disposición de Desechos Sólidos
- Agroindustria
- Desarrollo Pesquero

Por 7 bachilleres de 3 distintas facultades de la Universidad Nacional de Ingeniería, con lo cual se hará un Plan de Desarrollo Integral que debe servir como plan piloto para las demás ciudades del país.

CAPITULO II

- La ciudad de Paita, por estar situada cerca a la línea ecuatorial (Lat S 5° 05' y Long W 81° 07'), está sujeta a variaciones climáticas relacionadas con el fenómeno de "El Niño" que se presenta a veces con inusitada intensidad, como las ocurridas en 1985-1926 y 1982-1983 con consecuencias catastróficas.
- La ciudad de Paita se divide en "Paita Baja" y "Paita Alta" pero forma una sola unidad urbana. Esta división es geográfico, son separadas por las empinadas pendientes que rodean la parte baja.
- De acuerdo a los antecedentes históricos la ciudad de Paita se enfrenta a dos serios peligros, los ocasionados por la acción dinámica de los sismos y los desastres ocasionados por el fenómeno de "El Niño".
- El fenómeno de "El Niño" de 1982-1983 demostró que la ciudad no está preparada para afrontar el desastre natural más frecuente de la zona.

CAPITULO III

- La provincia de Paita es la sexta en población en la Región Grau. La población urbana de Paita se viene incrementando de manera acelerada en las últimas décadas.
- A falta de un censo más reciente se adjuntó una curva con la información censal hasta 1981, por lo que la proyección puede no ser exacta. Se proyectó que

para el año 2010, la población de la ciudad será de 75546 habitantes y para el año 2020 será DE 102798 habitantes.

- De los indicadores demográficos se extrae que:

- i. El índice de masculinidad de Paita es alto, tanto urbano (105.9) como rural (107.9), la provincia está creciendo en forma acelerada, sobretodo los asentamientos humanos no regulados.

- ii. La estructura de edades muestra que la población de Paita es muy joven, la mayoría se encuentra entre los 5 y 35 años.

- iii. la Tasa Bruta de Natalidad es de 36.2 niños por cada mil habitantes y la Tasa Global de fecundidad es de 5.3 niños por mujer, lo que la fecundidad es alta debido a un nivel educativo bajo.

- iv. La Tasa Bruta de Mortalidad es de 9.9 defunciones por cada mil habitantes que es alta. La Tasa de Mortalidad Infantil es de 100.8 niños muertos antes de cumplir un año de cada mil nacidos vivos. Estos indicadores revelan condiciones de vida bastante precarias incluso críticas.

- Más de la mitad del total poblacional de la Provincia de Paita reside en la ciudad de Paita (tanto en la zona alta como en la baja).

- La mayor parte de la ciudad está constituida por asentamientos humanos.

- El último periodo pluvial de 1983, provocó el desplazamiento de grandes sectores hacia la ciudad de Paita incrementándose la formación de asentamientos humanos en sus áreas periféricas, motivadas por una fuerte necesidad de vivienda no teniendo en cuenta, tipos de suelos, mala ubicación con respecto a riesgos naturales (inundaciones, arcillas expansivas, etc). Cuando se presente un fenómeno como el de "El Niño" especialmente.

- El incremento acelerado de viviendas está vinculado a la aparición de asentamientos humanos. La gran mayoría de las viviendas se encuentran localizadas en 20 asentamientos humanos ubicados tanto en "Paita Alta" como en "Paita Baja", con inadecuadas condiciones de habitabilidad, seguridad, servicios básicos deficientes en su mayoría.

- En la provincia de Paita existe un alto índice de analfabetismo, especialmente en los distritos.
- La provincia carece de personal médico en los centros asistenciales y de postas médicas.
- Existe un gran déficit en la producción de alimentos, con precios altos en lo poco que hay.
- La PEA de la provincia tiene sus principales actividades en Pesca y Agricultura.
- El número de viviendas que se requieren para el año 2010 es de 13254, lo que significa un crecimiento de 1.88 veces el número actual de viviendas y para el año 2020 es de 18035 o sea 2.55 veces. Por la necesidad de encontrar nuevas áreas de expansión urbana que no interfieran con las zonas industriales.

CAPITULO IV

- La topografía que presenta la ciudad es muy distinta entre "Paita Baja" y "Paita Alta", con diferencia de nivel promedio de 40 m. para "Paita Baja" y de 4 m para "Paita Alta". En "Paita Baja" en las cotas cerca al mar se desarrolla el casco central de la ciudad y en las cotas más altas se han desarrollado los asentamientos urbano marginales. La topografía del tablazo, en donde se encuentra localizado "Paita Alta" es casi plana, en esta zona a excepción de las casas de las urbanizaciones Isabel Barreto I y II (Enace) todas las demás edificaciones son de asentamientos humanos sin ninguna planificación, su aspecto es del típico desierto costero.
- La principal característica geomorfológica de la ciudad de Paita es que se ubica en una zona con dos áreas muy distintas, una completamente accidentada ("Paita Baja") y otra casi plana ("Paita Alta"). La zona accidentada es atravesada por pequeñas y una gran quebrada (Quebrada del jirón Zanjón) donde casi todas las pequeñas dirigen sus depresiones hacia la grande que se dirige hacia el mar. Esto hace que "Paita Baja" presente grandes restricciones en cuanto a su infraestructura

- El área donde se localiza la ciudad de Paita constituye geológicamente una zona con problemas de procesos geodinámicos susceptibles de ser menguados en sus efectos con adecuadas disposiciones de precisión, tanto para edificaciones climáticas suelen ser bastante estables, sin embargo se ven drásticamente modificadas durante el fenómeno de "El Niño". El de 1982-1983 ha sido el mayo registrado históricamente, su intensidad no fue prevista por ningún cálculo precedente.
- La presión atmosférica disminuye, aunque poco significativamente durante los meses de verano, pero durante el fenómeno de "El Niño", la disminución es muy importante.
- Las lluvias promedio anuales son escasas, pero durante el fenómeno de "El Niño" aumenta considerablemente.
- La temperatura promedio del verano es más de veintiséis grados centígrados mientras que en el invierno supera los veinte. La diferencia entre la máxima y la mínima es pequeña por lo que el clima es muy estable. Los meses calurosos son los correspondientes a los fenómenos de "El Niño".
- Los vientos predominantes son los del Sur y Suroeste con velocidades que alcanzan de 3 a 4 m/s. Durante el fenómeno de "El Niño" el viento cambia de dirección viniendo del Oeste durante la época de máxima intensidad.
- La napa freática constituye un problema que debe solucionarse en las edificaciones que se encuentran hasta los 6 m.s.n.m., pues con las características del terreno de esas zonas es muy probable que se de el fenómeno de licuación.
- Los suelos de "Paita Alta" son muy semejantes entre sí, variando solo la capacidad de la capa de arena superficial y los grados de compatibilidad. Se presentan estratos de grava con porcentajes de limo muy compactos. Se han identificado presencia de sales solubles, carbonatos y sulfatos que actúan como cementantes del suelo por lo que en presencia de agua se puede encontrar agresividad de suelos y zonas de suelos colapsables.
- El suelo de "Paita Baja" está formado por depósitos de arena limosas (SP/SM) cuya densidad varía desde muy suelta a medianamente densa. Cerca a los

taludes de los cerros que la circundan se presentan lutitas arcillosas expansivas con alto contenido de montmorillonita sódica, muy de acuerdo con la formación marina del lugar.

- En la ciudad de Paita y otras localidades áridas de la costa, existe gran potencial de evaporación y pluviosidad lo que provoca la acumulación de sales en la capas superficiales del suelo. Debido a que las sales incluyen cloruro de magnesio y sulfatos, el concreto y otros materiales en contacto con ellas, pueden sufrir un proceso de deterioro.
- En resumen la topografía, el suelo y las lluvias son los grandes generadores de desastres en la ciudad.

CAPITULO V

- Los sismos cuyo origen ha sido ubicado en la Costa Norte del Perú han sido originados generalmente por la interacción de la Placa de Nazca con la placa Sudamericana.
- De acuerdo a la naturaleza de los suelos y a la presencia de napa freática los sismos pueden producir amplificación de ondas, asentamientos y probable licuación en la parte baja y amplificación de ondas y densificación en la parte alta.

CAPITULO VI

- La ciudad de Paita por ser un puerto y encontrarse en una zona sísmica es susceptible de sufrir el ataque de un tsunami, a pesar de contar con una protección natural formada por Punta Ajureyo, Punta Paita y Punta Telégrafo.
- Para un sismo de magnitud 7.5 con epicentro frente a la Costa de Paita, se estima que el tiempo de llegada de la primera ola a la Costa estará entre los 20 y 25 minutos.
- Las máximas alturas de ola se estima que se produzcan frente al Complejo Pesquero y la Base Naval.

- La mayor área inundable por un tsunami, se registraría en el Casco Central con un ancho de 750 m.

CAPITULO VII

- El fenómeno de "El Niño" puede ser previsto con varios meses de antelación, por lo que se debería tomar todas las precauciones necesarias. La información océano-atmosférica que cubra por lo menos el periodo entre Junio y Noviembre de cada año, es importante para estudiar las tendencias del próximo verano.
- El casco central se encuentra asentado en una gran 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 y cárcavas que drenan directamente sobre la ciudad y cuyos lechos son altamente erosionables agravan la situación.
- El fenómeno de "El Niño" genera los siguientes problemas en la ciudad: inundaciones causadas por las lluvias, activación de cárcavas y quebradas, encharcamiento por causa del suelo suelto, erosión en pendientes pronunciadas y expansión de suelos en algunos sectores.
- El plano de microzonificación permite identificar áreas amenazadas por los fenómenos naturales que ocurrieron y que potencialmente pueden ocurrir.
- Este podrá ser utilizado en el planeamiento del Uso del Suelo, pero en el área consolidada ayudará a fijar las medidas de atención a emergencias para las zonas de alto riesgo de desastres, optimizar la asignación de fondos para obras y sistemas de protección, estimular el desarrollo de zonas menos comprometidas, orientar planes de investigación de problemas detectados y otras aplicaciones.

CAPITULO VIII

- La ciudad presenta un gran desorden funcional debido a su crecimiento sin planificación. Esto se refleja en los usos de suelo. Los núcleos comercial e institucional están centralizados en un sector de "Paita Baja" y no hay suficientes áreas de recreación y el equipamiento general es deficiente.
- El uso de los espacios urbanos es casi enteramente para vivienda, el comercio esta mezclado con las viviendas.
- Existen instalaciones navales que no afectan mucho al orden urbano. Además, se han establecido dos zonas industriales.
- La mayor parte de la ciudad está edificada con materiales rústicos como el adobe y la quincha. Los techos en su gran mayoría son de calamina y otros materiales rústicos. La mayoría de las viviendas son de un solo piso. Todo esto nos permite comprobar que la ciudad está en proceso de consolidación, siendo el nivel económico de sus habitantes bastante bajo.
- La vulnerabilidad de las edificaciones frente a un desastre se anima de media alta.
- Los sistemas constructivos más utilizados son albañilería confinada, el adobe y la quincha. El cemento es traído de Pacasmayo y es de buena calidad, aunque susceptible al ataque por sulfatos. Abundan las canteras de agregados, sin embargo estas varían mucho en calidad y uniformidad.
- El agua que se usa en la mezcla es de la red pública que es de buena calidad.
- Los elementos de albañilería: ladrillos y adobes son fabricados casi en su totalidad por métodos artesanales, su calidad, uniformidad y resistencia son muy variables.
- La edificación con adobe es de muy mala calidad, se usa la arcilla de los cerros que es expansiva, las viviendas carecen de resistencia a la acción de los sismos y las lluvias.

- No existen escuelas profesionales para la preparación de técnicos de la construcción, como ingenieros y operarios; está descuida la preparación de los obreros. No existe ninguna orientación para la autoconstrucción.
- El riesgo de desastre en edificaciones se acentúa en las mismas zonas dañadas en mayor porcentaje en anteriores desastres, por la falta de reforzamiento, mantenimiento y en general por la falta de un reordenamiento desde el punto de vista de planeamiento físico.
- El estado de los edificios declarados Bienes Monumentales de la Nación, es en la mayoría de los casos malo.
- Las calles de Paita, en su mayoría, no son asfaltadas, lo cual las hace vulnerables a la acción de la escorrentía que produce fuertes erosiones; solo están asfaltadas las calles del Casco Central y algunas otras calles.
- El servicio de comunicaciones es nuevo (de reciente inauguración) y con tecnología moderna.
- El servicio de energía deja mucho que desear, en la actualidad no operan todos los equipos con que cuenta la planta térmica de la ciudad. El racionamiento de energía es dramático.
- El sistema de producción de agua potable es adecuado. La red de distribución esta operativa, aunque hay restricciones en el servicio por lo vulnerable de la planta de agua y de la línea de conducción desde "El Arenal".
- El sistema de desagüe no opera como fue diseñado. Las lagunas de oxidación no operan debido a que están malogrados los motores de las plantas de bombeo. Mientras tanto se arrojan las aguas servidas a la bahía a unos 150 m. de la Plaza de Armas. Se han observado pescadores en la zona donde desaguan los colectores.
- Las redes de agua y desagüe, presentan un cuadro de sumo peligro por su alto grado de vulnerabilidad, debido a su deterioro y mal diseño.
- El 85% de la población carece de servicios de agua potable y desagüe. El servicio de desagüe solo existe en "Paita Baja".

- Existe una absoluta falta de mantenimiento de las carreteras de acceso a Paita, sobre todo en las rutas a El Arenal, Yacila, La Islilla, Tortuga, etc.
- Falta ordenamiento del tránsito vehicular y la construcción de un terminal terrestre. Existe un deficiente servicio de transporte y micros destartalados.
- La ciudad carece de un programa de forestación para el aprovechamiento de las aguas tratadas de las lagunas de oxidación.
- Los desechos sólidos se llevan a un botadero municipal, mal llamado "relleno sanitario" puesto que no tiene preparación alguna.
- El Sistema de Defensa Civil está dirigido por el Alcalde Provincial y Coordinado por un regidor del Municipio, sin embargo la organización y la capacidad de respuesta ante un evento es casi nula.
- El cuerpo de Bomberos Voluntarios tiene un Paita el cuartel N° 31. A pesar de la escasez de medios, los equipos se encuentran operativos.
- Es notoria la escasez de centros de Salud y de Camas, muy por debajo de las recomendaciones de la OPS. El Hospital de Apoyo, dependiente del I.P.S.S. está ubicado en el Tablazo.

CAPITULO IX

- La evolución de la expansión urbana ha sido y es condicionada a diversos factores:
 - i. La capacidad de dotarle agua
 - ii. No invasión de áreas destinadas para la industria
 - iii. Crecimiento a los lados de los tres ejes carreteros principales: Carreteras a Piura, Circunvalación y a Sullana.
 - iv. El crecimiento de la Industria se encuentra limitado por la falta de energía eléctrica.
 - v. La expansión de la ciudad se desarrolla de manera espontánea, por lo que el Municipio reubica a muchos pobladores.

vi. A las necesidades de la Marina de Guerra del Perú por ser un puerto estratégico.

- "Paita Baja" esta creciendo de modo que llena los espacios limitados por "El Cinturón" que forman los cerros, esto se debe evitar puesto que no quedan zonas seguras.
- En el mediano y largo plazo la ciudad de Paita deberá extenderse exclusivamente en el Tablazo.
- Las áreas de expansión urbanas seleccionadas, tienen altos sectores de bajos recursos económicos, estos están a la espera de tomar posesión de las áreas libres de "Paita Baja" muy mal ubicadas con respecto a desastres naturales.

10.2 RECOMENDACIONES

Estas recomendaciones están dirigidas a disminuir el riesgo ante la posibilidad de ocurrencia de un desastre natural en la ciudad de Paita. Espero colaborar con mejorar el nivel de vida de los habitantes de la ciudad y a disminuir las pérdidas de vidas en el futuro. En general las recomendaciones finales son las siguientes:

- Se debe elaborar un plan de Desarrollo Integral de la ciudad (físico-económico-social) que oriente cualquier proyecto a fin de obtener su máxima eficiencia. Cualquier plan regulador que se desarrolle debe considerar estos aspectos.

Es necesario que las autoridades locales promuevan y apoyen las acciones orientadas a mitigar el impacto de los desastres naturales e incorporarlos al Plan de Desarrollo Integral 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

ASPECTO SOCIO-ECONOMICO

- Se debe llevar a cabo un programa de alfabetización a nivel provincial, elevar el nivel cultural de la población llevará a mejorar el nivel de vida de esta.
- Es recomendable la construcción de nuevos Centros de Salud y Postas Médicas, se debe tratar de cumplir con las normas que establece la Organización Panamericana de la Salud.
- Es necesario llevar a cabo el proyecto de la ZOFRI-Paita, ya que esta puede generar muchos nuevos puestos de trabajo y la población dejará de depender de la Pesca que por sus altibajos no les permite hacer planes para el futuro.
- Hay que incentivar el desarrollo de la agroindustria por los mismos motivos del punto anterior.

GEODINAMICA INTERNA

- Por las particularidades y características de la zona, la ciudad de Paita está localizada en la segunda Región Sísmica, dentro de la regionalización sísmica del país. Por ello, un diseño que norme las edificaciones podría ser el más adecuado. Hay que tener en cuenta los factores que contribuyen a la iniciación y severidad de los daños en las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo, tales como: defectos estructurales, debilidad en muros y pórticos, falta de interconexión entre los techos y pisos superiores, baja calidad de la construcción, diseño inadecuado de la cimentación. Se debe favorecer ala construcción de vivienda de poco peso. En el caso de edificaciones pesadas, sera de extrema importancia el adecuado diseño de la cimentación.
- La realización de un estudio "in situ" que permita conocer las características estructurales de las edificaciones de la ciudad de Paita, se identificarían deficiencias tanto en la estructuración como el diseño, así como el proceso constructivo que ocasionarían fallas de algunas de estas edificaciones. Esto es importante para tomar oportunamente medidas de reforzamiento estructural para los diferentes tipos de construcción.
- Se recomienda mayor recopilación geotécnica de los estudios de Mecánica de Suelos y la realización de un mayor de estos con el propósito de tener un mejor conocimiento de las condiciones del subsuelo.

- Los sistemas constructivos que se investiguen deben referirse por lo general, a las construcciones de caña y barro en la parte baja y periférica de la ciudad y a construcciones de albañilería en la zona alta.

TSUNAMIS

- Llevar a cabo todas las recomendaciones constructivas descritas en el Capítulo VI del presente trabajo.
- Dar a conocer a la población el peligro en que se encuentran, el tiempo de evacuación con que cuentan las vías de escape y las zonas de refugio temporal para que estén preparadas.

GEODINAMICA EXTERNA

- Las autoridades locales deben mantener contacto con el SENAMHI, PECHP, FAP, UDEP y todas las demás instituciones que monitorean el fenómeno de "El Niño" con el fin de estar prevenidos de su aparición, recordemos que el fenómeno de 1992 fue previsto desde Junio de 1991.
- Debe haber un control para evitar que nuevos asentamientos humanos se asientan siguiendo la topografía del terreno existente, sin tener en cuenta el criterio de evacuación de aguas superficiales, sobre todo en "Paita Baja" por ser una zona de alto riesgo en cuanto a fenómeno de "El Niño" se refiere.
- Debido a las fuertes erosiones que se producen en las calles sin asfaltar, es necesario que los sistemas colectores de aguas pluviales sean a cielo abierto para evitar su colmatación. Además, por las mismas razones el sistema de desagüe de aguas servidas debe ser independiente y hermético.
- Las vías de las zonas inundables deberán de tener un tratamiento diferente como concreto, por ejemplo, para su terminado, pues la acción de evacuación en ellas puede causar erosión en la vía si fuese afirmado o asfalto. además se debe tener en cuenta el ensanche de estas vías.
- Se debe mantener limpios y libres de obstrucciones los cauces de las quebradas, impidiendo la construcción de nuevas edificaciones y demoliendo las existentes. Es necesario reubicar a los pobladores.

MICROZONIFICACION

- Se debe evaluar el peligro, en cada lugar en particular, de la ciudad antes de edificar.
- Teóricamente, el 50% de las viviendas de "Paita Baja", deberían trasladarse a un lugar más seguro, pues presenta nivel freático alto, suelo malo, arcillas expansivas y alto riesgo en edificaciones, pero esto es impráctico y de alto costo. Por lo que debe optarse por el reordenamiento, reforzamiento y reestructuración de las edificaciones e infraestructura existente en la zona. Posteriormente, en un planeamiento a mediano plazo, estas áreas deberían ser libres o de recreación.

PROCESOS Y MATERIALES CONSTRUCTIVOS

- Debido a la probabilidad de roturas o deficiencias en las instalaciones de agua y desagüe que podrían originar filtraciones futuras hacia los suelos de cimentación, saturándolos dando las condiciones propicias para que el suelo pierda su resistencia por el fenómeno de licuación, o se activen las arcillas expansivas o se laven los carbonatos pudiendo producirse colapso o se produzca el fenómeno de agresividad de suelos. Será conveniente preservar el suelo de saturaciones innecesarias, recomendándose que las redes domiciliarias se construyan lo más herméticas posibles sin fugas o roturas y se diseñen para que no fallen durante un sismo, planificación de un buen drenaje de suelos y la construcción de drenajes en las estructuras que se edifiquen a fin de evitar flujos hacia el interior del suelo.
- Se deben tomar precauciones por el ascenso de la Napa Freática en épocas de lluvias torrenciales, por tal motivo en "Paita Baja" no se recomienda la construcción de sótanos por el peligro de inundación y pérdida de capacidad portante del suelo subyacente al saturarse.
- En construcciones de albañilería se deben dar las medidas de evacuación y protección a los techos aligerados, para evitar empozamientos de aguas que originen filtraciones.
Se debe dotar de aleros o volados a las viviendas para proteger a los muros de la acción directa de las lluvias.

Los techos con cobertura de calaminas metálicas o asbesto-cemento deben tener una adecuada caída y un buen mantenimiento.

- Se debe utilizar un cemento adecuado para prevenir el ataque de sulfatos, sobre todo en "Paita Alta", se recomienda utilizar cemento portland tipo II.
- Se debe tratar de uniformizar el uso de los agregados en la construcción y hallar una cantera adecuada.
- Se puede utilizar agua de la red pública para la construcción.
- No se recomienda la utilización del adobe como elemento de albañilería en Paita, puesto que estos son fabricados con arcilla de los cerros de la ciudad que son expansivos. Sin embargo en caso de tener que construir con adobe este deberá ser estabilizado. La estructura de la edificación deberá ser de madera con viga collar, los techos deberán ser a dos aguas y tener alas de por lo menos 0.50 m. Se debe tener en cuenta las recomendaciones de los estudios realizados por la UNI, PUCP e ININVI para la construcción con adobe.
- Es conveniente dar entrenamiento a los mandos bajos y medios para mejorar la calidad de las construcciones, sobre todo en zonas deprimidas.
- La mejor alternativa en construcción, son viviendas de material liviano, resistente a la acción sísmica, al agua y al fuego, al mismo tiempo que sea barato. es por estos motivos que es recomendable la construcción de viviendas de Quincha modular.

INFRAESTRUCTURA URBANA

- En el aspecto de uso de suelo, es necesaria la descentralización del Casco Central hacia "Paita Alta", para posteriormente dirigir las a las áreas de expansión futuras, a fin de dar mayor fluidez a las actividades socio-económicas y evitar la tugarización.
- Se debe estudiar una mejor ubicación de la planta de tratamiento de agua de "El Arenal", por encontrarse acondicionada a las variaciones del cauce del río.

- Es necesario hacer un estudio de vulnerabilidad de las edificaciones ubicadas en "Paita Baja" por existir una gran cantidad de construcciones en mal estado.
- El rediseño de la red de agua y desagüe debe ser total a fin de reforzar las zonas y puntos más vulnerables.
- El comité de Defensa Civil del Municipio debe convertirse en un ente dinámico que funcione en forma eficiente en caso de desastres y que formule planes para la prevención y mitigación de estos.
- Se debe llevar a cabo un estudio de forestación de laderas para controlar las cárcavas y la acumulación de barro en el Casco Central en época de lluvias. Además, servirá para que los vientos dejen de acarrear arena de la parte alta hacia la ciudad. Considerando que el agua es escasa en la zona, el riesgo se puede llevar a cabo con las aguas tratadas de las lagunas de oxidación.
- El crecimiento de la ciudad debe orientarse exclusivamente hacia El Tablazo.
- Se recomienda poner en funcionamiento todas las casetas de bombeo de aguas servidas y dotarlas de un sistema propio de generación de energía eléctrica para asegurar su funcionamiento permanente.
- Se recomienda poner en funcionamiento cuanto antes las lagunas de oxidación para el reuso de aguas servidas y evitar así la contaminación de la bahía.
- El problema de abastecimiento de energía eléctrica es primordial, de él depende la solución de gran número de otros problemas y el desarrollo de la Industria de la ciudad. Es indispensable el estudio de la solución al problema energético de Paita.
- Es necesario un levantamiento topográfico y catastral con cotas cada 0.50 m. para determinar las cotas del sistema de alcantarillado y las conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado.
- Se debe dar prioridad a la construcción de un Hospital Materno- Infantil y a Postas Médicas.

ZONAS DE EXPANSION

- Se recomienda exigir a las construcciones de las nuevas habilitaciones urbanas un proyecto de evacuación de aguas pluviales en concordancia con los sistemas de alcantarillado.

- Se recomienda establecer un Banco de Datos con información relevante para la prevención de desastres y planificación urbana, que a la vez difunda conocimientos sobre fenómenos naturales y sus medidas de prevención y emergencia.

- Las áreas escogidas y habilitadas para expansión industrial son adecuadas y dentro de lo conocido seguras.

- A corto plazo la ciudad seguirá expandiéndose a ambos lados de la carretera Circunvalación, se debe evitar que lo haga sin tomar en cuenta las precauciones adecuadas

- A mediano y largo plazo la ciudad deberá crecer a lo largo de la carretera a Piura.

- Debe evitarse en lo posible la expansión hacia lugares accidentados por el peligro físico y el encarecimiento de las construcciones así como su equipamiento.

Para que todos los planes de prevención sean ejecutados con eficiencia, se debe contar con un buen soporte en cuanto a la infraestructura, por tal motivo es necesaria la existencia de:

- i. Un departamento de planeamiento físico con fines de seguridad que lleve a cabo estudios de: Geodinámica, geología, Estabilidad de Taludes, Planes de Desarrollo, Aerofotografía y todos los estudios que la ciudad requiera.

- ii. Un Banco de datos integral, relacionado con sistemas de prevención y que sirva como ente difusor de las medidas de prevención, mitigación y emergencia.

ii. Un laboratorio de Mecánica de Suelos, debidamente equipado. Debe estudiar toda la ciudad puesto que la mayoría de los estudios que existen son de la zona industrial o de edificaciones modernas de concreto armado, quedando muchos sectores de la ciudad si ser estudiados. Hay que llevar a cabo estudios de agresividad, expansión y colapso de los suelos.

iv. Un departamento técnico, especialmente destinado al control riguroso de la calidad de los materiales de construcción de los procesos constructivos para cada sector.

Todas estas oficinas pueden ser coordinadas por el Departamento de Planificación del Municipio, que esta empeñado en llevar a cabo un plan de desarrollo integral de la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

- ALVA HURTADO J. (1982), "Estudio de Licuación y Amplificación sísmica de Chimbote". IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Chiclayo - Perú.
- BCBP (1991), Benemérito Cuerpo de Bomberos del Perú; "Inventario Patrimonial de Bienes de la Compañía de Bomberos Paita N° 31"; BCBP Paita N° 31; Paita.
- CAPECO (1987). Reglamento Nacional de Construcciones. Cámara Peruana de la Construcción. Lima, 1987.
- CARRILLO GIL, Arnaldo (1966), "Comportamiento de las Arcillas Expansivas de la Región Norte del Perú". Tesis de Máster en Ciencias de la Ingeniería, División del Doctorado UNAM - México.
- 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.
- CARRILL GIL, Arnaldo (1988). "Estabilidad y Comportamiento de los Suelos del Perú". Concytec. Lima, Perú.
- CASAVARDE L. y VARGAS J. (1980). "Zonificación Sísmica del Perú". II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente, Organización de Estados Americanos y Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- CASTRO, Leonel (1983), "Efectos de las lluvias torrenciales de 1983 en las localidades de Talara, Paita, Máncora y Tumbes". Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI. Lima - Perú.
- CDR (1974). 'Necesidades de equipamiento urbano de Paita'. Bienio 1,975-1,976. Piura, Agosto 1,974. Comité de Desarrollo Regional. Piura-Tumbes. Secretaría Técnica.
- CISMID (1987). "Memorias del Primer Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales". Lima, 1-3 Junio 1987.
- CISMID (1990). "Los desastres Naturales y los Planes de Desarrollo Económico y Social de la Región Grau". Lima, 7-12 de Febrero 1990.
- CISMID (1991). "Seminarios en Ecuador, Colombia y Venezuela". 3-10 Diciembre 1991.

CISMID (1992). "Informe de Peligro Sísmico de Central Termoeléctrica a gas y Edificio de Electroperú". Lima, junio de 1992

CLIPSTONE, Nigell (1992). "Análisis del sistema de Drenaje y Zonas inundables en la Región Grau". Piura, enero de 1992.

COLLIN Delavau, Claude (1984). "Las regiones costeras del Perú Septentrional". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 1984.

CORNEJO Almaster, Javier (1989); "Materiales y Procedimientos Constructivos en las Ciudades de Piura y Sullana"; Tesis UNI-FIC; Lima.

CORNELL, A. (1968). "Engineering Seismic Risk Analysis". Bulletin of the Seismological Society of America", Vol 58, Nº 5 págs. 1538-1606.

DEFENSA CIVIL (1990), "Manual para prevención de Desastres Naturales".

DELGADO Alberto y GARCIA 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.

GRASES, José (1986); "Pérdidas como consecuencia de Terremotos, métodos para su estimación"; Seguros Caracas; Caracas.

HEBENSTREIT, Gerald y WHITAKER, Robert (1981). "Evaluación del riesgo de Tsunamis que presentan posibles eventos sísmicos : Efectos cerca de la superficie". Nov. 1,981, preparado para la Agencia para el desarrollo Internacional, Dpto. de estado de los EEUU.

IIDA, K(1981), "Tsunami : Their Science and Engineering". Proceedings of the International Tsunami Symposium 1981, IUGC.

INE (1983). Instituto Nacional de Estadística. Oficina Regional de Estadística. "Evaluación de los daños causados por las lluvias e inundaciones en el Dpto. de Piura". 1,983.

INE (1982). Instituto Nacional de Estadística. "Censos de 1,940, 1,961, 1,972 y 1,981".

INEI (1981), Instituto Nacional de Estadística e Informática. "Compendio estadístico de la Región Grau"

INGEMMET. "Estudio Geológico de Bayovar y el Noroeste del Perú". 1,979 III tomos.

INGEMMET (1975). "La silla de Paita y sus alrededores". Paita-Piura, Geología. Broggi, Jorge A.

INP (1983). Instituto Nacional de Planificación. Oficina Departamental de Planificación. "Caracterización de la Provincia de Paita". 1983.

JIMENEZ Salas (1970). "Geotecnia y Cimentaciones". Tomo III. 1970.

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.

KUROIWA, Julio (1983), "Tsunamis : Efectos sobre las costas de Lima Metropolitana". Informe especial para UNDR0, Ginebra-Suiza.

KUROIWA H., Julio (1982), "Los Tsunamis, las obras civiles, el Planeamiento Urbano y la protección de la población". Memorias del 4to. Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Chiclayo-Perú. Noviembre de 1982.

LAMBE W. y WHITMAN R. (1984). "Mecánica de Suelos". Editorial Limusa, México D.F.

LINO B., Eduardo (1992). "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la ciudad de Sullana". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil. UNI-FIC.

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

MARTINEZ V., Alberto (1990). "Geotecnia para Ingenieros. Principios Básicos". 1990, Editor Lluvias.

McGUIRE R. (1976). "Fortran Computer Program for Seismic Risk Analysis". Open-File Report 76-67. U.S. Geological Survey.

MGP, Marina de Guerra del Perú (1984). Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina. "Derrotero de la Costa del Perú. Volumen I. Golfo de Guayaquil al Callao". Hidronav - 34. Edición 1984.

MGP (1992), Marina de Guerra del Perú. Dirección de Hidrografía y Navegación, "Planos Batimétricos de la costa peruana".

MORALES, R.; TORRES, R.; RENGIFO, L.; IRALA, C (1988). Manual para la construcción de viviendas de adobe.

MPP (1990), Municipalidad Provincial de Paita . "Memoria Gestión 1,987- 1,989. Problemática, Gestión, Logro Social".Paita-Perú, Enero de 1,990. Elaborado por C.P.C Andrés Zapata Alejos.

MPP (1988), Municipalidad Provincial de Paita. 'Proyecto de Alcantarillado zona El Tablazo". 1,988.

MPP (1988), Municipalidad Provincial de Paita. "Expediente de la zona Franca Industrial". 1,990.

OSP, Oficina de la Subregión en Paita (1991). "Sustentación Técnica para la creación de la oficina zonal de Paita dentro de la Subregión Luciano Castillo Collonna"

PARRA Murrugarra, Denys (1990). "Evaluación del potencial de licuación de suelos de la ciudad de Chimbote". Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. UNI-FIC.

PETERSEN, Georg (1970). "Estudios climatológicos del Noroeste Peruano". Lima, Perú.

RODRIGUEZ S. Augusto (1981). "Compendio de Geología General". UNI-FIGMM

SAN (1983). "Fotografías aéreas verticales de la ciudad de Talara, escala 1/25,000".

SANIDRO ING. CONSULTORES (1975), "Estudio Eje Paita-Talara". Trabajo hecho para Senapa.

SARRIA M., Alberto. "Ingeniería Sísmica". Colombia.

SILGADO, E. (1978), "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N° 3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.

SILGADO, Enrique. "Investigaciones en los archivos y bibliotecas de España sobre los terremotos ocurridos en el Perú y América del Sur en los siglos XVI-XIX".

SISTEMA NACIONAL DE PLANIFICACION. "Sistema de Planes de Desarrollo de corto plazo - 1,986". Plan departamental de desarrollo de Piura.

SLEMMONS D. (1982). "Magnitude of Active Faults", U>S. Army Engineer Waterways Experimental Station, U.S.A.

TAFUR, I. "Geología de Yacila y Paita". International Petroleum Company Ltd. report N° 16, Talara.

TAPIA, César (1991). "Microzonificación de la ciudad de Tumbes y Lineamientos para su Desarrollo Urbano para la Mitigación de Desastres". Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1,991.

TOUZZET A., José Antonio (1958). "Paita en el tiempo y en el espacio (Estudio Médico social de la Provincia)". Tesis para obtener el grado de Bachiller en medicina. 1,958.

VARGAS, César (1992), "Tsunamis". Folleto de divulgación, Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina, Perú.

VILELA, Carlos (1991). "Prevención de Desastres de la ciudad de Talara a través de la forestación de sus laderas". Tesis de Titulación profesional, UNI- FIC, Lima de 1,991.

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.

Y AQUE, Luis (1991), "Microzonificación y lineamientos de Planeamiento Urbano de la ciudad de Talara para la Mitigación de Desastres". Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1,991.

ESTUDIOS DE SUELOS CONSULTADOS

- 1.- Estudio de suelos para la cimentación del Policlínico. A solicitud de la Caja de Beneficios y Seguridad Social del Pescador, Sr. Buenaventura Benites Pizarro, Administrador. Realizado por la UDEP.
- 2.- Estudio de Suelos para la cimentación del edificio de ENTEL-PERU. Realizado por Dr. Jorge Alva Hurtado. 1,984.
- 3.- Estudio de Suelos para la determinación de la Capacidad Portante para Instalación de Balanza. A solicitud de SERSA-PAITA. Realizado por la UDEP.
- 4.- Estudio de suelos para la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo de Fundación. A solicitud de Agrupamiento "Paita II". Realizado por J y A Mendoza Ings. S.A.
- 5.- Estudio de suelos para la Casa de Bien Social y Profundización Cristiana "Stella Maris". A solicitud del Rvdo. Prbro. Dr. Eduardo Palacios Morey. Realizado por Roberto Michelena + Asociados, Ingenieros Consultores.
- 6.- Estudio Geológico del Terreno donde se construirá el Molino Paita, 23 de Julio de 1,975. Realizado por Jaime Fernandez Concha, Geólogos Consultores Asociados.
- 7.- Estudio de suelos para la Cimentación de Silos de Trigo-Paita. Lima , Diciembre de 1,976. Realizado por Roberto Michelena + Asociados. Ingenieros Consultores.
- 8.- Estudio de suelos con fines de cimentación estabilidad de taludes y diseño de pavimentos para el proyecto del Nuevo Molino de Paita, Dpto. de Piura, compañía Molinera del Perú S.A. A solicitud de Empresa de Servicios de S.A. Emsesa, Agosto de 1,975. Realizado por Romaní Ingenieros Consultores S.A.
- 9.- Informe Geotécnico de las estructuras. A solicitud de Compesa Ings. Obra : Molino de Trigo de Paita, lugar Paita, Piura. Realizado por Dr. Jorge Alva Hurtado. Setiembre de 1,983.
- 10.- Estudio de suelos para muros de contención. Realizado por la UDEP. Solicitante : Casa de Bien Social y Profundización Cristiana "Stella Maris". Ubicación : Paita. Fecha : Piura, 15/02/89.
- 11.- Estudio de Mecánica de Suelos para la pavimentación de las arterias urbanas "La Merced" y "Hermanos Cárcamo" de Paita. Solicitante : Concejo Provincial de Paita. Ubicación : Paita. Realizado por : Ing. César Arévalo Pardo. Fecha : 25/04/91

- 12.- Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación. Proyecto : Coliseo Cerrado de Paita. Ubicación : Provincia de Paita, Dpto. de Piura. Cliente : Ingeniería General S.A. Febrero 1988. Lima-Perú. Realizado por : Ing. César Vilca Ghezzi.
- 13.- Estudio de suelos para cimentación del edificio de retiro de Paita. Junio 1977. Realizado por: Roberto Michelena + Asociados. A solicitud del Reverendo Dr. Eduardo Palacios Morey.
- 14.- Estudio de suelos para cimentación y diseño de Pavimentación del proyecto "Isabel Barreto". Por : Ing. Tomas Cruzado Rojas. Mayo 1991. Hecho para ENACE.
- 15.- Estudio de Mecánica de Suelos para cimentación de Núcleos Básicos, redes de agua y desagüe y conexiones domiciliarias de "Isabel Barreto" Paita. Realizado por UDEP. Junio 1991 para VIHEDA y asociados.
- 16.- Estudio de Mecánica de Suelos de Asentamiento en la Pista de Acceso al terminal Marítimo. Solicitante: ENAPU PERU. Ubicación: Paita. Mayo de 1992. Realizado por UDEP.
- 17.- Investigación del subsuelo en la Urbanización San Rafael, Piura. Informe Técnico Banco de la Vivienda del Perú, Lima. Realizado por: Carrillo, A. G. y Rojo, C.A.
- 18.- Estudio de Mecánica de Suelos para el proyecto de Construcción de Planta Envasadora de Espárragos. Realizado por: UNP. Octubre de 1991. Piura, Perú.
- 19.- Estudio de Mecánica de Suelos para la Zona Franca Industrial de Paita. Realizado por UNP. Agosto de 1991. Piura, Perú.

ABREVIATURAS

A.A.H.H.	Asentamientos Humanos
ASOCEM	Asociación de Productores de Cemento
CISMID	Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres Naturales
DHNMGP	Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú
DPMD	Departamento de Planificación y Mitigación de Desastres
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGP	Instituto Geofísico del Perú
INADUR	Instituto Nacional de Desarrollo Urbano
INC	Instituto Nacional de Cultura
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INEI-OREI-PIURA	Instituto Nacional de Estadística e Informática, Oficina Regional de Estadística e Informática, Piura
INGEMMET	Instituto Geográfico, Minero y Metalúrgico
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PUCP	Pontificia Universidad Católica del Perú
SAN	Servicio Aerofotográfico Nacional
SEDAPIURA	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Piura
SEDAPIURA-PAITA	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado De Piura, oficina en Paíta
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SENAPA	Servicio Aerofotográfico Nacional
UDEP	Universidad de Piura
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
UNP	Universidad Nacional de Piura
ZOFRI	Zona Franca Industrial