

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL



**PLANIFICACION FUTURA
DE LIMA FRENTE A UN SISMO SEVERO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

MARIO EDILBERTO GARCIA HERRERA

LIMA - PERU - 1981

A MIS QUERIDOS PADRES

PABLO Y ADELINA

Como testimonio de mi amor y
agradecimiento infinito por
sus desvelos y ejemplos que
guian mis pasos.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi Asesor, el Ingeniero Alberto Martínez Vargas, quien con su orientación constante y documentación actual proporcionada, hizo posible la materialización de este trabajo.

Agradezco también a todas aquellas personas que, de una u otra forma, me brinaron su ayuda.

PLANIFICACION FUTURA DE LIMA FRENTE A UN SISMO SEVERO

INDICE GENERAL

	PAG.:
INTRODUCCION	
CAPITULO I ANTECEDENTES	
1.1 Historia Sísmica	1
1.2 Daños y Efectos Importantes cau - sados por Sismos Ocurridos	3
1.3 Problemas locales más importantes que se han producido	4
CAPITULO II CONDICIONES GEOTECNICAS DE DIAGNOSTICO	
2.1 Geológicas	15
2.2 Geomofológicas	18
2.3 Sísmicas	21
2.4 Mecánica y Dinámica de Suelos ...	22
2.5 Zonas Críticas No Evaluadas	24
2.6 Potencial de Riesgos	25
CAPITULO III ANALISIS DE LA PLANIFICACION Y SUS DEFECTOS.	

	3.1	Historia del Crecimiento	53
	3.2	Zonas y Usos de los Suelos de Lima	57
	3.3	Tendencia en su Crecimiento	59
	3.4	Limitaciones a su Expansión	61
	3.5	Normas y Reglamentos	62
CAPITULO	IV	EVALUACION Y CARACTERISTICAS DE LIMA	
	4.1	Condiciones Naturales	81
	4.2	Zonas Críticas y Zonas Favorables	82
	4.3	Uso del Criterio Geotécnico en la Expansión Futura	87
CAPITULO	V	PLANIFICACION DE LIMA FRENTE A UNA CATASTROFE.	
	5.1	Alternativas	
		Reconstrucción	96
		- Remodelación	97
		- Erradicación	98
		- Mejor uso de las Zonas Críticas y de las Zonas Favorables	99
CAPITULO	VI	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES	
	6.1	Organización en Defensa Civil	103

PAG.:

6.2 Normas y Control de Seguridad Fu-	
tura	106

REFERENCIAS Y ANEXOS Al final de cada Capítulo

PLANOS GEOTECNICOS.

INTRODUCCION

Lima es la más grande e importante ciudad de nuestro país. El alto riesgo sísmico que constantemente se presenta en Lima es evidente, y frente a la posibilidad de ocurrencia de un evento sísmico destructor, que es aceptada por la generalidad de los especialistas, pero que dado el estado actual de la ciencia en la predicción de terremotos, aún no se puede precisar con exactitud su magnitud, lugar y fecha; y mientras no se produzca es una necesidad impostergable plantear la planificación futura de Lima. Planificación futura que, indudablemente, debe de tener en cuenta las condiciones geotécnicas y reales de Lima, con la finalidad de proteger y ofrecer mayor seguridad tanto para la población como para las obras, así como también para permitir el mejor uso de las zonas críticas como de las zonas favorables.

Estas son en síntesis, las razones que han impulsado la realización del presente trabajo, que como un aporte y proyección hacia la sociedad se deja a consideración del Gobierno Central y de las instituciones Públicas y Privadas del país para su continuación y desarrollo, ya que éste solo representa un primer esfuerzo y todavía falta una mayor interrelación con otras especialidades para arribar a un estudio geotécnico de interés y factible para la futura planificación de Lima.

CAPITULO I

PAG.:

1.00 ANTECEDENTES

1.10	HISTORIA SISMICA	1
1.20	DAÑOS Y EFECTOS IMPORTANTES CAUSADOS POR SISMOS OCURRIDOS	3
1.30	PROBLEMAS LOCALES MAS IMPORTANTES QUE SE HAN PRODUCIDO	4
	REFERENCIAS	8
	ANEXOS	9

CAPITULO I

1.00 ANTECEDENTES

En la planificación futura de Lima frente a un sismo severo es importante tener presente los antecedentes históricos y experiencia vivida en los últimos 500 años.

Esta información debe considerarse solo como referencia de partida dada la variedad de tipos de construcciones y daños ocurridos, más aún cuando la expansión de la ciudad no usaba zonas críticas y no se manifestaban las acciones entre el suelo y estructura.

Por ello mientras no se tome un tipo de construcción común y predominante seguirán siendo apreciaciones subjetivas, tanto la apreciación de la intensidad de los sismos como los efectos en las obras.

1.10 HISTORIA SISMICA

La historia sísmica escrita del país data prácticamente desde la Conquista Española. Siendo ésta una descripción de los daños causados, pérdidas de vidas, además de otras observaciones menores. Habiéndose limitado a simples narraciones debido a la carencia de medios de comunicación, el estado incipiente de los conocimientos científicos y experiencia ganada en eventos sísmicos, que eran menos importantes que los problemas políticos, sociales y religiosos de la época. Los pocos datos e información que existen, y se conocen se encuentran es-

parcidos en crónicas de los religiosos y en obras inéditas poco conocidas, lo que dificulta la documentación que aún espera ser estudiada e integrada a la historia sísmica del país y América del Sur.

De lo anteriormente expuesto se comprende la inexistencia de catálogos o documentación sismológica hasta antes del siglo XX. Una información de importancia nos proporciona el Dr. Enrique Silgado (1) a partir del cual se ha elaborado el cuadro-resumen que se presenta (Anexo 1).

Entre los sismos más violentos ocurridos en el suelo de Lima podemos citar a los correspondientes a los años - 1586, 1609, 1630, 1655, 1687, 1746, 1940, 1966, 1970 y 1974. Cabe hacer notar que con la instalación de los primeros sismógrafos, a partir de 1930, se tienen datos o registros más realistas y con los acelógrafos información de mayor utilidad a la Ingeniería Sísmica.

De los 20 terremotos que se tiene conocimiento han ocurrido en Lima, incluyendo el de 1974, 12 de ellos (60 %) sucedieron antes del siglo XX, y los 8 restantes (40 %) durante el presente siglo.

En los últimos 40 años los terremotos más importantes, por haber afectado el normal desarrollo de la ciudad, han sido los de 1940, 1966, 1970 y 1974. Siendo este último el

que reviste especial importancia, ya que a pesar de no ser el de mayor magnitud, aparece como uno de los más destructores de la historia sísmica de Lima, por su duración de más de 2 minutos y sucesión de dos eventos en escasos 25 segundos, así como por haber permitido estudiar efectos locales que se desconocían o no se aceptaban (3).

1.20 DAÑOS Y EFECTOS IMPORTANTES CAUSADOS POR SISMOS OCURRIDOS

Por los años de 1600-1700, a mediados del siglo XVII, la arquitectura de Lima era sofisticada y ostentosa de edificaciones de adobe y de ladrillo con blaconería de madera, sus templos eran motivo de orgullo. El terremoto de 1687 destruyó toda esa magnífica arquitectura. Fue reconstruída, pero volvió a ser destruída por el gran sismo del 28 de Octubre de 1746, considerado el terremoto más fuerte ocurrido en la historia de Lima, que fue de grado X en Lima y de grado IX en el Callao, al que acompañó un Tsunami que arrasó a este puerto (las intensidades han sido estimadas por las crónicas), habiendo sido las pérdidas de vidas de más de 1,000 personas.

En el presente siglo el movimiento sísmico más destructor ocurrido en Lima ha sido el del 24 de Mayo de 1940, que alcanzó una intensidad de grado VIII en la Escala de Mercalli Mo dificada. Otro sismo importante es el del 17 de Octubre de 1,966 que originó intensidades de grado VII - VIII M.M. causando muchos muertos y hasta 2,000 damnificados.

El último terremoto importante ocurrido en la ciu-

dad de Lima es el del 3 de Octubre de 1974 que alcanzó intensidades de grado VI - VII M.M. y afecto a una franja costera de 800 Km. al Norte y al Sur; las pérdidas materiales se estimaron en más de 10,000 millones de soles, mientras que las víctimas alcanzaron a 78 muertos y el número de heridos superó los 2,000, - según se refiere en (2).

1.30 PROBLEMAS LOCALES MAS IMPORTANTES QUE SE HAN PRODUCIDO

En el valle de Lima existen zonas en las cuales el suelo es apropiado para resistir los efectos de los sismos, Lima Central por ejemplo, pero en general es heterogéneo, errático y discontinuo, constituyéndose zonas críticas altamente desfavorables, como se pudo apreciar con ocasión del sismo del 3 de Octubre de 1974, evaluados y expresados en mapas geotécnicos que permiten presentar por primera vez el resultado de estudios de potencial de riesgo sísmico para Lima (4). Veamos algunos casos ilustrativos :

ZONA DEL CALLAO

En esta zona las estructuras de concreto armado fueron las que sufrieron los mayores daños, así por ejemplo : La Escuela Naval, la Oficina de Correos, en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez la torre de control quedó ligeramente afectada, en los depósitos de Cerveza Pilsen Callao se cayeron grandes paredes, uno de los silos de ENAPU-PERU en el terminal marítimo. En la zona Sur del Callao, donde las casas son en su mayoría de adobe y de materiales rústicos cedieron y cayeron. Las tuberías -

de agua y colectores de desagüe, que casi en su totalidad se encontraban deteriorados por su antigüedad, sufrieron roturas ocasionando aniegos en diversas arterias chalcas. Se destacaron también desplazamientos diferenciales en el suelo del Callao (5).

ZONA DE LA MÓLINA

En esta zona se produjeron hundimientos de las edificaciones de un piso de Agro-Industriales. En la Universidad Nacional Agraria se produjeron cuantiosos daños en las estructuras de concreto armado reparados asísmicamente y en algunas nuevas ; en los de adobe el daño fue total. El Colegio Reyna de los Angeles nuevamente sufrió daños importantes que lo dejaron en estado de colapso. El Colegio La Recoleta, ubicado en la frontera con el distrito de Ate-Vitarte, presentó fisuras y grietas en vigas y columnas. En toda esta zona de la Molina el efecto local predomínante fué la amplificación de ondas sísmicas y densificación de arenas eólicas sueltas (5).

ZONA DE CHORRILLOS (LA CAMPIÑA)

El Centro de Instrucción de la Benemérita Guardia Civil del Perú sufrió graves daños estructurales, especialmente el pabellón del Casino de Oficiales que colapsó parcialmente de tal manera que tuvo que ser demolida. El Colegio Chalet, ubicado en la cercanía de los acantilados de Chorrillos, su estructura concreto armado sufrió extensos daños. En esta zona se destacó la amplificación como asentamientos diferenciales, se advierte insinuación de deslizamiento, licuación de arenas, por su poten-

cial sin desarrollarse plenamente, así como densificación de arenas eólicas sueltas (5).

ZONA DE LA COSTANERA

En los bordes de los acantilados del circuito de playas entre Magdalena y Chorrillos se produjeron pequeños asentamientos y derrumbes. Se pudo observar asentamientos en zonas de relleno no compactados en San Isidro en el Mercado de productores hasta cerca de la Avenida del Ejército, donde a unos 100 metros del borde al asentamiento vertical fué de 15 cms. Otros asentamientos visibles, de 5 cm., se pudieron observar en los acantilados de Miraflores afectando la pista la Avenida Costanera. En general en diferentes partes de circuito de Costa Verde se produjeron desprendimiento de cantos rodados en pequeña escala, sin llegar a producirse derrumbes mayores menos deslizamientos. Solamente en Barranco se derrumbó un talud artificial (relleno). Destacándose el potencial de inestabilidad de los acantilados así como los efectos de asentamientos diferenciales en suelos de rellenos artificiales mal compactados que cubren todas las depresiones erosionadas que existían en los bordes del acantilado (6). no por ello este sector está libre del riesgo principal de deslizamiento que debe analizarse con mayor detalle.

OTROS DAÑOS PRODUCIDOS

Numerosas edificaciones públicas sufrieron daños, se puede citar a la Universidad Nacional de Ingeniería donde se

observó gran cantidad de fisuras y grietas en los muros interiores y exteriores del pabellón central, también se observaron daños en los pabellones de Mecánica y Civiles. El techo en voladizo del Estadio Nacional, en el distrito de Lima, fué severamente dañada. Gran cantidad de colegios sufrieron daños, especialmente los más antiguos. Las tuberías de agua y los colectores de desagüe reventaron por su deformación y rigidez de conexión-suelo, -causando aniegos especialmente en los Barrios Altos. Los cables de alta tensión al desplomarse dejaron sin fluído eléctrico varias zonas de la gran Lima. Los servicios de comunicación también quedaron interrumpidos.

Es evidente que muchos daños en obras fueron reportados, pero no se han tenido en consideración por estar enfocados principalmente a defectos arquitectónicos, diseño y construcción y poco o nada se da con referencia a factores geotécnicos - que incidieron o condujeron a estos daños.

CAPITULO I REFERENCIAS

- 1.1 Silgado Enrique (1978)
"Historia de los sismos más notables ocurridos en Lima"
(1513-1974). Instituto de Geología, Minería - Boletín N° 3
Serie C - Lima-Perú.
- 1.2 Fernández Flores F. (1974)
"Estudio sobre el sismo del 3 de Octubre de 1974 en Lima",
Tesis de Grado Ing. Civil. UNI.
- 1.3 Martínez Vargas A. (1975)
"Geotécnica de la Campiña Lima y el sismo del 1/10/74""Me-
morias Reunión Andina de Seguridad Sísmica, P.U.C. Lima
Perú". Publicación L.g.g.a. No. 53 - UNI.
- 1.4 Martínez, A. y Porturas F. (1975)
"Planos Geotécnicos para Lima-Perú. Análisis y Visión en -
Ingeniería Sísmica" - Reunión Andina sobre riesgo sísmico
P.U.C. Lima-Perú - Publicación L.g.g.a. No. 54 - UNI.
- 1.5 Martínez Vargas A. (1978)
"Aspectos Geotécnicos de los suelos de Lima - Perú", II
Congreso de Ing. Civil, Arequipa - Perú. Publicación L.g.g.a
No. 64.
- 1.6 Martínez A. y Teves N. (1966)
"Estudio e investigación sobre los acantilados de la Punta
Morro Solar" I Congreso Nacional de Mecánica de Suelos, Lima
Perú, publicación L.g.g.a. No. 25. UNI.

CAPITULO I

ANEXOS

Pág.

1.- Cuadro resumen de los sismos destructores ocurri-	
dos en Lima -----	10-13

ANEXO - 1

CUADRO - RESUMEN

SISMOS DESTRUCTORES OCURRIDOS EN LIMA

Según E. Silgado - 1978 (1)

<u>FECHA</u>	<u>DESCRIPCION</u>
02 de Julio de 1552	Algunos daños en Lima. El Rey Carlos V de España ordenó que la altura de las construcciones se limitara a 6 varas (5.20 m.)
17 de Junio de 1578	Destrucción de casas, templos y el - Palacio del Virrey. Intensidad Aprox. VII M.M.
09 de Julio de 1586	Fuerte sismo que destruyó gran parte de Lima. Murieron 22 personas. Tsunami inundó el Callao y casi toda la costa. Intensidad Aprox. IX M.M.
19 de Octubre de 1609	Violento sismo en Lima con destruc - ción de edificios.
27 de Noviembre de 1630	Sismo fuerte que ocasionó desplome - de edificios y varios muertos.
13 de Noviembre de 1655	Movimiento que derribó casas y edi - ficios en Lima. Se abrieron grietas en la Plaza de Armas. La Iglesia de

- los Jesuitas en el Callao quedó en escombros. Intensidad aproximada - VIII. M.M.
- 17 de Junio de 1678 Fortísimo temblor en Lima que averió edificios públicos, conventos y casas.
- 20 de Octubre de 1687 Destrucción de Lima. 100 muertos. Tsunami en el Callao. Se abrieron grietas de muchos kilómetros de extensión. Intensidad IX M.M.
- 28 de Octubre de 1746 La ciudad de Lima quedó destruída. Murieron 1141 personas. De las 3000 casas existentes sólo quedaron en pie 25. Tsunami en el Callao. Gran parte de las costas arrasadas.
- 01 de Diciembre de 1806 Fuerte sismo de larga duración (1.5 a 2 min.). Algunos daños.
- 30 de Marzo de 1828 Terremoto destructor en Lima. Sufrieron el Puerto del Callao, Chorrillos. Intensidad entre VII y VIII M.M.
- 20 de Setiembre de 1897 Se sintió fuerte sismo en Lima y Callao. Daños en casas y edificios.

- 04 de Marzo de 1904 Daños mayores en la Molina, Chorrillos y Callao. Intensidad entre VII y VIII MM.
- 19 de Junio de 1932 La ciudad de Lima fué sacudida por un violento temblor que hizo caer cornizas, tapias y paredes. Hubo daños también en el Callao. Intensidad VI y VII M.M.
- 05 de Agosto de 1933 Fuerte y prolongado temblor en Lima y Callao. Causó deterioros en las casas y su intensidad produjo alarma en la población.
- 24 de Mayo de 1940 La ciudad de Lima y poblaciones cercanas fueron sacudidas por un fortísimo temblor. Ocasionó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Chancay y Lurín. Intensidad VII y VIII M.M.
- 17 de Octubre de 1966 La ciudad de Lima fué estremecida por un sismo que dejó un saldo de 100 muertos y daños materiales de consideración. Intensidad VIII M.M.

28 de Setiembre de 1968

Sismo fuerte en Lima y Pisco.
Causó daños en el balneario de
Santa María y San Bartolo.

21 de Mayo de 1970

Daños severos en el Callejón de
Huaylas, sobretodo en Huaraz y -
Yungay. En Lima los mayores da -
ños se registraron en La Molina,
en las zonas restantes los daños
fueron moderados. Intensidad de
VII M.M.

03 de Octubre de 1974

Violento terremoto que se carac -
terizó por su extensa duración ,
en Lima sobrepasó los 2 minutos.
Habiendo indicaciones de que se
trató de un sismo múltiple con -
por lo menos 3 sacudidas en los
primeros 25 segundos. Causó un -
total de 78 muertos y 2414 heri -
dos. En Lima Metropolitana se re
gistraron intensidades hasta de
VIII M.M. (La Molina, Chorrillos
y La Punta) contrastando con in -
tensidades de V y VI M.M. obser -
vados en los distritos de Lima ,
Miraflores, Surquillo, etc.

CAPITULO II

	PAG.
2.0 CONDICIONES GEOTECNICAS DE DIAGNOSTICO	
2.1 GEOLOGICAS	15
2.2 GEOMORFOLOGICAS	18
2.3 SISMICAS	21
2.4 MECANICA Y DINAMICA DE SUELOS	22
2.5 ZONAS CRITICAS NO EVALUADAS	24
2.6 POTENCIAL DE RIESGOS	25
REFERENCIAS	29
ANEXOS	31

CAPITULO II

2.0 CONDICIONES GEOTECNICAS DE DIAGNOSTICO

2.1 GEOLOGICAS

Para la planificación y prevención de la seguridad de las ciudades es condición indispensable el conocimiento de las características del suelo de cimentación, en la ciudad de Lima es necesario sobretodo para el caso de problemas locales.

Lima se encuentra edificada sobre el cono fluvioaluvional del río Rímac. El vértice del abanico deyectivo del valle del Rímac está ubicado en Ricardo Palma - Chosica y se extiende por el Sur hasta el Morro Solar y por el Norte hasta las vecindades del río Chillón cerca del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, este último límite todavía no está bien definido.

El cono deyectivo del Rímac está formado por una abundante acumulación de sedimentos fluviales y aluvionales los mismos que en la cuenca del Chillón pasan los 400 mts., de potencia como acuíferos (Lámina No. 6). Las condiciones geológicas, que se suponen y aceptan que el suelo de Lima es lo mejor (uniforme, homogéneo, etc.) y con características de altas resistencias, al generalizarse no corresponden al criterio geotécnico actual y real. El suelo de Lima es bastante heterogéneo, no es uniforme, es errático y probablemente tenga cosas muy extrañas que al momento se desconocen (3). En el centro de

Lima es obvio que es el mejor del conglomerado por ser homogéneo, uniforme, etc., es un suelo friccionante con resistencia superior a los 4 kg/cm² que se le asigna frecuentemente. Sin embargo en los alrededores existen zonas con conglomerado totalmente diferentes y de baja capacidad de carga, o dentro de otros tipos de suelos formando lentes y en las quebradas. La diferencia es más asentuada como Canto Grande y La Molina, mejor en Jicamarca donde el suelo ya no es ni conglomerado, aluvial, ni arcilla-arenosa de lodos aluvionales, éste es un coluvial a aluvional con materiales angulosos y de baja densidad relativa que necesariamente tiene un tratamiento y comportamiento diferente al suelo del centro de Lima. El plano Geológico de Lima según Martínez y colaboradores 1975 (Lámina No. 2), constituye una información preliminar de interés donde habrá que definir claramente los aportes en el Cuaternario en su distribución. Veamos algunos casos para complementar lo anteriormente señalado :

CASO I.- SAN JUAN DE MIRAFLORES

En San Juan existen depósitos eólicos de arenas finas (3); las construcciones que se encuentran sobre ella todavía no han tenido ningún problema. Los efectos locales no se han manifestado puesto que el suelo de arenas finas y friccionante, se encuentra en estado seco y suelto, pero en el futuro se esperan problemas de hundimiento por tubificación y asentamiento locales debido a las modificaciones y usos del suelo, así como también al efecto de filtraciones de agua y densificación

por sismos.

CASO II.- BALNEARIO DE SANTA MARIA

Se encuentra al sur de Lima y cerca al balneario de San Bartolo. Existen depósitos intercalados que pueden conducir a engaño (4). En este caso la parte superior es un depósito de lodo aluvional muy compacto descansando sobre sedimentos eólicos, intercalados con sedimentos de arcilla y yeso. En esta zona se encuentra el edificio Las Sirenas que sucumbió el 28/9/68, con un sismo leve, debido a asentamientos diferenciales y densificación de arenas. El problema local es evidente en toda la zona.

CASO III.- UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Está ubicado en el distrito de San Martín de Porras. La UNI es un ejemplo típico de una zona de transición entre el suelo de Lima y los afloramientos de sus cerros. Así como todo el perímetro de Lima, la UNI está en el contacto que encierra discontinuidades poco conocidas y que requiere de un estudio geofísico que permita definir la discontinuidad del contacto ante las rocas de los cerros cubiertos por el suelo de Lima, por excavaciones recientes de instalación de desagües, se nota que es superficial en la Portada de Guía y profunda en la UNI.

CASO IV.- LA CAMPIÑA

Es una zona de contacto y con suelos erráticos de depósitos eólicos ocultos. En esta zona se encuentra la Escuela

de Policía que sufrió graves daños en sus instalaciones, colapsando el comedor y casino de oficiales casi al final de su construcción y donde los estudios y primeros resultados (1) permitieron advertir la influencia de efectos locales en los daños para el sismo del 3 de Octubre de 1974; confirmándose la influencia del suelo en los daños, representando la erraticidad el factor más importante entre otros.

2.2 GEOMORFOLOGICAS

El estudio de las condiciones geomorfológicas es importante porque nos permite comprender las evoluciones y transformaciones en la superficie terrestre, que por un sismo puede ocasionar modificaciones importantes. Uno de los factores más interesantes de la geomorfología de Lima es la variación de su litoral. El perfil de equilibrio del litoral de Lima, se presenta limitado por un acantilado prácticamente vertical con signos de erosión en sus taludes. Su perfil longitudinal es resultado de la erosión marina y las características de sus suelos locales, estos acantilados tienen una altura promedio de 45 metros, alcanza su altura máxima en Magdalena, 68 metros, y su cota cero en La Punta.

Un factor importante es conocer en que estado se encuentra el perfil de equilibrio del litoral limeño. La presencia de los espigones y defensas efectuadas en los últimos 15 años ha provocado modificaciones que alteraron el estado en que se encontraba el perfil, y ello significa que su tendencia ero-

siva y de sedimentación se producirá con consecuencias positivas, como playas, y negativas como erosión de los acantilados. Por lo tanto todo proyecto que afecte y modifique el perfil de equilibrio debe hacerse con estudios que prevean las implicancias en el futuro.

El plano de modificación del perfil de equilibrio del Litoral de Lima, según Martínez - 1978 (Lámina No. 7) representa un valioso aporte porque insinúa la tendencia y la ley matemática y geométrica que estos perfiles tienen, sugiere y prevee su situación y evolución futura de mínima a extrema. Por ejemplo algunas zonas más significativas en las que se puede notar como la evolución del Litoral ha afectado al suelo de Lima, son las siguientes:

a) PARTE NORTE DEL LITORAL (LA PUNTA).-

No es difícil constatar la evolución de esta parte del litoral limeño. Por ejemplo la zona donde se ha construido la Escuela Naval, que falló en el sismo del 3 de Octubre de 1974, es una área ganada al mar (Fotos Anexo 1). Vemos, pues, que no solo la naturaleza se encarga de modificar el medio ambiente sino también el hombre con sus obras, por lo que la modificación de los perfiles de equilibrio del litoral, o cualquier otra parte, pueden ocasionar problemas muy especiales que es necesario considerar en el futuro, en el caso de la Punta la situación ante un Tsunami es la más crítica.

b) PARTE CENTRAL DEL LITORAL.-

El problema fundamental es estabilidad de taludes y analizarla dinámicamente por lo que pueda suceder con factores, como el sísmico por ejemplo, que incrementan su estado crítico. Esta parte del litoral a la actualidad ha evolucionado totalmente, como la quebrada de Armendariz, el Circuito de Playas de la Costa Verde, etc. En Miraflores hay edificios que ya se están aproximando a escasos metros del extremo del acantilado. Se tiene intención de lotizar los taludes y ya se ha ganado terreno - al mar, parte por los rompeolas, arenas finas, y el resto por rellenos artificiales de desmontes del zanjón y otras demoliciones, es decir que se ha modificado la costa de esta parte del litoral de Lima (Ver Anexo 2).

c) PARTE SUR DEL LITORAL.-

En esta parte del litoral podemos ver la zona de Chorrillos, que es una zona con antecedentes históricos, donde los últimos años se han ganado playas, se hacen construcciones, como el Club Regatas (Anexos 3 y 4), y existen proyectos de hacer más obras y no hay forma de controlar si estarán estables o no frente a un evento sísmico importante.

El Plano Geomorfológico de Lima según Martínez y colaboradores - 1975 (Lámina No. 3) permite evaluar las diferentes fases de evolución de los depósitos cuaternarios, antiguos del acantilado que es totalmente diferente al suelo de Lima central y el conglomerado se transforma en lentes predominando are

nas, limos y arcillas donde existen drenajes y rellenos ocultos. Hundimientos, derrumbes, asentamientos diferenciales, etc., se han producido en la terraza superior. Daños en los taludes y fallas en los cimientos de construcciones a media ladera. En la parte baja, zona de evidente sedimentación por los rompeolas, obras del Club Regatas, etc., se ha producido un arenamiento rápido de arenas finas las mismas que constituyen una zona de potencial de licuación futura frente a un sismo.

2.3 SISMICAS

Es indiscutible la actividad sísmica de Lima y los últimos sismos nos demuestran la íntima relación entre el comportamiento dinámico de las estructuras con las condiciones reales del suelo.

El plano de distribución de intensidades del terremoto del 3/10/74 (Anexo 5) elaborado por Husid, Espinoza y Colaboradores (2) es ilustrativo y da una mayor información científica que debe propiciarse efectuar después de un sismo, en lugar de deducir o inferir forma de isosistas vinculadas con la fuente de origen y magnitud del sismo que permiten solo hacerlas con figuras geométricas regulares, las cuales son discutibles y no se pueden aceptar.

Los isosistas responden a una realidad geotécnica que está vinculada a la tectónica y a las condiciones geológicas como dinámicas del suelo del lugar. En lo que refiere a estudios de tectónica sísmica existe poca información, un aporte de inte-

rés en el Plano Tectónico de Lima (Anexo 6) que en realidad representa una simple distribución de fallas, sin correlación con la falla principal donde es posible se origine la liberación de energía durante los terremotos. Es necesario instrumentar alguna falla activa para controlar y medir su movimiento, así como también verificar fallas con actividad, en el cuaternario probablemente la más importante referida por (6) en San Lorenzo, con lo que se ganaría mucho en el modelo e investigación por efectuar frente al riesgo sísmico en el futuro.

2.4 MECANICA Y DINAMICA DE SUELOS

MECANICA DE SUELOS.-

Su estudio es un factor complementario y necesario para conseguir un análisis geotécnico útil y de acuerdo a nuestra realidad, aunque para los suelos de Lima todavía no se alcanzan a definir cómo conocer las características más importantes en Mecánica de Suelos, por esta razón solo cabe reclamar que los estudios que se realicen en el futuro sean los más específicos y adecuados para el tipo de suelo, como es el de Lima, donde cada perforación está vinculada al tipo probable de suelo a encontrar y a la información que se desea obtener. Las decisiones y elección de las perforaciones a efectuarse son muy delicadas y costosas por lo que deben hacerse para verificar, comprobar dudas y complementar informaciones que previamente se han analizado por geología y prospección geofísica, las mismas que son rápidas y resultan más económicas.

En el Anexo 7 se presentan algunos perfiles de suelos de Lima, que permiten reflexionar sobre la erraticidad y las modificaciones que se derivan de estudios de suelos sin el correspondiente criterio geotécnico.

Veamos algunos casos de suelos de Lima, mencionados en (3) :

a) EL SUELO DE LA MOLINA.-

Cerca de La Molina se ha detectado (3), a menos de 2 metros, un depósito oculto que puede influenciar en el futuro para las estructuras o en las cimentaciones superficiales que se hagan, como sucedió en La Campiña (2) en el pabellón del Casino de Oficiales de la B.G.C.P.

b) EL SUELO DE LA UNI.-

En la Universidad Nacional de Ingeniería a pocos metros del contacto hay una erraticidad enorme, allí no se puede asegurar que la potencia de los horizontes superiores (suelos arenosos o limosos) tengan uniformidad, tampoco se puede afirmar que el aluvional-fluvial es el actual por los remanentes de terrazas a 2 y 3 metros pegados al cerro Arrastre de la UNI en el campo de básquet.

c) EL SUELO DE LA CAMPIÑA.-

El perfil de suelos de la Campiña (Anexo 7) basado en pozos a cielo abierto y según la clasificación unificada, nos

permite visualizar que se trata de un suelo errático vertical y horizontalmente. Si se hubiera hecho cualquier otro tipo de perforaciones sin la correlación geotécnica, seguramente que hubieran resultado perfiles horizontales y puede llevar a errores en apreciaciones de sismicidad y aplicación de métodos en dinámica de suelos.

El Plano de Mecánica de Suelos de Lima (Lámina No. 4) según Martínez-1978, muestra un primer intento de evaluar la información sobre tipos de suelos de Lima.

DINAMICA DE SUELOS.-

Las condiciones dinámica del suelo de Lima aún son poco conocidas, los estudios y resultados preliminares que se han efectuado requieren de un análisis crítico de sus limitaciones y alcances para su aplicación en dinámica de suelos. En (3) se analiza el suelo de la parte central de Lima. El conglomerado, como se le denomina, es un suelo de tipo GPa GW formado por cantos rodados con algunos boleos de 50 cm. de diámetro, cuya composición es predominantemente la roca granodiorítica y es un suelo altamente friccionante cuya bondad en ciertas partes no debe olvidar su dependencia de las condiciones geotécnicas locales que son variables. Es necesario reconocer e identificar el problema que origina la vibración del suelo para definir los efectos locales.

2.5 ZONAS CRITICAS NO EVALUADAS

En Lima tenemos zonas críticas, como La Punta, que

requieren de estudios mas amplios e integrales, no se trata de áreas puntuales, como la Escuela Naval donde colapsó el pabellón de dormitorios de cadetes, sino de un enfoque más general ante un problema no determinado.

La zona de Chorrillos es otra zona crítica de Lima, algunos lo atribuyen a la antigüedad de las casas, pero construcciones modernas también han fallado y se encuentran en peligro los autorizados y cercanos a los acantilados de la zona. El problema de fondo es estabilidad de taludes frente a efectos sísmicos.

La zona de La Campiña corresponde a otra área crítica. Lo más importante y peligroso son los depósitos eólicos o cultos que existen en esta zona y que aún no han sido detectados completamente.

La zona de la parte alta de La Molina, Rinconada Alta cerca al Colegio Reyna de Los Angeles, que varias veces fuese afectada por sismos a pesar de su reconstrucción, es muy probable que siga fallando ya que las construcciones están cimentadas en arenas finas y sueltas. Aquí existe el problema específico de densificación y posibilidad de licuación cerca a la laguna, y áreas contaminadas por agua.

2.6 POTENCIAL DE RIESGOS

En Lima existen condiciones para los efectos locales, cuyo potencial se puede analizar según el Plano de Dinámi-

ca de suelos para efectos locales de A. Martínez-1978 (3) (Lámina No. 5) se presentan algunos casos

a) FLUJO DE MASAS-DESLIZAMIENTOS.-

En Lima se ubican zonas con potencial para flujos de masas y deslizamientos, inducidos por sismos importantes debido a las condiciones de sus suelos y probable comportamiento que aún no han sido estudiados debidamente.

En una zona del Callao, que se encuentra al nivel del mar ó a pocos metros de elevación, principalmente todo el puerto marítimo, en diferentes oportunidades se han observado asentamientos diferenciales, sistemas de fracturas, hundimientos súbitos durante la hinca de pilotes; por lo que se intuye que existe erraticidad y la presencia, a niveles inferiores a 10 metros, de horizontes de suelos no cohesivos de limos, arenas finas con potencial de licuación y suelos cohesivos de arcillas sensitivas con características tixotrópicas (que tienen un potencial de fluir por efecto del impacto dinámico) y que unidos a las condiciones geológicas y geomorfológicas de esta parte del litoral se encuentran favorables para deslizamientos de masa por flujo lento, aspecto que no debe desestimarse dentro del riesgo sísmico de esta zona crítica.

En los acantilados (Perla Alta - Morro Solar) un sector importante están expuestos a riesgos por derrumbes, deslizamientos, etc. es decir existen problemas de estabilidad de taludes. Sus condiciones estáticas son discutibles o mal conoci

das y las dinámicas totalmente desconocidas, y ante estos factores no se pueden sugerir utilizar factores de seguridad como medida de protección pues ella encierra toda la incapacidad y desconocimiento del análisis de estabilidad y las limitaciones del factor de seguridad como se analiza en (7).

b) ASENTAMIENTOS.-

En el suelo de Lima, inclusive la parte central, el fenómeno de tubificación producido por las aguas de riego o filtraciones por diversas causas, hace que sea susceptible de inferir al suelo asentamientos locales por las vibraciones de un sismo leve y aún por efecto del tráfico normal. Posiblemente las fracturas de las calles y pistas de Lima se produzcan por este fenómeno y tipo de proceso que finalmente causa asentamientos diferenciales por densificación del suelo que son superficiales y de orden controlable, en cambio en zonas de relleno como el borde de los acantilados, estos son importantes.

También existe potencial de asentamiento en La Punta, Callao, Ancón y Ventanilla por la presencia de arenas finas sueltas de origen eólicos.

c) DENSIFICACION.-

Debido a las condiciones geomorfológicas de Lima que fueron favorables para la migración eólica existen zonas depósitos antiguos y también recientes, superficiales y ocultos (1); en todas las condiciones (secas, saturadas, sueltas, par -

cialmente densificadas) y su comportamiento es friccionante y de fácil compactación. El caso del Colegio Reyna de los Angeles es un ejemplo típico de densificación de arenas con asentamientos diferenciales, falla típica en Dinámica de Suelos por efecto sísmico que nos advierte el riesgo a que están expuestas áreas como La Molina, Casuarinas, Villa, Pamplona, Ventanilla, etc.

d) LICUACION.-

En Lima existen áreas con potencial de licuación (1, 3, 5 y 8) como toda la zona de recuperación de la Costa Verde en el litoral, donde se están incrementando áreas con potencial de licuación de arenas por la acumulación de los sedimentos de arenas marinas finas, sueltas y sobresaturadas, zonas donde se piensa construir albergues y hoteles exponiéndoles a este riesgo.

e) AMPLIFICACION.-

Con ocasión del sismo del 3 de Octubre de 1974 los efectos de amplificación se manifestaron con mayor intensidad en las áreas correspondientes a La Molina y La Campiña, como en todo el contacto con los cerros e inmediaciones del borde colindante del abanico del Rímac y el Chillón como también lo es el borde del acantilado (talud) de la Costa Verde.

CAPITULO II

REFERENCIAS

2.1 Martínez A. (1975)

"Geotécnica de La Campiña-Lima y el sismo del 3/10/74", Publicación I.g.g.a. No. 53 - UNI.

2.2 Husid R. y Colaboradores (1976)

"Análisis de los terremotos Peruanos", Publicación I.g.g.a. No. 57 - UNI.

2.3 Martínez A. (1978)

"Aspectos Geotécnicos de los suelos de Lima-Perú", II Congreso Nacional de Ingeniería Civil - Arequipa-Perú, Publicación I.g.g.a. No. 64 - UNI.

2.4 Martínez A. (1978)

"Estudio Geotécnico del Balneario de Santa María del Mar Derrumbe del edificio Las Sirenas el 28/9/68", Publicación I.g.g.a. No. 33 - UNI.

2.5 Martínez A. y Colaboradores (1978)

"Análisis de los terremotos de Lima-Perú", Publicación I.g.g.a. No. 66 - UNI.

2.6 Sébrier M. y Macharé J. (1980)

"Observaciones acerca del cuaternario de la Costa Central del Perú" - Bull. Inst. Fr. Et. And, IX No. 12 pp. 5-22.

2.7 Martínez A. (1978)

"Apreciaciones del factor de seguridad en Mecánica de Suelos", III Congreso Nacional de Mecánica de Suelos, Lima-Perú, Publicación I.g.g.a. No. 67 - UNI.

2.8 Martínez A. (1969)

"Algunas apreciaciones geotécnicas de los más recientes efectos sísmicos de Lima", I Convención Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Publicación I.g.g.a. No. 37 y 66 - UNI.

CAPITULO II

Pag.

ANEXOS

1.- Cuatro fotografías aéreas (S.A.N.) : La Punta	32-35
2.- Tres fotografías aéreas (S.A.N.) : Acantilados-Miraflores	36-38
3.- Cinco fotografías aéreas (S.A.N.) : Quebrada de Ar mendáriz	39-40
4.- Una fotografía (S.A.N.) : Acantilados Chorrillos - Club Regatas	41
5.- Isosistas según Husid y Colaboradores (Terremoto del 3 de Octubre de 1974)	42
6.- Plano Tectónico de Lima (Dolltus-1965)	43
7.- Perfiles de algunos suelos de Lima	44-51



Foto S.A.N. La Punta 1943



Foto S.A.N. - La Punta - 1965



Foto S.A.N. - La Punta - 1969

Anexo = 1 (d)



Foto S.A.N. - La Punta - 1971

Anexo - 2 (a)



Foto S.A.N. - Acantilados Miraflores - 1943

Anexo - 2 (b)



Foto S.A.N. Acantilados Miraflores - 1958



Foto S.A.N. - Acantilados Miraflores - 1971

Anexo - 2 (c)

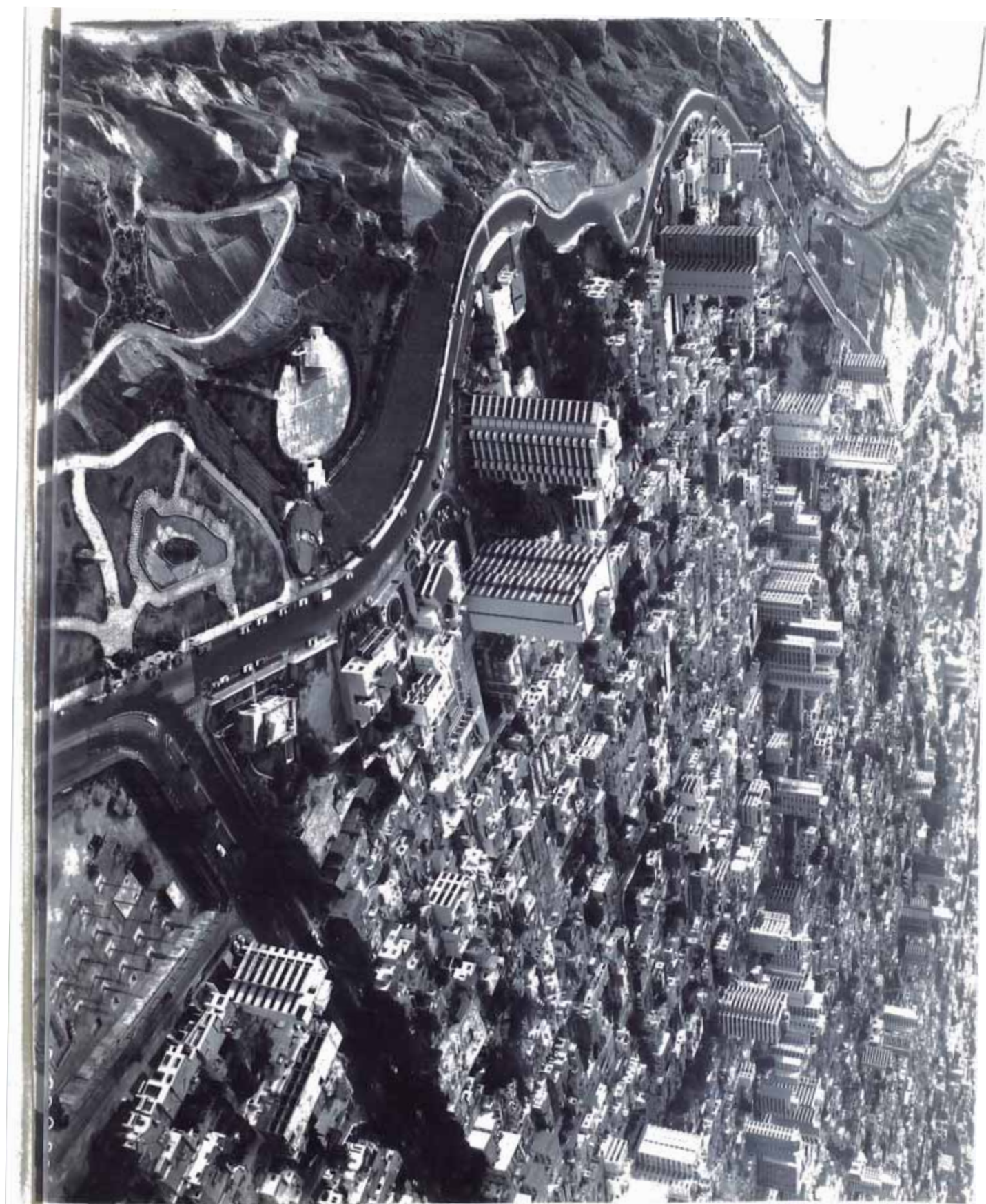


Foto S.A.N. Acantilados Miraflores - 1978

Anexo - 3 (a)



Foto S.A.N. - Quebrada de Armendariz - 1943

Anexo = 3 (b)



Foto S.A.N. Quebrada de Armendariz - 1958



Anexo 3 (c)

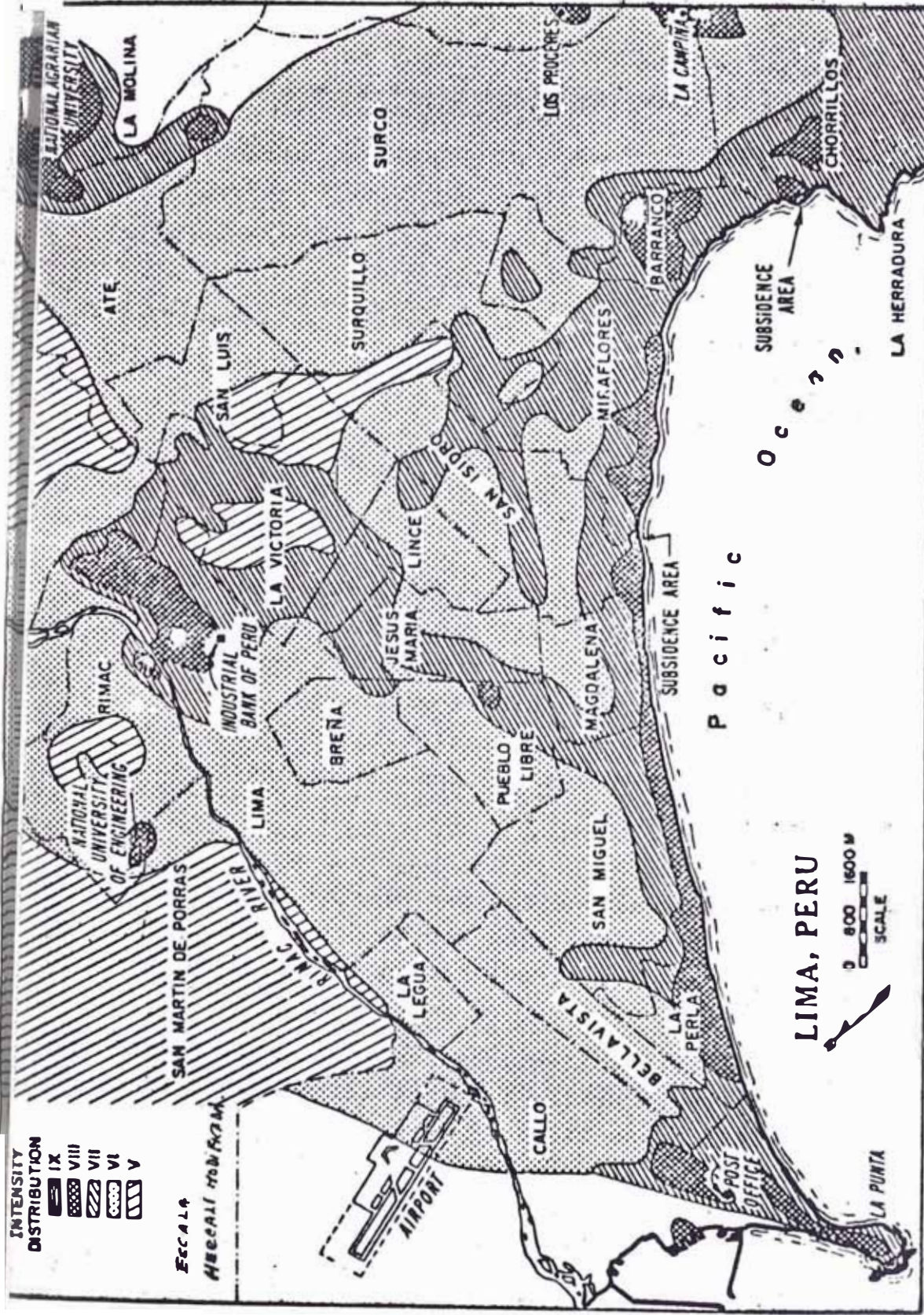


Quebrada de Armendariz - 1981

Anexo = 4

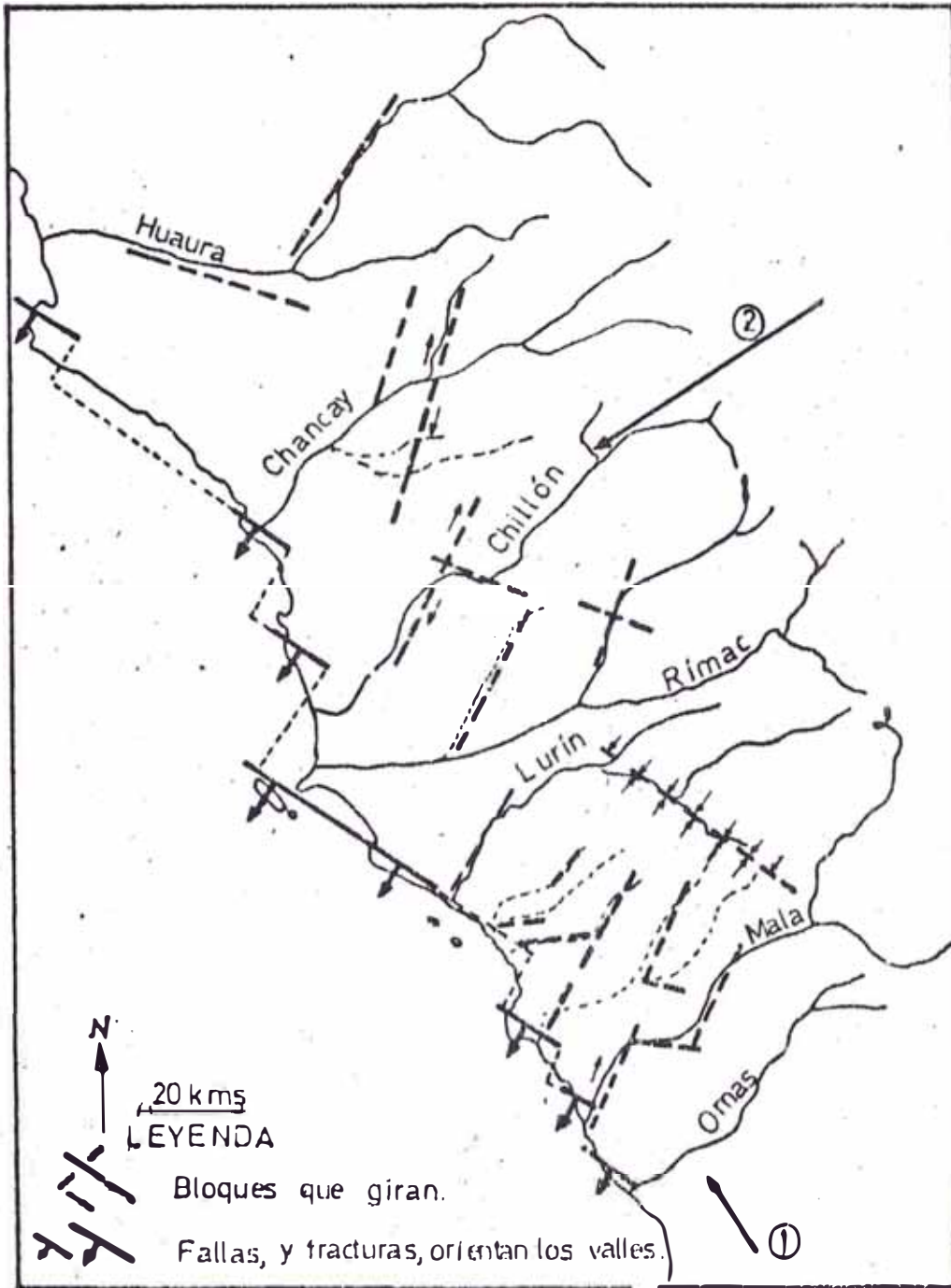


Foto S.A.N. - Chorrillos - Club Regatas - 1975



PLANO TECTONICO DE LIMA

(Según Dollfus 1965)

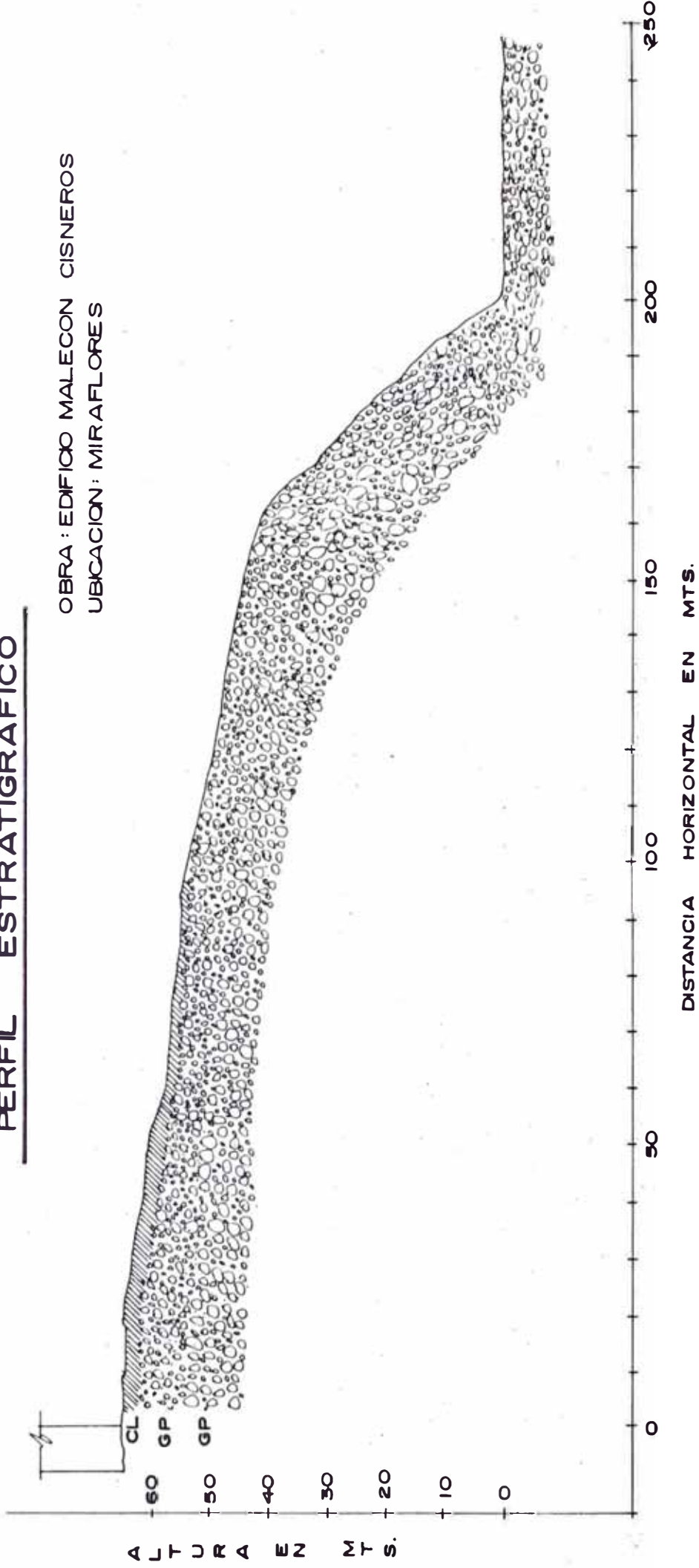


(1) Orientación general de la costa y macizo andino.







(2) Inclinación general del plegamiento.

PERFIL ESTRATIGRAFICO

OBRA : EDIFICIO MALECON CISNEROS
UBICACION : MIRAFLORES

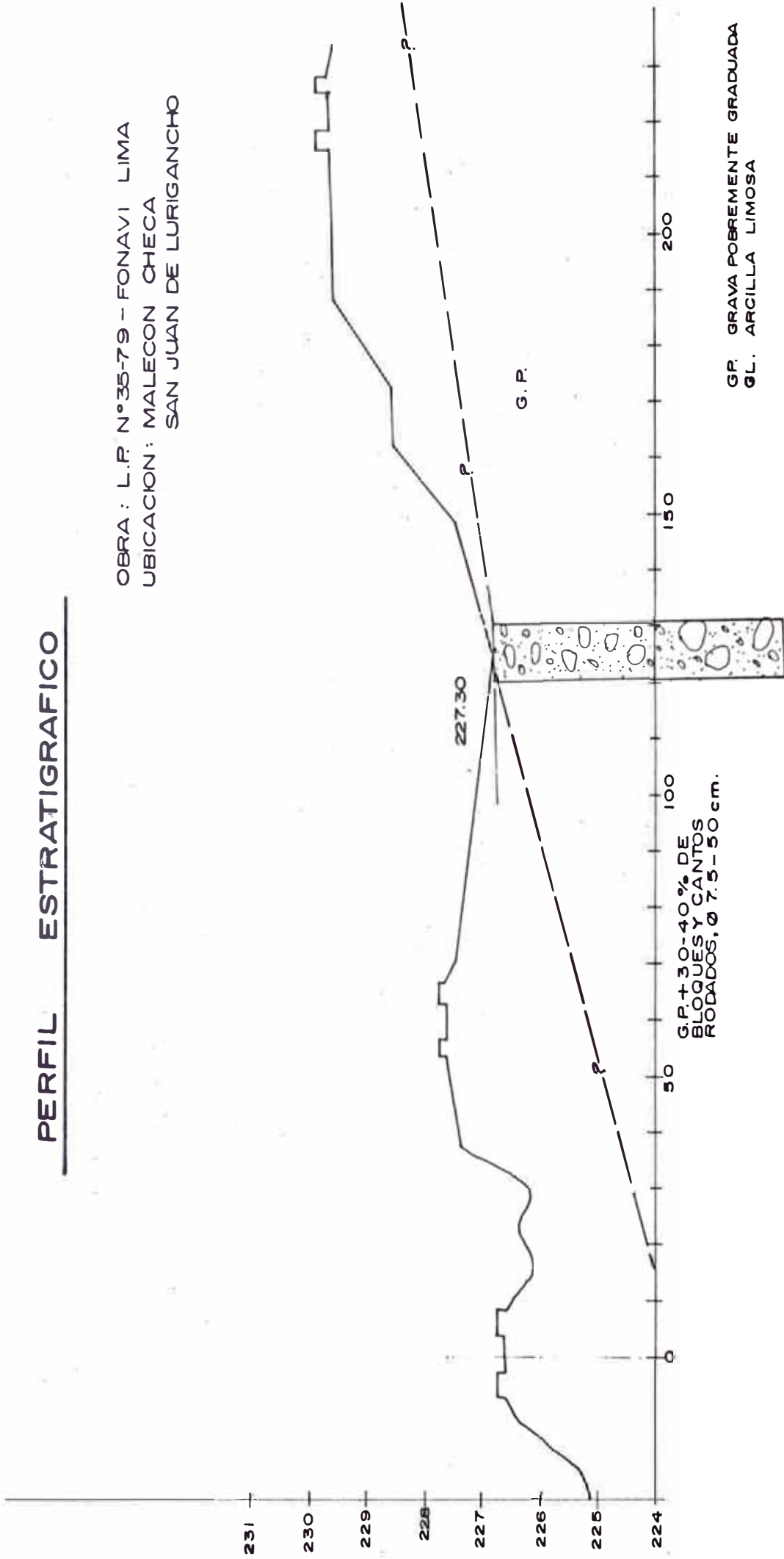


3RA: EDIFICIO MALECON CISNEROS.
 GAR: MIRAFLORES.

STRATIFICACION			DESCRIPCION	MUES.	SUCS.	OBSERVACION
COTA	PROF.	SIMB.				
1.60	1.60		Arcilla de baja plasticidad marrón clara, inorgánica, seco y compacto en el lugar	M-1	CL.	
2.00	0.40		Grava mal graduada con tamaño máximo de 4", compacta.	M-2	GP	
2.60	0.60		Grava mal graduada con tamaño máximo 4" y un 15 % de matriz arenosa; semicom_pacta.	M-3	GP	
7.00	4.40		Grava mal graduada de partículas subredondeadas, con un tamaño máximo de 6" y un 20 % de matriz arenoso. Compacto y poco humedo.	M-4	GP	
9.80	2.80		A partir de 7.00 mts. se presenta grupo de gravas grandes subredondeadas de tamaños máximos de 10"-12" rodeada de la misma grava anterior un poco más compacta y humeda. En la cota 9.20 mts. se encontró un bolón de 60 cms.	M-5	GP	
10.00	0.20		La grava anterior presenta una matriz limo arcillosa con un 15 % de humedad.	M-6	GP-GC	

PERFIL ESTRATIGRAFICO

OBRA : L.P. N°35-79 - FONAVI LIMA
UBICACION : MALECON CHECA
SAN JUAN DE LURIGANCHO

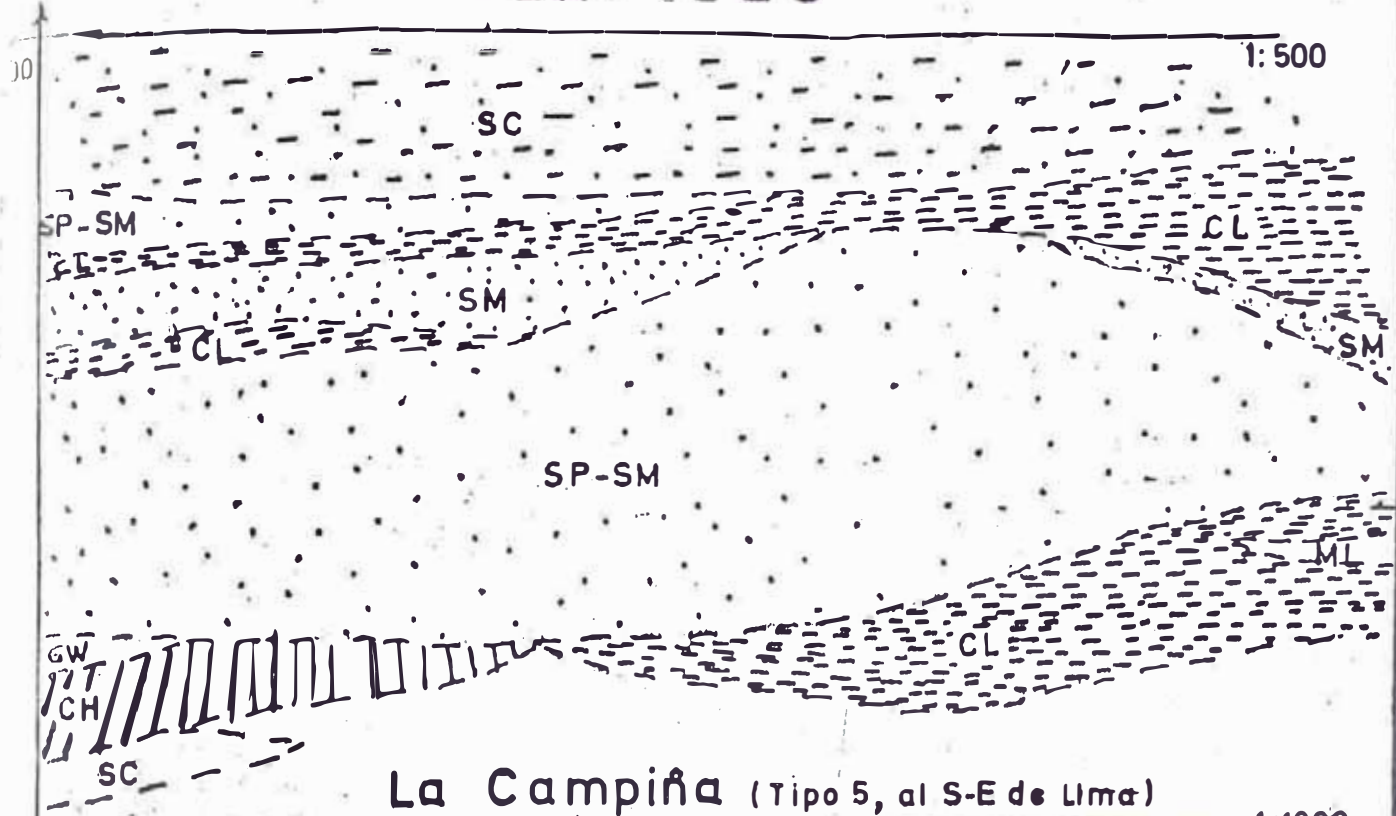


G.P. + 30-40% DE BLOQUES Y CANTOS RODADOS, Ø 7.5-50 cm.

G.P. GRAVA POBREMENTE GRADUADA
GL. ARCILLA LIMOSA

PERFILES

1:50

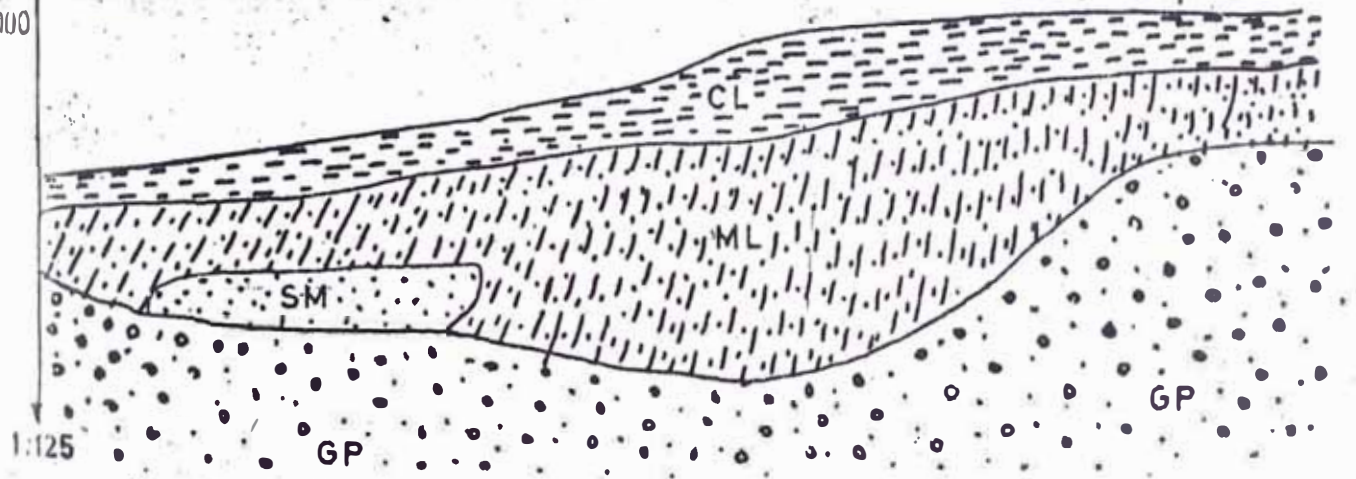


1:500

La Campiña (Tipo 5, al S-E de Lima)

1:1000

000



1:125

Avenida La Marina

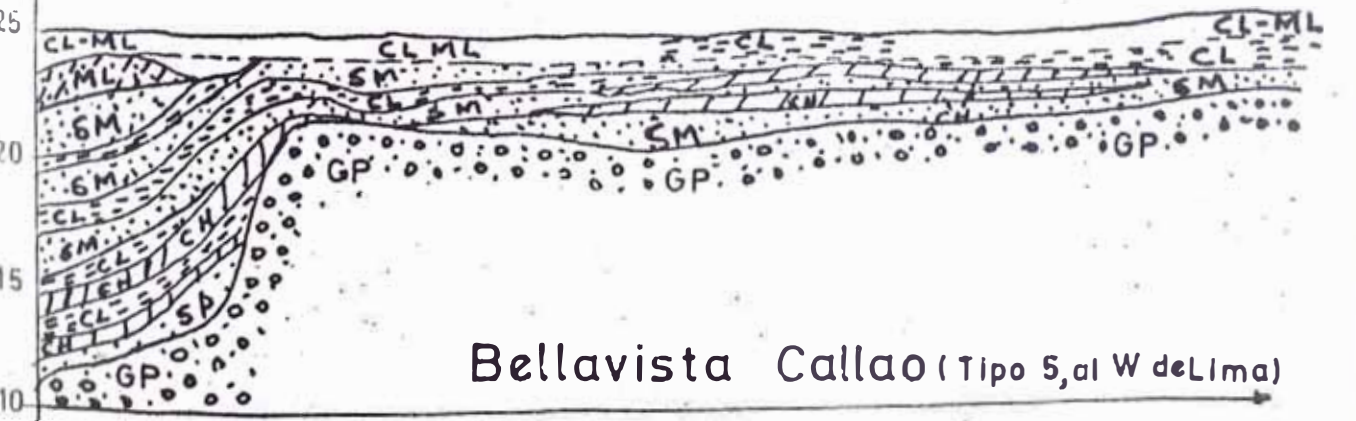
(Tipo 3, al N-W de Lima)

25

20

15

10



Bellavista Callao (Tipo 5, al W de Lima)

0.00

100

200

300

CAPITULO III

	PAG.
3.0 ANALISIS DE LA PLANIFICACION Y SUS DEFECTOS	
3.1 HISTORIA DEL CRECIMIENTO	53
3.2 ZONAS Y USOS DE LOS SUELOS DE LIMA	57
3.3 TENDENCIA EN SU CRECIMIENTO	
3.4 LIMITACIONES A SU EXPANSION	59
3.5 NORMAS Y REGLAMENTOS	61
REFERENCIAS	66
ANEXOS	68

CAPITULO III

3.00 ANALISIS DE LA PLANIFICACION Y SUS DEFECTOS

3.01 HISTORIA DEL CRECIMIENTO

Lima fué fundada el 18 de Enero de 1535, por el conquistador Don Francisco Pizarro, bajo la denominación de "CIUDAD DE LOS REYES" y como capital de todas las posiciones españolas del continente Americano.

La forma física que la ciudad va adoptando responde a una serie de factores de orden muy variable y complejo; factores de tipo social, económico, cultural y otros, donde los eventos sísmicos destructores parece como si respondieran a un anuncio sobre la necesidad de una planificación sísmica de la nueva expansión urbana de Lima del futuro, como se plantea en (1).

De esta manera el trazo original de la ciudad de Lima fué expresión del centro del conquistador, donde su rol principal era, ser el lugar de asentamiento del poder político-militar y cuartel general de operaciones, y en el futuro será la expresión de lo que se haga y prevea frente al riesgo sísmico y la experiencia vivida. El plano de fundación (Anexo 1) - llamado también traza o plana constaba de 117 manzanas (islas o cuadras que en el futuro se les llamaron cuarteles) divididos en cuatro partes o solares. Cada cuadra tenía 450 pies de lado y las calles 40 pies de ancho, haciendo un total de 214 Hectáreas (2). Los límites de la traza eran aproximadamente los Jiro-

Cañete, Ocoña y Paruro. Las primeras cuadras estuvieron a 100 - pasos del río Rímac.

Después de un período más o menos prolongado de - estabilidad comienzan a aparecer los primeros asentamientos urbanos fuera de los límites de la aglomeración primitiva. En 1568, 33 años después de la fundación se funda un nuevo barrio, con el nombre de Pueblo de Santiago, pero fué más conocido como EL CERCADO, por el alto muro que lo rodeaba. Se situó al oriente de la ciudad y comprendía 35 manzanas, aproximadamente 40 hectáreas. En 1607 otro barrio, el barrio de San Lázaro, se convierte en barrio de la ciudad, estuvo situado hacia la margen - derecha del río Rímac. La ubicación de estos dos barrios se puede apreciar en el Anexo 2 según (2). A fines del siglo XVI el área urbana de Lima se calculaba aproximadamente en 314 hectáreas, incluyendo los barrios de "EL CERCADO" y "SAN LAZARO".

Las murallas, construídas un siglo después que El Cercado, cortaron definitivamente una parte de este pueblo quedando reducido por el lado oriental a lo que hoy es el Jr. Comandante Espinar y por el lado opuesto a la Línea constituída por la actual calle Barbones, el lugar conocido como Cinco Esquinas y el Jr. Huari.

Hacia los años de 1800 todavía quedaban terrenos rústicos dentro de las murallas, notándose la tendencia de la - ciudad a avanzar hacia el oriente debido a la proximidad del El Y hacia el Sur en la zona de intenso tráfico, por portada de Ma

tamandinga, ramal que posteriormente se convierte en la carretera a Chorrillos (Anexo 3).

En forma paralela a este lento crecimiento se fué consolidando el Callao, el puerto de exportación de Lima. También fueron formándose incipientes asentamientos residenciales al sur y al oeste, tales como : Magdalena, San Miguel, Chorrillos, que eran lugares de verano y recreo de la aristocracia virreynal.

Con el advenimiento de la República y con la construcción del ferrocarril Lima-Callao y Lima-Chorrillos, a mediados del siglo XIX, se rompe el espacio matriz de Lima cuadrada. Lima se libra de sus murallas y comienza a extenderse hacia el Sur y a consolidar sus asentamientos al Este, como Barrios Altos, que era lugar de localización de artesanos urbanos. Se fueron consolidando también, como asentamiento residencial de la burguesía mercantil y exportadora, los barrios de Miraflores, Barranco, Chorrillos, San Miguel y Magdalena.

En los años 20 del presente siglo, Lima aparece rodeada por barrios residenciales de sectores populares (Barrios Altos, el Rímac antiguo, La Victoria y Breña) y por el Sur por nuevos barrios residenciales de los de mayores ingresos (Miraflores, San Isidro, San Miguel, Magdalena, Jesús María).

A partir de los años 50 Lima sufre el fuerte impacto generado por las corrientes migratorias y comienzan a manifestarse los asentamientos en Comas, Ciudad de Dios y Monterri-

co. Las industrias también van desarrollándose, situándose a lo largo de la Av. Argentina y la línea del ferrocarril Central.

A mediados de la década del 60 se agudiza el problema de los tugurios extendiéndose a las áreas de los Barrios Altos, Rímac, Breña, La Victoria, Surquillo, Callao, San Martín de Porres; a la vez que va aumentando la densidad de Breña, San Isidro, Magdalena, Miraflores. Se invaden terrenos alejados del corazón de Lima. A lo largo de la carretera a Canta al Norte, - se suceden los barrios de Independencia, Comas y Carabayllo. En la carretera a Atocongo de la antigua Panamericana Sur, los barrios de Villa María del Triunfo y Chorrillos. Los sectores de mayor ingreso seguían su tendencia a ocupar áreas periféricas - al Este de Lima (San Borja, Surco, San Luis, Maranga, etc.).

En la actualidad el crecimiento Metropolitano presenta las siguientes características según (3)

- 1.- Consolidación de las áreas de expansión al Norte (COMAS), al Este (LA MOLINA, ATE), y al Sur (CIUDAD DE DIOS, VILLA - EL SALVADOR Y SURCO).
- 2.- Las áreas residenciales de los sectores de ingresos medios y altos (SAN ISIDRO Y MIRAFLORES) inician un franco proceso de densificación con la construcción de edificios multifamiliares.

Una información histórica de interés, por su análisis, constituye el Plano de Evolución Urbana de Lima cuadrada hasta nuestros días y los sismos más importantes sucedidos, según (4), ver

Anexo 4 y Lámina No. 1.

3.02 ZONAS Y USOS DE LOS SUELOS DE LIMA

Lima se encuentra localizada a $12^{\circ}2'50''$ de Latitud Sur y $77^{\circ}5'$ de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Esta ubicación no fué determinada al azar, sino teniendo en cuenta las siguientes consideraciones :

- a) Que era la parte central del territorio conquistado.
- b) La existencia de terrenos llanos o de poco declive, sobre los cuales la ciudad ha podido extenderse.
- c) La cercanía del mar
- d) Buenas tierras de cultivo perfectamente irrigadas.
- e) La influencia del río Rímac que todo el año traía cierta cantidad de agua y en los últimos tres meses del año grandes avenidas, perdiéndose innecesariamente los recursos de agua y tierra en el mar, sin que en el presente se haya previsto en recuperar una parte de ellos.

Antes de la conquista el sistema urbano del Imperio Incaico incluía marginalmente el área donde posteriormente se ubicaría la ciudad de Lima, era un centro de tercer o cuarto orden, caracterizado como santuario religioso (la zona de Pachacamac).

Al formarse los primeros barrios en los alrededores (El Cercado, San Lázaro), entre la ciudad y éstos, en la zona de Barrios Altos y Abajo el Puente, se localizaron actividades de recreo y esparcimiento de los residentes españoles (Pa -

seo de Aguas, Quintas, Judíos, etc.). La ALAMEDA DE LOS DESCALZOS (1611) representa el primer movimiento expansionista de tipo recreacional y de área libre, fué formado en un despoblado del barrio de San Lázaro y se extendía desde los suburbios hasta el convento de los Franciscanos (Ver Anexos 2 y 3).

En un principio y por mucho tiempo los suelos se utilizaron para viviendas y como terrenos de cultivo, formándose pequeñas tonerías o curtiembres y algunos molinos. Es en el presente siglo, en los años 20, con el inicio de la construcción de las avenidas Brasil y Arequipa, es cuando comienzan a diferenciarse y especializarse los usos del suelo urbano. Así, se tiene un Distrito Comercial Central (El Centro), lugar de asentamiento de la administración, actividades comerciales y de servicios, mezclado con barrios populares (Barrios Altos, El Rímac, La Victoria, Breña) rodeado por el Sur por nuevos barrios residenciales (Miraflores, San Isidro, San Miguel, Magdalena, - Jesús María).

A fines de la década del 40 se inicia un proceso masivo de redistribución poblacional a nivel nacional, proceso que se consolida en los años 50 y se hace explosivo en la década del 60, Este fenómeno se caracteriza por la migración en masa de la población rural hacia nuestras ciudades, especialmente hacia Lima (3). Por estos años los espacios situados entre el Centro Comercial y el puerto del Callao, a lo largo de la línea del Ferrocarril Central, comienzan a atraer a las industrias para continuar después ocupando mayores zonas del Callao y la ca-

rrretera Panamericana Norte.

A mediados de la década del 60 se jerarquiza el sistema de Centros Comerciales Urbanos, rompiendo la exclusividad del centro tradicional, apareciendo nuevos centros comerciales (Miraflores, Breña, La Victoria, Callao, San Isidro, etc.). Se suceden también ocupaciones, en su mayoría violentas, de terrenos eriazos y faldas de cerros con fines de vivienda por los sectores populares; mientras que para los más pudientes se construyen urbanizaciones en los terrenos de cultivo, creando problemas de escasés de alimentos y desocupación de los trabajadores que allí laboraban.

En cuanto a las áreas verdes y zonas de recreación recién en 1966 se dispone que las habilitaciones urbanas para usos de viviendas y para usos industriales deberían ceder obligatoriamente el 1% de su área bruta para la formulación de parques zonales.

El Plano de usos del suelo de Lima Metropolitana analizado en (4), Anexo 5, permite visualizar con mayor claridad los usos que actualmente tienen los suelos de Lima (vivienda, comercio, industria, áreas verdes), y como se señala en (4) no corresponden con las áreas críticas y favorables frente a sismos destructores debiendose legislar en el futuro para este propósito.

3.03: TENDENCIA DE SU CRECIMIENTO

Durante casi 4 siglos, desde la fundación de Li-

ma en 1535 hasta aproximadamente 1940, se observa un crecimiento poblacional que en general se puede considerar como moderado. Después del terremoto destructor de 1940 hasta nuestros días este crecimiento se caracteriza por una gran explosión demográfica. La concentración poblacional en las ciudades latinoamericanas es un fenómeno que se presenta de manera más aguda en algunos países, como Perú, donde se destaca la primacía urbana de la ciudad capital y Lima ha sido centro político-administrativo de la Colonia luego de la República, además su puerto, el Callao, - el puerto de intermediación de las actividades mercantiles con - el exterior. Estas condiciones hacen que la fuerza migracional - hacia el área metropolitana continúe en su tendencia progresiva ante la ausencia de una adecuada estrategia de desarrollo.

Durante la última década la población peruana en su totalidad ha crecido al ritmo más rápido que registra su historia, como se puede ver en el Cuadro - 1 de Censos y Cuadro - 2 de Proyecciones (Anexo 6). Pero aún más la población del área metropolitana Lima-Callao, la misma que se está duplicando cada 13 años. Se estima que para el año 2,000 la población de Lima llegue a 13.8 millones de habitantes (Cuadro 2), cifra que representaría el 41% de la población nacional para ese entonces, según - (5).

El gráfico - 1 (Anexo 7) permite apreciar la forma como han variado las poblaciones del país y la de Lima Metropolitana. Así, partiendo de un índice de 100 para ambos en 1876, en 1940 Lima presenta un índice de 414 y el país de 230, en 1961 el

área metropolitana alcanza un índice de 1183 y el índice nacional 367. Para el año 1972 ya Lima había alcanzado un índice de 2117 mientras que para el país el índice fué de 502, esperándose que para el año 2000 Lima alcance un índice de 8851 y el país 1241.

3.04 LIMITACIONES A SU EXPANSION

En un período posterior a los 30 y 40 años de la fundación Lima experimenta su primer movimiento expansionista. Movimiento que responde en gran parte al factor religioso y la tendencia de la población a ocupar la mayor extensión superficial posible, alentada ésta por las autoridades político-religiosas con el fin de consolidar la capital del Virreynato como base del gobierno permanente.

Con la construcción de las murallas se marca una nueva etapa en la historia del desembolvimiento urbano de Lima, pues durante 2 siglos no puede crecer ni desarrollarse. Convirtiéndose así las murallas en el primer obstáculo para el crecimiento superficial, al que habría que agregar los daños de terremotos destructores como factor importante para su nueva expansión y reconstrucción.

Al deshacerse Lima de sus murallas, en 1868, comenzó la época de la expansión. A partir de la década del 60, en el siglo actual, el rápido crecimiento demográfico del área metropolitana crea problemas habitacionales que se pueden ver claramente en la existencia de gran cantidad de tugurios y pueblos jóvenes.

nes y la proliferación de muchas urbanizaciones nuevas. Este hecho determinó que la Metrópoli extienda su área en forma horizontal.

A raíz de los últimos dispositivos gubernamentales, que prohíben la utilización de las tierras de cultivo con fines urbanísticos, Lima prácticamente ha quedado imposibilitada de crecer horizontalmente. Ya que a las limitaciones naturales, como son los primeros contrafuertes andinos al Este y los acantilados al Oeste, se viene a sumar el aspecto legal. Por estas razones Lima ha iniciado su crecimiento vertical, esto es elocuente en el centro de Lima donde hay un rápido aumento de edificios de más de 20 pisos como el Hotel Sheraton, el Centro Cívico, etc. (Anexo 8), también se puede comprobar con la construcción de edificios multifamiliares en San Isidro y Miraflores, expansión que ha llegado al mismo borde de los acantilados (Anexo 9) existiendo proyectos a lo largo de la Costa Verde dentro de un área de alto potencial de riesgo por estabilidad de taludes.

3.05 NORMAS Y REGLAMENTOS

El primer Plan Regulador de la ciudad de Lima fué elaborado por el Ingeniero del Estado Don Luis de Sada, mencionado en (6), en 1872, cuyo objetivo fundamental era el de facilitar el ensanche de la capital y evitar el excesivo aglomeramiento de los habitantes en el centro de ella.

Ante la precaria situación de los barrios y con el fin de establecer normas para futuras urbanizaciones el Consejo

Enrique Dammer presentó, en 1911, un proyecto de Ordenanzas de Urbanizaciones. En 1915 se dictó la Ordenanza Municipal que exigía la pavimentación de las calles y la instalación de los servicios de agua y sedague y alumbrado como requisito previo para la venta de terrenos urbanizados. Rigió hasta 1922 en que el gobierno dictó una breve reglamentación con los requisitos indispensables de habilitación de las zonas exteriores del perímetro urbano.

En Febrero de 1924 se creó la Inspección Técnica de Urbanizaciones y Construcciones del Ministerio de Fomento con la misión específica de controlar la formación y desarrollo de toda zona de extensión urbana, como consecuencia se elaboró y aprobó el Reglamento de Urbanizaciones que transformó la habilitación urbana en una industria especulativa con los resultados desastrosos ampliamente conocidos.

La Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo - del Ministerio de Fomento y Obras Públicas elaboró, en Abril de 1955, el Reglamento de Urbanizaciones y Subdivisión de tierras que fué modificado por Decreto Supremo del 15 de Junio de 1962, con la finalidad de normar toda subdivisión de tierras rústicas y urbanas de la República para fines de vivienda, industrial, agrario u otros usos.

En Octubre de 1969 el Ministerio de Vivienda y Construcción aprueba por Resolución Ministerial el Estudio del Esquema Director para normar el desarrollo urbano de Lima, En -

tre 1969 y 1970 se desarrolla la segunda etapa constituyendo el Plan de Desarrollo Metropolitano (PLAN DEMET), cuyo documento - síntesis es el Plano de Zonificación General de Lima (7), Anexo 10. Está encaminado a definir las normas para la implementación de las diferentes actividades que comprende el complejo urbano según los usos básicos del suelo : Residencial, Comercial, Equipamiento Comunal y la Red Urbana que las relaciona con el Plan Vial.

La Zonificación General a 1980 del área metropolitana Lima-Callao fundamentalmente regula la distribución poblacional de acuerdo a densidades normativas. Así, por ejemplo, en la Zonificación Residencial se proponen altas densidades para los distritos de Miraflores y San Isidro por el hecho de contar con infraestructura y servicios en buen estado de conservación y que se pueden aprovechar, Considerándoseles espacios preferenciales y potenciales para el futuro de la Metrópoli.

Como se puede deducir de lo anteriormente expuesto, en lo que refiere a las Normas y Reglamentos que han orientado el crecimiento espacial de Lima, éstos solo han considerado los aspectos concernientes al Urbanismo, condiciones de los servicios, etc., de allí que la reglamentación se haga por distritos políticos y no por zonas características de potencial de riesgo y uso del suelo para su previsión y seguridad futura. Es necesario, pues, introducir los criterios Geotécnicos que consideren y analicen las limitaciones y ventajas de las condiciones del suelo de Lima, a fin de ofrecer la mayor seguridad posible,

así como también el mejor uso de los suelos de las zonas críticas y de las zonas favorables.

Resulta relieveante la filosofía planteada por A. Martínez, y F. Porturas en (8), y continuada al presente en (10) frente a pronósticos de un evento sísmico destructor para el año 1981, que no tiene argumento científico frente a nuestra realidad sísmica vivida y condiciones reales de Lima (9). Donde se dan los lineamientos e incorporan toda la información geotécnica disponible proyectándose al futuro de Lima después de un evento sísmico destructor, y mientras ello no suceda es necesario ir imponiendo un control en la forma de legislación severa de seguridad y protección de las obras, construcciones, etc., con estudios y diseños adecuados en las áreas críticas con potencial de riesgo.

CAPITULO III

REFERENCIAS

3.1 Martínez A. (1963)

"Planificación de Lima a partir del año 2000, Aspectos Geotécnicos y su realidad actual" - Conferencia de Mecánica de Suelos - UNI-FIC.

3.2 Browley, Juan (1914)

"Evaluación Urbana de Lima" - Editorial Lumen S.A.

3.3 Correa M, Fernando

"Desarrollo Urbano de Lima Metropolitana" - Forum "Lima - Año 2000" - cuaderno No. 4 - Colegio de Arquitectos del Perú.

3.4 Martínez A. (1977)

"Aspectos Geotécnicos de los Suelos de Lima-Perú" - Ponencia II Seminario Técnico-Científico de Defensa Civil.

3.5 Gutierrez B., Carlos

"Crecimiento Demográfico del Area Metropolitana de Lima y Callao, perspectiva para el año 2000" - Forum - "Lima-año 2000" - Cuaderno No. 2 - Colegio de Arquitectos del Perú.

3.6 Reynaud Z., Victor -

"Lima y su desarrollo Urbano" - Tesis de Bachiller - Arquitectura - UNI.

3.7 : Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo - Ministerio de Vivienda y Construcción (1967)

"Plan de Desarrollo Metropolitano" - Vol. I.

3.8 Martínez A. - Porturas F. (1975)

"Planos Geotécnicas para Lima-Perú, Análisis y visión en Ingeniería Sísmica" - Reunión Andina de Seguridad Sísmica - PUC.

3.9 Martínez A. (1981)

"Historia y Futuro de la Sismicidad de Lima" - Conferencia
C.V.C. Juventud Universitaria - Miraflores, Lima-Perú.

3.10 Martínez A. (1979)

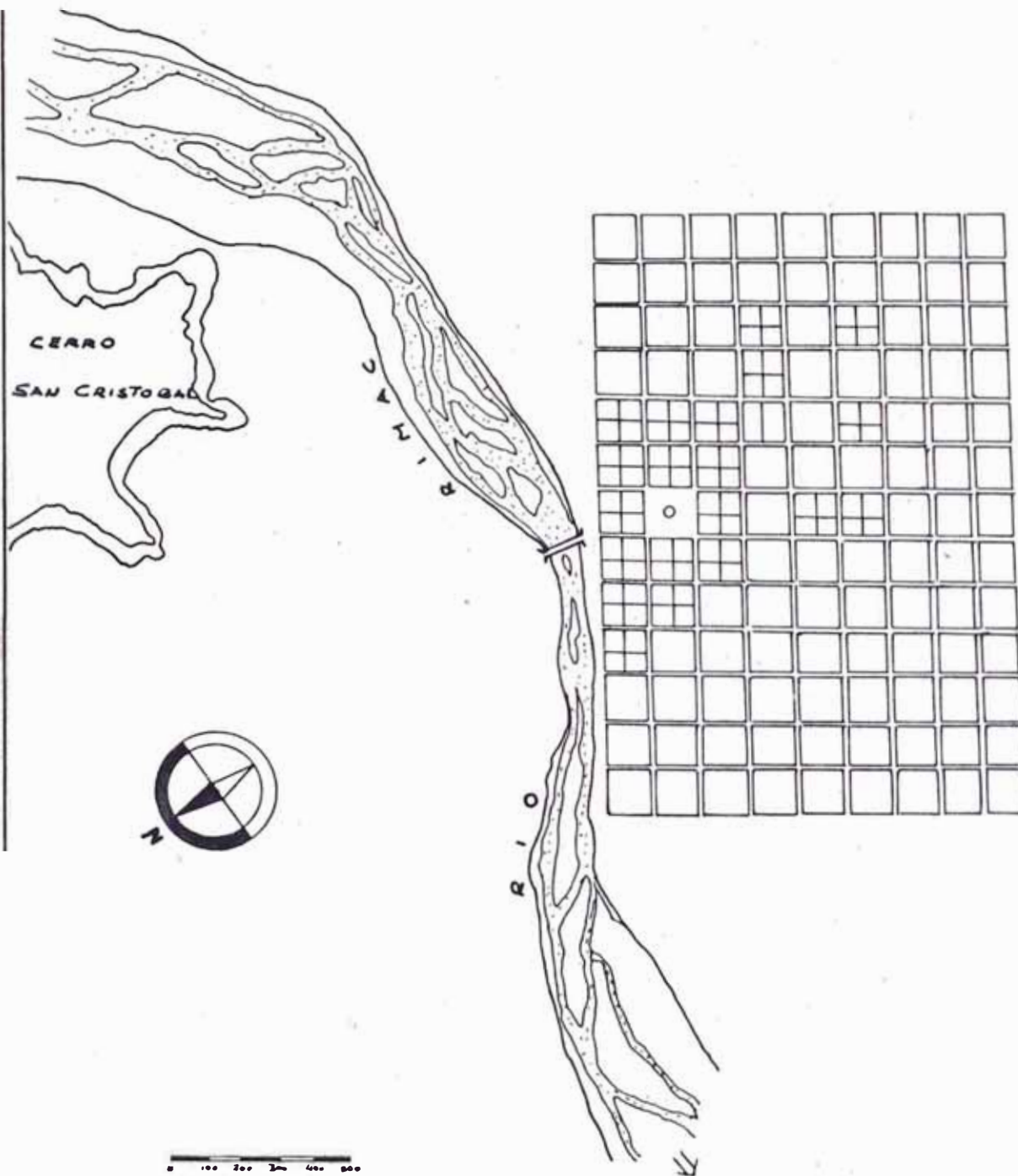
"Planificación de Lima, Aspectos Geotécnicos y Riesgos Sísmicos" - Conferencia Misión Japonesa - UNI - Departamento de Estructuras.

CAPITULO III

<u>ANEXOS</u>	Pag. :
1.- Plano de fundación de Lima	69
2.- Plano de Lima 1615	70
3.- Plano de Lima 1821	71
4.- Plano de evolución urbana de Lima	72
5.- Plano de usos de suelos de Lima Metropolitana	73
6.- Cuadros de Censos y Proyecciones	74
7.- Gráfico : Crecimiento de Lima y total nacional ...	75
8.- Cuatro Fotografías Centro de Lima (1981)	76-77
9.- Dos Fotografías edificios en Miraflores (1981) ...	78
10.- Lima Metropolitana - Sectorización	79

ANEXO - 1

PLANO O TRAZA DE LA CIUDAD DE
LOS REYES - 1535 (1)

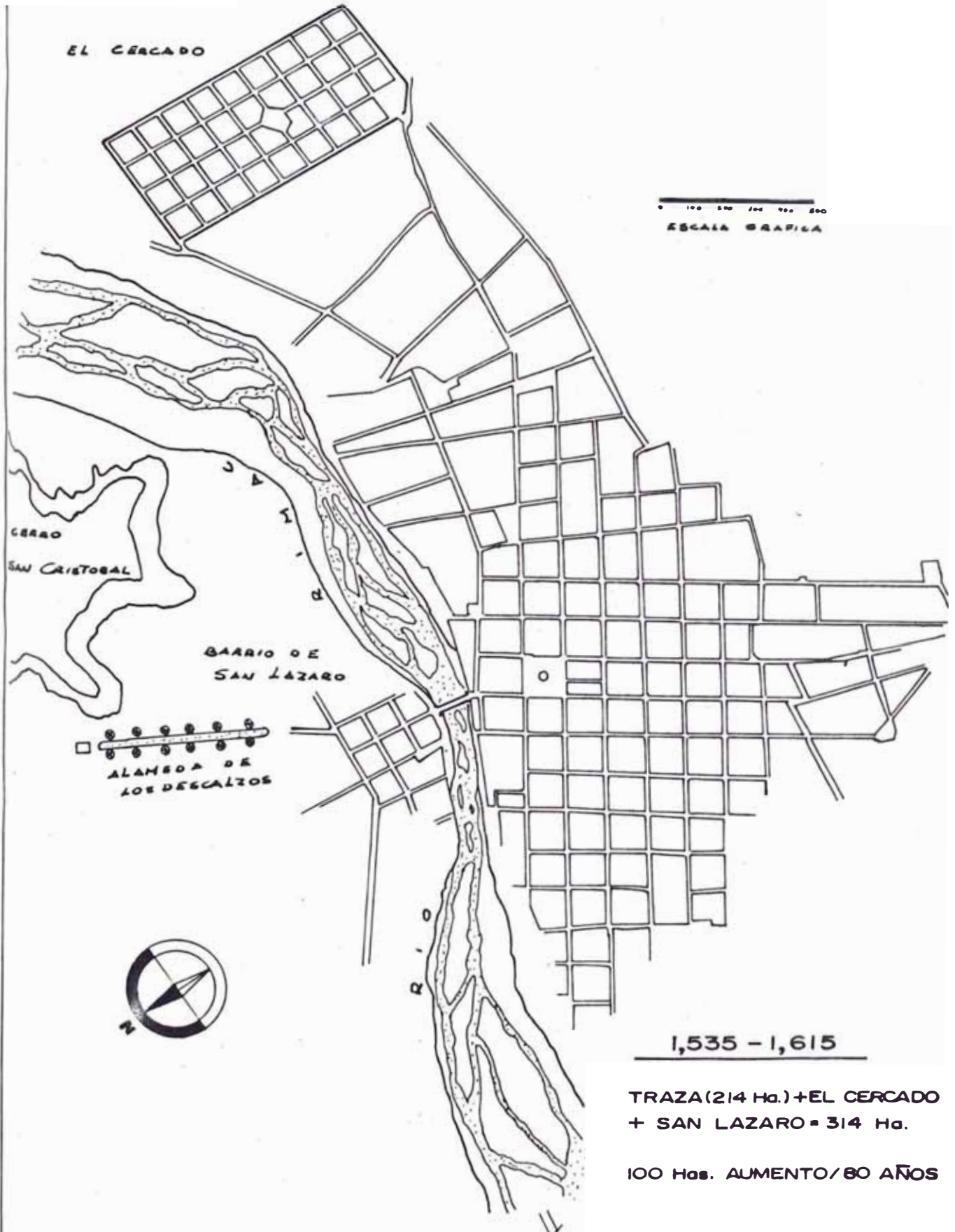


0 100 200 300 400 500
ESCALA GRAFICA

TOTAL DE CUADRAS O ISLAS = 117
TOTAL DE SOLARES (4x4 CUADRA) = 468
FRENTE DE CADA CUADRA = 450 P
ANCHO DE CALLES (11.14m) = 40 P
AREA DE CADA CUADRA = 27,500 P²
AREA TOTAL DE LA TRAZA = 214 Ha.

A N E X O - 2

PLANO DE LIMA - 1615 (3)



1,535 - 1,615

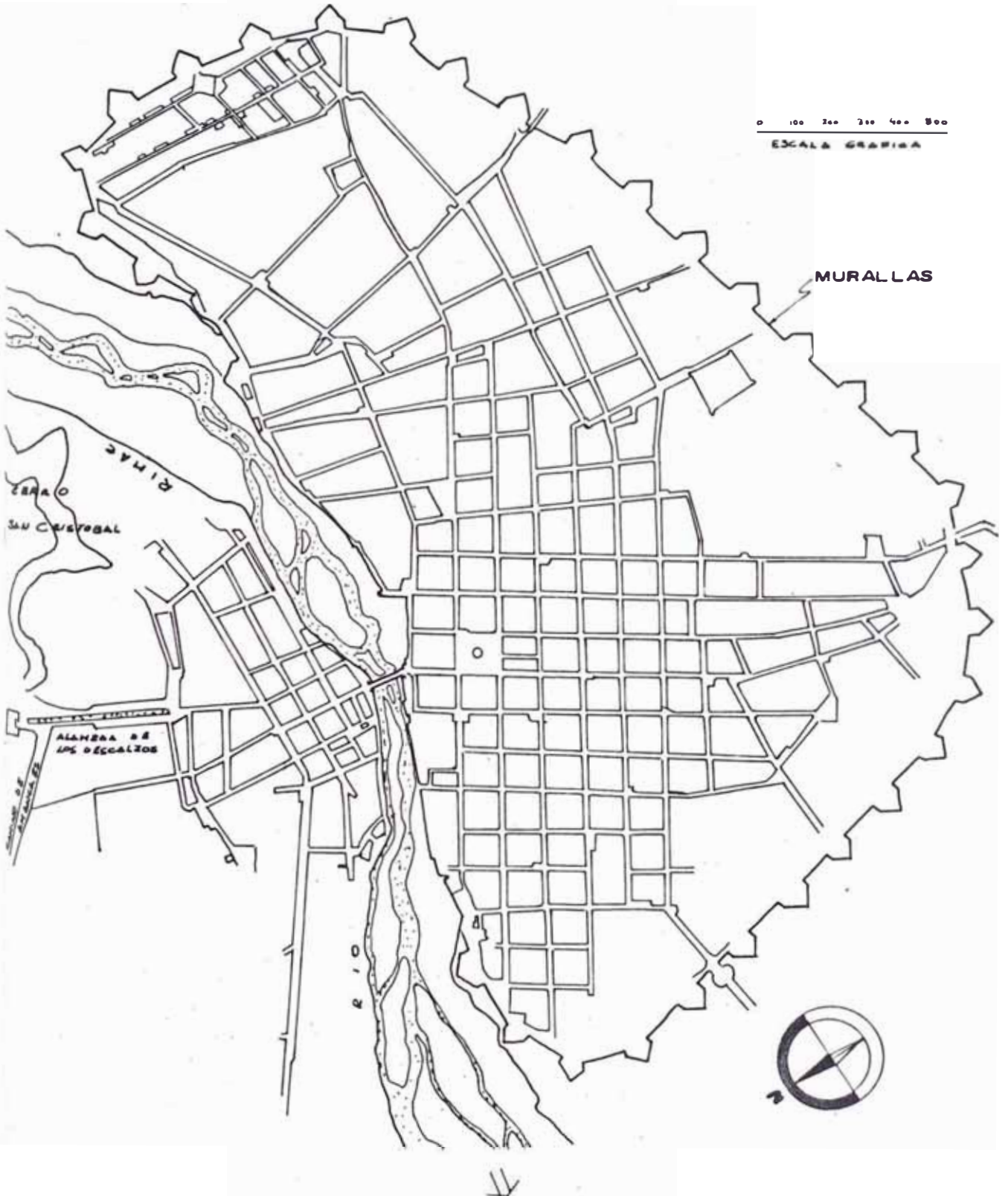
TRAZA (214 Ha.) + EL CERCADO
+ SAN LAZARO = 314 Ha.

100 Has. AUMENTO/80 AÑOS

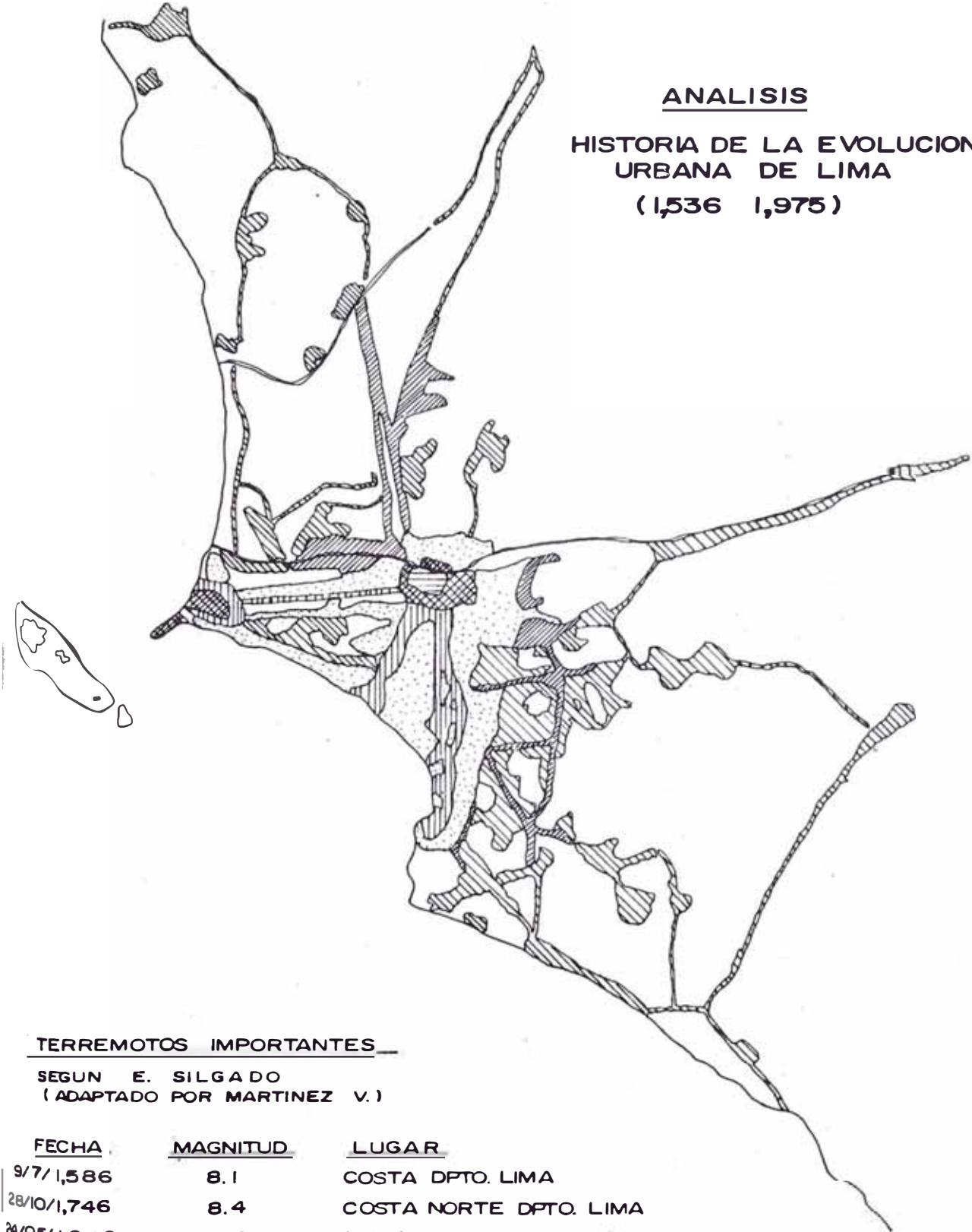
ANEXO - 3

PLANO DE LIMA - 1821

(1)









ANALISIS
HISTORIA DE LA EVOLUCION
URBANA DE LIMA
(1,536 1,975)



TERREMOTOS IMPORTANTES

SEGUN E. SILGADO
 (ADAPTADO POR MARTINEZ V.)

<u>FECHA</u>	<u>MAGNITUD</u>	<u>LUGAR</u>
9/7/1,586	8.1	COSTA DPTO. LIMA
28/10/1,746	8.4	COSTA NORTE DPTO. LIMA
24/05/1,940	8.2	LIMA
21/2/2,000	8.0	LIMA

LEYENDA :	
	1,536
	1,862
	1,920
	1,954
	1,959
	1,975

ANALISIS GEOTECNICO	
CENTRO URBANO DE LIMA	
EVOLUCION URBANA DE LIMA	II-S.T.C.
FUENTE: PLANDEMET-TESIS RENOV. URB. BARRIOS ALTOS-1,975	A.M.V. 1,977
ESC.:	FECHA: JULIO '77

ANEXO-5



LEYENDA :

 VIVIENDA	 INDUSTRIA
 COMERCIO	 AREA VERDE

ANALISIS GEOTECNICO	
CENTRO URBANO DE LIMA	
USOS DE SUELO METROPOLITANO	E.S.T.C.
FUENTE: PLANDEMET (M.V.C.) (1,967)	A.M.V.
ESC: 1/200,000	FECHA: JULIO '77
	1,977

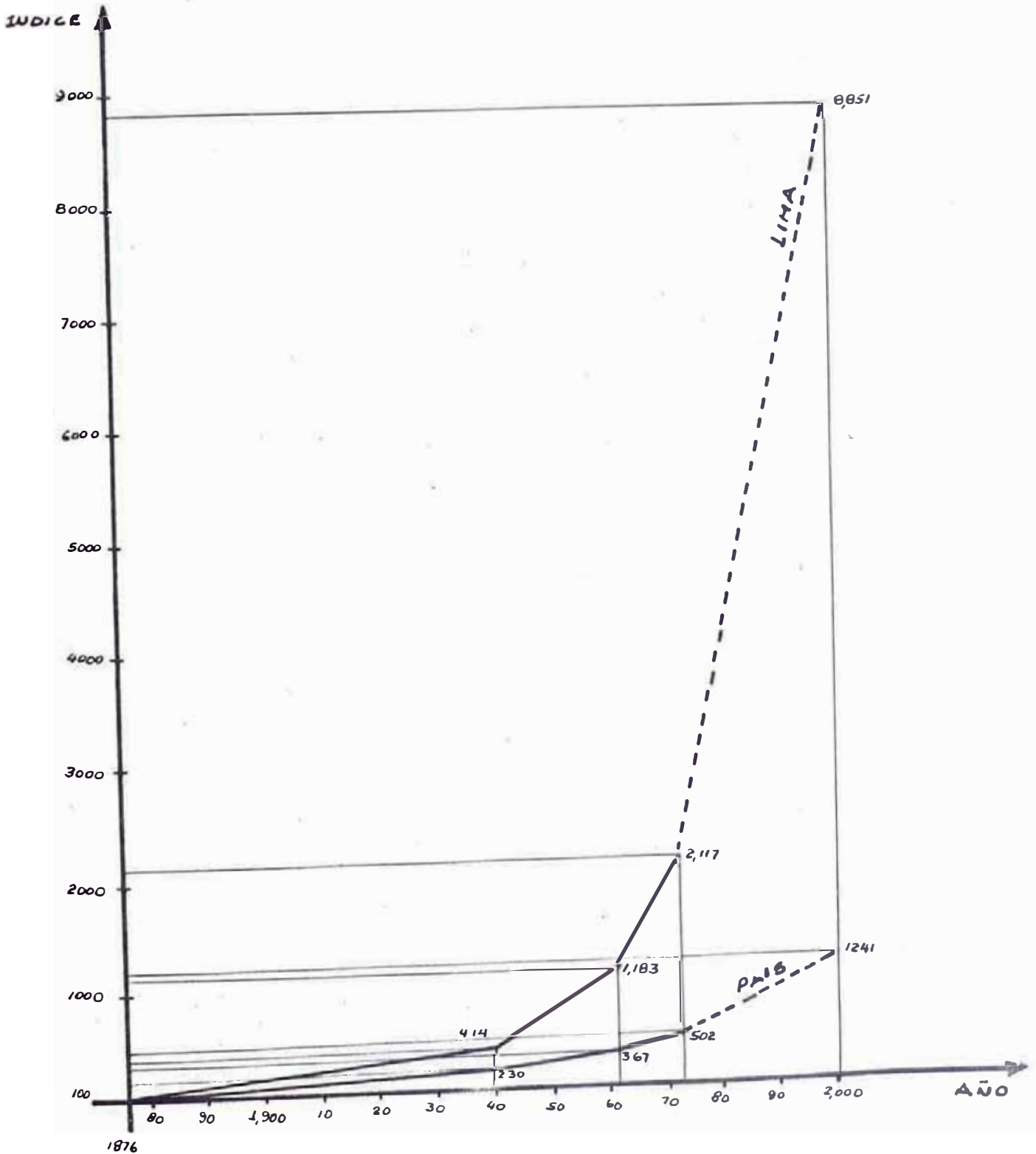
GRAFICO N° 1

CRECIMIENTO DE LIMA Y TOTAL NACIONAL

AÑO BASE : 1876

POBLACION DEL PERU EN 1876 : 2'699,000 = INDICE 100

POBLACION DE LIMA EN 1876 : 156,000 = INDICE 100



Anexo 8 (a)



Centro de Lima 1981

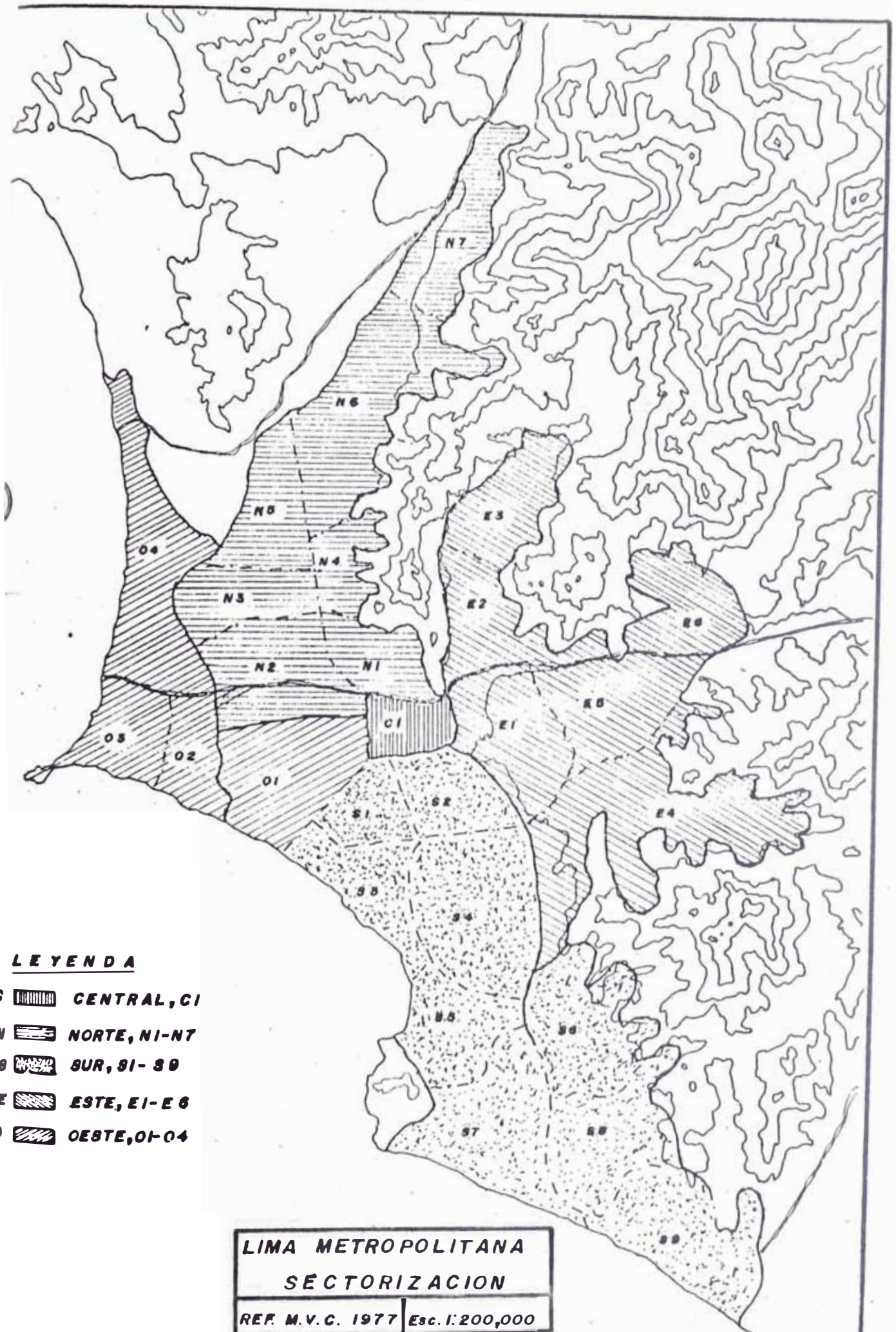


Centro de Lima ~ 1981

Anexo . 9



Edificios Multifamiliares - 1981



LEYENDA

- C** [diagonal lines] **CENTRAL, C1**
- N** [horizontal lines] **NORTE, N1-N7**
- S** [stippled pattern] **SUR, S1-S9**
- E** [diagonal lines] **ESTE, E1-E6**
- O** [diagonal lines] **OESTE, O1-O4**

LIMA METROPOLITANA
SECTORIZACION
REF. M.V.C. 1977 Esc. 1:200,000

CAPITULO IV

PAG.:

4.0 EVALUACION Y CARACTERISTICAS DE LIMA

4.1	CONDICIONES NATURALES	81
4.2	ZONAS CRITICAS Y ZONAS FAVORABLES .	82
4.3	USO DEL CRITERIO GEOTECNICO EN LA EXPANSION FUTURA	87
	REFERENCIAS	88
	ANEXOS.....	89

CAPITULO IV

4.00 EVALUACION Y CARACTERISTICAS DE LIMA

4.10 CONDICIONES NATURALES

La ciudad de Lima nos ofrece gran variedad de características en su suelo. Las condiciones naturales donde se halla asentada se han ido modificando tanto por la acción del hombre como por la acción de la naturaleza misma.

Existen zonas en las que el terreno es apropiado para resistir los efectos de los sismos, pero también se presentan zonas expuestas a sufrir graves daños de producirse un sismo, cuya posibilidad de ocurrencia no se discute dada la ubicación de nuestro país en el Cinturón de Fuego del Pacífico, además de tener en su vecindad a la gigantesca Placa de Nazca que ejerce presión al mismo tiempo que la Placa del Pacífico Oriental ofrece resistencia; originándose de esta manera, en sus bordes, casi todos los sismos. Aunque esta tesis no ha sido demostrada es la más difundida ya que es sustentada por los geofísicos y sismólogos en base a la Teoría de Placas Tectónicas que se inicia con Wegener, en 1912, con su teoría de Deriva de los Continentes.

El potencial de riesgo de Lima es alto, es decir, que las condiciones para producirse un evento sísmico y la probabilidad de su ocurrencia son grandes. Sin embargo las predicciones debemos tomarlas con mucha reserva, dentro del actual es

tado del conocimiento, hasta que su veracidad o su falsedad se comprueben científicamente. Sin embargo lo importante no es saber en que momento va a suceder un evento sísmico de gran magnitud sino preveer y estar preparados; constantemente estudiando e investigando el pasado, presente y futuro de la planificación de Lima, para saber que se puede hacer de inmediato y prevenir el futuro. Antes de caer en imprevisiones es necesario, pues, proyectarse como se debería reconstruir Lima después de un desastre sísmico u otro dentro del potencial de riesgo a que está expuesto, es decir planificar geotécnicamente con mayor realismo nuestra capital así como otras ciudades del Perú.

4.20 ZONAS CRITICAS Y ZONAS FAVORABLES

El desarrollo de la vida humana requiere de condiciones elementales para su realización. En lo que se refiere al marco físico-geográfico, donde se distribuirán las viviendas, deberá reunir las siguientes condiciones (según el R.N.C.) :

- a) Estabilidad del suelo : Las características del suelo debe - rían responder con seguridad a los esfuerzos resaltantes de - la aplicación del peso de las edificaciones y los efectos de la intensidad de uso, como condiciones estáticas, y a las que habría que agregar las dinámicas que son las más impor - tantes en las áreas críticas cuyo uso sea funcional y más realista en la seguridad de obra-vida.
- b) Protección a desordenes naturales : Las áreas donde se asien - ten poblaciones deben estar protegidas de deslizamientos de

tierra, fallas geológicas activas, amenazas de desprendimientos de torrentes, huaycos, desborde de lagunas, represamiento de ríos, refracción de ondas sísmicas, erosión marina, maremotos, etc., como se advierte en los factores extremos de Lima (1) (Lámina No. 8).

- c) Salubridad ambiental : La ubicación de las poblaciones debe ser tal que evite necesariamente las áreas inundables, terrenos pantanosos, afloraciones, emanaciones, gases tóxicos, humos, aire contaminado, o cualquier otra causa que atente contra la salud física y mental de la población a planificar, - haciendo el mejor uso y servicio de la tierra y su aspecto - más funcional.

Considerando estas condiciones y del análisis de los Planos Geotécnicos, según (1) : Geológico de Lima (Lámina 2), Geomorfológico de Lima (Lámina 3), Mecánica de Suelos (Lámina 4), Dinámica de Suelos (Lámina 5), Del Acuífero (Lámina 6), Análisis Geotécnico sobre Condiciones Extremas (Lámina 8) y Modificación del Perfil de Equilibrio del Litoral (Lámina 7), se evalúan las zonas críticas y las zonas favorables :

4.21 ZONAS CRITICAS

- 1) Deslizamientos : Son fenómenos que se pueden producir en áreas de gran sismicidad y de pendientes fuertes, por la vibración, afloramiento y fallamiento de los depósitos de suelos durante el sismo. El peligro persiste aún después que el suelo ha dejado de vibrar pudiendo ser agravados por las réplicas. Son áreas expuestas a deslizamientos y derrumbes to-

de la zona de los acantilados, desde sus inicios en La Perla hasta el Morro Solar en Chorrillos pasando por Magdalena, San Isidro, Miraflores y Barranco. En toda esta zona se notan efectos superficiales debido a asentamientos diferenciales por el peso de los vehículos, ya en el terremoto del 74 el edificio "El Mirador", en construcción frente a la Costa Verde, sufrió graves daños. Peligran las edificaciones cercanas a los acantilados y el Circuito de Playas de la Costa Verde que se está alentando su uso con obras recreacionales y de vivienda (Anexo 1) sin la seguridad y garantía de estudios serios y definitivos, pues la inestabilidad de los acantilados no es conocida ni estudiada y corresponde a una zona crítica permanente.

También son zonas críticas con posibilidad de deslizamientos las áreas cercanas a las riberas del río Rímac, desde las proximidades de la Urbanización Zárate hasta la altura del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, en estas zonas están ubicadas gran cantidad de viviendas de familias pobres rellenos sanitarios, basuras, etc., que en cada avenida del río las destruye (Anexo 2).

- 2) Licuación de arenas : Consiste en la transformación del estado sólido al líquido por pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo friccionante inestable ante un efecto dinámico que generalmente es sísmico. Las zonas de depósitos eólicos y marinos donde el nivel de la napa freática es casi superficial son zonas donde se puede producir el fenómeno

meno de licuación de arenas, como toda la costa Norte desde el río Chillón hasta el Callao, desembocadura del Rímac y parte del Puerto, y en la costa Sur desde Chorrillos actuales playas ganadas al mar hasta el río Lurín. En Chorrillos la zona de La Campiña, Los Laureles y Villa, Rinconada Alta, los alrededores del Lago La Molina, etc. y muchos depósitos eólicos ocultos de migraciones antiguas.

- 3) Densificación : Las vibraciones causadas por los sismos originan la densificación de los depósitos de los suelos no cohesivos y el consecuente asentamiento de la superficie de la tierra. Se puede presentar el fenómeno de densificación, por modificación del uso del suelo, cuando se riegan los jardines, como en los arenales y en zonas áridas de San Juan de Miraflores y Villa El Salvador y algunas zonas de Chorrillos, Las Palmas, etc.
- 4) Asentamientos : En los lugares donde existen afloramientos y puquiales antiguos o depósitos de charcas con pantanos, como la ciudad de los Pescadores, Avenida Progreso, en el distrito de San Martín de Porres y el Callao entre la carretera Panamericana Norte y el Aeropuerto. En el distrito de Chorrillos áreas de Buenos Aires de Villa, Las Delicias y Villa Marina. También en el distrito de La Molina. Estos últimos lugares ya fueron afectados en los sismos de 1966, 1970 y 1974.
- 5) Inundación : Zonas expuestas a ser inundadas por el río Rímac son las áreas aledañas al Malecón Miguel Checa en la Urbanización Zárate, y por el río Surco la zona de Santa Ani-

ta en el distrito de Ate-Vitarte. Lima, como todas las ciudades importantes de la costa, no está preparada para soportar inundaciones (2) ni siquiera una fuerte lluvia de unas pocas horas como en el año 1970 y las manifestaciones de este año 1981.

- 6) Amplificación de ondas sísmicas : Toda la zona del contacto del suelo de Lima con los afloramientos rocosos. Los Pueblos Jóvenes de Comas e Independencia, parte de San Martín de Porres, El Rímac, Canto Grande, La Molina, Monterrico, Pampolina y Villa María del Triunfo, que son quebradas pequeñas y además erosionadas por el Rímac que las limita e invade con materiales finos.
- 7) Maremotos y erosión marina : Al producirse perturbaciones bruscas por deslizamientos de depósitos inestables cerca a la costa que al ingresar al fondo oceánico generan ondas que viajan a gran velocidad (hasta de 700 Km/h) y al llegar a zonas de aguas poco profundas, cerca de las costas, su velocidad disminuye rápidamente y empiezan a acumularse energía dando origen a grandes olas que se avalanzan sobre los puertos e instalaciones costeras. Están expuestas las áreas cercanas al litoral a lo largo de toda la costa de Lima, en especial las zonas bajas como La Punta y Callao cuya altura crítica no sobrepasa los 15 a 20 metros.

4.22 : ZONAS FAVORABLES

De ocurrir un sismo destructor las zonas en las cuales el suelo es apropiado para resistir sus efectos están u

bicados en los distritos centrales de Lima tales como La Victoria, San Luis, Surquillo, Jesús María, Pueblo Libre y Breña, a demás parte de los distritos de San Martín de Porres, Callao, Bellavista, La Perla Alta, San Miguel, San Isidro, Magdalena, Miraflores, Surco, El Agustino y Ate-Vitarte. Sin embargo hay zonas de construcciones antiguas (Barrios Altos, Cercado, parte del Rímac, Callao, Barranco y Chorrillos) que son consideradas como críticas a pesar de la buena calidad del suelo (3).

4.30 USO DEL CRITERIO GEOTECNICO EN LA EXPANSION FUTURA

La expansión futura de Lima supone necesariamente una relación interdisciplinaria, la confluencia de las distintas especialidades, para evitar daños lamentables, así como también para el mejor uso de los suelos de las distintas zonas con que se cuenta. Desde el punto de vista geotécnico y con un criterio humanista, las viviendas deben ubicarse en las zonas señaladas como favorables y en las zonas críticas ubicar los lugares de esparcimiento y recreación.

Una planificación geotécnica que prevea su seguridad y crecimiento de Lima, permitirá en el futuro una mejor distribución y uso del espacio y recursos naturales.

CAPITULO IV

REFERENCIAS

4.1 Martínez A. y Colaboradores (1978)

"Análisis Geotécnico de los terremotos de Lima" - II Congreso de Ingeniería Civil - Arequipa - Perú.

4.2 Martínez A. (1981)

"Historia y Futuro de la Sismicidad de Lima" - Conferencia Comunidad de Vida Cristiana - Juventud Universitaria - Miraflores-Lima - Perú.

4.3 Kuroiwa J. (1977)

"Protección de Lima Metropolitana ante sismos destructivos" - Publicación en homenaje al Centenario de la UNI.

CAPITULO IV

Pag.

ANEXOS

- 1.- Cinco fotografías Costa Verde - Edificaciones
nuevas en los Acantilados Miraflores (1981) 90-91
- 2.- Cuatro fotografías riberas del río Rímac (1981). 92-93

Anexo - 1 (a)



Anexo - 1 (b)

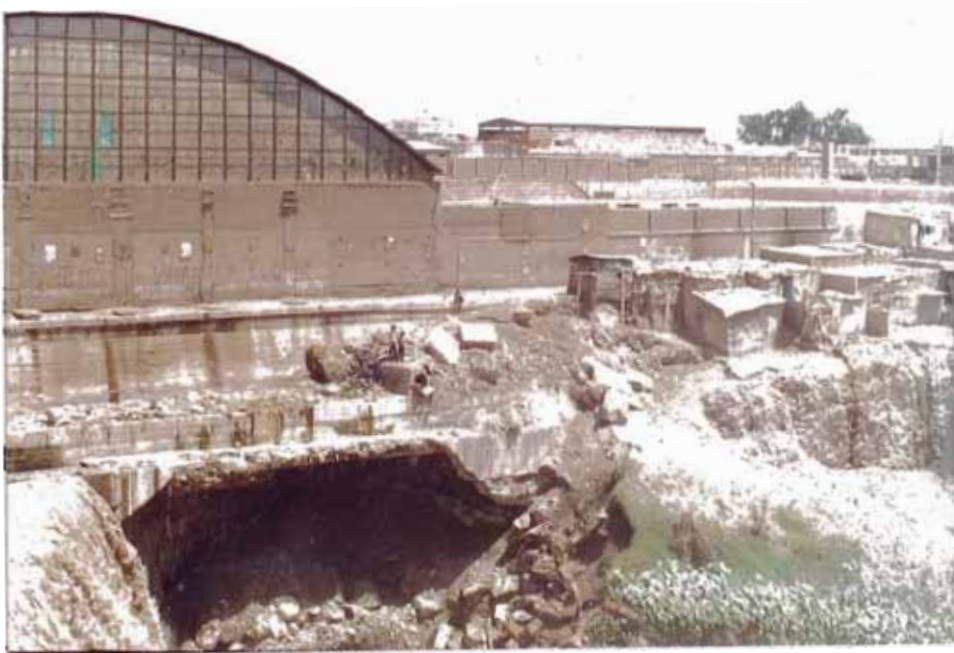


Edificaciones nuevas - Acantilados de Miraflores - 1981



Riberas del Río Rímac 1981

Anexo - 2 (b)



Riberas del Río Rimac - 1981

CAPITULO V

PAG.:

5.0 PLANIFICACION DE LIMA FRENTE A UNA CATASTROFE

5.1 ALTERNATIVAS

a) Reconstrucción	96
b) Remodelación	97
c) Erradicación	98
d) Mejor uso de las zonas crí - ticas y zonas favorables ...	99
REFERENCIAS	101

CAPITULO V

5.00 PLANIFICACION DE LIMA FRENTE A UNA CATASTROFE

5.10 ALTERNATIVAS

En Enero de 1981 los científicos norteamericanos Brian T. Brady y William Spence por segunda vez anunciaron que en los meses de Agosto y Setiembre de este año un sismo de grandes proporciones, 9.9 en la escala de Richter (1), ocurrirá en una vasta región del Perú, concretamente en la Costa Central donde se encuentra ubicada Lima. Pero no obstante el gran avance de la ciencia sísmica en la predicción de terremotos, - en los últimos 15 años, esta aún se encuentra en la etapa de - los pronósticos (2, 3, 4, 5 y 6), es decir que sólo está en vías de advertir un sismo como probable y no puede aún determinarlo con exactitud en su magnitud, lugar y fecha. En China Popular, por ejemplo, país que ha logrado un gran desarrollo en las predicciones, un equipo de sismólogos logró acertar en la predicción del terremoto del 5 de Febrero de 1975, que azotó - la ciudad de Haicheng, salvando de esta manera la vida de toda su población. Pero no pudo predecir el del 28 de Julio de 1976 en Tangahan en el que perecieron de 500 mil a 800 mil personas, considerándose a este terremoto como uno de los peores desastres de la historia de la humanidad.

Lo cierto es que aún la predicción de un terremoto no tiene un calificado y definitivo valor científico. Es así

que el Consejo Nacional de Predicción y Evaluación de Sismos - de EE.UU. rechazó las predicciones de Brady (6), como la han - venido haciendo en nuestro medio ingenieros (4), periodistas y científicos peruanos (5 y 6).

Al margen de la validez o no de la teoría de Brady nadie discute que nuestro país, y Lima está dentro de él, pues, se encuentra en una zona de constante riesgo sísmico y que un evento destructor se puede producir en cualquier momento. Por lo tanto lo más importante no es preocuparnos mucho por las predicciones sino trabajar en función de planificar para el futuro, construir ciudades asísmicas y protegidas, educar a la población para que sean capaces de resistir los efectos de un terremoto para cuando este se presente.

Para la ciudad de Lima, la ciudad más importante de nuestro país, se han considerado las siguientes alternativas :

a) RECONSTRUCCION

De ocurrir un sismo destructor en Lima evidentemente que las zonas más afectadas serían las consideradas como críticas (La Punta, Callao, Chorrillos, La Molina, la zona de los acantilados, los contactos de los depósitos cuaternarios y las riberas del río Rímac), y la reconstrucción debe de partir del conocimiento de éstas ya que también se pueden producir graves daños en algunas otras áreas pero por deficiencias ya no del suelo sino de las edificaciones (diseño, proceso cons -

tructivo, antigüedad, etc.)

La reconstrucción con un criterio geotécnico se orienta a la utilización de las zonas críticas como lugares reservados a áreas verdes, paisajistas y recreacionales o tratamiento y modificación de rellenos sanitarios, y las zonas favorables destinarlas para usos de vivienda y las industrias; considerándose para la ubicación de éstas últimas la dirección de los vientos predominantes para evitar la contaminación ambiental de la ciudad. En el Plano de Reconstrucción de Lima (Lámina No. 9) se presenta un primer esbozo de como debería reconstruirse Lima después de un sismo destructor.

b) REMODELACION

En la remodelación de la ciudad de Lima es necesario considerar las obras de defensa y de refuerzo de las actuales edificaciones. Los edificios que revelan desintegración en su estructura original deben ser totalmente demolidas, cualquiera que sea la zona donde esté ubicada, ya que representan un constante peligro para la población y pueden desplomarse en cualquier momento, aún sin la presencia de un temblor, como sucedió en el Callao (7).

En la zona que podría ser mayormente afectada por un tsunami (Parte baja del Callao, La Punta, Chucuito y el área del terminal marítimo) es necesario la construcción de elementos de defensa contra las olas ya que si bien la isla de San Lorenzo protege frontalmente al primer puerto habría que esperar

olas en las otras direcciones que ya mostraron sus efectos en maremotos anteriores.

En las zonas de los acantilados y las riberas del río Rímac es necesario abandonar los lugares cercanos por ser, zonas de inestabilidad de taludes y expuestas a la erosión marina como a las avenidas del río por acción de los huaycos y aluviones en la Sierra.

En todas las edificaciones que se encuentren en zonas críticas se debe verificar su estado de conservación y - si en su diseño y proceso constructivo se han tenido en cuenta las características de estabilidad de la cimentación, con la finalidad de proceder a efectuar los refuerzos o modificaciones pertinentes.

c) ERRADICACION

La posibilidad de mudar la ciudad a un nuevo emplazamiento ya fué tomada en cuenta por el Virrey Conde de Superunda a raíz del terremoto que azotó Lima y Callao la noche del 28 de Octubre de 1746, si se descartó fué en consideración de las obras públicas ya ejecutadas, consideración que también es válida para el presente.

En la actualidad y para el futuro inmediato, la reubicación de Lima es impracticable debido al rol que desempeña dentro del proceso de desarrollo del país, que ha hecho que en ella se produzca un explosivo crecimiento del área metropo-

litana en las últimas décadas y en los próximos 20 años no quedará área libre disponible.

La minifiesta centralización del poder político-económico y administrativo exaltan la posición privilegiada que Lima ocupa en el Perú, razón por la cual en ella se concentra gran parte de las obras públicas y privadas, además de contar con el primer puerto importador del país y que prácticamente nos comunica con el resto del mundo. Estas razones hacen más convincentes que Lima siga creciendo y por lo tanto usando zonas críticas sísmicamente o por otros riesgos (estabilidad, erosión, contaminación, etc.).

d) MEJOR USO DE LAS ZONAS CRITICAS Y ZONAS FAVORABLES

A partir de la premisa de Martínez (8) de que no hay lugar vetado para la construcción, pero que sí existen limitaciones de orden tecnológico, científico o económico que hacen que una obra sea factible de realizarse o no, el mejor uso de los suelos de Lima está dirigido a ubicar las áreas verdes y de recreación en las zonas críticas, sobre todo en los acantilados y las riberas del río Rímac. Es necesario también ejecutar obras que posibiliten el aprovechamiento de las aguas del río Rímac que se va a perder en el mar, en mayor cantidad en los tres primeros meses del año.

En Lima Metropolitana, que se ha desarrollado y expandido sin considerar una planificación basada en las características sismológicas, de contaminación y otros, podemos apre

ciar como una consecuencia de este defecto que algunas edificaciones de concreto armado, inclusive algunas nuevas, han quedado en mal estado después de un sismo por encontrarse ubicadas en zonas críticas.

Es necesario, pues, que en la planificación futura se tomen en cuenta las condiciones naturales del suelo - de lo contrario las obras estarán expuestas a un mayor riesgo sísmico. Esta labor debe ser de prevención constante, de control y estudio de las áreas de mayor potencial de riesgo y no alentar proyectos que no tengan un respaldo técnico que permita su factibilidad y seguridad para Lima después del año 2000, pues no basta la proyección y sensibilidad geotécnica y humanística planteada en (9) si no encuentra eco en los responsables en seguridad y defensa nacional como en el gobierno central e instituciones científicas del Perú.

CAPITULO V

REFERENCIAS

- 5.1 Nota periodística - 27/1/81 -
"A todo lo ancho del Perú Brady anuncia terremoto 9.9 para Setiembre", El Diario de Marka, página 1 y 3.
- 5.2 Wataba, M. - 23/12/79 -
"En el terreno de los sismos", entrevista de Roxana Canedo R., La Prensa - Suplemento La Imagen, páginas 4 y 5.
- 5.3 Becker H. - 11/1/81 -
"Los sismos son impredecibles", El Comercio.
- 5.4 Tumialán P. y Martínez V. -
"Solo los Brujos predicar terremotos", diario Correo 28/1/81
- 5.5 Miró Quesada, O. -
"Brady no pudo explicar ante panel científico base de su propia teoría", diario El Comercio 31/1/81.
- 5.6 Miró Quesada, O. -
"Ecos de la reunión de Golden, Colorado, ¿Se puede predecir los terremotos?", diario El Comercio 21/2/81.
- 5.7 Nota periodística - "Se desploma edificio en el Callao", diario Expreso, pág. 30, 12/3/81.
- 5.8 Martínez V. - 1976 -
"Responsabilidad de los profesionales en la Geotécnica y Riesgo Sísmico", Memoria I Congreso Nacional de Ingeniería Civil - Lima - Perú, publicación I.g.g.a. No. 60 - UNI.
- 5.9 Martínez V. - 1981 -
"Pasado, presente y futuro de la sismicidad de Lima", conferencia local - Comunidad de Vida Cristiana - Miraflores-Lima

CAPITULO VI

PAG.:

6.0 CRITERIOS Y RECOMENDACIONES

6.1 ORGANIZACION EN DEFENSA CIVIL ... 103

6.2 NORMAS Y CONTROL DE SEGURIDAD
FUTURA 106

CAPITULO VI

6.00 CRITERIOS Y RECOMENDACIONES

6.10 ORGANIZACION EN DEFENSA CIVIL

Luego de la trágica catástrofe ocasionada por el terremoto del 31 de Mayo de 1970 se gesta el Sistema Nacional de Defensa Civil, como advertencia de previsión, protección y ayuda, que inicia sus labores a partir del 28 de Marzo de 1972, es decir dos años después de ocurrida el sismo, fecha en que se expide el Decreto Ley No. 19338 de su creación. Desde entonces hasta el presente Defensa Civil no ha realizado una labor que merezca resaltarse ante situaciones concretas como son los huaycos, inundaciones, agresiones externas, etc.

En lo referente a la prevención en casos de sismos no ha limitado a efectuar simulacros en colegios, impartiendo directivas que continen solo recomendaciones sobre comportamiento individual para controlar parcialmente el pánico. Pero es evidente que no se puede afirmar que estamos preparados para afrontar un sismo de grandes proporciones con solo difundir medidas de escape para el instante mismo en que éste se produzca.

Se habla insistentemente de un, ya famoso, Proyecto Alfa-Centauro que viene preparando la Secretaría Ejecutiva del Comité de Defensa Civil, para la prevención de desastres de esta naturaleza, sin que en la actualidad se conozcan

sus alcances ni la base del potencial de riesgo de las áreas críticas.

El Sistema Nacional de Defensa Civil es un basto organismo, con dependencia directa del Ministerio del Interior, cuyos objetivos fundamentales son : Prevenir daños, evitándolos o disminuyendo su magnitud, proporcionar ayuda y preparar a la población respecto a su seguridad frente a los desastres.

La estructura del Sistema Nacional de Defensa Civil comprende cinco niveles : Nacional, Regional, Departamental, Provincial y Distrital. El Comité Nacional es presidido por el Ministro del Interior. Los Comités Regionales, cuya jurisdicción son las Regiones Militares, lo preside el Comandante General de la Región Militar. Los Comités Departamentales, Provinciales y Distritales están presididos por las autoridades políticas respectivas.

Es necesario indicar que tanto el Comité Nacional como los Comités Regionales cuentan con una Secretaría Ejecutiva, con personal "técnico" y administrativo, encargada de planificar, coordinar y controlar las actividades de Defensa Civil.

Sin embargo con toda esta organización el Sistema Nacional de Defensa Civil no ha estado a la altura de las situaciones donde se ha requerido su participación oportuna y

efectiva, ni ha ofrecido nunca a la opinión pública informes - detallados de experiencias y lecciones que han dejado los sistemas anteriores y que todos deberíamos conocer y tener presente, hechos que traen como consecuencia que la mayor parte de la población solo conozca de nombre a este importante organismo y que muchos hasta ignoran su existencia. Es necesario, pues, una reorganización en la estructura del sistema en la que se considere con mayor énfasis la participación de las instituciones de carácter científico, sobre todo de la Universidad Peruana. La política cerrada de distribuir una pequeña cantidad de dinero para investigación en el campo de seguridad y prevención sísmica es ridícula frente a los diferentes factores que se presentan y ocasionan desastres en el Perú, como huaycos, inundaciones, sequías, agresiones, etc.

En suma Defensa Civil no puede distribuir, ni asignar, menos ejecutar programas de investigación por no tener personal técnico, especializado e idóneo. Tampoco puede pretender cumplir un reparto nacional con tan reducidas asignaciones a la universidades, lo más adecuado y recomendado por el profesor Martínez V., sería formar un Instituto de Geotécnica donde exista un área de estudio, análisis crítico, e investigación del Potencial de Riesgo en el Perú, su tratamiento, planificación necesaria y construcciones preventivas de seguridad.

En lo que respecta a los Comités Departamentales, Provinciales y Distritales la participación de los estudiantes universitarios no puede dejar de considerarse, puesto que las

universidades poseen fichas de datos de todos sus estudiantes con lo que no sería difícil agruparlos por sectores y organizarlos de manera efectiva, formando contingentes listos para entrar en acción cuando un desastre lo requiera.

6.20 NORMAS Y CONTROL DE SEGURIDAD FUTURA

La seguridad futura de las ciudades comprende - numerosos factores, representa un problema muy basto y complejo. Dadas las características peculiares del suelo de Lima Erraticidad, discontinuidad, heterogeneidad; es evidente que la reglamentación de seguridad futura se debe de hacer de acuerdo a las condiciones reales y características de cada zona diferenciada. Así, los diseños arquitectónicos, limitaciones de alturas, estudios de suelos, cálculos estructurales, - etc. tendrán que ceñirse a las normas y reglamentos especificados de la zona donde se ubicará la edificación.

Hay que indicar, también, que para que los resultados sean los esperados las normas deben ser convenientemente fiscalizadas en su aplicación por los organismos correspondientes, Municipios y Ministerio de Vivienda. Además que - las especificaciones sean de tipo general, es decir para las obras que se ejecutan con mayor frecuencia, obras pequeñas, - casas habitaciones; y que para las obras de mayor envergadura cada especialista deberá realizar y fundamentar sus cálculos o en su defecto hacerse responsable directo de las implicancias que puede tener dentro del conjunto de la obra.

Como lineamientos generales se propone lo siguiente :

1).- ZONAS CRITICAS-DESLIZAMIENTO

- 1).- En la zona de terraza de los acantilados entre Chorriillos y la Perla Alta declarar zona crítica y en estudio e investigación constante el área comprendida hasta por lo menos 200 metros de los bordes de la parte alta, donde las construcciones requieren de estudios sobre estabilidad de taludes ante efectos dinámicos (sísmicos) y su influencia; un control de todo tipo de drenaje, modificación y áreas de recreación que puedan afectar indirectamente la estabilidad. Es necesario un reglamento especial para legislar las futuras construcciones.
- 2.- La zona del talud natural de los acantilados no debe usarse sin ser tratado (modificado) previamente, es un área de alto riesgo por su naturaleza y condiciones que necesitan de estudios serios sobre estabilidad y seguridad.
- 3.- Zona de las riberas del río Rímac ; No debe permitirse el uso de esta zona para las construcciones, hay que destinarlas para áreas de protección y defensa previa (crecimiento del río), playas de estacionamiento y por último áreas verdes y de recreación.
- 4.- Es necesario una reglamentación especial para las zonas de contacto que incluya las zonas de las Casuarinas y otras laderas de los cerros de Lima.

II).- ZONAS CRITICAS - LICUACION DE ARENAS

- 1.- En estas zonas las cimentaciones deben hacerse por los métodos y técnicas modernas para este tipo de suelos o en caso contrario habilitarlas para parques y áreas de recreación. Un reglamento especial es necesario, así como también la implementación de la enseñanza, estudio e investigación en las Universidades y una clara y precisa determinación de las áreas con potencial de licuación.
- 2.- Las áreas ganadas al mar deben solo para recreación, campos deportivos, etc. El problema es la densificación, licuación y efectos de erosión por tsunami. En el peor de los casos estas áreas de relleno solo pueden ser usados después de 20 a 30 años como recomendación y experiencia japonesa.

III).- ZONAS CRITICAS - DENSIFICACION

- 1.- Estas zonas corresponden a suelos de arenas finas secas eólicas predominante en la costa, hay que dedicar especial interés en el drenaje de los jardines y las instalaciones de agua y desagüe. Un control y responsabilidad de cualquier tipo de instalaciones en la zona urbana y contornos, aún en urbanizaciones y balnearios deben estar definidas estas áreas y mejor no usarlas.

IV).- ZONAS CRITICAS - MAREMOTOS

- 1.- Incluir en el diseño de la estructura una fuerza adicional producto del efecto dinámico del golpe de las -

olas.

2.- Considerar medidas contra la inundación.

V).- ZONA CRITICA - AMPLIFICACION DE ONDAS

1.- Exigir en estas zonas estructuras de poca rigidez en suelos blandos y estructuras de adecuada rigidez en los suelos firmes. Se requiere conocer el período natural de vibración de los diferentes suelos de Lima, como de los diferentes tipos de estructuras. Es necesaria una reglamentación especial como un control permanente.

VI).- ZONAS FAVORABLES

En estas zonas no existen problemas en cuanto a riesgo sísmico, y las restricciones son de orden económico, ya que en algunos casos al considerar como capacidad portante del suelo el valor de 4 Kg/cm^2 , sin conocer su verdadero valor, que siempre es mayor que esta cantidad, se diseñan estructuras antieconómicas. Es más conveniente verificar este valor en el terreno y realizar una inspección de la excavación por el Ingeniero de Suelos antes de efectuar cualquier estudio de cimentación o diseño.