

**REPUBLICA DEL PERU**  
**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**

**INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO**

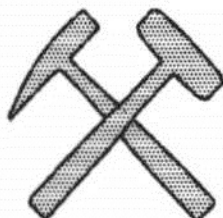
**DIRECCION GENERAL DE GEOLOGÍA**

**MAPA DE SUELOS DE FUNDACION DE LIMA- CALLAO INCLUYENDO  
LOS TALUDES DE LOS ACANTILADOS DEL SUROESTE**

**ESTUDIO DE LA SEGURIDAD FISICA  
DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE  
( Prov., Dpto. Lima ).**

**POR:**

**ANTONIO GUZMAN M.  
BILBERTO ZAVALA C.  
GERMAN VALENZUELA O.**



**DIRECCION DE GEOTECNIA**

**DICIEMBRE 1996  
LIMA - PERU**

**REPUBLICA DEL PERU**  
**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**

**INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO**

**DIRECCION GENERAL DE GEOLOGÍA**

**MAPA DE SUELOS DE FUNDACION DE LIMA- CALLAO INCLUYENDO  
LOS TALUDES DE LOS ACANTILADOS DEL SUROESTE**

**ESTUDIO DE LA SEGURIDAD FISICA  
DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE  
( Prov., Dpto. Lima ).**

**POR:**

**ANTONIO GUZMAN M.  
BILBERTO ZAVALA C.  
GERMAN VALENZUELA O.**



**DIRECCION DE GEOTECNIA**

**DICIEMBRE 1996  
LIMA - PERU**

**ESTUDIO DE LA SEGURIDAD FISICA DE LOS ACANTILADOS**  
**DE LA COSTA VERDE**  
**( Prov., Dpto. Lima )**

**SUMARIO**

- 1.0 INTRODUCCION**
  - 1.1 ANTECEDENTES
  - 1.2 OBJETIVOS
  - 1.3 UBICACION
  - 1.4 CONDICIONES CLIMATICAS
  - 1.5 CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS
  
- 2.0 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS**
  - 2.1. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS
    - ACANTILADOS, PLAYAS MARINAS Y BAHIA DE MIRAFLORES
    - PLANICIES COSTERAS Y CONO DEYECTIVO DEL RIO RIMAC
    - COLINAS LOMAS Y MONTE-ISLAS
    - ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL
  
- 3.0 ASPECTOS GEOLOGICOS**
  - 3.1 GEOLOGIA DEL CUATERNARIO
  - 3.2 ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO DE LOS RODADOS DE LA COSTA VERDE
    - LITOLOGÍA DE RODADOS
    - ESPECTROS LITOLÓGICOS DE RODADOS
    - MORFOMETRIA DE RODADOS
    - GRANULOMETRÍA DE RODADOS
    - ORIENTACIÓN DE RODADOS
  
- 4.0 GEOTECNIA**
  - 4.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS SUELOS
    - NAPA FREATICA SUPERFICIAL Y COMPORTAMIENTO DEL SUELO ANTE UN SISMO
    - ESTABILIDAD Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DEL ACANTILADO
  
  - 4.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD
    - 4.2.1 GEODINAMICA EXTERNA
    - GEODINAMICA MARINA
    - PROCESOS COSTEROS

- a) OLEAJE Y VIENTOS
- b) NIVELES DE AGUA (MAREAS) Y CORRIENTES
- c) COMPOSICION DEL LECHO MARINO Y DE LA COSTA
- d) BATIMETRIA Y TOPOGRAFIA DEL AREA
- e) ORIENTACION DE LA LINEA DE COSTA CON RESPECTO AL OLEAJE INCIDENTE Y CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

#### 4.2.2 GEODINAMICA INTERNA

##### SISMICIDAD

ZONAS SISMOGENICAS

SISMICIDAD HISTORICA E INSTRUMENTAL

PELIGRO SISMICO

RELACION DE RECURRENCIA

TSUNAMIS

#### 4.2.3 VULNERABILIDAD

### 5.0 PROSPECCION GEOFISICA

### 6.0 CONTROL DE ESTABILIDAD DE LOS ACANTILADOS

MEDIDAS ADOPTADAS

ACCIONES A CORTO PLAZO

#### SISTEMAS AGROFORESTALES

SELECCION Y DELIMITACION DEL AREA PILOTO

ORGANISMO RESPONSABLE

CARACTERIZACION DE SUELOS AGRICOLAS

ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA REGADIO

NUTRIENTES

VIVEROS

ESPECIES FORESTALES

### CONCLUSIONES

### RECOMENDACIONES

### BIBLIOGRAFIA

### ANEXOS



## 1.0 INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES

El creciente desarrollo urbano de la Gran Lima y las necesidades apremiantes de contar con lugares apropiados para la recreación de sus pobladores, ha constituido preocupación de destacados urbanistas nacionales, que han esbozado planes para desarrollar el litoral marino entre Chorrillos (Lima) y La Punta (Callao) <sup>de</sup> 22.5 Km. de longitud, proyectos para construir hoteles, centros de esparcimiento, jardines, ~~vías~~ <sup>vías</sup> costaneras, conjuntos habitacionales, etc., entre las playas y los acantilados, lo que se ha denominado Proyecto "Costa Verde", el que se inició mediante la paulatina construcción de espigones entre Chorrillos y Barranco, continuó entre Miraflores - San Isidro para llegar en la actualidad hasta San Miguel, faltando construir el tramo San Miguel - La Punta.

Con intervención del Gobierno Central entre Chorrillos y San Miguel se ha buscado controlar la acción del oleaje, mareas y corrientes sobre los acantilados habiéndose formado playas arenosas y pedregosas que han permitido la construcción de un sistema vial costanero entre Chorrillos y San Miguel y la instalación de algunos centros de recreación y diversión a fin de lograr similar desarrollo al que ostentan las riberas litorales de muchas ciudades ~~de~~ europeas y norteamericanas.

Uno de los grandes problemas que afecta al Proyecto Costa Verde, son las fuertes pendientes de las laderas naturales o de corte de los acantilados, que en el tramo San Miguel - La Punta, terminan abruptamente frente al mar y en el de Chorrillos - San Miguel en la vía costanera, ~~que~~ <sup>lo</sup> constituyen una amenaza constante para las personas y vehículos que <sup>la vía de</sup> transitan por ~~ella~~ <sup>por los</sup> ~~por los~~ <sup>desprendimientos</sup> de rocas, y para la estabilidad de las construcciones que se edifican en sus bordes superiores sin contar con el área de retiro apropiada, tal como sucede en los distritos <sup>de</sup> Barranco y San Miguel.

Algunos Concejos Distritales como los de San Miguel y Miraflores apoyados por el INDECI, para mejorar la estabilidad de los acantilados han efectuado su tratamiento, mediante la construcción de banquetas y en el caso de Miraflores con siembra de arbustos y plantas rastreras (enredaderas), regadas por <sup>un sistema de</sup> goteo, que proveen sus aguas de pequeñas Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas ~~como~~ <sup>la</sup> diseñada por el Ing. Alejandro Vincas A. en el distrito de Miraflores.

## 1.2 OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es efectuar el análisis de la composición, origen y características geomecánicas de los materiales que conforman los acantilados y emitir recomendaciones que puedan servir para mejorar sus condiciones de estabilidad.

## 1.3 UBICACION

El litoral de la Costa Verde, se ubica, en la parte suroeste de Lima Metropolitana y el Callao (Fig. No. 1); con una longitud aproximada de 22.5 Km., comprendiendo una zona de acantilados entre El Club Regatas Lima (Chorrillos) y la Av. Santa Rosa en La Perla, disminuyendo en altura hasta Escuela Naval de La Punta (Callao), entre las coordenadas U.T.M.:

264,000 E	8'664,600 N
279,000 E	8'654,600 N

Las alturas de los acantilados varía de sur a norte : 36 msnm (Chorrillos), 70 msnm (Miraflores) y 25.50 msnm (La Perla) llegando al nivel del mar en La Punta.

El acceso desde la Gran Lima o el Callao se realiza a través de las avenidas Paseo de La República, Salaverry, Brasil, Universitaria, Haya de la Torre , Santa Rosa, etc.

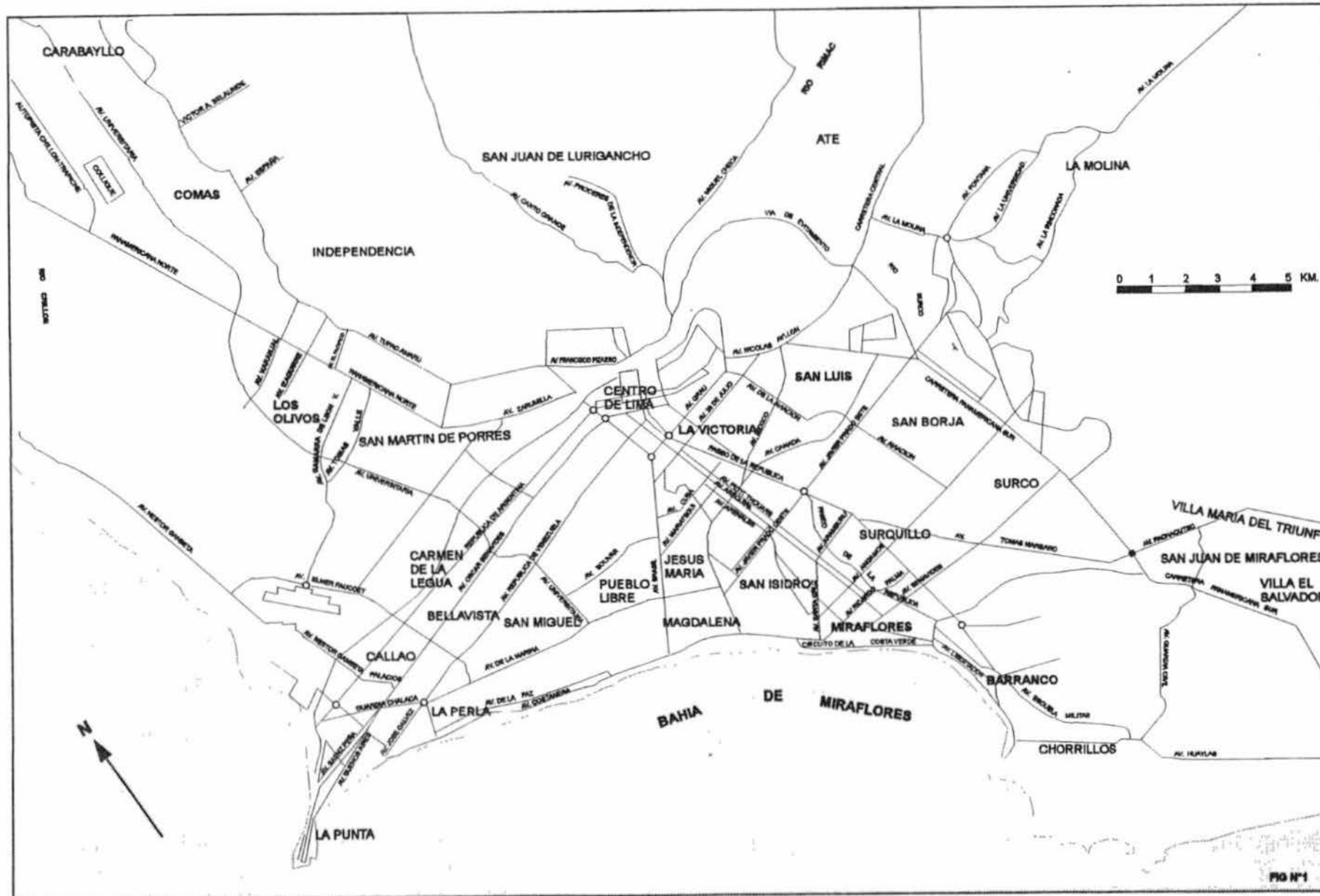
## 1.4 CONDICIONES CLIMATICAS

El área de Costa Verde está sometida a condiciones microclimáticas, particularizadas dentro de la costa peruana que tipifican al clima como semiárido, bañado por brisas marinas.

A pesar que no se registran variaciones extremas entre las temperaturas máximas y mínimas anuales, la nubosidad permanente, durante los meses de abril a noviembre; y el elevado contenido de humedad en todos los meses del año constituyen condiciones que limitan en parte la instalación de ambientes recreacionales, diversión, turismo y vivienda.

Los vientos no son de gran intensidad y las precipitaciones están referidas a la presencia de garúas invernales que ocurren cuando la saturación de la humedad relativamente ha llegado a su máxima.

# PLANO DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



## 1.5 CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS

La información topográfica de la zona consistente en mapas a escala adecuada, es escasa, existiendo incertidumbre sobre la altura de los acantilados y pendiente de los taludes (natural o artificial), que son parámetros principales que ayudan al análisis y estudio de su estabilidad.

Por lo expuesto y a fin de determinar estos dos parámetros se realizaron 18 perfiles topográficos transversales en diferentes lugares de la Costa Verde, siguiendo para ello un azimut casi perpendicular al acantilado entre el borde superior y la línea de costa, utilizando un Teodolito y Distanciómetro WILD, ambos electrónicos.

Esto permitió conocer las variaciones de elevación del acantilado (Cuadro No. 1), variando en Chorrillos entre 36 y 46 m.; entre Barranco y Miraflores 35.70 a 70.80 m. (mayor en la Bajada Parque Salazar), con un promedio de 54 m.; San Isidro, 55.30; 50.00 m. en Magdalena; disminuyendo de 43.50 m. en San Miguel hasta 22.00 a 25.50 m. en La Perla, y perdiéndose en el sector de La Punta - Callao.

Las pendientes de los taludes del acantilado en los diferentes perfiles realizados, se midió por tramos, encontrándose valores entre  $20^\circ$  y la vertical. Así entre Chorrillos - Barranco la pendiente varía entre  $36^\circ$  y  $58^\circ$ , en Miraflores  $25^\circ$  -  $57^\circ$ , Magdalena - San Miguel ( $20$  -  $80^\circ$ ), y en La Perla entre  $25$  y  $90^\circ$ .

Las mediciones realizadas han permitido determinar características de los acantilados como: longitud del borde superior, su distancia al pleamar, ancho de playa en los sectores medidos, ancho de la Autopista Costa Verde y ancho del relleno depositado en el borde inferior; valores importantes para la planificación urbana de la Costa Verde.

**CUADRO No. 1**  
**CARACTERISTICAS DE LOS ACANTILADOS EN LA COSTA VERDE**

PERFIL	DISTRITO	AZMUT	ELEVACION (m)	PEND.	DET. A PLEAMAR	ANCHO DE PLAYA	ANCHO DE PISTA	BORDE SUP. LIBRE	ANCHO DE RELLENO	OBSERVACIONES	
1 Playa Agua Dulce	Chorrillos	330°	36.00	58°	85.00	27.00	30.00	20.00	58.00	Acantilado alejado de la influencia marina; borde superior Malecón Chorrillos.	
2 Costa Linda		290°	46.00	36°	>100.00	< 5.00	22.00		±80.00	Estable; muy alejado del mar.	
3 Bajada "Puente de los Suspiros"	Barranco	72°	35.70	44°	59.00	21.50	19.00				
4 Bajada de Barranquito		60°	54.00	53°	70.00	± 30.00	44.00				
5 Quebrada Armendariz - Margen derecha (Playa Las Piedritas)	Miraflores		63.50	40°	66.00	<10.00			65.00		
6 Bajada "Parque Salazar" (Playa Redondo)		45°	70.80	26.00 40.80	45° 25°	97.50	26.00	17.00		85.00	El más elevado de los acantilados de la Costa Verde; presenta protección vegetal en la parte superior y media; cobertura de carbonatos, en la parte inferior.
7 Playa Waijiki			63.30	13.50 49.80	32° 57°	27.00	< 5.00			25.00	Pendiente ± suave en la parte inferior, a ligeramente pronunciada en la parte superior, algunos desprendimientos de rodados.
8 Muelle Uno			54.00		52°	75.00				76.00	
9 Playa Los Delfines	San Isidro	22°	55.70	43.5°	106.00	<5.00	±20.00			100.00	
10 "Sports Paradise Park"		40°	53.40	35°	119.00	---	± 8.00			114.00	Talud estable.
11 Conjunto Habitacional "Marbella"	Magdalena	79°	55.30	13.00 24.00 18.30	28° 20° 39°	± 192.00	---			189.00	Zona aparentemente estable, con taludes de pendiente ± moderada, donde se ubica al costado la Urb. Marbella; banquetas construidas para autopista; algunos desprendimientos de rodados en caso de sismos.
12 Gruta Virgen de Fátima - Bajada de Magdalena-Av. Brasil		10°	50.00	37.50 12.50	45° 56°	119.00	---	20.00	± 3.00	117.00	Dos taludes artificiales de pendiente pronunciada, estables, originados por corte de carretera; vía muy transitada. Encima viviendas cerca del borde.
13 Parque de la Tercera Edad	Magdalena-San Miguel	30°	42.00	10.00 12.80 9.00 10.20	60° 40° 42° 49°	41.50	---	20.00	0.00 - 1.00	36.50	Talud que ha sido "banqueteado", pese a esto el peligro de derrumbes persiste en la zona. Derrumbe reciente ocurrió el 26-05-96, bloqueando ± m. de autopista. Pendiente pronunciada; viviendas antiguas ubicadas cerca al borde del acantilado; sistemas de agua y desagüe deteriorados aceleran o incentivan derrumbes.
14 Bajada de San Miguel-Bertoloto	San Miguel		27.50	14.00 13.50	55° 47°	75.00	---	11.50	± 15.00	69.00	Sector más sur hasta donde llega la autopista; actualmente se arroja desmorte en esta zona, que alcanza una altura de aprox. 17 m., encima de la playa.
15 Calle Uno			43.50		67°	27.00	26.00	---	± 45.00	---	Derrumbe cerca al "Hermelinda Carrera"; long. 33.50 m. y ancho 10 m; afecta acantilado superior Av. Costanera muy deteriorada. Taludes subverticales.
16 Centro de Rehabilitación de Menores "Maranguita"			30.00	11.50 11.00 3.00 4.50	80° 50° 10° 41°	27.00	27.00	---	33.00	33.00	Borde superior libre donde se ubica la Av. Costanera, deteriorada; acumulación de basura, en el acantilado; desmorte y relleno en la parte superior de ± 4.5 m.
17 Colegio Militar "Leoncio Prado"	La Perla-Callao		22.00	5.00 17.00	25° 90°	18.00	18.00	---	13.00	---	Colapso de colector ha producido derrumbe en una long. de 13 m. de acantilado afectando la vereda del malecón frente a colegio militar.
18 Av. Santa Rosa			25.50	18.50 7.00	90° 39°	28.00	28.00	---	13.00	---	Borde superior libre y amplio; acantilado con acumulación de basura.

## 2.0 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

Desde el punto de vista morfológico, la ciudad de Lima y Callao se halla asentada sobre el abanico aluvial del río Rímac.

El abanico del río Rímac, constituye una terraza fluvioaluviónica de relieve horizontal con una extensión de 300 km<sup>2</sup>, y tal como se presenta en la actualidad, éste tiene su vértice oriental cerca de Vitarte y su línea occidental sobre la línea costera de 22.5 km., la cual representa una línea de erosión del viejo abanico. Hacia el Sur limita con el macizo del Morro Solar en Chorrillos. En el Norte, cubre parte del abanico del río Chillón, desplazando a este último hacia más al Norte. El actual lindero entre los abanicos de los ríos Rímac y Chillón se encuentra aproximadamente 3 Km. al Norte del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. El abanico de Este a Oeste presenta una pendiente promedio 1:80.

Un perfil longitudinal del cono deyectivo del río Rímac en el sentido Este - Oeste nos muestra que la zona de los acantilados de la Costa Verde corresponde a un truncamiento del cono aluvial producto de la acción marina que progresivamente ha ido erosionando los materiales desde su lugar final de depositación (a la altura de una línea imaginaria existente en un alineamiento entre la isla San Lorenzo y el Morro Solar) hasta el lugar que actualmente ocupan.

El perfil transversal del acantilado a lo largo de la ribera, presenta una serie de pequeñas concavidades y convexidades; observándose entalladuras por la acción mecánica de las olas; la que se hace más intensa en el pie o base del acantilado.

La superficie de los acantilados tienen pendientes que varían entre 20° y 90°.

## 2.1 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Las unidades geomorfológicas cartografiadas (Fig. No. 2), son geoformas producidas por procesos de acumulación y erosión, principalmente de origen marino, fluvial y eólico.

Así se diferencian de oeste a este:

- Acantilados, Playas Marinas y Bahía de Miraflores;
- Planicie Costera y Cono Deyectivo del Rímac;
- Colinas, Lomas y Monte-Islas;
- Estribaciones de la Cordillera Occidental



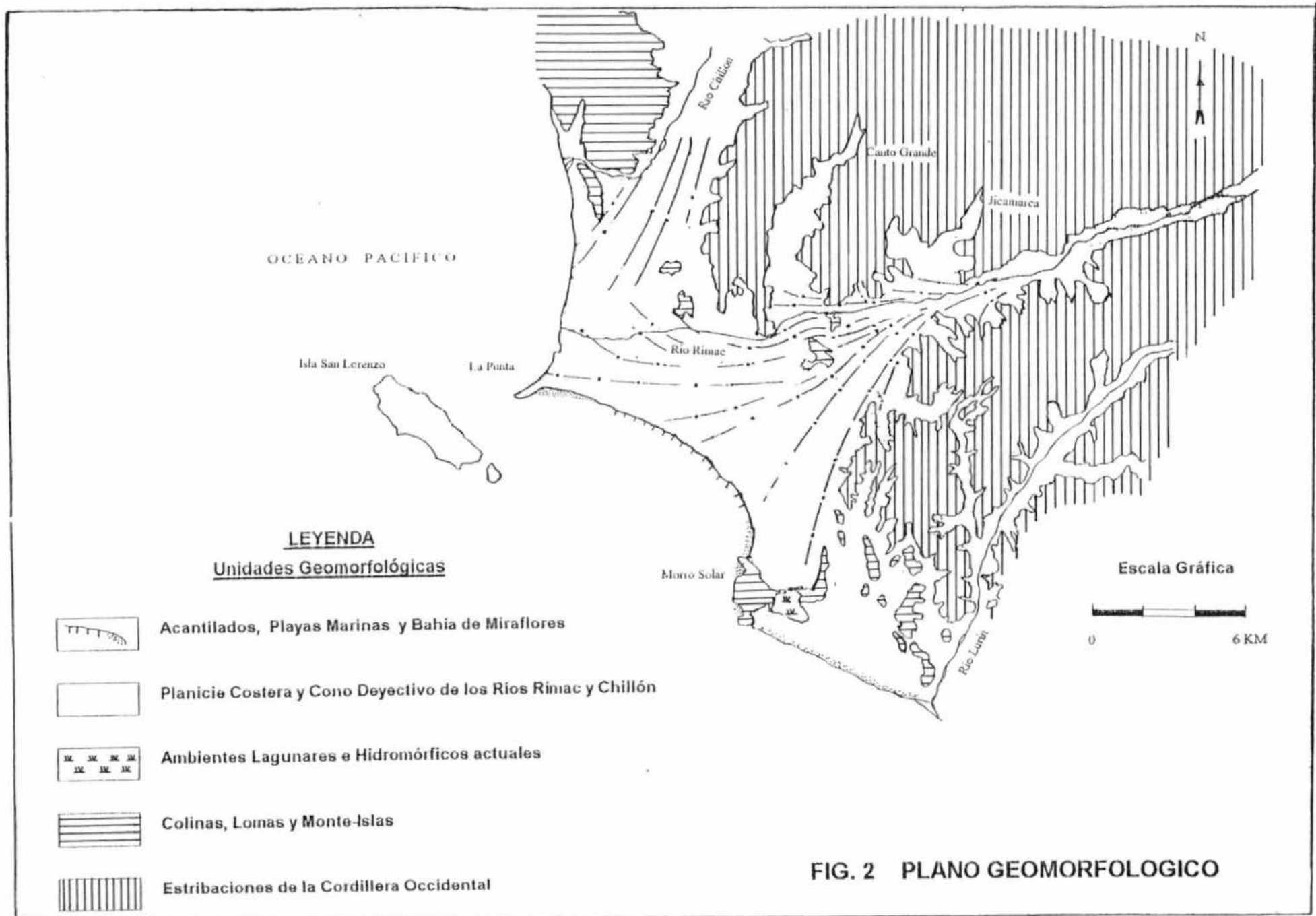


FIG. 2 PLANO GEOMORFOLOGICO

## **UNIDAD 1: ACANTILADOS, PLAYAS MARINAS Y BAHIA DE MIRAFLORES**

Unidad en la que se localizan los acantilados de la Costa Verde, constituida por los ambientes de origen marino que se encuentran siguiendo la línea costera, a lo largo de la cual se ha desarrollado la zona de ribera actual donde destacan entrantes y salientes conformando playas delgadas y acantilados, constituidos por macizos rocosos (Morro Solar - La Chira) y por depósitos aluviales que llegan y terminan abruptamente frente al mar (sector de la Costa Verde) cuyo perfil longitudinal cóncavo entre Punta La Chira y La Punta, es conocido como Bahía de Miraflores.

La zona de playa es reducida y se tratan de playas originadas por el depósito de sedimentos finos (arenas), artificialmente, como consecuencia de la construcción de espigones, en el sector sur y playas de canturrales, en el sector norte.

Se pueden mencionar como **playas de arena**: Pescadores, Agua Dulce (con cierto contenido de canturrales), Las Sombrillas-Costa Linda, Los Yuyos, Barranco, Los Pavos, Barranquito y Las Cascadas, ubicadas entre Chorrillos y Miraflores; y como **playas de grava**: Las Piedritas, La Estrella, Redondo Waikiki, La Pampilla, Los Delfines, Marbella y Mar Brava, entre Miraflores y La Punta.

Es común encontrar, en ambas la formación de pequeñas terrazas, con alturas entre 0.5 - 1.0 m. de altura, desarrolladas entre la zona de pleamar y el acantilado, observándose, a veces hasta dos a tres niveles, indicadores de los distintos niveles de la actividad marina actual.

## **UNIDAD II: PLANICIE COSTERA Y CONO DEYECTIVO DEL RIO RIMAC**

Esta unidad, sobre la cual se ubican las zonas urbana y urbana - marginal de Lima Metropolitana y Callao, es de origen fluvio-aluvial-lagunar-marino, y constituye la planicie resultante de los procesos de acumulación fluvio-deltaica desarrollada por el río Rímac con formación de conos deyectivos, y de las quebradas adyacentes como Canto Grande, Jicamarca y La Molina, para mencionar a las principales.

El cono deyectivo se desarrolla en la parte final del río, y en él predominan materiales conglomerádicos (cantos, gravas) arenas y arcillas.



## **Sub Unidad II: Ambientes Lagunares e Hidromórficos actuales**

Destacan los de la zona de los Pantanos de Villa, compuestos por lagunas irregulares, juncales, turberas, cuencas salitrales y gramadales, que se interrelacionan en forma gradual y temporal en función de las estaciones climáticas y fenómenos excepcionales de altas precipitaciones y sequías.

Ocupan áreas o depresiones bajas en zonas donde limitan las llanuras aluviales, promontorios de baja altura, conforman lugares donde la napa freática es superficial o casi superficial que dan lugar a:

- Lagunas fluctuantes, permanentes, con espejo de agua libre.
- Zona de juncales e inundación periódica
- Zona de inundación excepcional

## **UNIDAD III: COLINAS, LOMAS Y MONTE-ISLAS**

Esta unidad de origen estructural-denudacional, está formada por colinas y cerros circundantes a la zona de planicies costeras, conformadas por rocas sedimentarias y volcánicas (Grupos Puente Piedra y Morro Solar), sobre las cuales actuó la erosión fluvial y marina, dando lugar, en la zona más aledaña al litoral, a elevados macizos residuales, rodeados por planicies de acumulación a los que se les denomina "montes islas" (cerros: El Agustino, El Pino, La Regla, etc.).

Los montes islas, son modelados suaves con crestas convexas, y modelados abruptos con pendientes altas y acantilados, labrados en rocas intrusivas y voicánico-sedimentarias.

## **UNIDAD V: ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL**

Comprende a la cadena de cerros bajos que se levantan al Este de Lima Metropolitana, formados por plutones y stocks del Batolito Costanero, emplazado con rumbo NO-SE, secuencias sedimentarias cretácicas (Formaciones Pamplona y Atocongo). Se pueden mencionar aquí los cerros de La Molina - Casuarinas, y los de Comas - Rímac..

### 3.0 ASPECTOS GEOLOGICOS

De acuerdo a lo observado en los perfiles de suelos elaborados en base a las perforaciones de pozos de agua en las zonas de Lima y Callao, de cortes naturales y/o artificiales observados en los acantilados de la Costa Verde, esquemáticamente podemos manifestar que el aluvión de Lima está conformado por lentes de sedimentos y estratificación cruzada, propios de un abanico aluvial, donde se observan capas gravosas con aglomerantes areno-limosos a areno-limo-arcillosos y limo-arcillosos de una amplia granulometría, cuyos granos se vuelven más finos hacia el Oeste, así como depósitos marinos de buena clasificación, con sedimentos finos que se extinguen hacia el Este.

La terraza y los acantilados del área de la Costa Verde están conformados por depósitos fluvio-aluviónicos, cortados a pico por la acción dinámica de las aguas marinas y/o la acción antrópica.

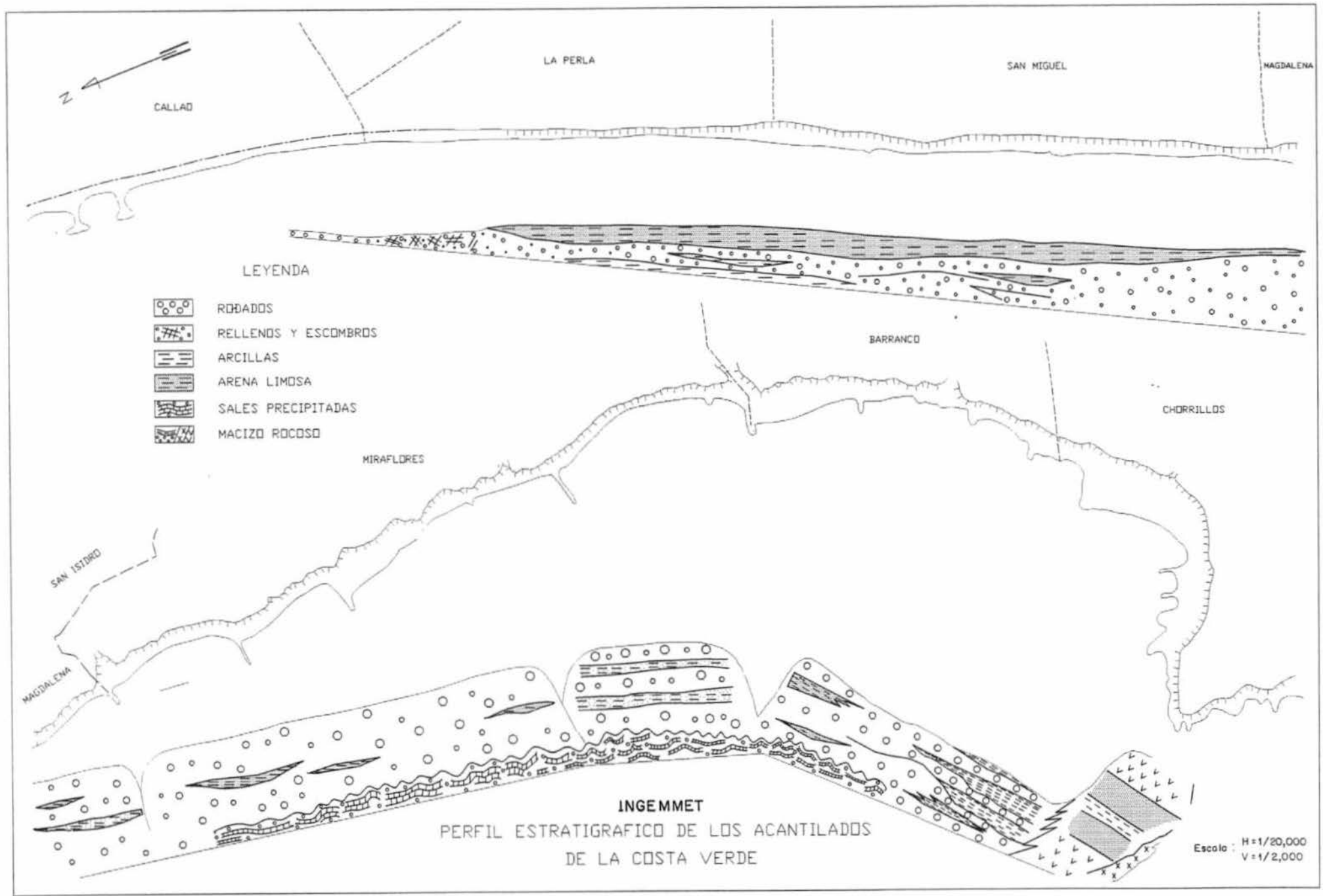
En el material aluviónico de Lima se mezclan sedimentos gruesos y finos (Fig. No. 3), evidentemente acumulados por aportes periódicos efectuados por las aguas del río Rímac en varios episodios durante la evolución del Valle en el Cuaternario.

El cauce del río Rímac, parece ser que ha migrado de sur a norte en etapas sucesivas, concordante con el desplazamiento de la línea litoral, la misma que ha sufrido desplazamiento y erosión progresiva desde su dirección inicial suroeste-noreste hasta ocupar su actual alineamiento sureste-noroeste. Asimismo el río durante sus crecidas ha dado lugar a desbordamientos hacia las márgenes, originando acumulaciones de crecientes que luego han servido para modificar el cauce en la etapa de estiaje.







En los lechos dejados en la parte central del cono deyectivo, predominan potentes espesores de cantos rodados en matriz areno-limo-arcillosa.

En los bordes laterales predominan depósitos limo-arcillosos con lentes arenosos de espesores reducidos.

En la base de los acantilados se localizan depósitos de escombros que han sido acumulados en forma de montículos y acomodados en declives alineados, conformados por cantos rodados de diferentes tipos de rocas y de granulometría y formas variadas, redondeados, subredondeados y ovoidales, mezclados con gravas y escasa cantidad de aglutinantes.



LEYENDA

-  ROLLADOS
-  RELLENOS Y ESCOMBROS
-  ARCILLAS
-  ARENA LIMOSA
-  SALES PRECIPITADAS
-  MACIZO ROCOSO

INGEMMET  
 PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LOS ACANTILADOS  
 DE LA COSTA VERDE

Escala : H = 1/20,000  
 V = 1/2,000

En forma general, los acantilados están conformados por un suelo conglomerádico, gravoso, de origen aluvial, constituido por bolos y cantos de hasta 0.30 m. (20%), gravas y gravillas subredondeadas a redondeadas de litología intrusiva y volcánica (60%), en matriz limo-arenosa (20%), no plástica, masivo, semicompacto, seco a ligeramente húmedo, de permeabilidad media a alta.

Se intercalan horizontes lenticulares areno-limosos, secos, incompetentes, cuyo espesor es variable, siendo de mayor espesor en las zonas laterales (Chorrillos y la Perla) disminuyendo progresivamente hacia la zona central (Miraflores) donde casi desaparece.

El estudio litológico evidencia el predominio de las rocas volcánicas, andesitas y brechas principalmente, sobre las rocas graníticas (granitos, granodioritas y dioritas) y las sedimentarias. Los cuarzos lechosos de filón son escasos. Estos cantos provienen de los promontorios rocosos que constituyen las nacientes y márgenes del Valle del río Rímac y el substrato sobre el que se asienta la ciudad.

### **3.1 ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN LA COSTA VERDE**

El estudio sedimentológico realizado en base a estaciones convenientemente ubicadas a lo largo de los acantilados de la Costa Verde abarca la: litología, granulometría, orientación y morfometría de rodados, que permitirá explicar mejor el origen y la evolución del material que hoy se expone en los taludes de los acantilados de la Costa Verde.

#### **LITOLOGIA DE LOS RODADOS**

La distribución de la litología de los rodados que constituyen los acantilados de la Costa Verde, se ha realizado en base al análisis de 50 rodados por estación habiéndose encontrado en ellos la predominancia de rocas volcánicas sobre las rocas intrusivas y las metamórficas (cuarcitas); entre las volcánicas tenemos andesita, dacita y brecha volcánica ocupando el 47% del total, seguidas por rocas intrusivas como sienita, diorita, monzonita, granodiorita, tonalita y granito con un 42% provenientes de las diversas formaciones aflorantes en la cuenca alta, media y baja del río Rímac; 9% corresponde a rocas metamórficas como cuarcita y 2% restante a otros elementos (caliza, pizarra, etc.); la menor proporción de cuarcita se debe a que sus afloramientos se encuentran muy distantes del área del depósito y

su origen se debe a la acción térmica transmitida por cuerpos intrusivos, mientras que el bajo porcentaje de calizas y pizarras se debe a que son rocas fácilmente erosionables. En Miraflores (estaciones Bajada del Parque Salazar y Muelle Uno), Magdalena (Bajada Paraíso de los Suicidas) y La Perla (estaciones Av. Haya de La Torre y Santa Rosa) existe una predominancia de las rocas intrusivas sobre las volcánicas en cambio en el sector de Chorrillos (estación Costa Linda), Barranco (estación Barranquito), Magdalena (estación Marbella) y San Miguel (Centro. de Rehabilitación de Menores) las rocas volcánicas se encuentran en mayor porcentaje que las rocas intrusivas y de acuerdo a niveles de depositación, como en las cercanías del macizo del Morro Solar; se observan interdigitaciones de material grueso con finos distinguiéndose dos o más etapas de paleoavenidas. El cambio en el porcentaje predominante de la naturaleza litológica puede interpretarse por la cercanía a la costa de afloramientos de roca intrusiva, a la paleodinámica existente o al grado de rotura, fracturamiento y diaclasado natural, así como a la naturaleza de los componentes minerales de la roca. (Ver Cuadro No. 2, Gráfico No.1) .

## **ESPECTROS LITOLÓGICOS DE LOS RODADOS**

Próximos al Macizo del Morro Solar existen niveles de material fino de hasta 14 m. de espesor en promedio, separando secuencias de rodados depositados en diferentes épocas, determinándose niveles con diversas características litológicas; como en la estación Agua Dulce y Costa Linda, donde en algunos niveles inferiores de los taludes predominan rocas intrusivas y en los superiores rocas volcánicas; o viceversa, siendo sus espectros simétricos por la homogeneidad del depósito; explicable esto debido a como los afloramientos proximales y distales sean intrusivos o volcánicos se hayan visto afectados por antiguos cauces de flujos con carga a través de largos períodos de tiempo, los que en una etapa posterior manifestaron cambios en sus condiciones de flujo.

En este sector se evidencian también paleocanales rellenos por material grueso intercalado con finos, que nos dan una idea de la dinámica en el lugar del depósito donde el flujo no era uniforme y la capacidad de transporte mínima por algún cambio hidráulico; de ésta manera la carga se expandía lateralmente y es a partir de estos paleocanales donde podrían haberse formado barras de material grueso que por su morfología producirían zonas positivas generándose dentro de ellas un ambiente de calma que permita la depositación de los materiales finos que hoy se exponen en los taludes y posteriormente la formación de nuevos lechos que serían

CUADRO N°2

**LITOLOGIA DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN LOS ACANTILADOS  
DE LA COSTA VERDE**

SECTOR: CHORRILLOS - LA PUNTA

ESTACIONES	distrito	coordenadas		elevación (m)	TIPO DE ROCA (%)												TOTAL	
					andesita	andesita porfirítica	dacita	brecha volcanica	sienita	tonalita	diorita	granito	granodiorita	monzonita	caliza	cuarcita		
Agua Dulce	nivel inferior	Chorrillos	279,420 E	8°654,520 N	5.00	26	8	0	0	14	8	20	6	4	0	0	14	100
	nivel superior		279,420 E	8°654,520 N	31.00	50	22	4	0	4	0	6	2	8	0	0	4	100
Costa Linda (Playa Yuyos)	nivel inferior	Chorrillos	279,850 E	8°654,870 N	10.00	41	18	6	0	6	0	9	0	11	0	0	9	100
	nivel superior		279,850 E	8°654,870 N	36.00	26	16	0	0	14	8	10	4	6	6	0	10	100
Barranquito	Barranco		279,740 E	8°657,290 N	54.00	38	12	2	0	14	12	4	6	4	0	2	6	100
Qda. Armendariz	Miraflores		279,600 E	8°657,642 N	63.50	32	12	2	0	14	10	14	3	5	0	0	8	100
Bajada Parque Salazar	Miraflores		279,250 E	8°658,390 N	70.80	28	12	0	0	10	12	16	6	6	0	0	10	100
Muelle Uno	Miraflores		278,570 E	8°658,986 N	54.00	22	0	0	0	16	10	28	8	8	0	0	8	100
Marbella	Magdalena		275,950 E	8°661,400 N	55.30	40	11	2	0	2	19	13	2	9	0	0	2	100
Bajada Paraiso Suicidas	Magdalena		275,300 E	8°661,750 N		24	4	0	0	17	13	15	6	4	0	0	17	100
Bajada San Miguel-Bertolotto	San Miguel		273,255 E	8°662,860 N	27.50	33	12	0	0	12	6	18	10	4	0	0	5	100
Cent. Rehab. Menores Maranga	San Miguel		271,555 E	8°663,615 N	30.00	45	4	0	0	13	0	24	0	2	0	0	12	100
Av. Haya de la Torre-La Perla	La Perla		270,250 E	8°664,262 N	22.00	29	11	0	6	4	14	18	2	2	0	0	14	100
Av. Santa Rosa	La Perla		269,050 E	8°664,760 N	25.50	54	11	0	0	5	0	13	2	2	0	0	13	100

DISTRIBUCION GLOBAL DE LA LITOLOGIA

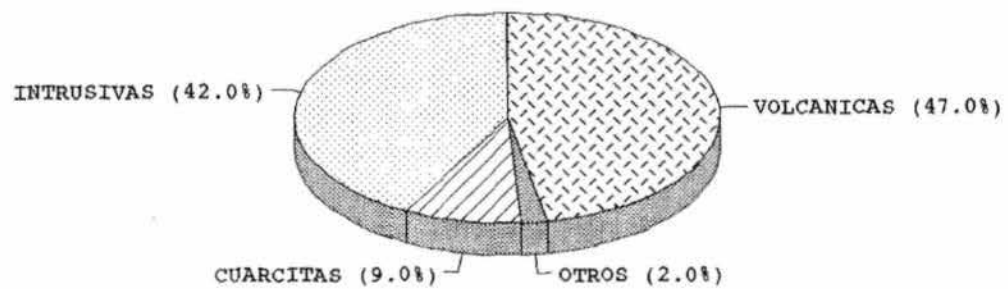


GRAFICO N° 1



retrabajados en épocas de avenidas por altos estados de flujo con carga (Ver Cuadro No. 3, Gráfico No. 2).

En las estaciones comprendidas desde Barranco hasta una parte de Miraflores, los espectros litológicos poseen características similares entre sí, siendo sus distribuciones simétricas y en algunos casos moderadamente asimétricas; es decir, sesgadas hacia la derecha (sesgo positivo) tanto para las rocas volcánicas como para las intrusivas, lo que revela lo homogéneo del depósito; es decir, que los aportes han venido de un solo lado (río Rímac y ramales), observándose la predominancia de las rocas volcánicas sobre las intrusivas, cuya distribución obedece a todos los tamaños (desde 3 cm. hasta 15 cm.), debido a su recorrido, así como la turbulencia y alta energía del flujo (Ver Cuadro No. 4, Gráfico No. 3).

Entre Magdalena y La Perla, los espectros litológicos tienen una notable variación en las rocas intrusivas; muestran distribuciones bimodales, presentándose en algunos casos rocas intrusivas predominantes sobre rocas volcánicas y en otros casos lo contrario. Las dimensiones de las rocas intrusivas varían de 5 a 55 cm.; los de menor longitud indican un mayor recorrido, mientras que los de mayor longitud revelan un recorrido corto y la cercanía de sus afloramientos.

Por lo expuesto, estas características se acrecientan hacia La Perla, específicamente en la estación Santa Rosa donde el espectro correspondiente a las rocas intrusivas muestran distribuciones polimodales lo que indicaría heterogeneidad en el depósito; es decir, ha existido más de un tipo de arrastre de material y una fuente de los mismos provendría de aportes hídricos de paleocauces pertenecientes al río Chillón (Ver Cuadros No. 5 y 6; Gráficos No. 4 y 5).

En los taludes de Barranco, Miraflores y Magdalena aparecen muy localmente, depósitos de rellenos de canal que se manifiestan como formaciones lenticulares de materiales finos (arenas y arcillas), los cuales se han originado por el transporte de estos en suspensión durante las crecidas, apareciendo como interdigitaciones dentro de los materiales más gruesos.

Desde el Centro de Rehabilitación de Menores de Maranga vuelven a aparecer los materiales finos con espesores que varían entre 8 y 15 m. en promedio, los cuales se presentan en capas horizontales bien marcadas de 20 cm. de espesor y con 4 km. de continuidad, muy diferentes a las observadas en las estaciones Agua Dulce, Costa Linda y en los sectores de Barranco y Miraflores. Estos depósitos de finos se encuentran infrayaciendo y suprayaciendo a materiales gruesos; además se evidencian paleocanales de varios metros de longitud rellenos por materiales gruesos, que bien podrían interpretarse como depósitos marginales de



**CUADRO N° 3**

**ESPECTROS LITOLÓGICOS DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN  
LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE**

**AGUA DULCE (nivel inferior)**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40							34	33				33	100
40-60	25	13			13	13	24		6			6	100
60-100	33	8			17		17	4	4			17	100
100-200	17				17	32	17	17					100
200-300												100	100

**AGUA DULCE (nivel superior)**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40		100											100
40-60	64	20	4		4							8	100
60-100	36	26	6				11		21				100
100-200	40				20		20		20				100

**COSTA LINDA (nivel inferior)**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40	34		33									33	100
40-60	37	21					16		21			5	100
60-100	45	18			14		9		9			5	100
100-200	50	50											100

**COSTA LINDA (nivel superior)**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
0-20									50	50			100
20-40					50	50							100
40-60	25	17			17	8			8			25	100
60-100	32	26			5	10	11		11	5			100
100-200	27	7			13		20	13		13		7	100

**SIMBOLOGIA**

Andesita:	An	Granito:	gr
Andesítica Porfírica:	Anp	Granodiorita:	grd
Dacita:	Dac	Caliza:	cal
Brecha Volcánica:	br-v	Cuarcita:	cuarc
Sienita:	sie		
Tonalita:	ton		
Diorita:	dio		

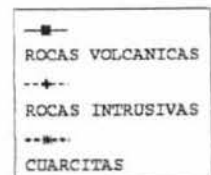
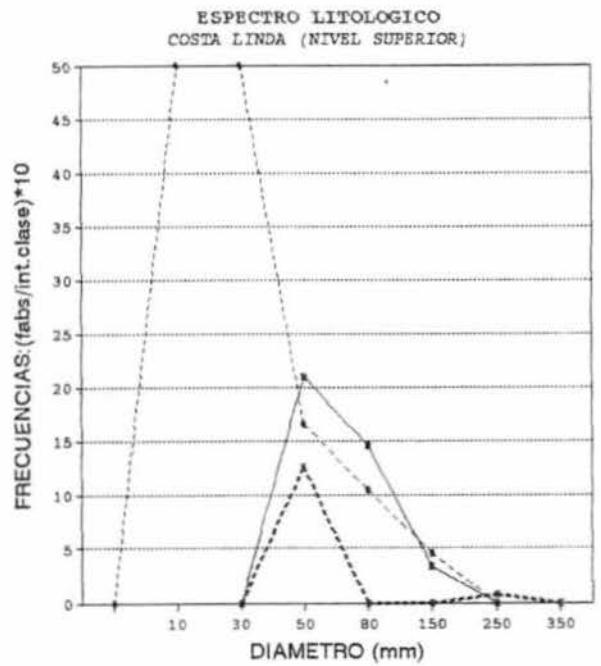
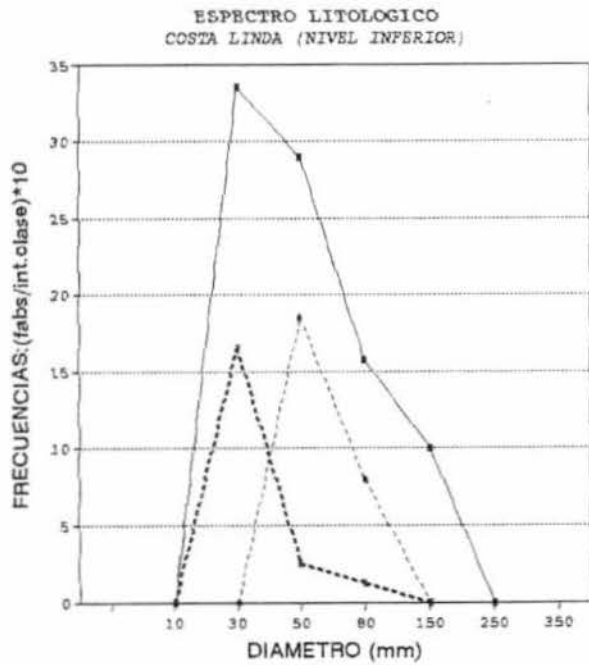
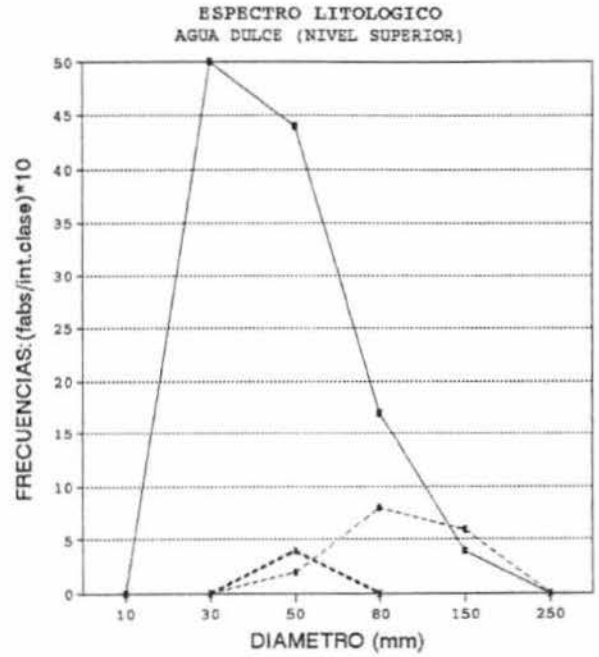
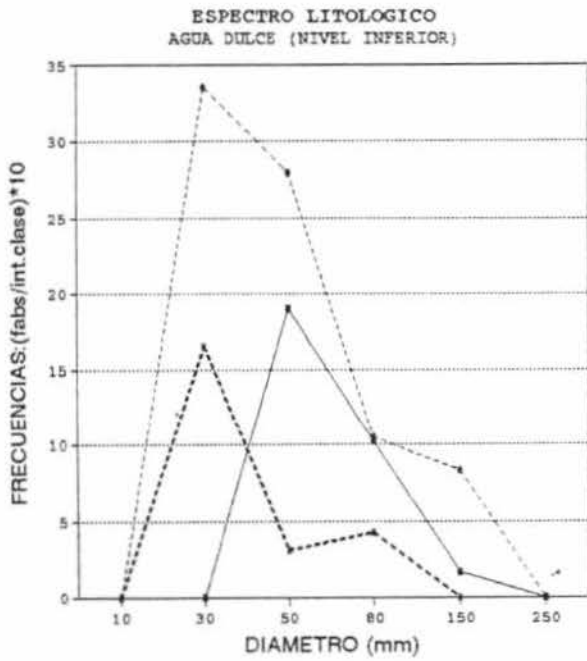


GRAFICO Nº 2

**CUADRO N° 4**

**ESPECTROS LITOLÓGICOS DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN  
LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE**

**BARRANQUITO**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40	25	25			50								100
40-60	45				18	10					9	18	100
60-100	44	13			9	17	4	9				4	100
100-200	25	17	8		8	8	9	8	17				100

**QDA. ARMENDARIZ**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
40-60	38	25			12							25	100
60-100	43	10			4	13	17	4				9	100
100-200	22	13	3		22	9	16	3	9			3	100

**BAJADA DEL PARQUE SALAZAR**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
0-20												100	100
20-40	50								25			25	100
40-60		25			12	25	13		12			13	100
60-100	31	15			8	12	23	7				4	100
100-200	40				20	10	10	10	10				100

**MUELLE UNO**

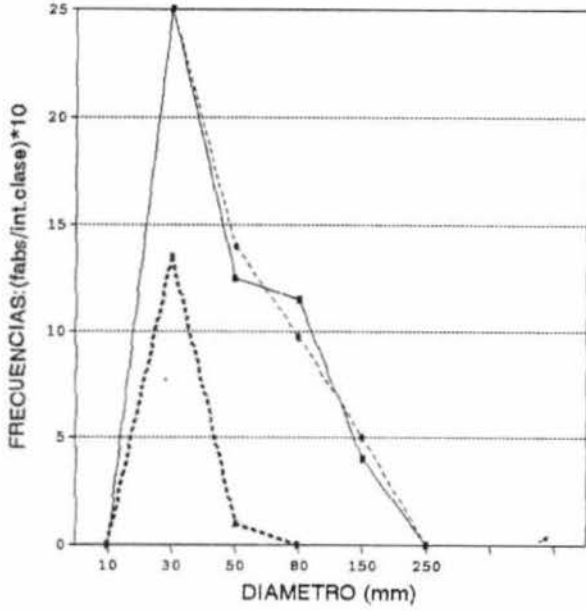
diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40												100	100
40-60													0
60-100						25		25	25			25	100
100-200	28				22	8	28	3	8			3	100
200-300	17					17	33	33					100
300-400							100						100

**SIMBOLOGIA**

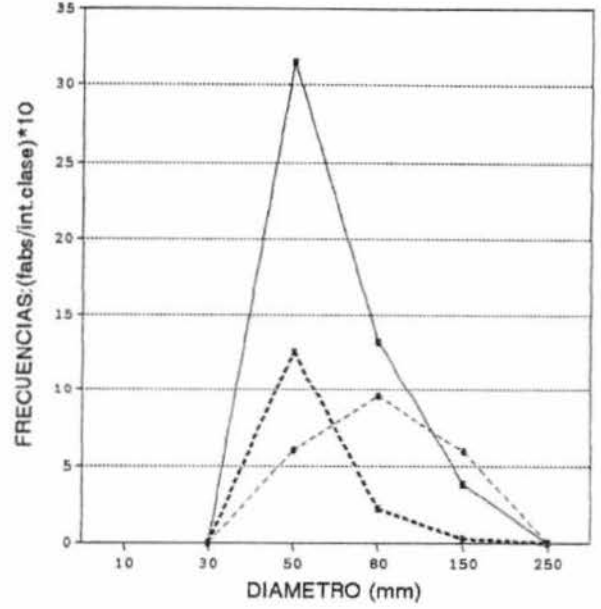
Andesita: An  
 Andesítica Porfírica: Anp  
 Dacita: Dac  
 Brecha Volcánica: br-v  
 Sienita: sie  
 Tonalita: ton  
 Diorita: dio

Granito: gr  
 Granodiorita: grd  
 Caliza: cal  
 Cuarcita: cuarc

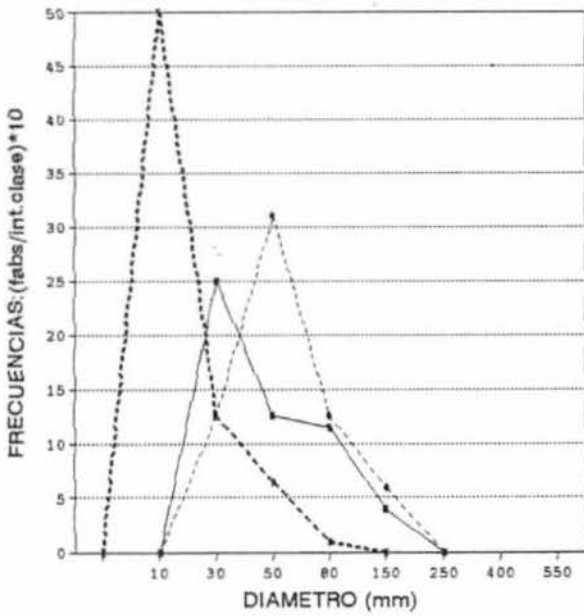
ESPECTRO LITOLOGICO  
BARRANQUITO



ESPECTRO LITOLOGICO  
QDA. ARMENDARIZ



ESPECTRO LITOLOGICO  
BAJADA DEL PARQUE SALASAR



ESPECTRO LITOLOGICO  
MUELLE UNO

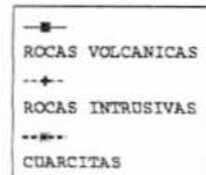
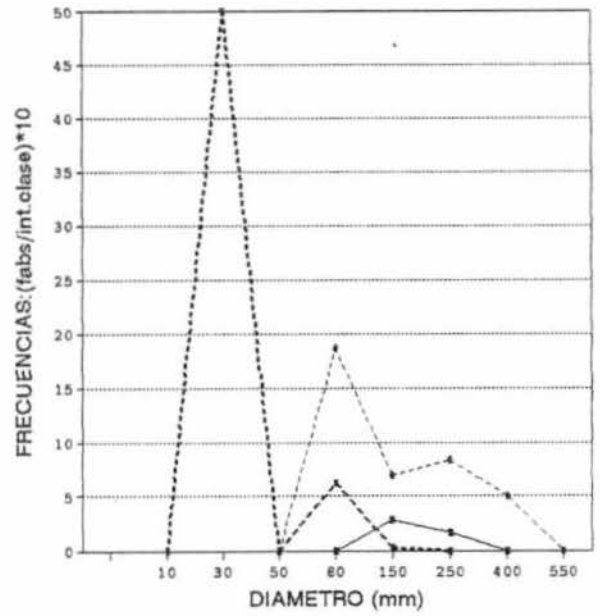


GRAFICO N° 3

**CUADRO N° 5**

**ESPECTROS LITOLÓGICOS DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN  
LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE**

**MARBELLA**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
60-100	25	25				25						25	100
100-200	42	10	3		3	15	13	3	11				100
200-300	34					33	33						100
300-400	50					50							100

**BAJADA PARAISO DE LOS SUICIDAS**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40												100	100
40-60	15				14		14					57	100
60-100	30	5			4	22	13		9			17	100
100-200	23	5			32	9	18	13					100

**BAJADA SAN MIGUEL-BERLOLOTTO**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40												100	100
40-60													0
60-100	31	13			25	6	13	6				6	100
100-200	38	14			7	7	17	14	3				100
200-500							67		33				100

**CENTRO DE REHABILITACION DE MENORES DE MARANGA**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40	100												100
40-60	50				25							25	100
60-100	39	3			12		33		4			9	100
100-200	54	8			15		8					15	100

**SIMBOLOGIA**

Andesita:	An	Granito:	gr
Andesítica Porfírica:	Anp	Granodiorita:	grd
Dacita:	Dac	Caliza:	cal
Brecha Volcánica:	br-v	Cuarcita:	cuarc
Sienita:	sie		
Tonalita:	ton		
Diorita:	dio		

CUADRO N° 6

ESPECTROS LITOLÓGICOS DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN  
LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE

**AV. HAYA DE LA TORRE - LA PERLA**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
20-40						50						50	100
40-60	20					20						60	100
60-100	40	7		6	7	13		7				20	100
100-200	35	20		10	5	15	10		5				100
200-300	15	14					71						100
400-500							100						100

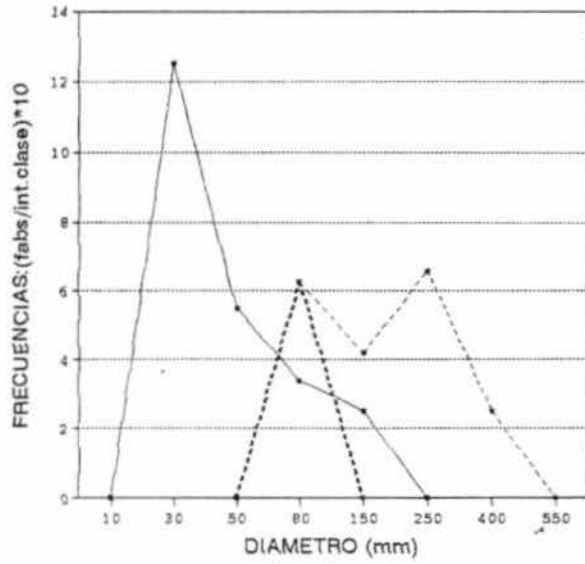
**AV. SANTA ROSA**

diámetro (mm)	An	Anp	Dac	br-v	sie	ton	dio	gr	grd	mz	cal	cuarc	%
0-20	25								25			50	100
20-40		100											100
40-60	33	22					11					34	100
60-100	68	5			8		9	5				5	100
100-200	58	11			10		16					5	100
200-300							100						100

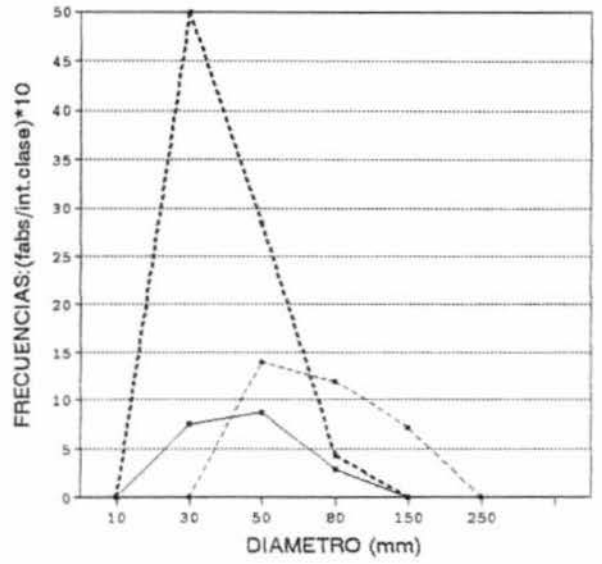
SIMBOLOGÍA

Andesita:	An	Granito:	gr
Andesítica Porfírica:	Anp	Granodiorita:	grd
Dacita:	Dac	Caliza:	cal
Brecha Volcánica:	br-v	Cuarcita:	cuarc
Sienita:	sie		
Tonalita:	ton		
Diorita:	dio		

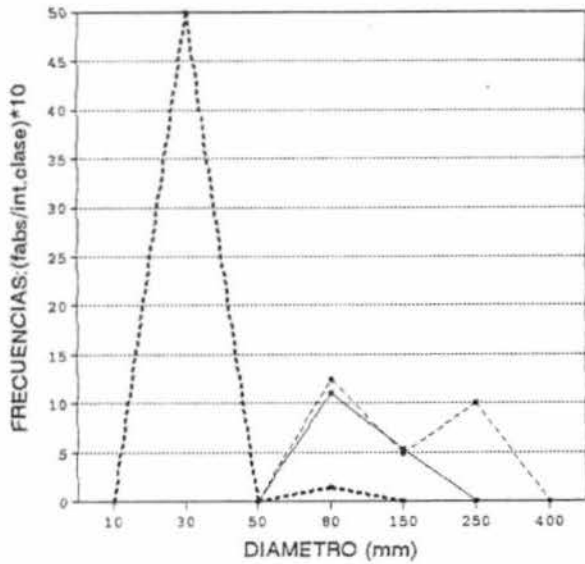
ESPECTRO LITOLOGICO  
MARBELLA



ESPECTRO LITOLOGICO  
BAJADA PARAISO DE LOS SUICIDAS



ESPECTRO LITOLOGICO  
BAJADA DE SAN MIGUEL (BERTOLOTTI)



ESPECTRO LITOLOGICO  
CENTRO DE REHABILITACION DE MENORES

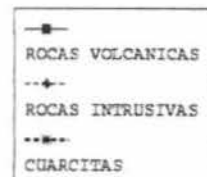
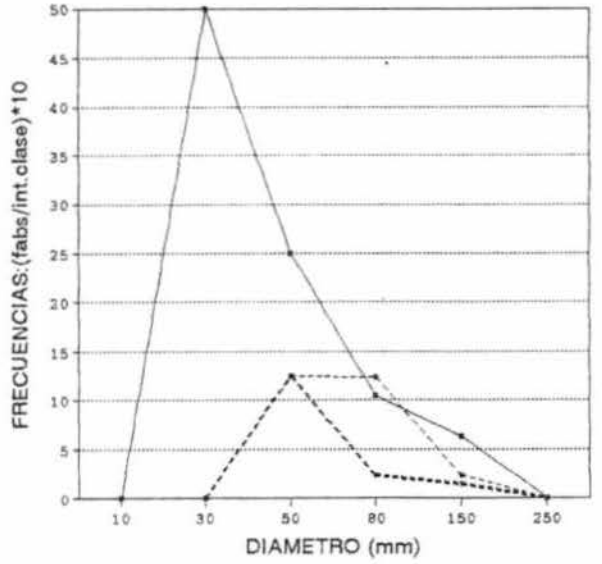


GRAFICO N° 4

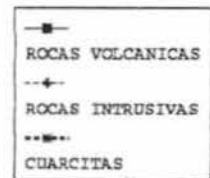
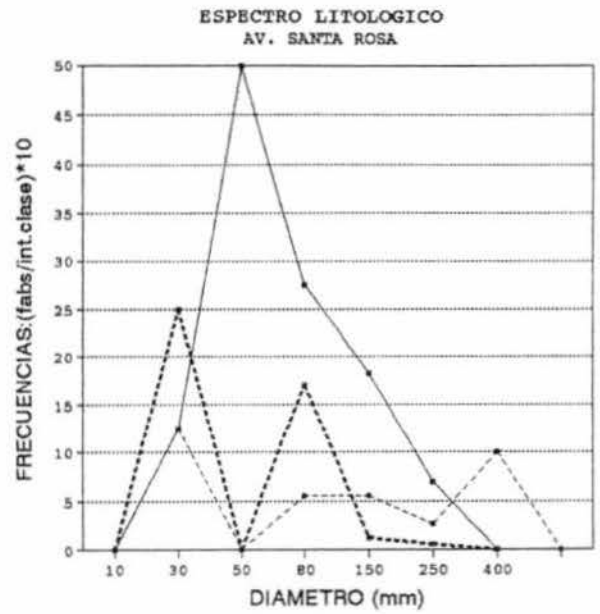
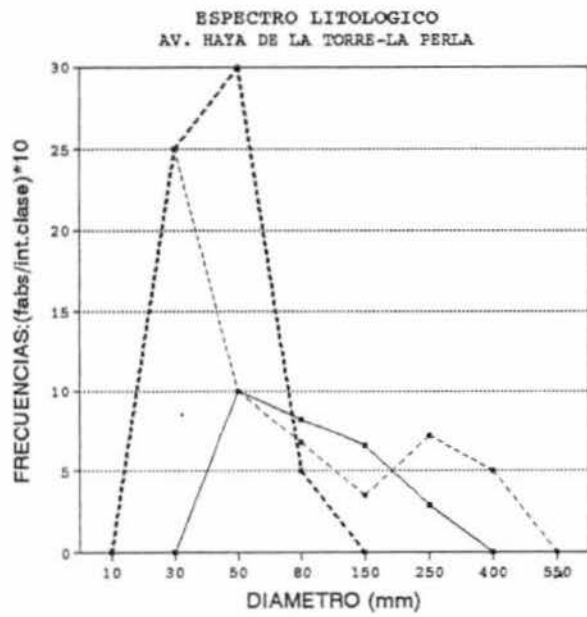


GRAFICO N° 5



desbordamiento que al disminuir la velocidad de flujo decantan dentro de un ambiente de excesiva calma.

## MORFOMETRIA DE RODADOS

Para el análisis de la morfometría de rodados se recolectaron muestras de cuarcitas en cada estación por ser estas rocas las de mayor resistencia a la erosión. En cada una de ellas se midió sus parámetros morfométricos: largo, ancho, espesor y radio de curvatura, relacionando la forma de éstas con los índices de Cailleux (1952) y Zingg (1935).

Estos parámetros morfométricos son los denominados índices de disimetría ( $I_d$ ), Desgaste ( $I_d$ ) y aplanamiento ( $I_a$ ) cuyos resultados de acuerdo como se aproximen a los valores de 0.5, 1 ó  $> 1$  nos indicarán el mecanismo de transporte y la paleodinámica dominante.

Las medianas de los valores para el " $I_d$ " se encuentran en el rango de 0.59 (estación Marbella) a 0.71 como máximo (estación Centro de Rehabilitación de Menores de Maranga); valores que nos indicarían la forma regular de los rodados; entendiendo esto como la tendencia en un sentido ideal hacia una esfera ( $I_d=0.5$ ).

En el " $I_a$ " las medianas de sus valores varían de 0.16 (estación Av. Sta. Rosa) a 0.43 como máximo (estación Bajada de San Miguel); correspondiendo el mayor valor a materiales mejor trabajados o que han tenido un recorrido mayor ( $I_d$  ideal para una esfera = 1), debido al mecanismo de transporte de materiales por suspensión, saltación y tracción propios de un medio fluvial.

El " $I_a$ " tiene como valores de las medianas 1.15 como mínimo (estación Bajada de San Miguel ) y 1.81 como máximo (Bajada del Parque Salazar) tratándose los primeros de materiales más globulares ( $I_a \geq 1$ ; 1: esfera ideal), que debido a su gran recorrido poseen estas características.

En todo medio fluvial teóricamente la tendencia evolutiva de los materiales constituyentes para el análisis de los acantilados es hacia la esfericidad; es por eso que se ha utilizado la clasificación para las formas e índices de Zingg (1935) basado en las relaciones entre las tres dimensiones ortogonales de los clastos: "l" longitud, "a" anchura y "e" espesor:

CLASE	a/l	e/a	FORMA
I	$>2/3$	$>2/3$	Esférica
II	$>2/3$	$<2/3$	Discoidal
III	$<2/3$	$>2/3$	Cilíndrica

IV	<2/3	<2/3	Laminar
----	------	------	---------

Con la cual se determinó que los materiales pertenecen a la clase I, II y III por la predominancia de formas de clastos esferoidales, seguido por los cilíndricos y en menor proporción los discoidales.

La diferencia entre los valores de estos índices por estación indicarían variaciones en la energía de flujo que es proporcional a la velocidad como también el efecto del transporte sobre los materiales.

### **GRANULOMETRIA DE RODADOS**

Para la granulometría de los rodados que constituyen los acantilados de la Costa Verde se ha elaborado el Cuadro No. 7 con sus respectivos histogramas de frecuencias (Gráficos No. 6, 7, 8 y 9), observándose que desde Chorrillos hasta parte de La Perla, los histogramas son unimodales con máximos centrales que fluctúan entre 5 a 15 cm en promedio para el diámetro mayor; encontrándose también clastos de hasta 40 cm; correspondiendo estos valores a la zona de Miraflores, donde los taludes alcanzan su máxima altura (70.80 m.) lo que evidencia la uniformidad u homogeneidad en el depósito así como la alta energía del flujo por las fracciones grandes encontradas.

En el sector de La Perla (estación Av. Santa Rosa) la característica del histograma varía en cuanto a sus máximos centrales, se puede observar que se trata de un histograma bimodal con dos familias de máximos centrales diferentes; así tenemos que existen rodados de 1 cm en promedio de diámetro o longitud mayor, que corresponde a uno de estos conjuntos y de 8 cm en promedio de diámetro mayor para el otro, encontrándose también clastos de hasta 25 cm para éste último, indicando la heterogeneidad en el depósito debido a aportes de materiales clásticos de paleocauces procedentes de otras direcciones.

### **ORIENTACION DE RODADOS**

La orientación se ha medido de acuerdo a la longitud del eje mayor del rodado, existiendo un predominio en las direcciones hacia el Noroeste en Chorrillos, variando gradualmente al suroeste-oeste desde Barranco hasta Miraflores, para luego variar hacia el sur-suroeste en Magdalena y La Perla (Gráficos No. 10 al 12). El origen de ésta disposición preferente de los materiales radica en las fuerzas que han ocurrido sobre ellos sea durante o después del depósito; si las fuerzas han actuado durante la sedimentación estos se orientarán en la dirección de menor

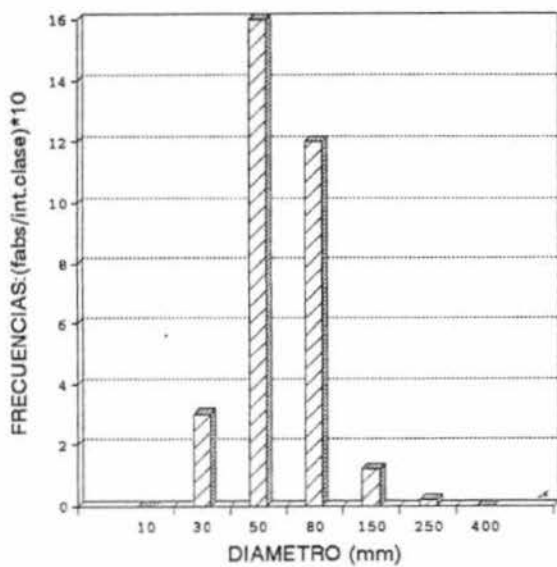
CUADRO N° 7

GRANULOMETRIA DE LOS RODADOS QUE CONSTITUYEN LOS  
ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE

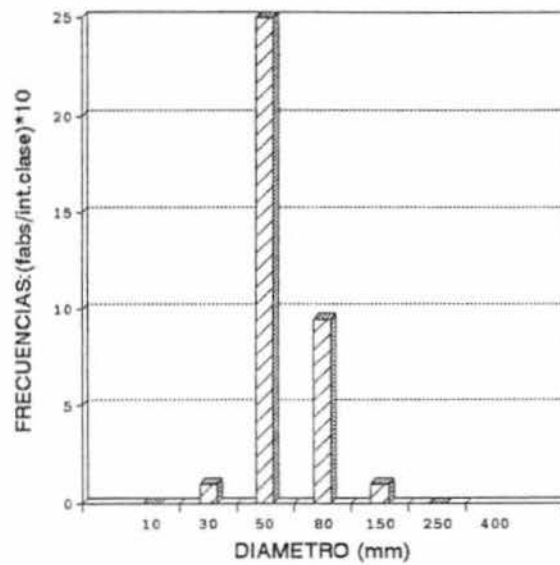
SECTOR: CHORRILLOS - LA PUNTA

Diametros (mm)	ESTACIONES													
	Agua Dulce		Costa Linda		Barranq.	Qda.	Bajada	MUELLE UNO	Marbella	Bajada	Bajada San	C.Rehabilit.	Av. Haya	Av.Sta.
	nivel inf.	nivel sup.	nivel inf.	nivel sup.		Armend.	P.Salazar			P.Suicidas	Miguel-Bert.	Menores	de la Torre	Rosa
FRECUENCIA DE RODADOS														
0-20	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7
20-40	6	2	17	4	8	0	8	4	0	4	2	2	4	2
40-60	32	50	35	24	22	13	16	0	0	11	0	8	10	16
60-100	48	38	41	38	46	36	52	8	9	44	33	65	29	39
100-200	12	10	7	30	24	51	20	72	81	41	59	25	39	34
200-300	2	0	0	0	0	0	0	12	6	0	6	0	14	2
300-500	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0

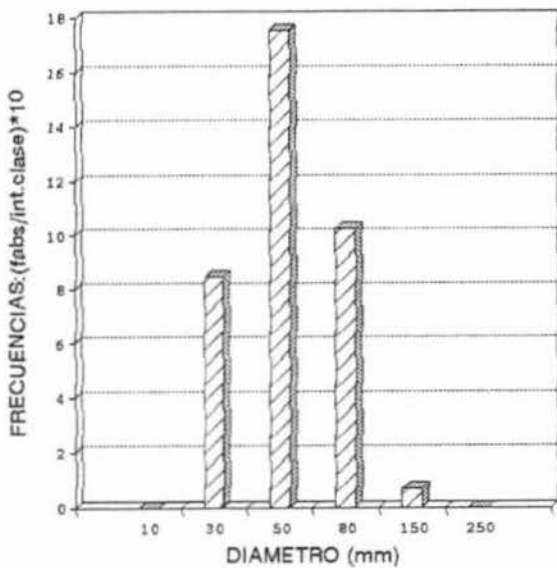
GRANULOMETRIA DE RODADOS  
AGUA DULCE (NIVEL INFERIOR)



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
AGUA DULCE (NIVEL SUPERIOR)



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
COSTA LINDA (NIVEL INFERIOR)



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
COSTA LINDA (NIVEL SUPERIOR)

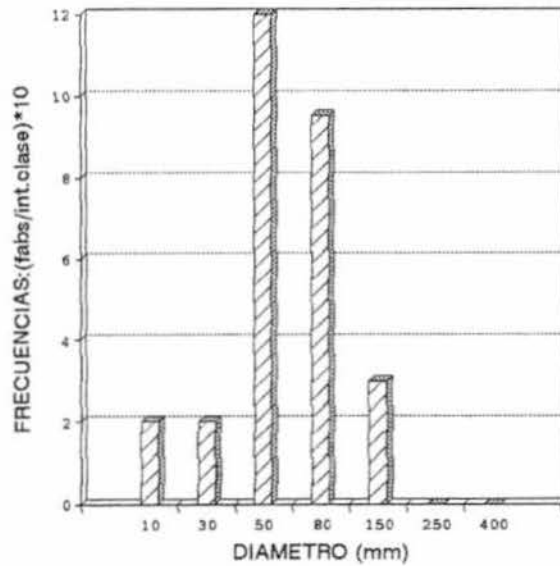
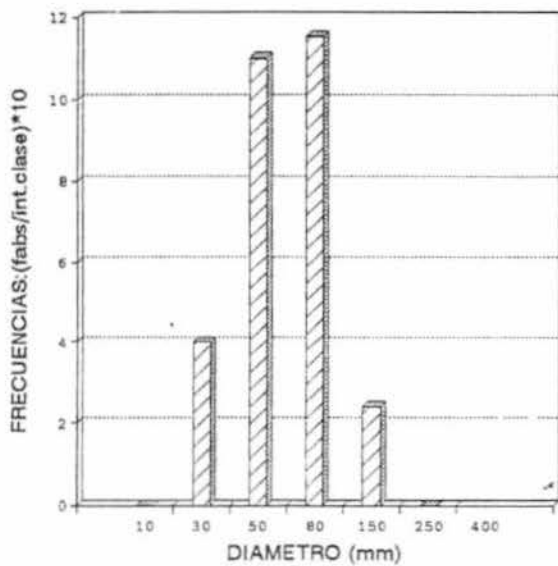
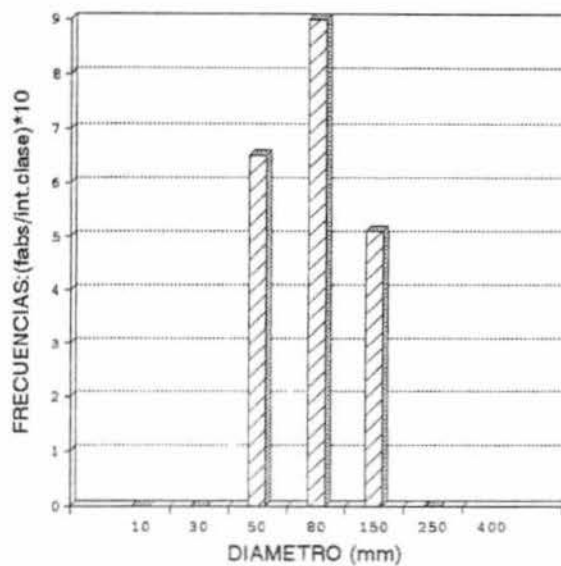


GRAFICO N° 6

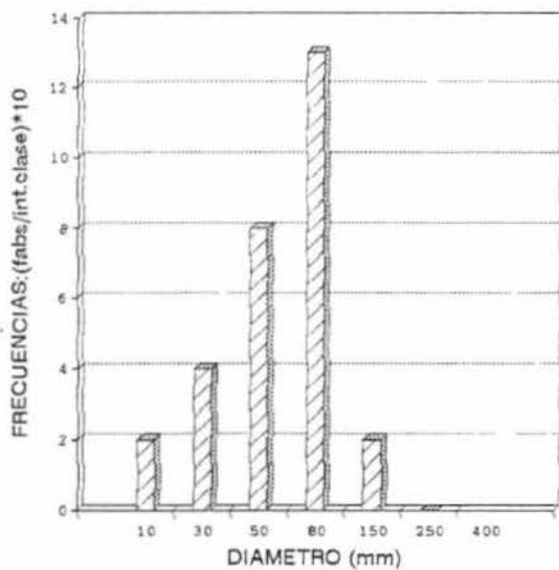
GRANULOMETRIA DE RODADOS  
BARRANQUITO



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
QDA. ARMENDARIE



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
BAJADA DEL PARQUE SALAAR



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
MUELLE UNO

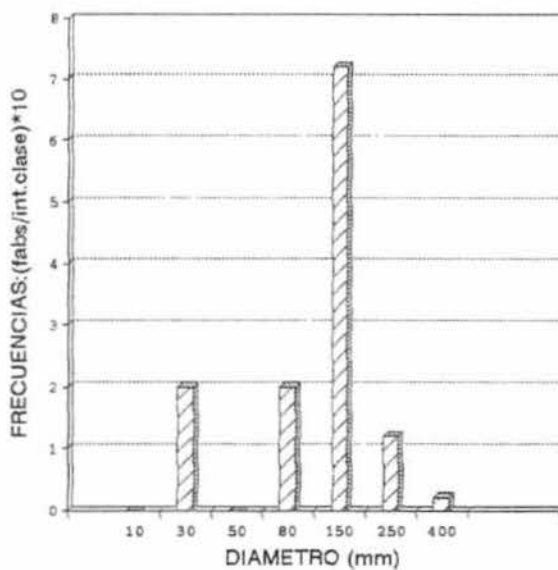
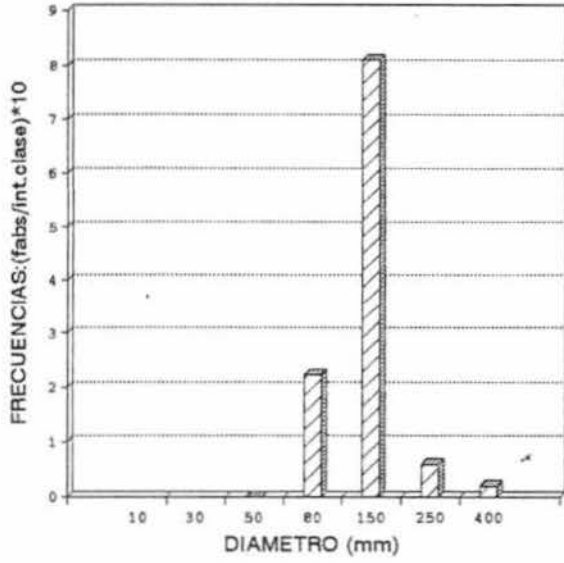
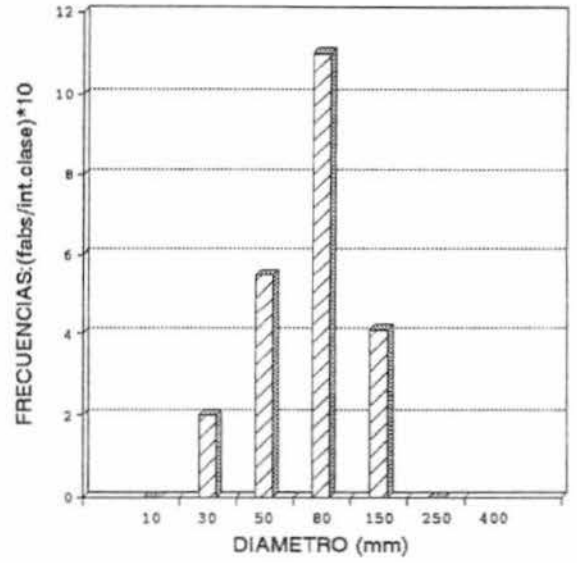


GRAFICO N° 7

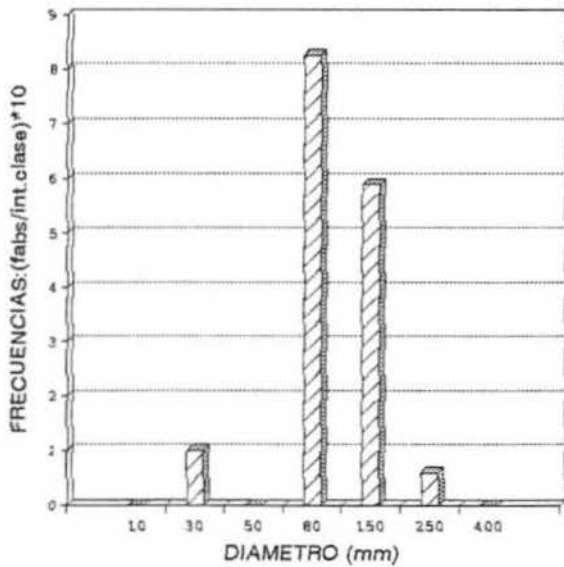
GRANULOMETRIA DE RODADOS  
MARBELLA



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
BAJADA PARAISO DE LOS SUICIDAS



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
BAJADA DE SAN MIGUEL (BERTOLOTTI)



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
CENTRO DE REHABILITACION DE MENORES

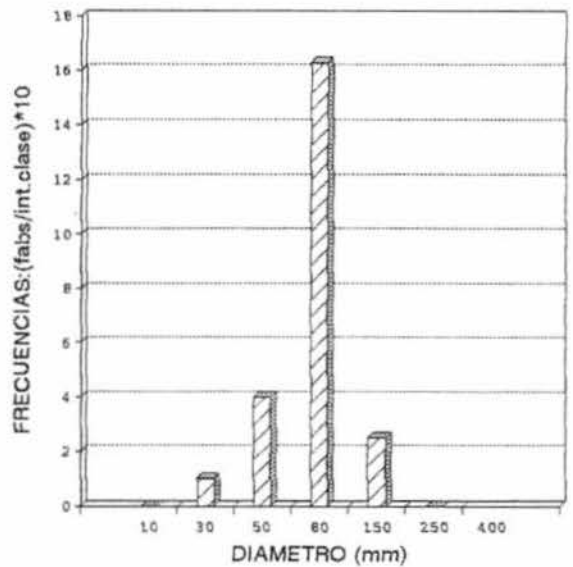
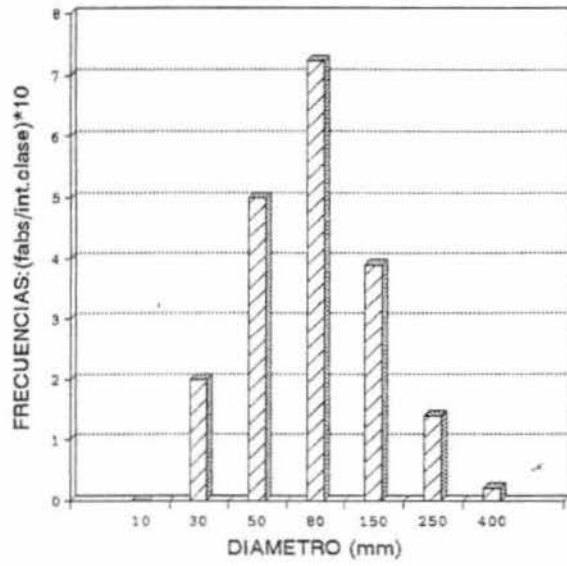


GRAFICO N° 8

GRANULOMETRIA DE RODADOS  
AV. HAYA DE LA TORRE-LA PERLA



GRANULOMETRIA DE RODADOS  
AV. SANTA ROSA

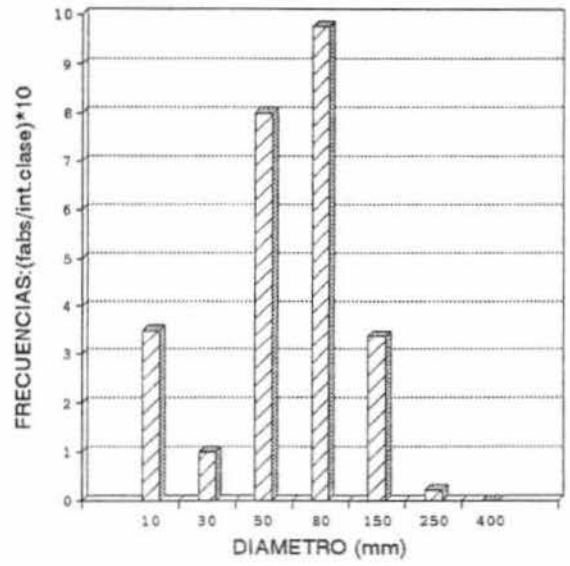
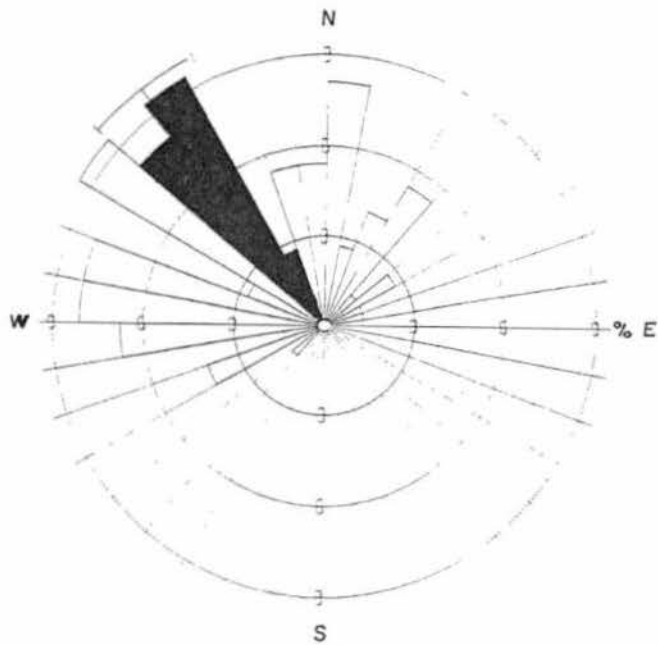


GRAFICO N° 9

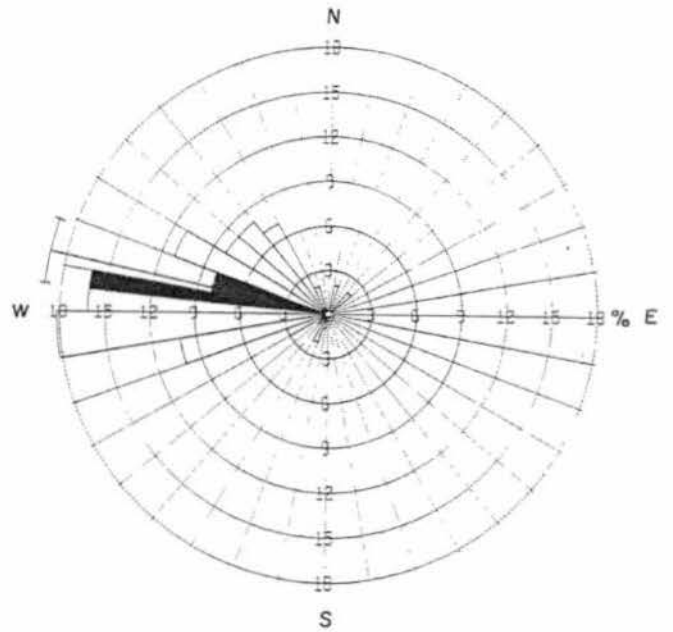
ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION AGUA DULCE



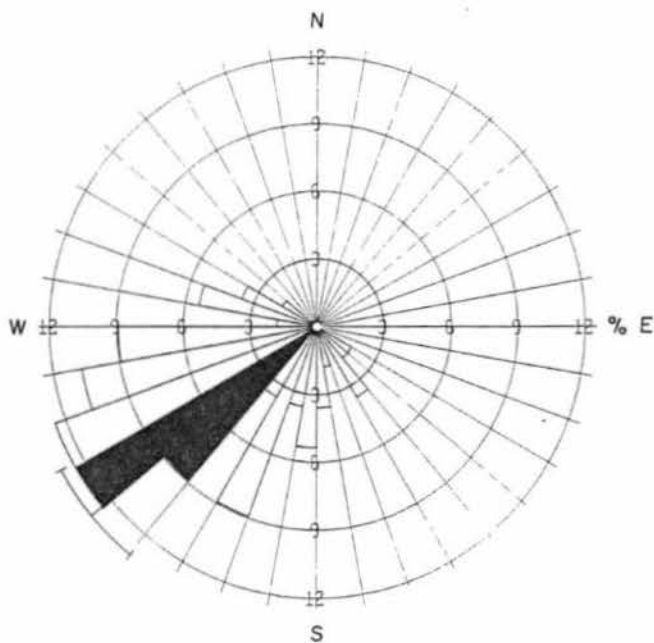
ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION COSTA LINDA



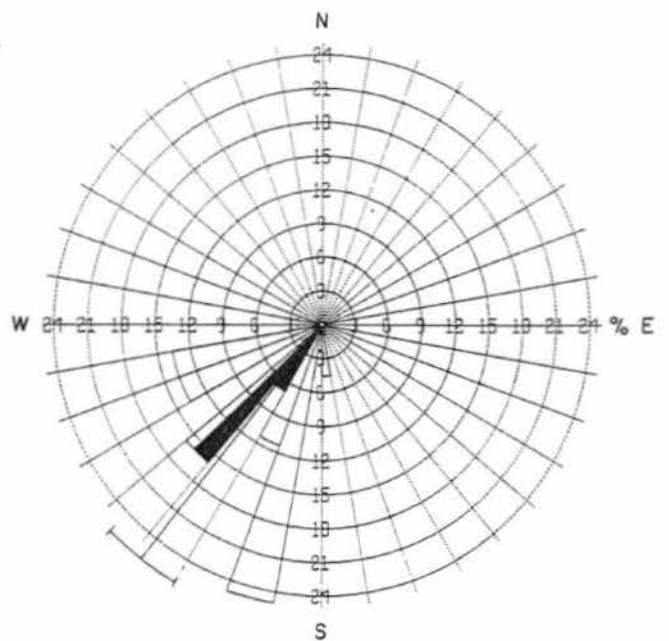
ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION BARRANQUITO



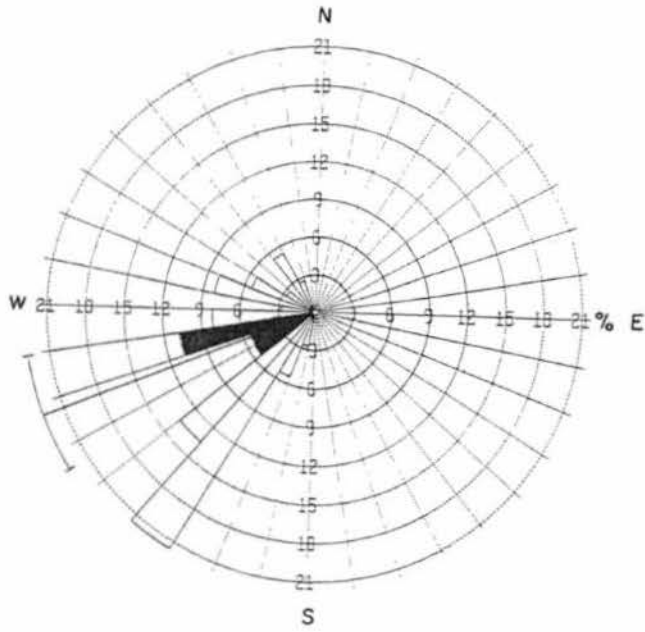
ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION QDA. ARMENDARIZ

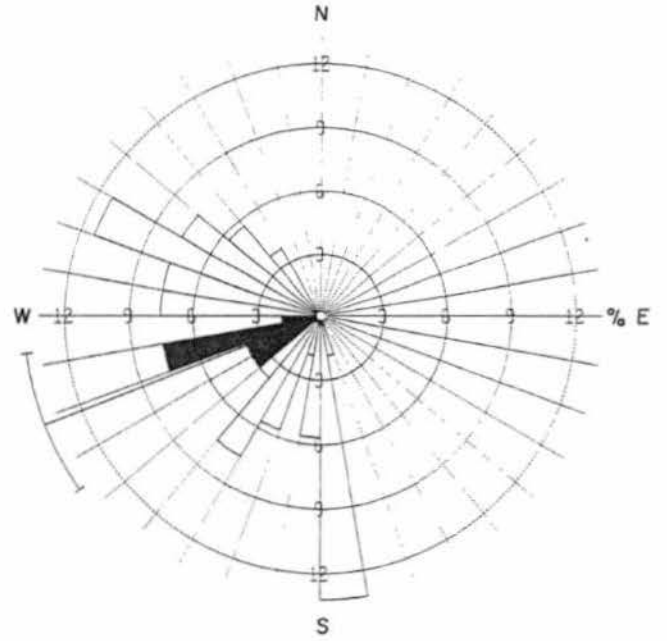




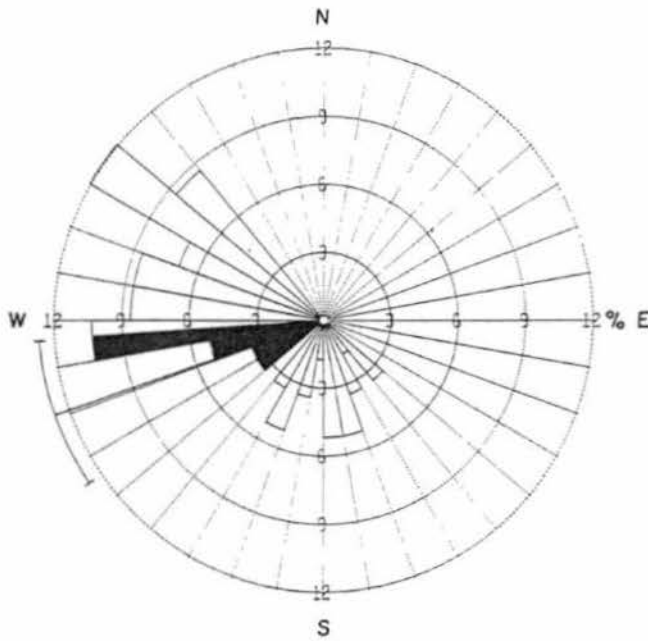
ORIENTACION DE RODADOS  
ESTACION BAJADA PQE. SALAZAR



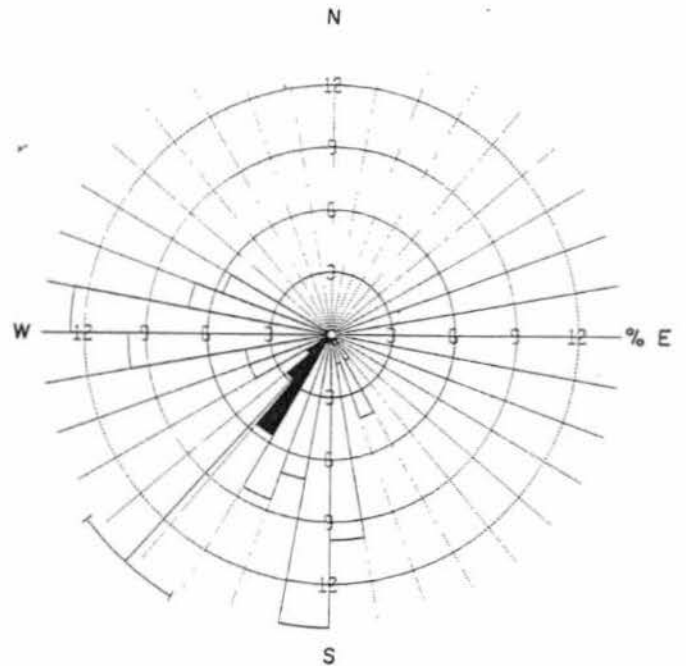
ORIENTACION DE RODADOS  
ESTACION MUELLE UNO



ORIENTACION DE RODADOS  
ESTACION BAJADA PARAISO DE LOS SUICIDAS

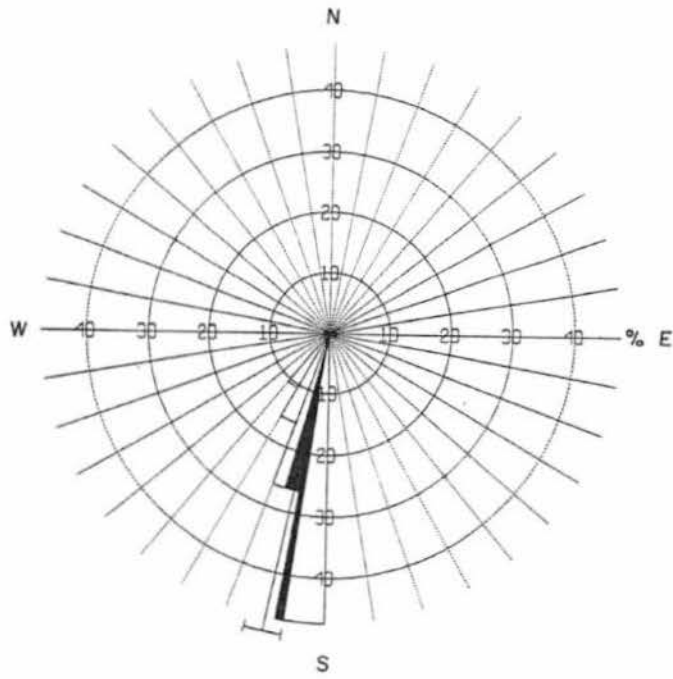


ORIENTACION DE RODADOS  
ESTACION BAJADA SAN MIGUEL - BERTOLOTTI



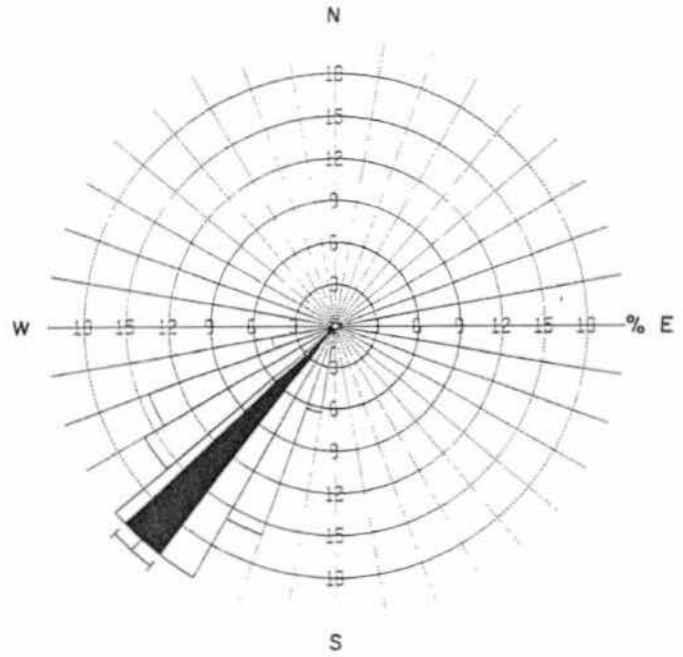
ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION CENTRO DE REHABILITACION DE MENORES



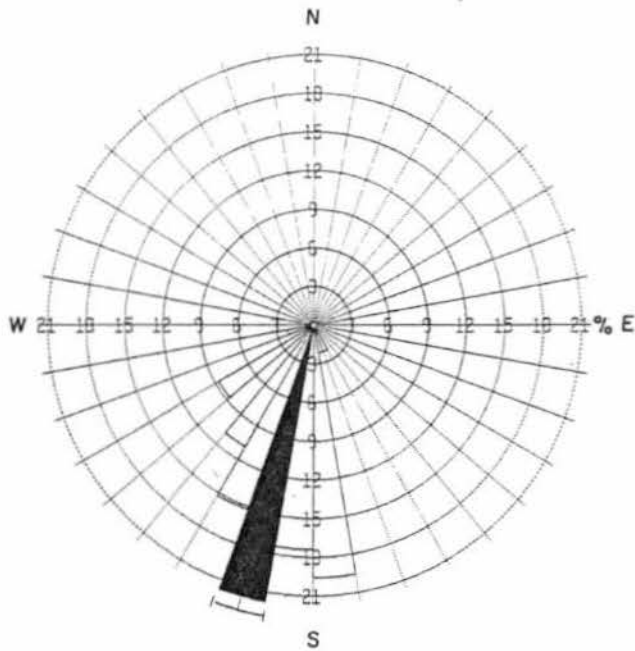
ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION AV. HAYA DE LA TORRE - LA PERLA



ORIENTACION DE RODADOS

ESTACION AV. SANTA ROSA



resistencia a las fuerzas actuantes y la velocidad del medio; tratándose de la parte final del depósito teóricamente habría una orientación preferente en la misma dirección del flujo; pero como puede observarse, existe<sup>^</sup> notables variaciones de las direcciones en los sectores estudiados. \*

La dirección de donde provinieron los antiguos flujos hídricos idealmente sería de noreste a suroeste y así lo demuestran las orientaciones de rodados encontrados en la mayor parte de las estaciones, existiendo un cambio notable en Agua Dulce y Costa Linda cuyas orientaciones de rodados van de sureste a noroeste; esto se debe a la existencia de una barrera natural como es el macizo del Morro Solar que impedía la circulación normal del flujo o flujos de agua y que por la topografía del lugar hacían una curva variando de ésta manera la orientación de los materiales.

En la estación Av. Santa Rosa, la orientación preferente es casi sur, la cual podría deberse a la influencia de paleocauces pertenecientes al actual río Chillón, que en épocas pasadas podrían haber llegado hasta ésta zona. Otro factor del origen de estas variaciones en las direcciones sería el grado de deformación por orientación que han experimentado estos materiales por efecto de diferencia de presiones debido a nuevos aportes de materiales.

5.0  
4.0

## GEOTECNIA

5.1

### CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS SUELOS

#### 5.1.1 DE LIMA METROPOLITANA

En Lima Metropolitana y Callao, desde el punto de vista geotécnico, existen diferentes tipos de suelo, de origen fluvio-aluvional, desde los más resistentes (gravas, con matriz de arena en estado compacto a semicompacto) hasta los más blandos o suaves (limos y arcillas, de plasticidad media a alta, parcial o totalmente saturados).

Los frentes de ondas sísmicas, en estos suelos, sufren refracciones, reflexiones o amplificaciones, así como también, inducen efectos de densificación o licuefacción, que han originado daños tanto en las estructuras altas como en aquellas de menor importancia, generando cuantiosas pérdidas materiales y de vidas humanas.

En suelos relativamente compactos o muy compactos (zona central de Lima - Cercado y Alrededores), las vibraciones sísmicas se transmiten a la superficie con un grado de amplificación o amortiguamiento sin pérdida de resistencia o deformaciones locales significativas, y originan efectos sobre estructuras, pero sin daños directos en su cimentación.

En suelos en estado suelto a muy suelto, parcial o totalmente saturados (Zonas del Callao y extremos del cono deyectivo, La Molina, La Campiña, y otros marginales de Lima), por efecto de las vibraciones sísmicas se origina una pérdida de resistencia al esfuerzo cortante parcial o total del suelo, manifestándose en asentamientos, agrietamientos, surgencia de agua y licuefacción.

En 1979, Carrillo G., determina para el conglomerado de la parte central de Lima los siguientes parámetros:

- Peso unitario seco: 1.80-2.20 Ton/m<sup>3</sup>.
- Densidad relativa: 70-95 %.
- Diámetro efectivo ( $D^{10}$ ): 0.15-0.45
- Coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ): 10-130
- Cohesión promedio: 0.40-0.80 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Angulo de fricción interna: 36 -42° .

asumiendo que en el proceso de deformación elástica de estos suelos, las partículas sólidas de los componentes del conglomerado compacto, sean

considerados como elementos absolutamente rígidos en estratos potentes; se cumple salvo excepciones muy localizadas.

En el mapa de distribución de intensidades sísmicas en Lima, calculada para el terremoto del 03 de Octubre de 1974 (IGP, 19 ), se determinó, en la mayoría de los casos, una correlación adecuada entre el tipo de suelo yacente en cada lugar y la evaluación de daños ocurridos. \*

Se estableció que para un sismo de grado 7.6 con aceleración máxima de 0.19 g y duración de 100 seg., los suelos gravo-arenosos, del conglomerado de Lima, presentaron en promedio intensidades VI MMI y módulos elásticos comprendidos entre 150-500 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual generaría efectos destructivos, sobre todo en los taludes de los acantilados, originando derrumbes que afectarían las construcciones muy cercanas al borde de los mismos.

A continuación se presenta una descripción de las características geotécnicas de los suelos en las zonas del Callao, Chorrillos y La Molina.

**En el Callao**, los depósitos están constituidos predominantemente por material aluvial, y en menor proporción material eólico y marino en los acantilados del litoral. En profundidad se encuentran estratos alternados de limos saturados, de baja densidad, arenas y gravas flojas con limos y arenas saturadas. Superficialmente hay zonas en el Callao donde la carga admisible es de solo 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el sector de La Punta, predominan en superficie gravas arenosas, y en profundidad lo hacen elementos finos limo-arcillosos, esporádicamente limos saturados entre 1.0-2.5 m.

La capacidad de carga en promedio es de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Entre la Av. Contralmirante Mora y el Terminal Marítimo, predominan limos arcillosos saturados en las capas más superficiales; que se intercalan con gravas de pobre gradación; su capacidad de carga está entre 0.8-1.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

Otra zona que presenta capacidad de carga baja (0.5-0.9 Kg/cm<sup>2</sup>), se ubica en la Av. Costanera, comprendida entre el Callao - La Perla; donde predominan los suelos limo-arcillosos, de 1.5-2.0 m. de grosor, debajo de los cuales se encuentran capas de turba.

En Bellavista (alrededores del Hospital San Juan de Dios), los suelos son limo-arenosos, presentando mejores condiciones de cimentación, a excepción de las

esporádicas capas blandas que se encuentran. La capacidad de carga en esta zona donde predominan los materiales gruesos, varía entre 1.0-1.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

**El área de Chorrillos**, forma parte de antiguo cono de deyección del Rímac (Teves, N. y Martínez A., 1966), última fase de acumulación del "Cono de Miraflores" (Tricart, 1970), donde se asienta su zona urbana.

Los materiales de éste cono se habrían depositado en el paleorelieve producido por la erosión del río Rímac sobre el Anticlinal de Lima, cuyo afloramiento se encuentran en el Morro Solar (INGEMMET, 1981).

Está caracterizada por sedimentos fluvio-aluvionales de naturaleza más fina que en otras zonas, compuesto por capas de fragmentos gruesos (gravas) en matriz arenosa y limo-arcillosa, que disminuyen como lentes hacia el litoral (Agua Dulce y Costa Linda), donde predominan los materiales finos (limos y arcillas).

Su grosor alcanza el orden de 200-300 m. (Tamashiro, 1973), en la zona norte de Chorrillos disminuyendo hacia encontrarse con el macizo del Morro Solar.

En La Campiña predominan en profundidades menores de 15 m, arenas gravosas, con escasa proporción de finos, ocasionalmente se intercalan capas de gravas arenosas con poco limo, y en profundidades mayores de 15 m., arcillas arenosas y arcillas limosas.

En superficie predominan capas de arena de grano fino a medio.

La capacidad de carga en éste sector es de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la zona de Villa, la granulometría es más fina que la zona anterior. Está constituida por suelos areno-limosos, ligeramente húmedos, intercalados con arcillas limosas de mediana a baja plasticidad, medianamente densas y húmedas; en profundidad aparecen limos arenosos.

En un estudio sobre pavimentación de la Av. Huaylas, que cruza longitudinalmente al área de Chorrillos (INVERMET, 1988), se realizaron calicatas de 1.5 - 2.0 m. de profundidad, que permitieron conocer las características superficiales de los suelos, conformados por materiales compresibles, de naturaleza orgánica (turbas), limos en algunos casos cubiertos con material granular, de la antigua carretera, rellenos de basura y desmonte.

Se suma la presencia de napas freáticas superficiales (zona pantanosa), y napas freáticas profundas y presencia de sales.

Debido a las condiciones geotécnicas que presentan, estos suelos, se consideran desfavorables a la estabilidad de cualquier obra civil, esperándose asentamientos de suelos.

La capacidad de carga estimada para el sector de Villa varía entre 0.5-1.5 Kg/cm<sup>2</sup>.



En el sector de Los Laureles, predominan en superficie capas de arenas arcillosas pobremente graduadas y limos arenosos, en profundidad arcillas arenosas bastante compactas. La capacidad de carga se estima entre 1.5 - 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el sector del PP.JJ. Armatambo, cercano al macizo rocoso, las perforaciones de pozos dan espesores de material aluvional de hasta 80 m. presentándose bancos de hasta 20 m. de gravas arcillosas intercalados con gravas arenosas. La capacidad de carga varía entre 1.2 - 1.9 Kg/cm<sup>2</sup>.

Entre la Escuela Militar y la Urb. Matellini, se intercalan estratos limo-arenosos con gravas limo-arenosas, que sobreyacen a un banco grueso de arcillas. La capacidad de carga es de 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

En el sector comprendido entre La Bajada de Agua Dulce y el límite sur del Club Regatas (en el mismo acantilado), se observan gruesos estratos de arcillas, de color amarillento, medianamente consolidadas, fisuradas, que subyacen a estratos de arenas limosas y arcillas limosas con espesores de 5 m. en promedio.

Se estima capacidades de carga de 2.0 - 2.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

**El área de La Molina**, está asentada en una zona de depresión, que ha sido rellenada fundamentalmente por materiales de las quebradas Pampa Grande, El Arenal y otras circundantes, las que han formado una planicie aluvional, rodeada de afloramientos rocosos, que forman los cerros de La Molina, conformados por rocas sedimentarias cretácicas (lutitas y calizas) e intrusivas (granodioritas del Batolito Costero).

En el sector de la Universidad Agraria predominan en superficie limos de mediana a baja plasticidad intercalados con arcillas de mediana plasticidad y poca arena.

Capacidad de carga estimada: 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Para la Urb. La Rinconada de Lago, se estiman capacidades de carga de 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>, en suelos conformados por gravas y arenas, gruesas, mal graduadas, densas, con predominio de sílice.

En la zona NE de este sector, donde se ubican las lagunas de La Molina, existen arenas gruesas intercaladas con gravas finas y lentes de arcilla, cuya capacidad de carga es de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

El sector de la Urb. Rinconada Alta (Colegio Reina de Los Angeles), está asentado sobre arenas limosas, sueltas, con capacidad de carga de 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

Entre La Molina Vieja y El Remanso, predominan hasta los 2.0 m. de profundidad, arcillas de baja a mediana plasticidad, y luego gravas areno-limosas mal graduadas. Capacidad de carga de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

La Urb. El Sol de La Molina se asienta sobre arenas eólicas; aledaña a ésta se ubica La Planicie, conformada por suelos residuales y eluviales, con espesores entre 30-70 m. en las zonas cercanas a los cerros, conformados por rocas intrusivas con alto porcentaje de micas, muy inestables en presencia de agua. La capacidad de carga en éste sector varía entre 1.8-2.5 Kg/cm<sup>2</sup>, dependiendo del material predominante.

#### 4.2 NAPA FREÁTICA SUPERFICIAL Y COMPORTAMIENTO DEL SUELO ANTE UN SISMO

El agua se puede comparar como un material "duro", debido a su incompresibilidad, es capaz de transmitir las ondas compresivas (ondas sísmicas, por ejemplo) a mayor velocidad de lo que puede hacerlo un suelo no saturado.

Las fluctuaciones del nivel freático pueden deberse a causas naturales en su recarga como: cambio de curso de un río, escorrentía superficial de acuerdo a las precipitaciones, según la estación (lluviosa o seca).

Durante un sismo, la fluctuación del nivel freático dependerá fundamentalmente de la permeabilidad de los estratos por encima de éste.

Una baja permeabilidad de los estratos superiores implicará una alta presión porosa de agua, produciendo a la vez un decrecimiento de los esfuerzos efectivos entre los granos sólidos.

La poca profundidad del nivel freático, la alta presión porosa del agua y la granulometría de los estratos superiores, pueden producir un flujo hacia arriba, el cual reducirá los esfuerzos efectivos de los estratos superiores, en especial si se trata de arena.

Estos flujos se manifiestan como:

- Flujos de arena y lodo, asociados con sedimentos saturados de agua (arenas), expulsados a través de fisuras durante o después de que un sismo se haya producido.
- Licuefacción, de arenas saturadas, sometidas a vibraciones por pérdida temporal de esfuerzos de corte. Se presentan en arenas finas, arenas limosas y limos.

En consecuencia, la elevación del nivel freático incrementa la probabilidad de mayores daños en estructuras cimentadas en dichas zonas.



En los estudios realizados por Villanueva (1975), J.C. Gómez (1990), en las zonas de Chorrillos, La Molina y Callao, y de acuerdo al análisis efectuado, se indica que la mayor incidencia del nivel de la napa freática en el incremento de las intensidades sísmicas se da en :

- Zona situadas al Este del distrito de Chorrillos, donde por razones de descarga, la masa de agua se encuentra cerca a superficie
- Zonas bajas cerca al litoral (zona de Villa).
- Zona donde se ubica la Universidad Agraria La Molina, donde existen suelos blandos y napa alta, siendo en varios sectores terrenos saturados.
- Zonas del Callao aledañas a las riberas del río Rímac, con profundidad de la napa de 1 m., en gran parte con suelos blandos, sueltos y hasta rellenos artificiales.

#### **4.3 ESTABILIDAD Y CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**

El suelo de Lima Metropolitana se puede considerar de características geotécnicas muy buenas, presentando un aspecto bastante característico cual es su estabilidad en cortes verticales o casi verticales, que hacen que en Lima generalmente se realicen excavaciones sin entibamiento de hasta 15 m. de profundidad. Así también en la línea costera es posible observar que los acantilados forman taludes de 60° a 90° con alturas de hasta 65 m. Esto se explica debido a que el depósito alterno de capas sedimentarias presenta diferentes resistencias y cohesiones relativamente elevadas y a las capas escalonadas de sedimentos variables cuyas potencias no son mayores a los 10 m. En el sector de Miraflores - Barranco debido a la cementación del suelo con carbonato de calcio mezclado con aglomerantes limosos y arcillosos, así como a un encaje de las gravas entre sí, es posible encontrar una elevada estabilidad.

En el centro de Lima, para todos los sectores por lo general se admiten presiones de 4 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dentro de la información que se dispone, en los ensayos de carga directa, realizados en el Paseo de La República (Centro Cívico), se apreciaron asentamientos de 2 a 3 mm. bajo una presión de hasta 15 Kg/cm<sup>2</sup>; ensayos que realizados en todo el sector urbano, muestran resultados parecidos. En las áreas de La Perla y Callao, donde el aglomerante se vuelve más fino entre las partículas gravosas con intercalaciones de lentes limo-arcillosos, disminuye la presión admisible del subsuelo para las cargas estructurales.

En la zona central del Callao, donde las capas cerca a la superficie (unos 10 m. de espesor), están compuestas por capas arenosas, limosas, arcillosas con componentes parcialmente orgánicos, se recomienda una presión admisible sobre el suelo de hasta 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>, y asimismo cimentaciones sobre pilotes (Tienda de Santa Isabel).

Igualmente una menor estabilidad muestran los suelos de granulometría fina de Chorrillos. Donde se han presentado asentamientos originados sobre todo por sismos y movimientos del suelo. Sin embargo, se admiten presiones sobre el terreno de por lo menos 2 Kg/cm<sup>2</sup>. Los terrenos susceptibles a asentamientos sobre todo en combinación con movimientos sísmicos, se localizarían en la zona marginal del delta del río Rímac y en los valles laterales al Sureste de La Molina y La Planicie y en los sectores de Villa El Salvador y San Juan de Miraflores.

#### 1.1.2 DEL ACANTILADO, DE LA COSTA VERDE

Los acantilados de la Costa Verde, presentan variados valores de capacidad portante en sus suelos los que están íntimamente relacionados a su constitución y condiciones geomecánicas. Estos valores son más bajos en los sectores de La Perla (0.5-1.0 Kg/cm<sup>2</sup>), Chorrillos (2.0-2.5 Kg/cm<sup>2</sup>), y más altos en los sectores de Miraflores, Barranco, San Isidro, Magdalena y San Miguel (4.00 Kg/cm<sup>2</sup>).

En los cuadros 8b, 8c y 8d, se muestra las características geotécnicas de los suelos de trece muestras tomadas en diferentes puntos de la Costa Verde, así mismo su composición química; también se analizó la composición química de dos muestras de travertino de las paredes de los acantilados.

Por otro lado, es necesario considerar que los acantilados están en constante amenaza de agrietamientos y derrumbes, proceso que además de la gravedad, tiene las siguientes causas:

- a) Suelos superficialmente poco consolidados.
- b) Presencia de horizontes interestratificados de material areno-limoso, que al humedecerse por efecto de la brisa marina, pierden su cohesión y ángulo de reposo, produciéndose desprendimientos en forma de lajas o terrones dejando cavidades en el talud.
- c) Fuerte pendiente de los taludes naturales y de corte que algunas veces sobrepasan los 90°.
- d) Infiltración del agua proveniente de los desagües en mal estado, de las viviendas.

**CUADRO No. 8**  
**ALGUNOS VALORES DE CAPACIDAD PORTANTE (qu)**  
**EN SUELOS DE LIMA METROPOLITANA**

(Fuente: Estudios de Suelos , INFES)

Centro Educativo	Ubicación/Distrito	Prof. de Cimentación (m)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de suelo	Observaciones
Villa Norte	Los Olivos	1.00	1.00	Limo-arcilloso	
No. 7066	Los Olivos	1.00	1.00	Arena media/fina	Sal.
Javier Heraud	S.J. Miraflores	1.50	1.00	Arena media/fina	sal
Retablo	Comas	1.00	1.00	Limo-arenoso	
No. 2050	Carabaylo	1.00	1.00	Limo-arenoso	
No. 107 Daniel A. Carrión	Coop. Andehusuytas Ate-Vitarte	1.50	3.00	Grava	
Mirones	Mirones-Lima	1.50	2.50	Grava limosa	
No. 146 - Juan Pablo II.	AA.HH. Juan Pablo II.- S.J.Lurigancho.	1.50	3.00	Grava	Bolonería
Nuestra Señora del Carmen	Av. Las Palmeras S.J.Lurigancho	1.00	1.00	Arcilla	
No. 078 Ramiro Priáe	Coop. Virgen de Cocharcas S.J.Lurigancho	1.50	2.00	Arena	
Los Incas	Urb. Los Incas - Chorrillos	1.00	1.00	Arcilla	
No. 153 Alejandro Sánchez	Proy. Especiales S.J.Lurigancho	1.50	2.50	Grava arenosa	
No. 3076	Collique-5ta. Zona Comas	1.00	3.00	Grava	Bolonería
No 570	AA.HH. Integración Chorrillos	0.80	4.00	Roca	
No. 159	S.J.Lurigancho	1.00	2.50	Grava	Aluvial
No. 162	S.J.Lurigancho	1.00	2.50	Grava	Aluvial
No. 6037	AA.HH. Virgen de Lourdes Villa María del Triunfo	1.00	2.50	Grava/ arena en gravilla	Med. densa
Alipio Ponce	Lima-Cercado	1.50	2.50	Grava limo-arenosa	Med. densa
No. 6089 Jorge Basadre	Los Laureles S.J.Miraflores	1.00	1.00	Arena	Relleno
No. 7087	AA.HH. El Nazareno - Pamploña	1.00	0.90	Arena suelta	
Nuevo Progreso	AA.HH. Nuevo Progreso V.M. del Triunfo	1.50	1.50	Arena limosa	
Nuevo Perú	AA.HH. Laura Callier Los Olivos	1.00	1.00	Arcilla (CL)	
No. 2022	AA.HH. Alejandro Villanueva del Campo - Los Olivos	1.00	1.00	Arcilla (CL)	
Los Sauces	Urb. Los Sauces - Sta. Anita	1.00	3.00	Grava (GP)	
I.S.P. Manuel González Prada	Villa El Salvador	1.00	1.50	Arena (SP)	
Puyusca	AA.HH. Puyusca V.M. del triunfo	1.00	1.50	Arena	

**CUADRO No. 8a**  
**ALGUNOS VALORES DE CAPACIDAD PORTANTE (qu)**  
**EN SUELOS DE LIMA METROPOLITANA**  
(Fuente: Estudios de Suelos , INFES)

Centro Educativo	Ubicación/Distrito	Prof. de Cimentación (m)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de suelo	Observaciones
No. 7207	Urb. Valle Sharon S.J. Miraf.	1.00	0.90	Arena (SP)	Sal
I.S. Hermelinda Carrera	San Miguel	1.00	1.00	Limo (ML)	
Las Palomitas	Urb. Pando Cercado-Lima	1.00	1.00	Arcilla (CL)	
No. 119	S.J.Lurigancho	1.00	3.00	Grava (GM)	
Mendocita	La Victoria	1.00	3.00	Grava (GP)	
Cruz de Armatambo	Chorrillos	1.00	1.00	Arena (SP)	
IST. San Carlos	Canto Grande	1.00	1.50	Arena fina	Med. densa
Artes Gráficas	Cercado-Lima	1.00	3.00	Grava	Densa
Isabel Chimpu Oclo	San Martín de Porres	1.00	2.50	Grava	Med. densa
C.E. No. 1048	Huerta Perdida Barrios Altos	1.00	2.50	Grava arenosa	Suelta a med. densa
No. 3007	Jr. Marañón-Rímac	1.50	1.00	Limo arenoso algo gravoso	Median. denso (reforzar)
Juan Velasco A.	Villa El Salvador	1.00	1.50	Arena	Algo de sal
José Galvez	Collique-Comas	1.00	3.00	Grava	Bolonería
No. 2060 - Nuestra Sra. de Guadalupe	Collique Comas	1.00	3.00	Grava	Bolonería
No. 7038 Cruz de Armatambo	Chorrillos	1.00	1.00	Arena limosa	Relleño (sal)
República de Colombia	Tahuantinsuyo	1.50	2.00	Arena gruesa	Med. densa
Huerta Guinea	Rímac	1.00	3.00	Grava	Med. densa a densa
Visión Mundial	Cercado-Lima	1.00	1.00	Relleño	Arena, ladrillos
No. 116 Abraham Valdelomar	AA.HH. 9 de Octubre S.J.Lurigancho.	2.00	2.00	Arena gruesa	0-1.40 Relleño
No. 6036	AA.HH. Santa Teresa de Villa - Chorrillos	1.00	1.00	Arena media a med.densa, suelta	sal
No. 7054	Villa María del Triunfo	1.50	2.50	Arena gruesa, gravosa	Med. densa
No. 6015	AA.HH. José Galvez V.María del Triunfo	1.50	2.00	Arena gruesa con gravilla	Med. densa
No. 6029	AA.HH. José Galvez V.María del Triunfo	1.50	2.50	Arena gruesa algo gravosa	Med. densa
No. 6093	AA.HH. José Galvez V.María del Triunfo	1.50	1.00	Arena media a med. densa	Sal
Carlos Paz Soldán	Rímac	1.00	3.00	Grava arenosa	Med. densa
Eloy Ureta	Av. 26 de Noviembre V. María del Triunfo	2.00	2.00	Arena gruesa	Med. densa
No. 3856	Tahuantinsuyo	1.50	2.00	Arena gruesa	Med. densa
C.E.I. 189	Urb. Sol de Vitarte-Ate	1.00	2.50	Grava arenosa	Med. densa
No. 6059 Sagrado Corazón de Jesús	San Gabriel-Vallecito V.María del Triunfo	2.00	1.50	Arena media a fina	Med. densa; carbonatos
República del Ecuador	Av. 26 de Noviembre V. María del Triunfo	1.50	2.00	Arena fina a media	Med. densa

**CUADRO No. 8b**  
**CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS SUELOS DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE**

CODIGO DE MUESTRA	UBICACION DE LA MUESTRA	GRANULOMETRIA (FRACCION QUE PASA)			LIMITE DE ATTERBERG		PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS	P. VOLUMET. DE SUELOS COHESIVOS	CLASIFICAC. S.U.C.B.
		MALLA 2" (%)	MALLA No. 4 (%)	MALLA No.200 (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO			
CV-1	Agua Dulce	80.3	21.7	4.3	N.P.	N.P.			GP
CV-2	Agua Dulce	100	99.9	34.9	N.P.	N.P.			ML
CV-3	Agua Dulce	100	100	39.1	N.P.	N.P.		1970	ML
CV-4	Agua Dulce	67.9	26.9	4.3	N.P.	N.P.	2674		GP
CV-5*	Barranquito	100	48.7	11.8	N.P.	N.P.	2511		GP-GM
CV-6	Barranquito	100	100	41.6	N.P.	N.P.			ML
CV-7	Barranquito	100	99.8	62.7	25.92	20.9		1530	CL-ML
CV-8*	Calle 1 (San Miguel)	100	54.7	17.3	N.P.	N.P.	2597		GM
CV-9*	Maranguita	100	79.9	20.3	N.P.	N.P.			SM
CV-10	Maranguita	100	100	41.4	N.P.	N.P.		1560	ML
CV-11*	Maranguita	100	58.4	12.6	N.P.	N.P.	2591		SM
CV-12	La Perla (Colector)	86.7	36	9.8	N.P.	N.P.	2604		GW-GM
CV-13	La Perla (Leoncio Prado)	100	100	97	62.48	27.27			CH

(\*) Matriz del suelo analizado.

N.P. : No Presenta.

(\*\*) En Kg/cm<sup>3</sup>.

**CUADRO No. 8c**  
**COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUELOS DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE**

CODIGO DE MUESTRA	UBICACION DE LA MUESTRA	ANIONES (%)			CATIONES (%)				IMPUREZAS ORGANICAS
		SO4	Cl	HCO3	Ca	Mg	Na	K	
CV-2	Agua Dulce	0.31	0.17	0.03	1.45	0.95	2.30	1.90	
CV-3	Agua Dulce	0.19	0.29	0.03	1.55	0.95	2.10	2.00	N.P.
CV-5*	Barranquito	0.12	0.46	0.07	1.45	0.85	2.40	2.30	
CV-6	Barranquito	0.17	0.23	0.12	1.15	1.00	2.00	2.20	
CV-7	Barranquito	0.10	1.15	0.07	1.00	0.95	2.00	1.80	N.P.
CV-8*	Calle 1 (San Miguel)	0.07	0.46	0.15	1.45	0.80	2.10	2.20	
CV-9*	Maranguita	0.11	0.63	0.02	1.60	0.80	2.30	2.30	
CV-10	Maranguita	0.09	0.80	0.03	1.60	0.85	2.40	2.10	Trazas
CV-11*	Maranguita	0.11	0.63	0.02	1.55	0.80	2.50	2.20	
CV-13	La Perla (Leoncio Prado)	0.50	3.90	0.01	0.80	0.95	0.80	1.90	N.P.

(\*) Matriz del suelo analizado.

N.P. : No Presenta.

CUADRO No. 8d  
 COMPOSICION QUIMICA DEL TRAVERTINO PRECIPITADO  
 EN LAS PAREDES DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE

No. MUESTRA	PROCEDENCIA	ELEMENTOS ANALIZADOS (%)									
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	Px <sup>*</sup>
1	Barranquito	1.52	0.26	0.019	0.67	0.008	1.82	0.67	0.14	51.70	43.20
2	Muelle Uno	0.91	0.12	0.008	0.64	0.004	0.46	0.84	0.11	52.18	44.00

(\*) Pérdida por calcinación

#### ~~4.4~~ ANALISIS DE ESTABILIDAD

4.0 GEODINAMICA

#### 4.4.1 GEODINAMICA EXTERNA

4.1

En general todos los acantilados del Litoral, que corresponden a la Costa Verde, presentan acentuado grado de inestabilidad, el cual está en razón directa de la morfología general de la zona.

Los acantilados con una longitud de 22,5 km., desde La Escuela Naval (La Punta) hasta el Club Regatas Lima (Chorrillos), tienen un rumbo promedio de N80°W y están expuestos a la erosión diferencial de las aguas marinas que ayudadas por el viento y las condiciones climáticas de la zona, determinan el modelado de la zona.

Los derrumbes, la formación de barrancos y las superficies de abrasión activas a lo largo de los acantilados en el sector de San Miguel y La Perla, son resultado de las acciones dinámicas sucesivas del oleaje, durante el pleamar y bajamar considerándose que el socavamiento en la base de los acantilados origina desprendimientos retrogresivos constantes en ellos.

Las zonas de viviendas que están cerca del litoral en el sector de San Miguel - La Perla, en los últimos 30 años han estado expuestas a los riesgos geodinámicos de origen marino, por falta de un adecuado programa de protección de costas. Este riesgo se acrecienta más en las viviendas ubicadas en los bordes del acantilado ya que se tornan vulnerables a los efectos de los movimientos sísmicos, en relación con el debilitamiento de sus bases por la continua erosión marina, ruptura de colectores submarinos como el de La Costanera y desagües de aguas servidas sin control (caso de la Casa Hogar Hermelinda Carrera y El Colegio Militar Leoncio Prado).

En el sector Chorrillos - San Miguel, es observable sobre todo en el área de Barranco que muchas viviendas se han construido al borde de los acantilados sin dejar una área de protección como si se observa en el sector de Miraflores, por lo que en un futuro cercano si no se han tomado las prevenciones pertinentes (como ejecutar estudios geotécnicos que comprendan sedimentología, mecánica de suelos, estabilidad de taludes, riesgo sísmico, etc.), aunque hoy se hallan relativamente estables y protegidos directamente de los problemas de erosión marina, podrían verse afectadas en sus estructuras por problemas de inestabilidad de taludes en los acantilados generados por la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.



## 4.2) ACCION DINAMICA MARINA EN LA COSTA VERDE

Desde el punto de vista geodinámico, la acción mecánica de la erosión marina es la más espectacular y activa por la violencia de las olas, que lanzando las aguas con alturas de 3 a 4 m. embate los rodados contra los acantilados hasta provocar el desplome de los taludes como está ocurriendo en el tramo de la Bajada de la Av. Universitaria (San Miguel) - Av. Santa Rosa (La Perla).

Los movimientos del vaivén del oleaje, que se rompe sobre la costa, acarrearán sólidos de diversa naturaleza en dirección casi perpendicular a la ribera de playa, para luego regresar al lugar de origen de los movimientos de resaca, llevar nuevamente los sólidos en dirección del flujo depositándolos gradualmente, la dirección de las olas es por lo general de Suroeste a Noreste con un ángulo de incidencia de  $45^\circ$  siendo el desplazamiento del agua perpendicular a las orillas de playa condición que no hace favorable la formación de acumulaciones de arenas y/o gravas en cantidad suficiente y en forma permanente como para formar playas amplias.

En la zona de La Punta - Callao, la dinámica marina es intensa, sin embargo por estar la zona casi al nivel del mar no existe el peligro de la inestabilidad de los acantilados, lo que si es evidente en el tramo La Perla (altura de Av. Santa Rosa) hasta San Miguel (Paraíso de los Suicidas), donde se muestra esta erosión con perjuicio de los taludes. La dinámica marina decrece hasta San Isidro y luego aumenta ligeramente entre Miraflores y Barranco, siendo ésta la zona donde se han efectuado trabajos por la necesidad de habilitar playas u darle otra ocupación a los terrenos del litoral de sus distritos.

Entre Barranco y el Morro Solar la dinámica es muy débil, habiéndose provocado el arenamiento para construir nuevas playas. El problema que se presenta en la actualidad, es que se siguen creando playas indiscriminadamente sin un estudio técnico de las condiciones dinámicas del litoral entre Chorrillos y La Punta, se incrementará la modificación de la morfología litoral con sedimentación por un sector y erosión por otro, esta última más preocupante en las condiciones actuales por establecerse en la zona donde su potencia es alta (Sector San Miguel - La Perla), asimismo habría que considerar que los sedimentos finos (arenas) siempre han existido formando cordones litorales paralelos a la costa y al ser detenidos aumentaría la energía potencial de la dinámica marina con sus consecuencias en el debilitamiento del acantilado.



## 4.2 GEODINAMICA MARINA

La Costa Verde se encuentra dentro del área de influencia marina, emplazada en el lugar denominado "Bahía de Miraflores", de una extensión aproximada de 27 Km. entre Punta La Chira (Chorrillos) y La Punta (Callao).

La bahía se encuentra sujeta a procesos de dinámica marina principalmente por erosión de su línea costera, transporte y acumulación de sedimentos.

La ejecución de trabajos o planes de desarrollo de estructuras a construir sobre la Costa Verde (línea de costa o cerca de ella), implica un cambio del equilibrio produciendo un impacto sobre la costa actual.

Para ello es necesario estudiar y evaluar los procesos morfológicos costeros.

### PROCESOS COSTEROS

Los procesos costeros dependen en gran medida del análisis de las variables: a) Oleaje y vientos, b) Niveles de agua y corrientes, c) Composición del lecho marino y de la costa, d) Batimetría y topografía del área, e) Orientación de la línea de costa con respecto al de las olas incidentes y capacidad de transporte de sedimentos.

#### a) OLAJE Y VIENTOS

El conocimiento de las olas que se generan cerca a la costa, conocidas como oleaje local, o en inglés "**Sea**", es muy importante para estudiar los procesos de dinámica costera. Generalmente las olas incidentes cercanas a la costa en la zona de rompientes, levantan el sedimento de fondo poniéndolo en suspensión, generando una corriente, cuando forman un ángulo con la línea de costa.

Otro tipo de olas son las que se generan en aguas profundas u oleaje distante llamadas en inglés "**Swell**", normalmente en grupos de olas (de dos a cuatro) de gran altura relativa, seguidas de otras más pequeñas.

Son originadas en el polo sur, donde se producen grandes tormentas, generalmente de dirección predominante S, SW y SE, y períodos de 10 y 14 segundos aproximadamente. Su variación anual no es importante, sin embargo la presencia de "El Niño" las altera en alguna forma.

Asimismo las tormentas que se generan por fuertes presiones atmosféricas sobre el Pacífico Sur (Fenómeno conocido como Anticiclón, ocurrido en 1965 y

recientemente en 1996), generan grandes olas en altamar, provocando maretaños en todo el litoral costero peruano.

Para el caso de la Bahía de Miraflores, las olas generan un flujo de sedimentos a lo largo de la costa, con dirección norte.

La construcción de espigones y enrocados (no concluidos en toda la costa), ha permitido desde la década del 50 la ganancia de playas (Agua Dulce - Miraflores), sin embargo esta modificación del equilibrio, ha incrementado la incidencia de la dinámica marina de las olas sobre el pie de los acantilados principalmente, en el tramo entre Magdalena - Callao.

La forma más confiable para conocer las características y variables del oleaje para un sitio determinado, es la de obtener mediciones directas durante un lapso no menor de 1 año (Ej. Entre noviembre 1958 y Enero 1959 una misión hidrográfica francesa efectuó una campaña de mediciones en la bahía de Miraflores, frente a la Bajada de Armendariz, donde se observaron amplitudes medias de 1.10 m., con valores máximos de 2.25 m.; períodos entre 15 a 17 seg.; asimismo existen registros de oleaje de al menos 1 año en Ventanilla, en la batimetría 20 m.); sin embargo por motivos de orden económico, las mediciones directas casi no se realizan, por lo que es necesario hacer uso de fuentes de información estadística que definan variables de oleaje, período y altura de ola, a través del: "**Ocean Wave Statistics**"; datos estimados visualmente por barcos que navegaron durante los años 1953-1961, en rutas establecidas por todo el mundo. Esta información fue editada en 1967 por el Laboratorio Nacional de Física, Ministerio de Tecnología de la Gran Bretaña.

Aquí se reportan dirección, período y alturas de ola, sin distinguir entre olas Sea o Swell, agrupando los datos en diferentes zonas (Ver Fig. No. 4).

Los **vientos** se definen como el movimiento de masas de aire, o corriente horizontal o casi horizontal de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre. Los vientos pueden ser **constantes o regulares** (soplan en una dirección todo el año; **periódicos**, invierten su dirección con las estaciones o con el día y la noche, e **irregulares**, que carecen de periodicidad y soplan en una u otra dirección indiferentemente.

Como ejemplo de los vientos constantes se encuentran los alisios, contralisios y polares o vientos del oeste.

Para la bahía de Miraflores se tiene información de vientos de al menos 20 años.

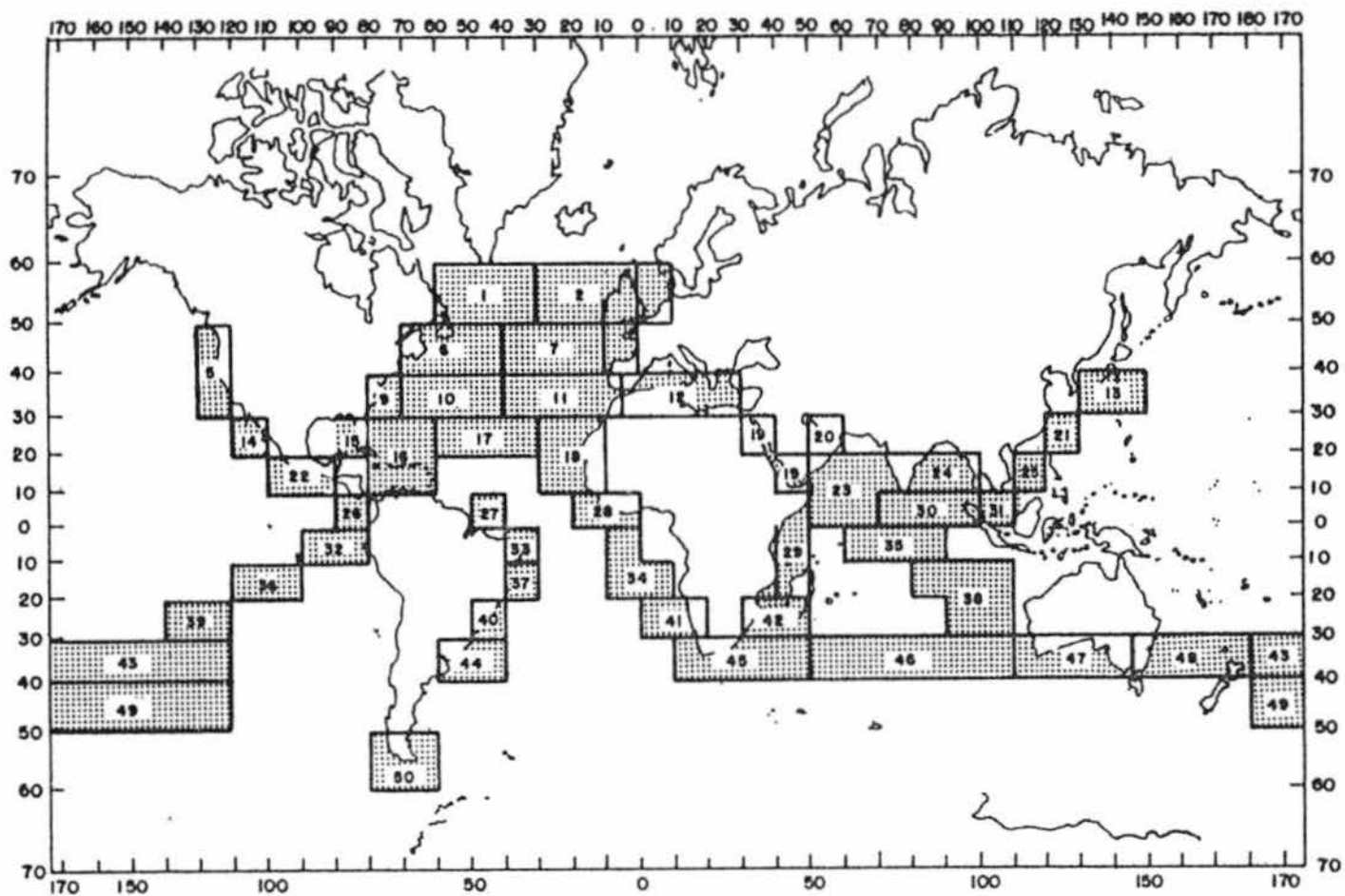


Fig. No. 4 Zonificación del "Ocean Wave Statistics"

Al igual que las olas, los vientos tienen una dirección predominante del S y SE, con velocidades menores de 1.5 m/seg.

Los vientos locales casi no ejercen influencia sobre el oleaje.

## **b) NIVELES DE AGUA (MAREAS) Y CORRIENTES**

La **marea** es la oscilación periódica del nivel del mar, cuyo origen está relacionado con las fuerzas de atracción del Sol, la Luna y la Tierra.

La marea puede ser: diurna, semidiurna y mixta.

Para nuestro caso es semidiurna, vale decir con dos pleamar y dos bajamar durante dos sucesivos ciclos, y períodos promedio de 12 horas y 25 minutos cada uno; las amplitudes de ambas presentan diferencias notorias, en valores diarios de altura entre los niveles de pleamar o bajamar sucesivos.

Las mareas en la costa central del Perú son muy débiles y su influencia sobre la erosión y dinámica marina no son muy significativas

Para el período 1952-1971 en el mareógrafo de La Punta, el nivel máximo alcanzado fue de 3.90' sobre el nivel medio del bajamar, y el mínimo a una profundidad de 0.40' con relación al mismo nivel de referencia.

En la Fig. No. 5 se muestra las "líneas cotidales" en el mundo, o puntos con marea en la misma fase.

La **corriente** se define como el desplazamiento de una masa de agua, determinado por dos características: dirección y velocidad.

Pueden ser de cuatro tipos: oceánicas, coinciden en dirección de los vientos alisios, contralisios, etc., y tienen una dirección más o menos constante en el transcurso del año; locales, inducidas por el viento, que sopla sobre la superficie libre del mar; por marea, originadas por la elevación y descenso periódico del nivel del mar que generan movimientos notables en las masas líquidas, sobre todo en zonas costeras (estuarios, bahías, entradas a puerto, desembocaduras, etc.), están en función del carácter de la marea, y de la profundidad y configuración del lugar donde se desarrolla; por último, las producidas por oleaje, diferenciándose las normales a la costa originadas por el sobrante de agua empujado y acumulado contra la playa por acción del oleaje y el viento, y las paralelas a la costa, generadas por el oleaje oblicuo que se refracta en su acercamiento o por la dirección con que fue generada, forma una corriente paralela a la costa entre la línea de rompientes y la orilla. Esta última es la responsable principal del transporte de sedimentos a lo largo de la costa.

No se tiene en el área mucha información sobre corrientes, y los datos que se tienen son antiguos y provienen de mediciones locales, no muy significativas para el transporte de sedimentos.

Los niveles de agua mas altos están dentro del orden de 1 metro.

En la Fig. No. 6 se presenta las corrientes oceánicas a nivel mundial.

### **c) COMPOSICION DEL LECHO MARINO Y DE LA COSTA**

La característica del sedimento (tipo, espesor) que conforma tanto el lecho del mar como el borde costero (acantilados y playas) es una información muy necesaria que permite evaluar la intensidad y el tipo de procesos erosivos costeros, su dinámica, etc.

Se ha podido observar que en las playas de la costa sur de Lima (Chorrillos - Miraflores) predominan las arenas, y sobre el lado norte (San Isidro - La Punta) las gravas y guijarros; sin embargo en el fondo marino se prevé la presencia de arena.

La composición de los acantilados también varía existiendo una predominancia de finos con intercalación de capas de gravas (sector Agua Dulce - Costa Linda); predominancia de paquetes masivos de gravas, y escasos lentes de arenas y limos (Barranco, Miraflores, Marbella), y finalmente aparece una alternancia de capas de arenas y limos entre paquetes menores de gravas, gravillas (Magdalena, San Miguel, La Perla).

### **d) BATIMETRIA Y TOPOGRAFIA EN EL AREA**

Los contornos batimétricos son importantes en el proceso de transformación del oleaje desde mar afuera hacia zonas cercanas a la costa; y las secciones transversales topográficas en las zonas donde se calcula el transporte de sedimentos.

### **e) ORIENTACION DE LA LINEA DE COSTA CON RESPECTO AL OLEAJE INCIDENTE Y CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS**

El estudio del transporte de sedimentos es muy importante, pues permite:

- Predecir el acarreo litoral (estudios de ingeniería de costas: protecciones costeras y puertos).

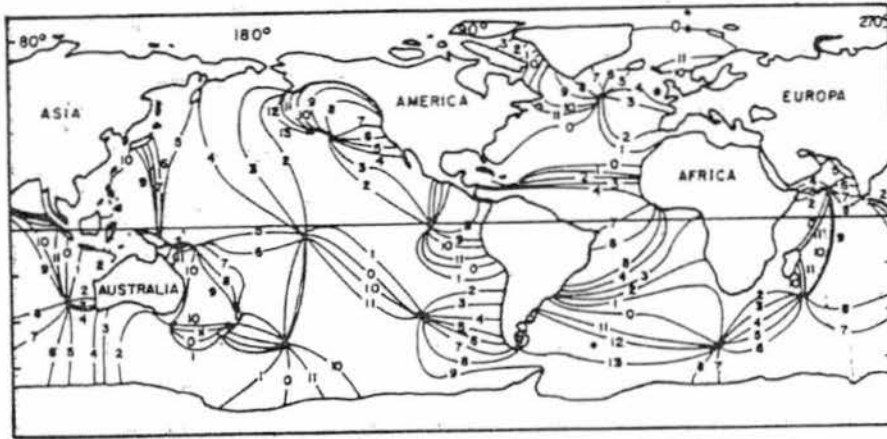


Fig. No. 5 Líneas Cotidales o puntos con marea de igual fase

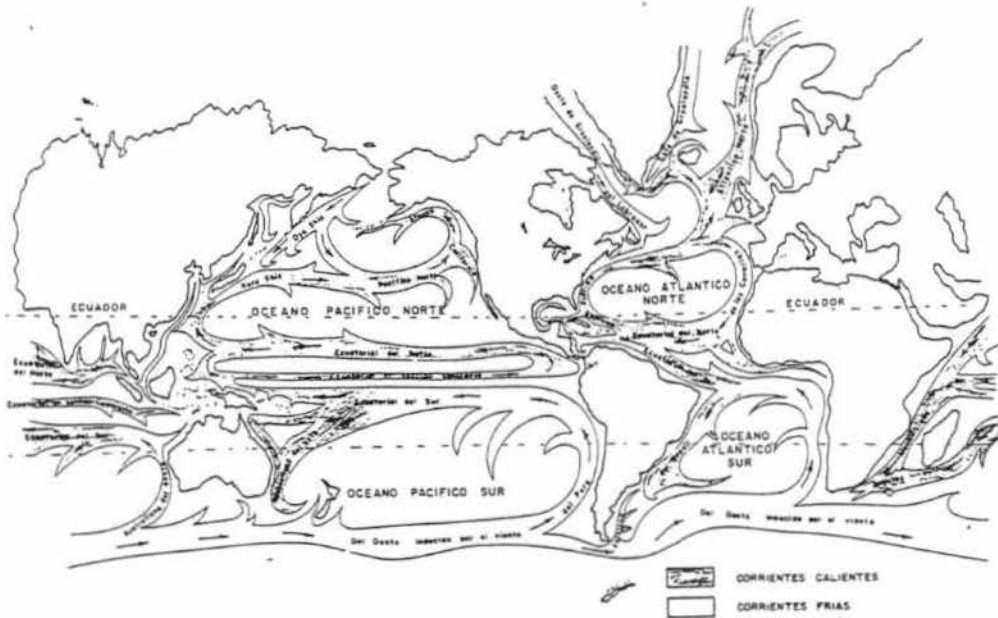


Fig. No. 6 Corrientes Oceánicas en el mundo.

- En el dragado, en problemas de succión, transporte y depositación del material obtenido.
- Analizar si se tendrá una condición de equilibrio o si existirá erosión o depositación, determinando también las cantidades involucradas.

El transporte de sedimentos o acarreo litoral es el fenómeno que se lleva a cabo entre la zona de rompientes y la línea de playa, por el medio del cual partículas sólidas se transportan a lo largo de ella.

Cuando la ola llega con un cierto ángulo de incidencia ( $\theta$ ) a la línea de costa; se genera una componente longitudinal a la costa y por tanto se produce el transporte de sedimentos a lo largo de la misma.

Es claro que en nuestra costa, y en particular en la bahía de Miraflores, el transporte de sedimentos tiene una dirección hacia el norte. Esto se puede apreciar en los espigones construidos, donde la acumulación de arena es al lado sur y la erosión hacia el lado norte.

El transporte litoral se efectúa principalmente por el efecto de la ola al precipitarse sobre la parte alta de la playa; la ola ascendente transporta sedimentos en dirección de la ola y desciende por la línea de máxima pendiente produciendo un transporte en forma de "diente de sierra" (Ver Fig. No. 7).

La cuantificación del transporte litoral puede obtenerse por: medición directa (colocando espigones de prueba que retienen el transporte de sedimentos; trazadores fluorescentes o fosas de prueba); fórmulas empíricas (Fórmula de Cerc, J. Larras y R. Bonafille, Bijker, etc.); o la combinación de ambas.

Además del transporte paralelo a la costa, existe también movimiento de sedimentos perpendicularmente a ésta. Esto ocurre generalmente por cambios estacionales y de largo plazo, distinguiéndose dos perfiles:

Uno de Invierno o tormenta (Mayo a Noviembre) que es cuando el mar tiende a sustraer sedimentos de la costa, formando una barra litoral; y otro de Verano (Diciembre a Abril), en que realiza un movimiento inverso, y más bien provee de arena a las playas del litoral (Ver Fig. No. 8)



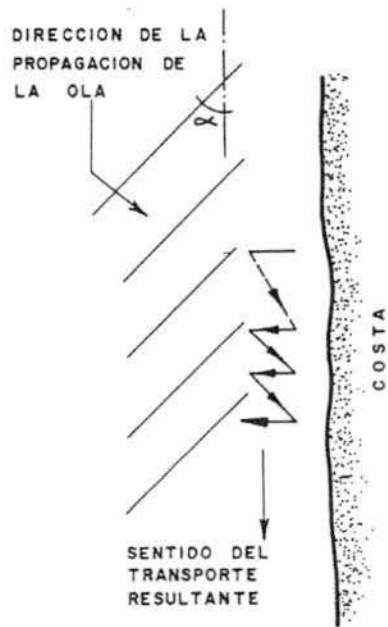


Fig. No. 7 Transporte litoral en forma "diente de sierra".

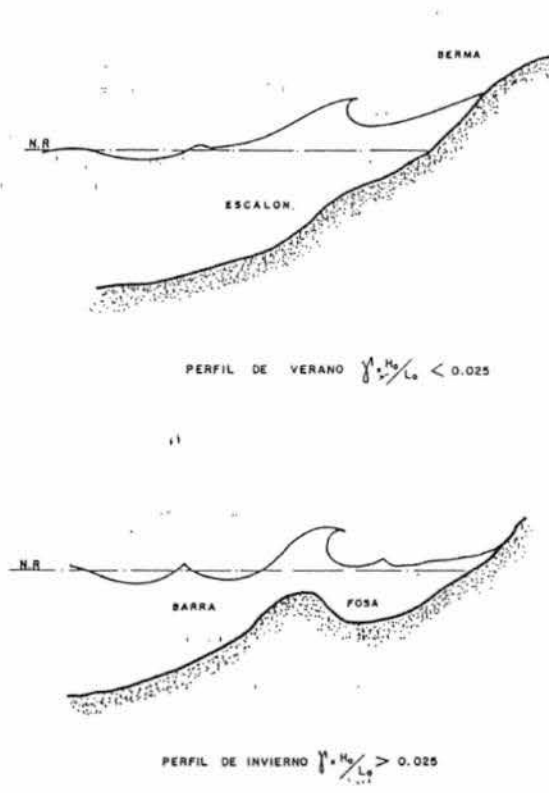


Fig. No. 8 Perfiles estacionales de una playa.



## 4.2.2 GEODINAMICA INTERNA

### SISMICIDAD

La geodinámica interna del área está representada por la sismicidad que en forma general, se define como una exposición relativa a los sismos, y tsunamis.

Teniendo en cuenta que éste estudio esta orientado al análisis del nivel de severidad de sacudimiento del suelo de la zona litoral, es necesario conocer que para lograr una adecuada caracterización de la actividad sísmica es indispensable el análisis de la información disponible sobre la sismicidad, tectónica y geología de la región de influencia, habiendo descrito los dos últimos con gran extensión en los capítulos anteriores nos ocuparemos de dos parámetros importantes en detalle, para el estudio de la sismicidad estos son : zonas sísmicas o fuentes sismogénicas y el peligro sísmico.

### ZONAS SISMOGENICAS

Son aquellas donde la distribución probabilística de ocurrencia de eventos sísmicos es uniforme en el espacio. La identificación de una zona sismogénica resulta de la integración de la información geofísica, geológica y tectónica, y es muy importante en el proceso de estimación de los niveles de peligro sísmico.

La sismicidad en territorio peruano, es alta, debido a que está íntimamente asociada al proceso tectónico de subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana a ángulos variables.

La sismicidad local registrada en el sector de Lima ha sido intensa en la zona litoral con ocurrencia de sismos destructores.

### A. SISMICIDAD HISTORICA E INSTRUMENTAL

En el desarrollo de estudios de Sismología en el Perú, se distinguen cuatro períodos bien definidos, de registros de la actividad sísmica.

A) **Anterior a 1900:** Consigna datos históricos descriptivos de los sismos principales ocurridos; no se poseen datos instrumentales.

- B) **Entre 1900-1962:** Datos instrumentales con determinaciones aproximadas de localización e hipocentros, magnitudes calculadas en función de las ondas superficiales.
- C) **Entre 1963-1975:** Datos instrumentales con determinaciones más precisas de los parámetros hipocentrales. Magnitud calculada en función de las ondas de cuerpo.
- D) **Desde 1976 a la fecha:** Período en el que se han elaborado catálogos sísmicos de hipocentros e intensidades.  
De acuerdo a la información disponible, la zona ha sido afectada por una fuerte actividad sísmica (Ver Cuadros No. 9 y 9a).

## **PELIGRO SISMICO**

Es la probabilidad de que se produzca en un período determinado, un sismo severo que afecte una determinada región.

La magnitud del movimiento, la probabilidad de su ocurrencia y la extensión de su impacto, pueden variar y ser determinados en algunos casos.

La severidad de sacudimiento puede expresarse en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento del suelo, o en grados de intensidad macrosísmica, o en "cualquier parámetro físico que pueda utilizarse para especificar las características del movimiento del suelo" (Undro, 1982). Para nuestro caso se expresa en términos de grados de intensidad macrosísmica.

De acuerdo a esto, para el caso de Lima, en lo que respecta al proceso a seguir para la evaluación del peligro sísmico, debemos tener conocimiento sobre las Fuentes Sísmicas.

Conociendo la distribución de epicentros del área de estudio (Fig. No. 9) conjuntamente con algunas características tectónicas del departamento de Lima, se ha establecido (Casaverde, 1979) cinco zonas que aparentan tener características sismotectónicas particulares (Fig. No. 10), dentro de las cuales el sector de Lima se ubica en la Zona 2.

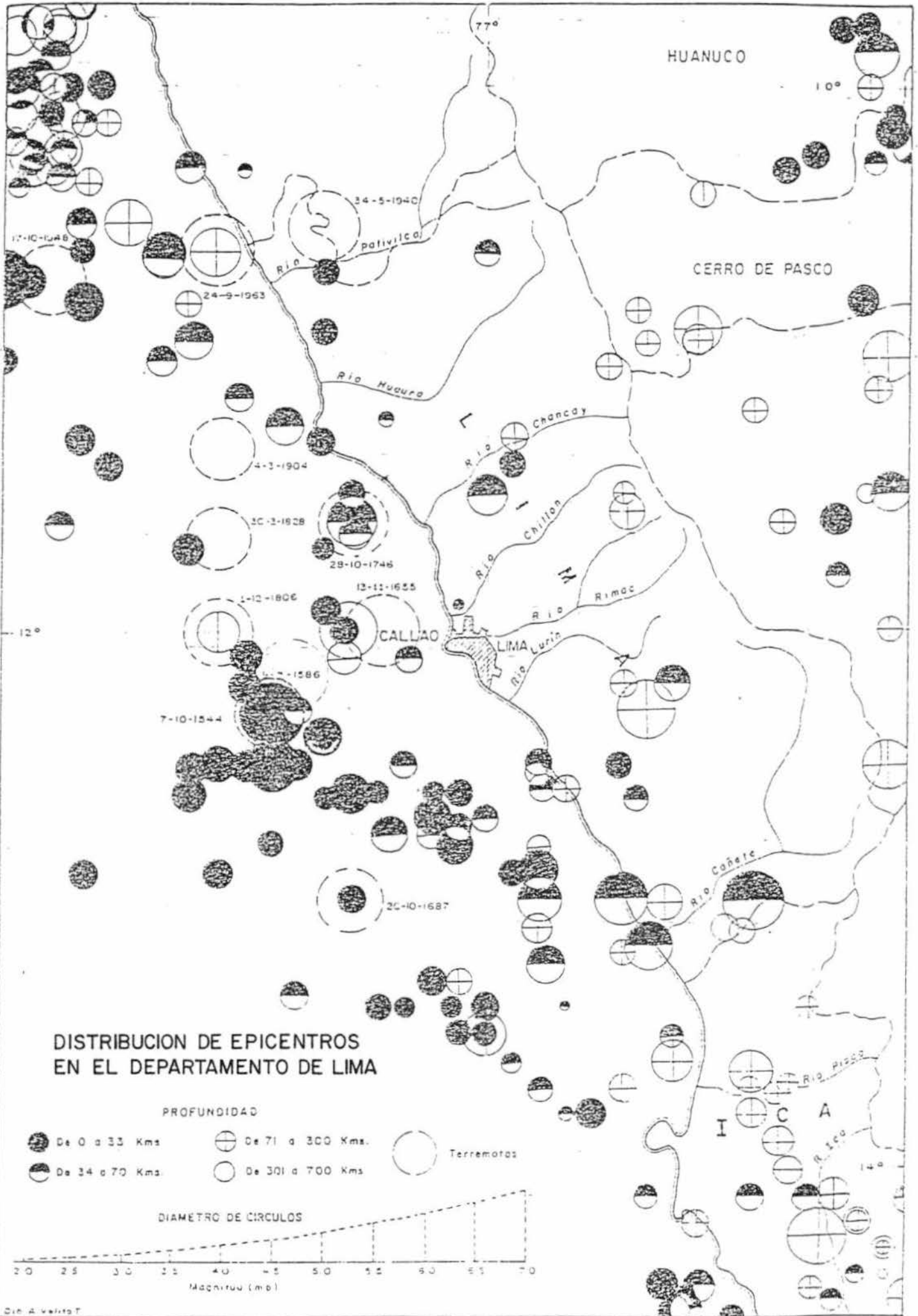
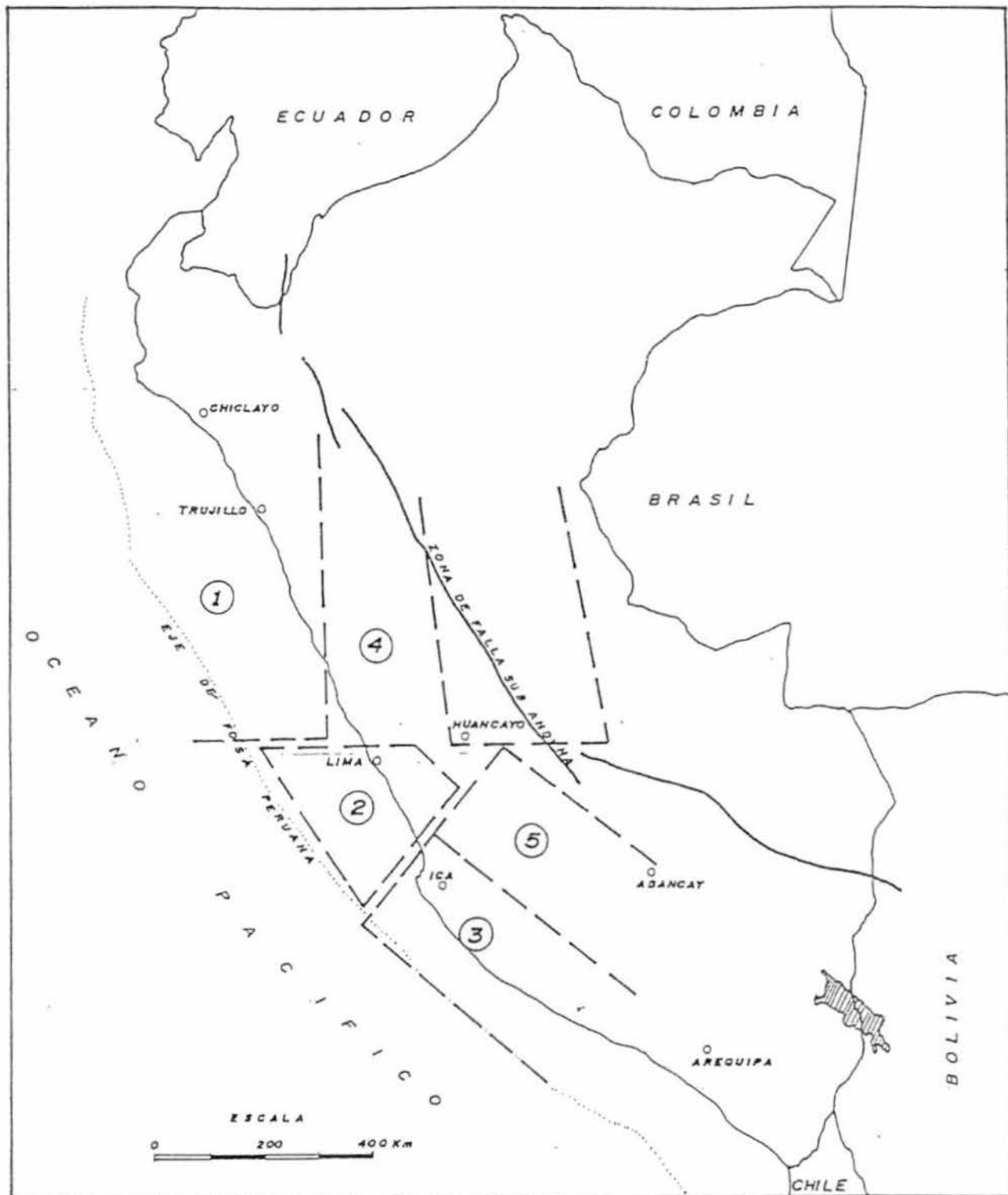


Fig. No. 9



### ZONAS SISMICAS DEL PERU

- |  |                  |  |
|--|------------------|--|
|  | <b>ZONA N° 1</b> | - Gran Concentración de sistemas superficiales e intermedias tuvo una gran actividad sísmica en el período 1963 - 74   |
|  | <b>ZONA N° 2</b> | - Tectónicamente similar a la N°1, aunque en actividad sísmica se parece a la N°3.   |
|  | <b>ZONA N° 3</b> | - Ha tenido baja actividad sísmica en el período 1963-74, muestra una distribución uniforme de profundidades focales que se acrecientan progresivamente en relación con la dist. Litoral |
|  | <b>ZONA N° 4</b> | - Poca actividad sísmica intermedia y superficial. Se caracteriza por la gran cantidad de sistemas de fallas regionales de dirección NO-SE. Actividad Sísmica superficial                |
|  | <b>ZONA N° 5</b> | - Principalmente sísmos intermedios para su ocurrencia es menor.   |

Fuente M CASAVEROE 1979

Fig. No. 10

## RELACIONES DE RECURRENCIA

Para la evaluación del peligro sísmico en una zona, es necesario contar con una estimación del número de sismos que se pueden esperar en esa zona o fuente sismogénica. Esta estimación se hace mediante la relación de Gutenberg y Richter.

La relación de recurrencia calculada para el sector de Lima y Callao es:

$$\text{Log } N(M) = 3.611 - 0.397M.$$

Con los datos referidos anteriormente, se determina que el máximo sismo que podría ocurrir y afectar a la zona en mención tendría una magnitud  $M_S$  de 7.7 a 8.0, el cual estaría asociado a fracturas de 100 a 120 Km.



**CUADRO No. 9**

HISTORIA SISMICA DEL AREA DE ESTUDIO				
No.	LUGAR	FECHA	HORA	DAÑOS OCASIONADOS
1	Lima	17-03-1784		Fuerte temblor en Lima; averió edificios. En el Calleo edificio de Casas Reales dañado; por dos días tembló Lima contándose 8 a 9 movimientos.
2	Costa Dpto. de Lima	09-07-1586	19:00	Terremoto destructor en Lima, Calleo Chancay e Ica. Murieron 14-22 personas; principales edificios se cayeron y otros quedaron muy maltratados.
3	Costa Peruano - Chilena	24-11-1604	13:30	Terremoto y Tsunami en el Sur del Perú. Magnitud 8.4.
4	Lima	19-10-1609	20:00	Violento temblor, derribó y arruinó muchas edificaciones. Antes de movimiento principal hubo otros nueve temblores menores.
5	Lima	27-11-1630	11:30	Fortísimo temblor; varios muertos y contusos. Pocas son las casas cuyas paredes no fueron abiertas.
6	Lima	13-11-1655	14:38	Fuerte movimiento derribó muchas casas y edificios en Lima y Callao.
7	Lima	17-06-1678	19:45	Averió muchas edificaciones en Lima; causó estragos en el Callao. 9 muertos en Lima, Callao y Chancay.
8	Costa Sur Dpto de Lima	20-10-1687	04:15 05:12	Dos Terremotos destructores en Lima, Callao, Chancay y Pisco. Causó 100 muertes. En el Callao y alrededores grandes estragos, no quedó casa ni edificio en pie.
9	Costa Norte Dpto de Lima	28-10-1746	22:30	Terremoto y Tsunami en Lima y pueblos vecinos; intensidad probable X-XI MM, murieron alrededor de 2000 personas y en el Calleo de una población de 4,000 habitantes, solo se salvaron 200. En Lima perecieron 1141 personas.
10	Frente al Puerto del Callao.	01-12-1806	18:00	Fortísimo temblor en Lima después de 1746; se salió el mar en el Callao.
11	Costa de Lima	30-03-1828	07:35	Causó daños en edificios y viviendas de Lima, 30 muertos y numeroso heridos. Sufrieron puertos del Callao, Chorrillos, Chancay. Se sintió en Trujillo y Huancayo. Leve en Arequipa.
12	Costa de Lima	22-04-1860	02:00	Agrietamientos de muchos edificios en Lima y Chorrillos, algunas desgracias personales. Replicas de temblores hasta el 26 de ese mes.
13	Lima	13-08-1868	16:45	Terremoto destructor en el Sur del Perú de Grado XI y Tsunami que causó estragos a lo largo de la costa peruano - chilena comprendida entre los paralelos 11 a 37 de Latitud Sur.
14	Costa entre Ancón y Pisco	20-09-1897	11:25	Fuerte sismo causó destrucción en Lima y Callao; se sintió entre Ancón y Pisco
15	Lima	04-03-1904	05:17	Sismo en un área epicentral de 4000 Km. intensidad de VII-VIII MM. En Lima cayeron cornisas, paredes antiguas y se agrietaron torres de catedral; en Callao y Chorrillos no quedó casa sin rajadura. Se sintió en Casma, Trujillo, Huánuco, Pisco, e Ica.
16	Mela	21-08-1915	17:28	Temblor se sintió fuerte en Lima y Calleo, leve en Ica.
17	Costa de Lima	19-01-1932	21:33	Temblor secudió Lima que hizo caer cornisas, tapias y paredes viejas. En el Calleo como en Lima ocasionó daños en edificaciones. Se sintió en Huacho, Cañete, Chincha, Ica y Pisco.

**CUADRO No. 9a**

HISTORIA SISMICA DEL AREA DE ESTUDIO				
No.	LUGAR	FECHA	HORA	DAÑOS OCASIONADOS
18	Costa de Lima e Ica	05-08-1933	21:55	Fuerte y prolongado temblor en Lima, Callao e Ica. Deterioros en casas antiguas. Sentido en Huacho y Pisco a lo largo de la Costa.
19	Costa del Perú, Ecuador y Chile.	24-05-1940	11:35	Ciudad de Lima y poblados vecinos fueron sacudidos; intensidad apreciada sobre construcciones urbanas grado VII-VIII MM. Destrucción de muchas viviendas en Lima, Callao, Chorrillos (Antiguo Malecón), Barranco, Chancay y Lurín. Construcciones cercanas a cerros que bordean el abanico aluvial también fueron afectadas. Callao sufrió ruina considerable.
20	Costa Peruana (Lat. 10-14 )	31-01-1951	11:39	Intensidad VI-VII MM. Originó agrietamientos en edificio de Plaza San Martín; aceleraciones máximas de 68cm/seg <sup>2</sup> y periodos de 1 seg.
21	Lima y Callao	03-08-1952	08:19	Intensidad V-VI en el Callao, alarma en Lima; se tuvo aceleraciones de 21 cm/seg <sup>2</sup> , con periodo de 2 seg.
22	Lima	15-02-1953	04:33	Temblor en Lima; intensidad V-VI MM. Se registró una aceleración máxima de 26cm/ seg <sup>2</sup> y periodos de 1 seg.
23	Franja entre Lima y Supe	17-10-1966	16:41	Sismo mas intenso desde 1940. Se estimó intensidad VIII MM. Deterioros en la zona metropolitana de Lima, acentuados en el Callao por antigüedad de las construcciones y consistencia del suelo. Daños en La Planicie, La Molina.
24	Lima	03-10-1974	09:21	Ocasionó 78 muertos y 2500 heridos. Derrumbes de material aluvial en los acantilados entre Magdalena y Chorrillos. Intensidad promedio para varios lugares de Lima: VIII-IX MM (Chorrillos y La Molina), V-VI (San Isidro, San Borja y Miraflores).

## TSUNAMIS

Considerando que entre Chorrillos y la Punta se ubican varios Clubes, Restaurantes, Centros de Recreación, así como Conjuntos Habitacionales (La Punta - Callao), ocupando playas de la zona litoral, y conociendo la peligrosidad de nuestra costa, a la ocurrencia de Tsunamis, es necesario considerar que a lo largo del tiempo varios Tsunamis han afectado las costas de Lima - Callao, dentro de los cuales cabe destacar los siguientes:

1586 Julio 9 a las 19:00.

Terremoto destructor en Lima, Callao y valles cercanos; Tsunami anegó gran parte de la Costa; en el Callao el mar subió como dos brazas (3.30 m. aprox.) e inundó el pueblo, ingresando a  $\pm$  250 de la orilla.

- 1604      Noviembre 24, a las 13:30.  
 En el puerto del Callao el mar no salió con tanta furia como en otras partes, hubo un golpe de agua que sin entrar en él, lo dejó hecho isla, de manera que por algunos días no se podía pasar de Lima al Callao, sin atravesar un gran charco.
- 1687      Octubre 20, a las 13:00.  
 Dos Terremotos destructores en Lima, Callao, Chancay, Cañete, Ica. El Tsunami se produjo durante el segundo temblor. Los estragos del Tsunami fueron grandes a lo largo de la Costa entre Chancay y Arequipa. En el Callao el mar se retiró y luego regresó, precipitando una ola gigantesca; dejó un saldo de 300 muertos.
- 1746      Octubre 28 a las 22:30.  
 Terremoto azotó Lima y pueblos vecinos. Tsunami devastó gran parte del Litoral. En el Callao el mar avanzó hasta una legua (5 Km.); de 4000 habitantes solo salvaron 200.  
 Efectos del Tsunami se sintió en los pueblos de Huaura, Huacho, Callao, Pisco, las caletas de Guañape, Caballos y otros. A las 6 1/2 horas de la inundación en el Callao, la ola marina irrumpió con fuerza en el puerto de Concepción (Chile) y en el puerto de Acapulco (México).
- 1806      Diciembre 01 a las 18.00 horas.  
 Fortísimo temblor y el 2 de Diciembre una ola de 6 m. en el Callao, averió el Puerto.
- 1840      Enero 28, a las 03:00 horas.  
 Una hora más tarde de temblor en Lima y Chorrillos se advirtió braveza en el mar.

Como se puede observar, la costa de Lima ha sido afectada por tsunamis en muchas ocasiones, y desde 1806, no es afectada por un Tsunami de gran magnitud, por eso es que no se debe alarmar la generación de con estos fenómenos ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.



SACAR 6

#### 4.2.3 VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad a peligros o amenazas naturales (sismos, inundaciones, etc.), es consecuencia de las precarias e inadecuadas condiciones de vida que se encuentran sobre todo los países subdesarrollados.

En nuestro país, y en áreas urbanas como Lima y el Callao, la vulnerabilidad ha crecido por motivos fundamentales, como:

- Migración del campo a la ciudad.
- Deterioro y debilitamiento de las edificaciones, y tugurización en determinadas áreas.
- Ocupación a veces violenta del suelo urbano, no apto para vivienda, en condiciones de alto riesgo.
- Desuso de técnicas constructivas, procedimientos legales a veces costosos y/o burocráticos.

Como toda gran urbe, Lima y Callao han sufrido en los últimos 50 años grandes cambios demográficos, manifestados en procesos de urbanización acelerada, caótica.

Lima, contando con organismos y planes reguladores de su crecimiento urbano como: Oficina Nacional de Planeamiento Urbano (1946), PLANDEMET (desde 1954); PROURBE (1989), ha crecido y sigue creciendo caóticamente llegando inclusive a ocupar áreas de antiguos rellenos sanitarios (AA.HH. El Planeta, AA.HH. Susana Higuchi), las riberas del río Rímac (AA.HH. 1° de Mayo, Zarumilla), invasión de quebradas de la periferia de la ciudad (Cantogrande, Jicamarca, Ventanilla, Collique, Tahuantisuyo, etc.), laderas inestables de los cerros (AA.HH. Flor de Amancaes, San Cosme y El Pino) y las laderas bajas y medias de otros cerros que circundan la ciudad. \*

El IX Censo de Población y IV de Vivienda (INEI 1993), dio un total de la población peruana de 22'639,443 hab., de los cuales 6'434,323 hab. viven en Lima Metropolitana, es decir un 28.4 % de la población Peruana.

Entre 1981-1993, Lima Metropolitana experimentó un incremento intercensal del 38%, y tasa de crecimiento anual del 3,0 %.

La densidad de población que es un valor indicador del grado de concentración de la población, para el Perú es de 17,6 hab/Km<sup>2</sup> (promedio bajo para América Latina: 22 hab/Km<sup>2</sup>), sin embargo para Lima Metropolitana con una superficie de 2,812 Km<sup>2</sup>, el valor de densidad llega a 2285 hab/Km<sup>2</sup>.

Otros indicadores que facilitan el análisis de la vulnerabilidad, son las características socioeconómicas del poblador.

Así, la Población Económicamente Activa en Lima Metropolitana y el Callao está compuesta de 2'394,113 pobladores mayores de 15 años, de los cuales 1'553,059 son hombres y 841,054 son mujeres, correspondiendo el mayor nivel de educación al secundario (43.4 %) y superior (38.1 %).

Entre la población menor de 14 años, el 1,9 % trabaja.

El crecimiento habitacional del área de Lima, está relacionado a la migración de poblaciones de la Sierra y en proporción de la Costa.

El poblador de Lima Metropolitana, habita en su mayoría en casas independientes (840,023), seguido de departamentos en edificio (143,108), pero se concentra gran cantidad de viviendas improvisadas (126,025) que representan un 10.3 %..

El 73,6 % de viviendas, han sido construidas con material noble, 52,1 % con techo de concreto armado; sin embargo existe un alto porcentaje de viviendas construidas con material precario (esteras, madera, quincha o adobe, etc.), que alcanza el orden promedio del 12 % a nivel nacional.

El número de ocupantes por vivienda con material ligero en las paredes es de 4,4, y, en viviendas con piso de tierra de 4,7.

Respecto a los Servicios Básicos con que cuenta el poblador limeño, el 66,6 % tiene red de agua en el interior de la vivienda (existiendo un 12,9 % que lo hace a través de camión cisterna u otro); en servicios higiénicos un 63,8 % tiene red pública dentro de la vivienda, un 16,5 % lo hace a través de pozo negro o ciego y un 10,9 % no cuenta con éste servicio.

Con alumbrado público se abastece a un 85 % de la población, adoleciendo de él el 15 % restante.

De las características de las viviendas, podemos manifestar que en el Callao, el 50% de ellas están construidas de quincha o adobe, muchas en mal estado de conservación, antiguas a bastante antiguas (como las que se encuentran entre las

Avenidas Costanera y Buenos Aires; en las inmediaciones del Real Felipe), un 45% de material noble y solo un 5% son de concreto armado.

En cuanto a la altura de las edificaciones, el 50 % son de una planta, el 40 % de dos plantas y el 10 % restante tienen más de dos plantas.

En el distrito de Chorrillos el 36 % de las viviendas son de adobe (concentradas entre la Calle Alfonso Ugarte y el Malecón Grau), 52 % de material noble y un 12 % de concreto armado.

Existe una expansión urbana caótica, sobre todo en la ocupación de áreas aledañas al cerro Morro Solar.

En el distrito de La Molina, zona residencial, relativamente reciente, el 35 % de edificaciones son de concreto armado, el 55% de material noble y solamente un 15 % son de adobe o quincha (viviendas antiguas ubicadas alrededor de la Universidad Nacional Agraria).

El Centro Histórico de Lima, calificado por UNESCO como patrimonio cultural de la humanidad, tiene una superficie de 123 hectáreas (INDECI, 1996), con una densidad de población de 793 hab/ha., viviendas de 26.4 m<sup>2</sup> y una composición familiar de 5 a 6 personas/familia.

Existen 249 predios tugurizados (5509 unidades de vivienda tugurizadas en riesgo de colapso que afectaría a 29,070 personas), de los cuales 2534 se ubican en Barrios Altos, 826 en la parte baja del distrito de Rímac; en Lima Centro I 550 viviendas, 440 en el Paseo de los Descalzos y en Lima Centro II 1159 viviendas.

El promedio de edificación de las viviendas tugurizadas es de 70 años de antigüedad: 60 en Barrios Altos, 80 en parte baja del distrito del Rímac, 75 en Lima Centro I, 63 en Paseo de Los Descalzos y 72 en Lima Centro II.

## 5.0 PROSPECCION GEOFISICA

En el área de Lima metropolitana se han efectuado numerosos sondajes geofísicos eléctrico verticales, perfiles de resistividad y de sísmica de refracción, así entre 1969 y 1973 la Dirección de Aguas Subterráneas del Ministerio de Agricultura, realizó en la Gran Lima 300 S.E.V. y 15 perfiles de resistividad.

INGEMMET, en el presente año (1996) ha efectuado un ~~aproximado de 80~~ <sup>56 sondajes eléctricos verticales</sup> SEV y 20 Líneas de Refracción Sísmica.

Estos trabajos de Prospección geofísica han permitido determinar lo siguiente:

- El trazo primitivo <sup>Lo</sup> del curso <sup>de</sup> de los ríos Chillón, Rímac y Lurín están orientados más al Sur de sus actuales desembocaduras. Así en su origen el río Chillón desembocaba en la región de la Perla - San Miguel, el Rímac más al Sur, hacia Miraflores, y el Lurín al Sur de <sup>el</sup> ~~la~~ <sup>Pueblo</sup> localidad de Lurín. Considerándose por lo tanto que recientemente los tres ríos se enrumbaron sobre el flanco Noroeste de sus valles, como lo indica la geomorfología.

- La Gran Lima se ubica sobre un relleno aluvial que alcanza espesores del orden de los 400 m ( J. Arce menciona que el espesor máximo alcanzado es de 600 m. en la zona de La Perla), teniendo como límite en la parte oriental a los cerros de El Agustino y La Molina conformados por un zócalo de rocas cristalinas (granito, granodiorita, diorita y rocas metamórficas de contacto) y en la occidental por rocas sedimentarias y ~~volcano-sedimentarias~~.

*En la zona de Cerro Salar e Isla San Lorenzo constituida!*

Andre ( 1974), manifiesta refiriéndose al reservorio acuífero aluvional de la Gran Lima, que el zócalo rocoso sedimentario puede tener horizontes acuíferos que alimenten la napa aluvional, siendo así que el reservorio acuífero real puede tener un volumen más grande que el reservorio aluvional.

- La mayor parte de los materiales que conforman el substrato de Lima, son impermeables o presentan una permeabilidad débil respecto a aquellas de los aluviones.

- Los materiales que conforman el aluvión de Lima son generalmente muy permeables sobre un espesor de 50 a 100 m. En profundidad, en terrenos de granulometría fina, se encuentran terrenos más permeables que vienen a ser los lugares de asentamiento de las napas en carga.

→ Del Análisis descriptivo <sup>pendiente de los SEV efectuados</sup> ~~de~~ la zona de los alrededores de la Costa Oeste en el Tramo Chorrillo - La Pintada, se han determinado tres capas geológicas identificadas como:  
CAPA SUPERIOR: Conformada por material limo - arcillas  
CAPA INTERMEDIA: Constituida por gravas muy consolidadas donde la resistividad varia de acuerdo a su grado de consolidación  
CAPA INFERIOR: Conformada por gravas con bloques compactos.

- En la zona del Callao se ha detectado mediante la geofísica lo siguiente:
  - Un acuífero superficial contaminado por la intrusión marina,
  - Acuíferos profundos en carga, constituidos por agua -hasta el presente- de buena calidad.

*Mevon a*  
A.1.1 **RIESGO Y VULNERABILIDAD**

Debido a la constante inestabilidad de los materiales que conforman los acantilados, permanentemente ocurren :

- Personas heridas o pérdida de vidas humanas especialmente automovilistas,.
- Pérdida de las viviendas ubicada al borde de los acantilados
- Interrupción del tráfico vehicular,
- Interrupción de las actividades económicas, que se desarrollan en los sectores afectados.
- Daños continuos al paisaje natural.
- Atraso en el desarrollo del Proyecto.
- Que las áreas que conforman las playas del litoral sean subutilizadas y en el caso de San Miguel y parte de Magdalena sirva para el arrojado de desmonte y basura.

En la Faja Costera se han determinado zonas con grave suelta, poco consolidada en las siguientes: Arenas de la Costa Verde: Colonia Militar Leoncio Prado (La Playa) - Pórtico de la Playa Pisco Promituro (San Miguel), Playa La Pampilla - Playa Redondo (Miraflores), Parque Salazar - Ocho Arrieros (Miraflores), Playa Los Yuyos (Bosconia - Playa Güel (Chorrillos) y en la zona de la Breña (Callao).

## 6.0 MEDIDAS DE CONTROL DE ESTABILIDAD DE LOS ACANTILADOS

### 6.1 MEDIDAS ADOPTADAS

Las Medidas adoptadas han sido:

- Construcción de espigones
- Rellenos de áreas del litoral con material aluvial de corte, de desmonte y en algunos casos por basura.
- Ejecución de desquinches y peinados de taludes (sobretudo en los sectores comprometidos por los agrietamientos),
- Construcción de banquetas de emergencia en los sectores de San Miguel (Parque de la Tercera Edad) y Miraflores,
- Construcción de enrocados de protección de ribera como en San Miguel y La Punta.

### 6.2 MEDIDAS RECOMENDADAS A CORTO PLAZO

Además de los estudios geotécnicos puntuales y de estabilidad de taludes que tienen que efectuarse en el sector de la Costa Verde, antes de emplazar cualquier obra es recomendable :

- Efectuar un estudio completo de la dinámica de las olas, mareas y corrientes costeras, trabajo que debe ser realizado por el Servicio Hidrográfico de la Marina.
- Realizar una batimetría actualizada del litoral costero
- Efectuar trabajos de geología marina en la zona comprendida entre la Isla San Lorenzo y el Morro Solar que nos permitan analizar <sup>la</sup> ~~si existe~~ <sup>la</sup> ~~parte~~ <sup>de la</sup> ~~del~~ <sup>profund</sup> ~~del~~ aluvión erosionado del río Rímac, en esta área.

- Coordinar con SEDAPAL el Programa de Colectores que proyecta para la Gran Lima y cuya desembocadura final es el mar, con la finalidad de evitar la constante contaminación de las aguas del litoral como lo hacen en la actualidad *los diversos* los colectores *que desembocan en el* de La Chira y La Costanera, *Comas, etc.*
- Establecer ~~en la Municipalidad Provincial de Lima,~~ para el proyecto Costa Verde, un SIG (Sistema de Información Geográfica), que incluya ~~la~~  *toda la* información bibliográfica y cartográfica  *existente* del Litoral comprendido entre Chancay, al norte y Cañete en el Sur.
- El análisis de la aplicación de técnicas de Agroforestería tanto en la base como la cima y cuerpo del talud de los acantilados aprovechando para ello los trabajos que se han realizado en los sectores de Miraflores y San Isidro; así como el estado actual que presenta el banqueteadado construido en el sector de San Miguel, el que al carecer de un sistema de protección tiende a desmoronarse paulatinamente.

### 6.3 DESARROLLO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

La implementación de un sistema de agroforestería que nos ayude a solucionar los problemas de inestabilidad que presenta el acantilado de la Costa Verde, es una de las acciones que hay que analizar a corto plazo; para tomar esta decisión es necesario adoptar las siguientes medidas:

#### SELECCION Y DELIMITACION DE UNA AREA PILOTO

El área  *piloto* que se puede escoger para efectuar la aplicación de un Sistema Agroforestal corresponde a la zona del acantilado comprendido entre el Club de Tenis y el Parque de La Tercera Edad en San Miguel, donde se ha efectuado banqueteadado del acantilado con la finalidad de estabilizarlo.

~~La altura del acantilado en este sector es de aproximadamente 50 metros.~~

El acantilado entre la base y cima tiene 42 m. de altura, consta de tres niveles escalonados, cada banqueta tiene un ancho de 3 m. y los taludes se han diseñado con una pendiente de 75°.

#### ORGANISMO RESPONSABLE



121  
el Proyecto Costa Verde con la

El Organismo responsable para la ejecución de los trabajos deberá ser la Municipalidad Distrital de San Miguel institución ~~en cuyas riberas litorales se ubica parte de la zona problema~~. Para llevar a un mejor fin el Proyecto, las actividades deberán ser coordinadas con INDECI, la Autoridad Autónoma de la Costa Verde y la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Agraria La Molina. *El mantenimiento de la Presidencia*

### **CARACTERIZACION DE SUELOS AGRICOLAS**

Los suelos superficiales que constituyen el acantilado de la Costa Verde son suelos recientes, derivados a partir de materiales de textura gruesa de origen aluvial-coluvial, y material de relleno artificial.

Pertencen al Grupo Solonchak, fase hardpánica, permeabilidad moderadamente lenta a rápida con un drenaje interno moderado. Por sus características químicas, suelen ser de naturaleza alcalina (pH: 7.5) y el contenido de sales es alto (CE: 53 mmhos/cm.). Los cationes dominantes son el calcio y potasio; el sodio representa el 5.5% del total de cationes absorbidos y el contenido de materia orgánica es muy bajo. La capacidad productiva de los suelos es baja, por lo que se les ha considerado entre las clases 5 y 6, como suelos no aptos para agricultura.

### **ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA REGADÍO**

El sistema de abastecimiento de agua que se sugiere para la zona es mediante el tratamiento de aguas servidas aplicando la metodología empleada por el Ing. Alejandro Vines A. en el sector de Miraflores.

El Area donde se instalaría la Planta de Tratamiento se ubicaría en la zona adyacente al Parque de la Tercera Edad y, el sistema de riego que se emplearía sería el de goteo, la distribución del agua se efectuaría mediante un sistema de tuberías, para lo cual ellas bajarían empotradas en los taludes hacia las banquetas, de donde se distribuirían horizontalmente, regando en su recorrido a las gramíneas y especies forestales que se planten en el cuerpo del acantilado.

### **NUTRIENTES**

Dada la pobreza de los suelos que conforman el acantilado, es necesario aportar nutrientes para el crecimiento y mantenimiento de la planta, nutrientes que es necesario obtener del tratamiento de las aguas servidas.

## VIVEROS

El vivero que se utilizaría para obtener los plántones a plantar en el área de estudio <sup>puede ser</sup> sería bien el que dispone la Municipalidad de Lima en el Parque San Juan de Miraflores, el del Parque de Las Leyendas, o el de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

## ESPECIES FORESTALES

La pendiente de los taludes constituye un elemento importante para la acción de procesos degradativos de erosión, meteorización y remoción en masas, igualmente, el determinar el tipo de suelo es otro factor muy importante, así el suelo areno-limoso que constituye la matriz de las gravas de los suelos aluviales del acantilado de la Costa Verde, es normalmente más susceptible a la erosión porque el agua puede transportar fácilmente los granos de arena; asimismo, la materia orgánica que contienen los suelos también es importante porque pegan los granos de suelo y funcionan como un tipo de esponja.

Teniendo en cuenta todo lo enunciado, es necesario el tener vegetación u otra cubierta encima del suelo.

Dada las características de pendiente del talud, tipo de suelo y la falta de materia orgánica en los materiales que conforman el acantilado del sector de San Miguel, que lo hace bastante susceptible a la erosión, es necesario efectuar en el sector trabajado por INDECI, la plantación de especies forestales que conformen un bosque de protección, que proteja al suelo de este fenómeno degradativo.

Algo importante que hay que considerar es que el acantilado en este sector, no presenta las costras calcáreas que se distinguen en el de Miraflores - Barranco y por lo tanto la plantación de gramíneas en el cuerpo del talud sería más factible.

Las especies más recomendables para plantar en la cima del acantilado en orden de rendimiento son: molle serrano (*Schinus molle*), sauce (*Salix Humboldtiana*), paca (*Inga Feuillei*), guayabo (*Psidium guayaba*), huaranguay y mimosa. En la base puede plantarse: el pino de Australia (*Casuarina equisetifolia*), el roble de Australia (*Gravilea sp.*), el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), las palmeras fenix *washingtonia*, tamarix y cocoloba.

En la zona de los terraplenes se deben de sembrar enredaderas y cubresuelos como: hierba luisa, boungavilla y deditos, además de especies arbustivas de raíz profunda (ficus), como las plantadas en el sector de San Isidro.

Debajo de los árboles y arbustos, se puede desarrollar una abundante vegetación de gramíneas, como las rastreras bunganvila, campanilla y uña de gato, que podrían permitir el pastoreo una vez que las plantas estén grandes y no corran el peligro de ser destruidas por los animales, igualmente en las partes donde exista acumulación de agua pueden sembrarse helechos, culantrillo, quebrollo, mucle, etc.

Otro sistema a emplear puede ser el agrosilvopastoral, mediante el método de Fajas de Protección (o cinturones forestales), que consistiría en plantar en las zonas planas líneas de árboles o arbustos, combinados con pastos .

Dado que el objetivo de estas fajas es la protección del suelo el distanciamiento entre las fajas sería de 30 m. considerando que la pendiente es mayor a 50%, asimismo el distanciamiento entre árbol y árbol más recomendable es 2 m. y el hoyo para ubicar un plantón deberá ser de 40 x 40 x 40 cm. .

## CONCLUSIONES

1. Los riesgos de inestabilidad que presentan los taludes del acantilado de la Costa Verde es producto de la erosión diferencial de las aguas marinas en los sectores en que no ha sido tratado y la acción del viento y las condiciones climáticas en los otros sectores.
2. La estabilidad de los taludes del acantilado, está en función de los siguientes factores:
  - Características físico-químicas de los sedimentos que los constituyen.
  - Descargas de las emisiones de desagüe y canales de riego.
  - Acción dinámica del mar y el viento.
  - Influencia de las vibraciones del terreno ante el paso de vehículos pesados y las aceleraciones sísmicas.
3. Los sistemas de Agroforestería constituyen una de las Técnicas que es necesario tener en cuenta para el tratamiento de la estabilidad de los taludes
- X 4. Dada la fuerte pendiente de los taludes, los bosques de protección constituirían un excelente sistema Agroforestal a aplicar en la cima, base y terraplenes de los escalonamientos ya que además de proteger a los taludes de la acción del viento aportarían materia orgánica para mejorar los suelos del área.
- X 5. Un sistema alternativo a aplicar sería el agrosilvopastoral mediante el método de Fajas de Protección (o cinturones forestales), que consistiría en plantar en todas las zonas planas, líneas de árboles o arbustos, combinados con pastos .
6. En el cuerpo del acantilado lo más recomendable a plantar sería especies rastreras o gramíneas, igualmente el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), podría ser otra alternativa que es necesario analizar

## BIBLIOGRAFIA

Aramburú Menchaca E. y CORPEI

Defensas del Litoral y Habilitación de Nuevas Playas de Lima Metropolitana.  
Estudio de Pre-Factibilidad. Ministerio de Vivienda. Vol. I y II . 1972.

CISMID

Manual de Protección de Taludes  
Asociación de Carreteras de Japón. Lima 1984

Foro Técnico y Mesa Redonda: La Costa Verde Diagnóstico, Propuestas y  
Soluciones. Resúmenes. Julio, 1996.

Durand Pardo, J.

Protección de la población, conservación del medio ambiente y renovación urbana  
del Centro Histórico de Lima.  
Instituto Nacional de Defensa Civil - Oficina de Proyectos Especiales.

Evangelista E.

Geología y Geotecnia del Litoral de Lima Metropolitana

Frías V., Armando y Moreno C., Gonzalo

Ingeniería de Costas.  
Editorial LIMUSA. 2da. Edición. México, 1988.

Galloway , G. & Gumersin de Borgo

Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana  
Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Ministerio de Agricultura, 1985.

Gómez, J.C.

Influencia de los Sismos en Zonas de Lima con Nivel Freático Superficial  
Tesis U.N.M.S.M., 1990.

Hurtado, Ciro

Geografía de los Recursos Naturales  
Anales del I Congreso Nacional de Geografía. Otuzco - La Libertad, 1962.

## INGEMMET

Estudio Geodinámico y Estabilidad de los Acantilados de los Distritos de Magdalena del Mar y San Miguel.

Dirección de Geotecnia, 1983.

Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974).

Enrique Silgado F.; Bol. No. 3 . Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica.

Mejía R., Percy

Curso de Extensión para Forestales en la Sierra Peruana

Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones . Minist. de Agricultura. 1985

Ministerio de Agricultura

Manual Técnico de Conservación de Suelos.

Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas.

Dirección General de Suelos e Irrigación, 1985.

Muñoz V.

Corrección de Cárcavas en el departamento del Valle del Cauca

Publicación AGID No. 16: Geología Ambiental y Geomorfología Aplicada en Colombia. Medellín-Colombia, 1991.

Pulgar Vidal J.

Geografía del Perú

Las Ocho Regiones Naturales del Perú.

Ed. Ausonia Talleres S.A. Lima-Perú.

Van Dam, Ch. & Arjen He Ttema.

Proyecto Comunal de Reforestación

Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Ministerio Agricultura, 1985.

**FOTOGRAFIAS**

**ILUSTRATIVAS**



Foto No. 1 El acantilado en el Sector de "Los Yuyos", obsérvese el material fino "imbricado" en la parte superior que descansa sobre el grueso conglomerádico.

Foto No. 2 Sector de los acantilados en el "Parque Salazar" de Miraflores; obsérvese la protección vegetal que se le ha colocado, y en la parte inferior la cobertura de carbonato de calcio que cubre los materiales aluviales.

Foto No. 3 Sector de los Acantilados de la Costa Verde entre el Parque Salazar y la Bajada de Armendariz, donde existe una predominancia de material granular con delgados lentes de material fino en el aluvial de Lima.

Foto No. 4 Estado del último espigón, construido en el sector de San Miguel, dentro del proyecto Costa Verde.

Foto No. 5 Vista a los Acantilados entre la parte terminal de la Costa Verde y la cuadra 25 de la Av. Costanera; obsérvese la verticalidad de los acantilados y las grietas existentes en su cuerpo.

Foto No. 6 Obsérvese el material que conforma el acantilado en la zona de San Miguel, sector de Hermelinda Carrera.

Foto No. 7 Parte final de la Costa Verde en el sector de San Miguel. Obsérvese en la parte alta la acumulación de basura que se arroja al igual que en la zona de relleno donde se deposita desmonte.

Foto No. 8 Bajada de San Miguel. Obsérvese la predominancia del material grueso sobre el fino, en la parte superior la basura depositada.

Foto No. 9 Sector de  
Hermelinda Carrera,  
donde se ha producido un  
derrumbe del acantilado;  
obsérvese las tuberías de  
desagüe.

Foto No. 10 Vista al material de desmonte que cubre los acantilados en el sector ribereño de San Miguel a la altura del "Albergue de Menores de Maranga". Nótese el relleno en la parte superior (Av. Costanera)

Foto No. 11 Vista al material que conforman los acantilados de San Miguel a la altura del Albergue de Maranga, con una predominancia de material grueso sobre finos.



Foto No. 12 Perfil del acantilado al Sur del nuevo colector costanero; al fondo restos del colector antiguo, colapsado. En el acantilado predominan los materiales finos que engloban estratos de material grueso.

Foto No. 13 Area litoral entre la Av. Santa Rosa y la Punta (Callao).

Foto No. 14 Derrumbe en el acantilado frente al Colegio Militar "Leoncio Prado", causado por tuberías de desagüe colapsadas.

Foto No. 15 Paleocanal en horizontes de materiales finos areno-limo-arcilloso, en el sector de La Perla, a la altura de la intersección Av. Haya de La Torre.



Foto No.16 Obsérvese en los suelos finos (parte inferior) las grietas de tensión características, asimismo en los suelos arenosos superiores las oquedades producidas por la meteorización.

(A)

(B)

Foto No. 17 En (A) estratos potentes de suelo limo-arcilloso intercalado con horizonte de gravas en matriz areno-limo-arcillosa; en (B) suelo muy húmedo.

(A)

(B)

Foto No. 18 Sector del Albergue de Menores de Maranga, que nos muestra los materiales que conforman el acantilado y los derrumbes y acumulaciones de materiales en sus partes bajas.

Foto No. 19 Nuevo Colector de La Costanera, en el límite de La Perla con San Miguel. Obsérvese el material que conforma la playa y el acantilado

Foto No. 20 Zona de la playa La Arenilla en La Punta - Callao.



Foto No. 21 Area del litoral en el sector del Varadero Labarthe; obsérvese el desmonte que cubre la playa y los espigones en 'T'.

Se ha diferenciado:

Al-1 Conformado superficialmente por suelos gravosos, que corresponden al lecho actual de los ríos Rímac, Lurín y Chillón.

Al-2 Superficiales, con espesores de 0.50-1.50 m., se localizan suelos arenosos o suelos finos, infrayaciendo se encuentran suelos gravosos.

Al-3 Superficialmente con espesores de 1.50-2.50 m, se localizan suelos finos, suelos arenosos y intercalaciones de finos con arenas; infrayaciendo se encuentran suelos gravosos.

Al-4 Con potencias mayores de 2.50 m., superficialmente se localizan suelos finos, suelos arenosos o intercalaciones de estos; infrayaciendo pueden encontrarse suelos gravosos y ocasionalmente roca.

Al-5 Depósitos de relleno y/o sanitarios, con diferentes espesores, superficiales; infrayacen suelos gravosos.

En muchos casos ha sido difícil delimitar los depósitos de relleno, por la poca información obtenida de campo, debido al desarrollo urbano en muchas áreas de Lima; en estos casos se ha considerado dentro de los otros grupos precedentes, tales como por ejemplo en la zona Sur de Chorrillos, La Campiña, Villa, al NW del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez y en otros lugares no observados.

## SUELOS PROLUVIALES

Han resultado de la depositación de materiales por aguas temporales; tal es el caso de los suelos depositados por las quebradas afluentes a los ríos principales.

Se les ha clasificado como sigue:

Pro1-1 Suelos gravosos subangulosos y angulosos con potencia observada hasta de 2.20 m. Por sectores se localizan cantos y/o bloques angulares a subangulares hasta en 30 %.

Pro1-2 Conformado mayormente por suelos gravosos angulares y/o subangulares, esporádicamente se localizan cantos y/o bloques.

Se encuentran también intercalaciones de gravas con suelos finos y arenas.

ProI-3 Conformado superficialmente por suelos finos, arenosos, mayor de 0.50 m. de potencia, infrayaciendo se encuentran suelos gravosos con cantos y bloques o intercalación de suelos gravosos que incluyen cantos y bloques con arenas.

ProI-4 Conformado por intercalaciones de suelos gravosos y arenosos, cantos y bloques en menor porcentaje. La potencia de las capas de arena y grava varía de un lugar a otro, y en muchos casos difieren en tramos relativamente cortos.

ProI-5 Suelos arenosos con profundidades de 2 m. Pueden encontrarse lentes de suelos gravosos.

ProI-6 Se trata de suelos arcillosos, limosos y/o areno-limosos, con profundidades observadas de 2 m.

ProI-7 Conformado por suelos arenosos de grano fino a medio que han resultado como producto de redepositaciones eólicas.

#### SUELOS EOLICOS

Han resultado de la depositación de materiales transportados por el viento, y se han agrupado en:

Eol-1 Conformados por suelos arenosos de grano fino a medio con espesores variables.

#### SUELOS MARINOS

Son el resultado de la depositación de materiales o sedimentos, como producto del transporte marino.

Se han agrupado en:

Mar-1 Superficialmente son suelos arenosos de grano fino a medio. No se ha observado en profundidad.

Mar-2 Son suelos arenosos de grano fino a medio con potencia observada de hasta 2.50 m.; infrayaciendo se localizan suelos gravosos. Las gravas son redondeadas, algo aplanadas producto del trabajo marino.

## SUELOS COLUVIALES

Son materiales que se localizan en las laderas de los cerros, provenientes de la desintegración de la roca madre, y que han sido trasladados pendiente abajo por la gravedad.

Col-1 Están conformados generalmente por suelos gravosos, por sectores se localizan cantos y bloques angulosos, que indican poco recorrido.

### **ALGUNOS PERFILES DE SUELO DE LIMA**

(OBSERVADOS Y MEDIDOS EN EL CAMPO)

**Lugar:** La Capitana (margen derecha del río Rímac)

**Tipo:** Corte de un canal para agua.

**Descripción del Suelo:** De 0.00-0.60 m: suelo limo-arenoso.

De 0.60-1.40 m. Suelo aluvial, consiste de conglomerados, con 5% de bolos, 15% de cantos, 25% de gravas, 35% de gránulos, el resto matriz fina. Color beige al estado seco.

---

**Lugar:** La Capitana

**Tipo:** Terraza natural

**Descripción del suelo:** En superficie suelo constituido por arena de grano fino, consistencia suelta, color algo amarillento, debajo conglomerados del río Rímac.

---

**Lugar:** La Capitana

**Tipo:** Pozo de agua

**Descripción del suelo:** De 0.00-0.50 m. material fino de color marrón; de 0.50-2.00 m. Conglomerado del río Rímac. Nivel freático a 2.00 m.

---

**Lugar:** Lotización "El Club" (margen derecha de quebrada Jicamarca)

**Tipo:** Escarpa de segunda terraza

**Descripción del suelo:** (0.00-2.50 m.) Paquete conformado por arena sucia de grano fino, color beige, medianamente denso. Esta terraza constituye una superficie casi horizontal

que se extiende hasta la base de la terraza más alta (más antigua) y en el borde de los afloramientos rocosos.

**Lugar:** Lotización "El Club" (margen derecha de la quebrada Jicamarca).

**Tipo:** Zona arqueológica (hoyo de "huaqueo")

**Descripción del suelo:** Corresponde a la terraza más antigua señalada en el perfil anterior.

(0.00-0.80 m.) Arcilla color beige, anaranjado al estado seco, bien plástica, consistencia blanda.

(0.80-0.90 m.) Arena de grano fino, color plomizo, suelta, incluye gránulos finísimos (10%).

(0.90-1.40 m.) Arcilla ídem al primer horizonte.

---

**Lugar:** Lotización "El Club"

**Tipo:** Cantera antigua

**Descripción del suelo:** (0.00-10.00 m.) Depósitos proluviales, material arenoso de grano medio a grueso, suelto, aparente estratificación. Incluye 10% de clastos angulosos del tamaño de gravas y bolones, con mayor porcentaje del tamaño de cantos.

---

**Lugar:** Zona Alta de Campoy

**Tipo:** corte natural (terrace)

**Descripción del suelo:** Depósitos proluviales constituidos por arenas de grano fino a grueso, incluyendo clastos angulosos de roca intrusiva en estado de desintegración, estos clastos se encuentran aproximadamente en un 5%.

Por la quebrada que da a Campoy, por donde sale la carretera se observa que los depósitos proluviales contienen  $\pm$  un 30% de clastos.

---

**Lugar:** Vitarte (margen izquierda del río Rímac)

**Tipo:** Escarpa de terraza de 5.00 m.

**Descripción del suelo:** (0.00-1.50 m.) Limo arcilloso de color beige.

(1.50-5.00 m.) Conglomerados aluviales en estado suelto, color beige: bolos 10%, cantos 15%, gravas 40%, gránulos 30%, matriz arenosa de grano fino a medio 5%.

Los clastos consisten en un 70% de metavolcánicos y volcánicos, perteneciendo estos a los tamaños de gravas y gránulos; clastos intrusivos 30%, poco meteorizados, con buena resistencia al golpe de martillo, de formas esféricas, algunos discoidales y redondeados. Viviendas rústicas al pie de la escarpa.

**Lugar:** Vitarte (lado derecho de la carretera Lima-Chosica).

**Tipo:** natural

**Descripción del suelo:** Depósitos aluviales ídem al anterior, se diferencia en la matriz, que es limo-arenosa de grano fino, compacto. La capa de finos es de poco espesor.

---

**Lugar:** Vitarte

**Tipo:** Cantera (ladrillera)

**Descripción del suelo:** (0.00-1.20 m.). Depósito proluvial compuesto por suelo arcilloso de color beige al estado seco, plástico; incluye  $\pm$  10% de gránulos finos. El conjunto se encuentra en estado compacto.

---

**Lugar:** Santa Anita (margen izquierda del río Surco) - Ladrillera "El Trébol"

**Tipo:** Cantera

**Descripción del suelo:** Depósito aluvial:

(0.00-0.50 m.) Arena de grano fino, color beige amarillo, suelto.

(0.50-0.90 m.) Arcilla color marrón al estado húmedo, blanda, plástica.

(0.90-1.30 m.) Arena de grano fino, suelta.

(1.30-1.75 m.) Arcilla de color marrón al estado húmedo, plástica, blanda.

(1.75-2.10 m.) Arena de grano fino, suelta.

En algunos lugares de la ladrillera se ve lentes de gravas (conglomerados).

---

**Lugar:** Santa Marta (margen izquierda del río Rímac, próximo al inicio de la canalización Surco).

**Tipo:** Escarpa de terraza

**Descripción del suelo:** 0.00-1.50 m.: Suelos finos, limo-arcillosos.

1.50-8.00 m. Depósitos aluviales, similares a los descritos en Vitarte: bolones 1%, cantos 30%, gravas 30%, gravillas 25%, arena de grano fino 10%, estado suelto.

En los clastos predominan rocas volcánicas sobre las intrusivas; los clastos son de formas esféricas y redondeadas.”

---

**Lugar:** ± 200 m. Aguas abajo del Puente Santa Rosa.

**Tipo:** Terraza

**Descripción del suelo:** (0.00-2.50 m.) Conglomerado aluvial similar al de Vitarte, cubierto superficialmente por depósitos de relleno.

**Lugar:** 20 m. Aguas abajo del Puente del Ejército

**Tipo:** Escarpa natural

**Descripción del suelo:** (0.00-30.00 m. Superficialmente material de relleno de espesor variable (máximo observado 3.0 m.); debajo conglomerados similares a los de Vitarte, bastante compacto, taludes casi verticales.

---

**Lugar:** Villa María del Triunfo; Av. Morales - Cuadra. 9.

**Tipo:** Escarpa de terraza de 15 m.

**Descripción del suelo:** (0.00-10.00 m.) Material de relleno.

(10.00-15.00 m.) Conglomerado similar al de Vitarte, variando en el porcentaje muy levemente y quizás en la matriz.

---

**Lugar:** Puente Dueñas, Mirones Bajo.

**Tipo:** Escarpa natural ± 8.00 m.

**Descripción del suelo:** (0.00-6.00 m.) Material de relleno.

(6.00-8.00 m.) Conglomerado similar al de Vitarte disminuyendo en porcentaje de bolones.

---

**Lugar:** Puente Av. Universitaria, Mirones bajo

**Tipo:** Escarpa natural ± 5.50 m.

**Descripción del suelo:** (0.00-4.00 m.) Material de relleno.

(4.00-5.50 m.) Conglomerados similares a los de Vitarte; disminuye porcentaje de bolones.

---

**Lugar:** 20 m. Aguas arriba del Puente Elmer Faucet

**Tipo:** Escarpa

**Descripción del suelo:** De 0.00-1.80 m.: material de relleno; debajo no se observan los conglomerados. Aguas abajo de este punto relleno sanitario.

---

**Lugar:** Puente Peatonal, Nestor Gambetta.

**Tipo:** Relleno Sanitario

**Descripción del suelo:** (0.00-3.00 m.) Relleno Sanitario.

**Lugar:** Ciudad de Papel, cerca al Aeropuerto, terrenos colindantes con el cerro La Regla,  
1Km. Con dirección a Ventanilla.

**Tipo:** Zanjas para cimentación

**Descripción del suelo:** Suelo aluvial que consiste de un lente de arena en la parte superior, debajo conglomerado hasta la profundidad de 4.50 m.



**CUADRO No.**  
**DESCRIPCION DE SUELOS EN ALGUNOS LUGARES DE LIMA**

LUGAR	TIPO DE DEPOSITO	GRANULOMETRIA	CARACTERISTICAS DEL SUELO	ESPESOR (m)	CLASIF. (SUCS)*
A 40 m del local de Las Gaviotas - Chorrillos	Proluvial	Bolos 1%, gravas, 60%, gránulos 15%, arena fina 24%.	Grava pobremente graduada, con clastos de forma laminar, angulosos, no plástica, estratificado, lenticular, muy compacta. Litología de clastos: 40% volcánicos y 60% lutitas.	4.00	GP
Encima del Club Regatas - Chorrillos	Aluvial	Cantos 10%, gravas 60%, arenas 30%.	Grava pobremente graduada, clastos de forma esférica, redondeados, estratificados, compacta; litología 10% intrusivos, volcánicos 50%, metamórficos 10% y sedimentarios 30%.	7.00	GP
Playa la Chira	Proluvial/ eólico superficial	Arenas 100%.	Terraza de 3.5 m. , compuesto por arenas densas, red/subred, no plástica, de estructura lenticular a masiva.	3.50	SP
Lagunas de Conchán (Villa)	Pantansoso	Arenas 80% y limos 20%.	Arena limosa de baja plasticidad, estructura masiva, compacta.	0.30	SM
Los Cedros de Villa	Eólico	Arenas 100%	Arenas de grano medio, esféricas, subredondeadas, no plásticas, masivas, consistencia densa.	0.60	SP
Desvío a la Playa Arica	Aluvial	Bolos 3%, cantos 10-15%, gravas 20%, gránulos 10% y arenas 55%.	Arenas gravosas pobremente graduadas, de formas esféricas, subredondeadas, no plásticas; estratificada a lenticular; litología 80% intrusivos y volcánicos 20%; compacta a muy compacta.		SP
Pachacamac - Terraza del río Lurín	Aluvial	Bolos 5%, cantos 20%, gravas 40% y arenas 35%.	Grava bien graduada, con clastos esféricos, cilíndricos, redondeados a subredondeados; matriz de arena gruesa a fina, no plástica; estructura masiva, con litología predominante de volcánicos (805%), intrusivos y sedimentarios (15%).	1.50	GW
Manchay	Proluvial	Bolos 2%, cantos 15%, gravas 25%, arenas 53%.	En la base arena fina a gruesa, gravosa ( $\pm 2$ m.), densa, no plástica; encima grava bien graduada (7.0 m.) con clastos de forma laminar, angulosos a subangulosos, compacta.; litología de intrusivos (85%) y volcánicos (15%).	9.00	SW GW
Cieneguilla - Terraza margen izquierda	Aluvial	Bolos 7%, cantos 20%, gravas 20% y arenas 53%.	Superficialmente 1 m. De suelo de cultivo. Gravas bien graduadas, formas esféricas a cilíndricas, redondeadas, matriz de arena de grano fino a grueso, sucia, no plástica, consistencia muy compacta; intrusivos 10%, volcánicos 85%, sedimentarios 5%.	3.50	GW
Villa María del Triunfo - campo Deportivo V.R. Haya de la Torre.	Proluvial	Gravas 65%, arenas 35%.	Grava bien graduada, con clastos discoidales, angulosos de naturaleza intrusiva (100%); matriz de arena fina a gruesa, no plástica, muy compacta.	2.50	GW
Pamplona Alta	Eólico	Gravas 2%, arenas 98%.	Arena pobremente graduada, no plástica, masiva, consistencia densa.		SP
Cuadra. 16 Av. Huaylas - Chorrillos	Aluvial	Arenas 100%	Arena pobremente graduada, no plástica, estructura masiva, consistencia suelta a densa.	0.50	SP
Las Casuarinas	Proluvial	Cantos 3%, gravas 10%, gránulos 2% y arenas 85%.	Arena pobremente graduada, no plástica, clastos laminares, angulosos, litología volcánica (60%) y sedimentaria (40%); estratificada, densa.	$\pm 15.00$	SP
Los Alamos Monterrico	Proluvial	Bolos 3%, cantos 5%, gravas 30%, gránulos 40%, arenas 20%, y limos 2%.	Grava pobremente graduada; clastos discoidales, angulosos; matriz de arena gruesa y limo, no plástica; consistencia suelta.	$\pm 15.00$	GP

(\*) Clasificación Visual.