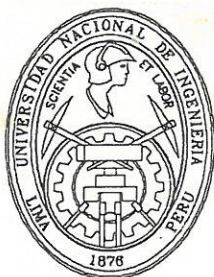
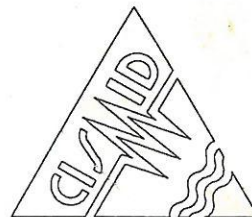


JORGE ELIAS ALVA HURTADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID

MICROZONIFICACION SISMICA

DE LA CIUDAD DE ICA

HECHO POR:

Ing. JOSE LUIS LARA MONTANI

Dr. JORGE ELIAS ALVA HURTADO

INFORME PRESENTADO A LA AGENCIA
DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
(JICA)

Diciembre, 1994

PRESENTACION

El presente trabajo de investigación constituye el Informe Final del Estudio de Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Ica, que llevó a cabo el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, como parte de un amplio programa de investigación a nivel nacional que se viene desarrollando desde el año 1988.

Este trabajo se ha realizado debido a que la región Sur medio de la costa peruana está considerada como uno de los lugares de mayor peligro sísmico en el Perú, siendo la ciudad de Ica la más importante de esta región. Se consideró importante iniciar un estudio como el realizado, para que sirviera como base de un futuro planeamiento urbano de la ciudad, que considere las características geotécnicas del lugar.

La realización de este estudio ha sido posible, gracias al apoyo económico de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y al incondicional apoyo del personal técnico del Laboratorio Geotécnico del CISMID-UNI y de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, a quienes expresamos nuestro más sincero agradecimiento.

Se espera que la información contenida en este trabajo contribuya a conocer mejor las características geotécnicas y el comportamiento sísmico de los suelos de la ciudad de Ica.

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Concepto de Microzonificación Sísmica
- 1.3 Generalidades
 - 1.3.1 Ubicación y extensión de la zona en estudio
 - 1.3.2 Antecedentes históricos
 - 1.3.3 Población
 - 1.3.4 Condiciones de la vivienda
 - 1.3.5 Clima y vegetación

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

- 2.1 Introducción
- 2.2 Características Geomorfológicas
- 2.3 Características Geológicas
 - 2.3.1 Estratigrafía
 - 2.3.2 Rocas intrusivas
 - 2.3.3 Depósitos cuaternarios

CAPITULO III: HIDROGEOLOGIA

- 3.1 Introducción
- 3.2 Características Generales
- 3.3 Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos
- 3.4 Reservorio Acuífero
- 3.5 Hidrogeoquímica

CAPITULO IV: PELIGRO SISMICO

- 4.1 Introducción
- 4.2 Sismotectónica Regional
- 4.3 Historia Sísmica del Area de Estudio
- 4.4 Peligro Sísmico en la Ciudad de Ica

CAPITULO V: CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

- 5.1 Introducción
- 5.2 Exploración de Campo
 - 5.2.1 Ejecución de calicatas
 - 5.2.2 Ensayos de penetración estándar
- 5.3 Ensayos de Laboratorio
- 5.4 Distribución de Suelos
- 5.5 Evaluación de la Capacidad Admisible del Suelo
 - 5.5.1 Capacidad admisible de carga
 - 5.5.2 Análisis de asentamientos
 - 5.5.3 Diseño de cimentaciones
- 5.6 Evaluación de Zonas Críticas
- 5.7 Zonificación Geotécnica

CAPITULO VI: CARACTERISTICAS DINAMICAS

- 6.1 Introducción
- 6.2 Generalidades sobre Microtrepidaciones
 - 6.2.1 Características de los equipos de medición
 - 6.2.2 Evaluación de registros obtenidos
- 6.3 Aplicaciones de las Microtrepidaciones
- 6.4 Medición de Microtrepidaciones

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 7.1 Conclusiones
- 7.2 Recomendaciones

REFERENCIAS

- ANEXO I :** Entrada de datos y salidas del programa RISK
- ANEXO II :** Registro de excavaciones
- ANEXO III :** Estudios de suelos recopilados
- ANEXO IV :** Ensayos de laboratorio

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La ciudad de Ica ha estado sometida desde su fundación a muchos sismos, algunos de los cuales han sido calificados como destructores. Sin embargo, los eventos sísmicos más recientes (sismos de 1942 y 1950), pusieron en evidencia el fenómeno de licuación de suelos y probable densificación de depósitos de arenas eólicas. Lo anterior resulta importante, puesto que la experiencia acumulada hasta la actualidad, indica la relación existente entre la distribución de daños observados en las construcciones durante un evento sísmico con las condiciones locales de los suelos (Alva, 1991).

El estudio se inició con la recopilación de información acerca de la geología, hidrogeología, historia sísmica y exploración geotécnica existentes en la zona; luego se ejecutó un programa de exploraciones de campo que incluyó la realización de ensayos de penetración estándar (SPT), calicatas y obtención de muestras alteradas e inalteradas de suelo y ensayos de microtrepidaciones. Todos estos trabajos fueron ejecutados por el personal técnico del Laboratorio Geotécnico del CISMID de la FIC-UNI, y de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Finalmente, luego de procesada la información obtenida, se determinaron las propiedades mecánicas y dinámicas de los suelos y se identificaron las distintas áreas sísmicamente vulnerables.

1.2 CONCEPTO DE MICROZONIFICACION SISMICA

La Microzonificación Sísmica de una ciudad puede definirse como el proceso para establecer unidades geográficas limitadas, de comportamiento característico observado o probable desde el punto de vista del suelo frente a la ocurrencia de un evento sísmico.

Con este propósito, datos de topografía, geología, hidrogeología, sismología, geotecnia, evaluación de daños sísmicos, medición de parámetros dinámicos del suelo, etc. (Tabla N° 1) son recopilados, procesados y comparados hasta identificar las áreas de una ciudad más susceptibles de ser afectadas debido a la respuesta dinámica del suelo bajo la acción de un sismo (Kuroiwa, 1990).

1.3 GENERALIDADES

1.3.1 Ubicación y extensión de la zona en estudio

El área en estudio se ubica en el Departamento y Provincia de Ica (Figura N° 1.1). La zona específica a investigar corresponde a la totalidad del Distrito de Ica, comprendiendo una extensión aproximada de 888 Km² (Figura N° 1.2).

La ciudad de Ica se encuentra a una altitud promedio de 406 m.s.n.m., siendo sus coordenadas geográficas aproximadas:

75°43' longitud oeste.

14°04' latitud sur.

1.3.2 Antecedentes históricos

Los datos históricos de la región comienzan con la aparición de culturas muy antiguas, tales como las culturas Paracas, Nazca, Ica y más recientemente el Imperio del Tahuantinsuyo (Siglo XV D.C.).

A consecuencia de la conquista española, el 1° de Setiembre de 1534, Don Nicolás de Rivera, uno de los trece de la isla del Gallo, recibió el nombramiento de encomendero de Lurín-Ica, y recorrió los valles del Sur hasta Acarí. Por entonces el pago de Tacarara y lo que hoy se conoce como Subtanjalla y Collazos, eran las zonas de mayor población. Estos señoríos eran gobernados por caciques sometidos a la autoridad del Inca.

El 17 de Julio de 1536, el Virrey Don Diego López de Zuñiga y Velasco, Conde de Nieva, ordenó la fundación de una ciudad española en esta región. Comisionó para ello a Don Luis Jerónimo de Cabrera y ordenó se le pusiera por nombre "Villa de Valverde" en homenaje a la ciudad española de sus mayores. El fundador escogió para la nueva ciudad los terrenos intermedios entre las comunidades aborígenes de Lurín-Ica y Anan-Ica, en el lugar donde se levantan hoy la urbanización Luren y el barrio de Manzanilla o José de la Torre Ugarte. Transcurridos más de cien años desde la fundación española, se cambia la denominación de "Villa de Valverde" por la de ciudad de Ica, según aparece en documentos notariales de la época.

El 12 de Mayo de 1664, un terremoto devastó Ica, muriendo alrededor de 500 personas; todas las edificaciones quedaron en ruinas. Fue la peor tragedia que haya sufrido la ciudad en toda su historia. A raíz de la catástrofe se cambia el asiento de Ica al lugar que hoy ocupa la Plaza de Armas. Más recientemente la expansión vertiginosa de los últimos años se debió también a una tragedia, la inundación del 8 de marzo de 1963. Las aguas del río Ica rebasaron su cauce y anegaron la ciudad. Barrios íntegros cayeron ante el embate de las aguas, que en algunas calles alcanzaron metro y medio de altura.

La reconstrucción de Ica rompió los linderos tradicionales y surgieron las urbanizaciones de San Isidro, Santo Domingo y la Palma, que al lado de las urbanizaciones Luren, Víctor M. Maúrtua y Santa María triplicaron el área urbana. Calles anchas, áreas verdes y bellos diseños arquitectónicos han cambiado la fisonomía actual de la ciudad de Ica.

1.3.3 Población

La población existente en la ciudad de Ica, en su mayoría es urbana y está compuesta por diversidad de razas. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística (INE) la población estimada en

1990 fue de 105,125 habitantes para el distrito de Ica, siendo ésta la mayor concentración existente en el departamento.

1.3.4 Condiciones de la vivienda

La ciudad de Ica posee construcciones de material noble y adobe (de reciente construcción) y construcciones antiguas de adobe y madera (mayor de 50 años); sin embargo, en la actualidad las construcciones se distinguen claramente en dos (02) tipos: la primera de material noble que se ubican en la zona central de la ciudad, urbanizaciones de reciente creación y viviendas de interés social (Tipo FONAVI), y de adobe no mejorado, que se ubican en las zonas de menores recursos económicos correspondiendo a los barrios marginales de la ciudad.

1.3.5 Clima y vegetación

El clima es templado y desértico, siendo la humedad atmosférica alta en el litoral, disminuyendo hacia el interior. Las precipitaciones son escasas y normalmente inferiores a 15 mm. anuales; excepcionalmente se producen lluvias de gran intensidad pero de corta duración y que tienen un origen extrazonal. La temperatura máxima y mínima absoluta es de 33°C y 10°C respectivamente.

El viento Paracas, brisa marina de gran fuerza en la zona, contribuye a despejar el cielo de esta área y es el principal medio de transporte eólico de las partículas de suelo.

La vegetación es muy pobre y los antiguos bosques de Huarango que existieron en el valle costanero están ahora transformados en campos de cultivo, centros urbanos o zonas desérticas.

MICROZONIFICACION SISMICA

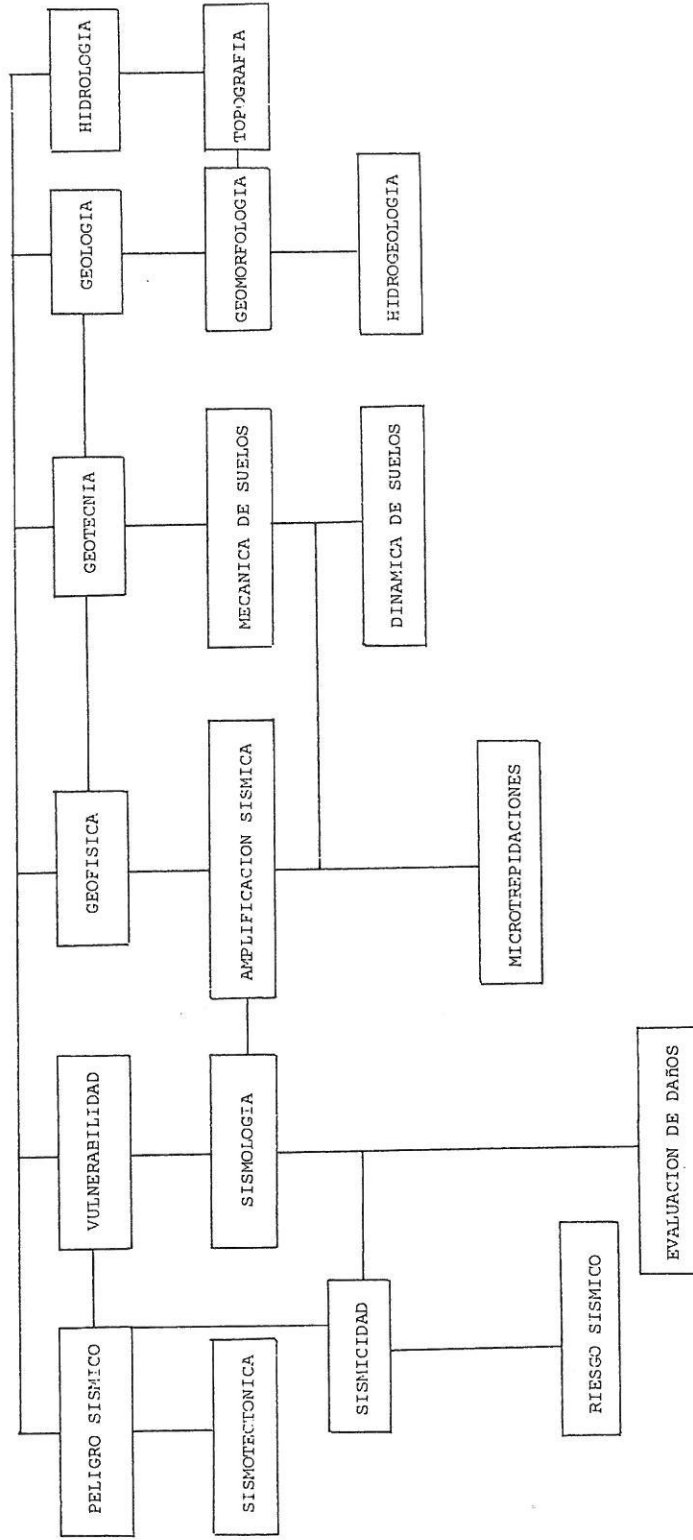


Tabla N° 1 Estudios componentes de la Microzonificación Sismica

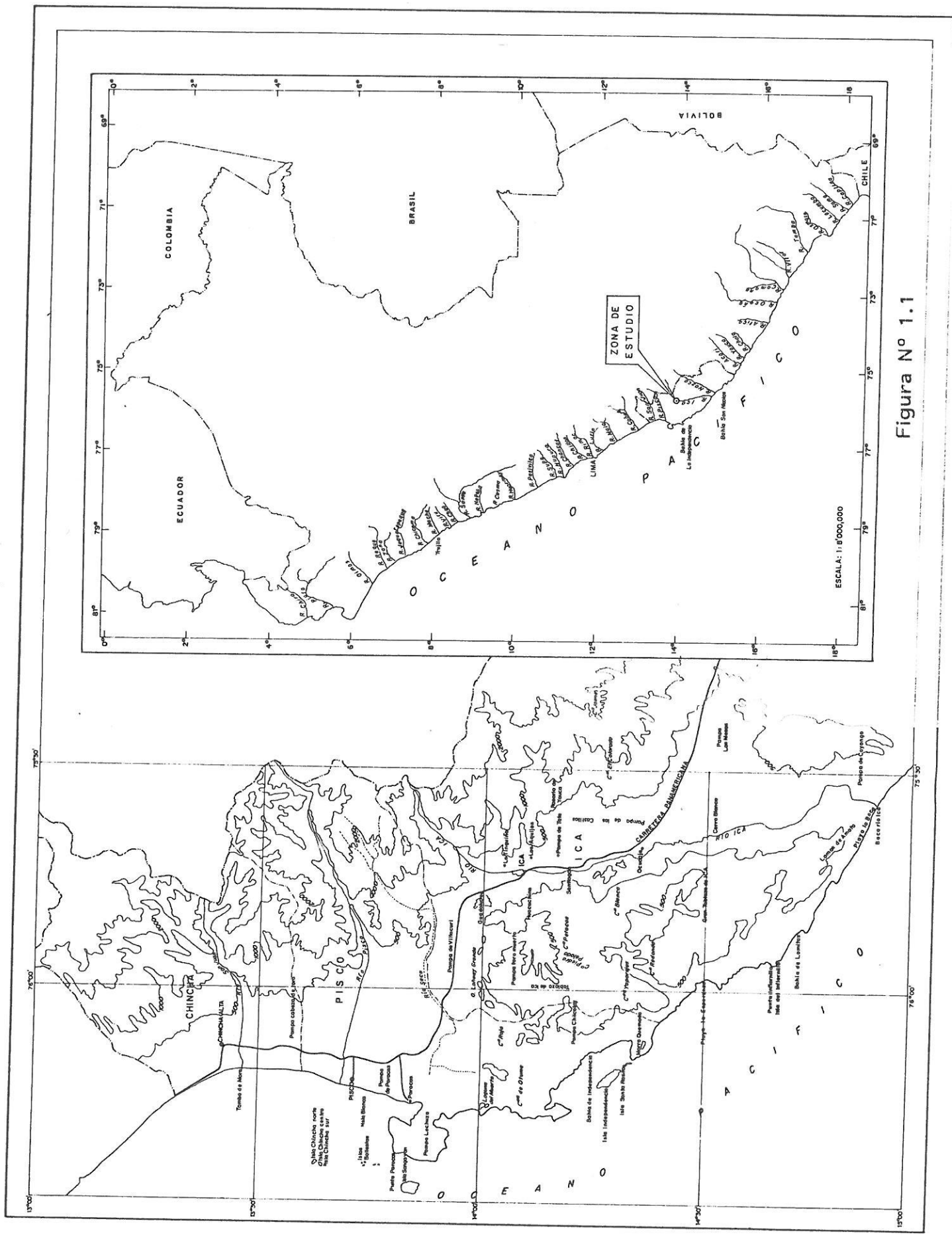


Figura N° 1.1

CAPITULO II

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se presenta la información recopilada referente a la geología y geomorfología de la zona en estudio, la cual está basada en una descripción local.

Con esta información se pretende conocer las distintas formaciones rocosas existentes, tipos de rocas, procesos geológicos actuantes y estructuras existentes, lo cual es de suma importancia, puesto que ayuda a conocer las características geotécnicas de los suelos y permite además, programar trabajos de exploración geotécnica adecuados.

2.2 CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

El departamento de Ica por encontrarse en la vertiente del Pacífico, comprende un territorio correspondiente a la faja costanera y parte de la región cordillerana, donde se han desarrollado unidades geomorfológicas conspicuas, generalmente discontinuas y labradas en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, siendo las principales las siguientes (Figura N° 2.1):

Terrazas Marinas

Son superficies escalonadas, distribuidas a todo lo largo de la faja costanera en número variado e irregular, parcial o totalmente destruidas por la acción fluvial, las mismas que constituyen fieles testigos del levantamiento intermitente y rápido del continente durante el Cuaternario.

Cordillera de la Costa

Está constituida por una alineación de cerros de moderada elevación, paralela al litoral y de ancho variable, llegando a alcanzar 40 km., cruzados por pequeñas torrenteras; geológicamente es un Horst constituido por rocas ígneas y metamórficas, cuyas edades oscilan entre el Precambriano y el Jurásico.

Depresión Pre-Andina

Es una superficie baja y ligeramente ondulada comprendida entre la Cordillera de la Costa y las estribaciones andinas, constituyendo estructuralmente un graben, rellenado parcialmente por sedimentos terciarios sub-horizontales, acumulaciones aluviales y eólicas.

Frente Andino y Valles Transversales

Ocupa el flanco occidental del macizo andino, de relieve moderadamente abrupto y disectado por quebradas profundas como resultado del alineamiento longitudinal a lo largo del frente andino y modificado por agentes fluviales durante la desglaciación pleistocénica de la región cordillerana. El frente andino presenta una superficie inclinada hacia el Pacífico y está cubierta por mantos de tobas terciarias; en algunos casos la erosión ha dejado cumbres empinadas y escarpadas sobre rocas ígneas y sedimentarias.

Con la finalidad de establecer las condiciones de sedimentación que rige el estado y propiedades del suelo, se presenta el levantamiento geomorfológico del área (Carvajal y Washington, 1974), así tenemos (Figura N° 2.2):

Acumulaciones cuaternarias

Son elementos heterogéneos los que conforman la llanura de sedimentación, así como las terrazas bajas inundables originadas por la erosión del río. Estas terrazas elevadas varios metros sobre la superficie y

otros aspectos geomorfológicos se pueden observar desde la bocatoma La Achirana. Las zonas consideradas por su interés, son:

Aguas arriba de la bocatoma La Achirana

Zona caracterizada por la disposición de material completamente variado, constituido por bloques y grabas sub-redondeadas que se presentan como testigos de una actividad esporádica violenta, originando acumulaciones permeables bien desarrolladas que contrastan con la llanura que se observa aguas abajo de la misma bocatoma.

Margen izquierda del río Ica (puente San Juan)

Es un lugar desde donde se observan hacia el Este, bajos desniveles de aproximadamente 2 a 3 m. de altura, que siguen una orientación paralela al río. El nivel más alto es irrigado por aguas del canal La Achirana (que tiene mayor utilización al año). El nivel más bajo lo irriga el río Ica. Es así que con la observación de estas acumulaciones constituidas por material arenáceo en su mayor extensión, se puede definir el frente y respaldo de la terraza y no confundirlo con bancos.

Margen derecha del río Ica

En el sector de las Cooperativas Agrarias de Mamacona (al Sur de Guadalupe), San Jacinto hasta el cerro Tajahuana (al Sur de la ciudad de Ica), se notan a diferencia de los anteriores, los antiguos cursos de agua seguidos por el río Ica.

Con la ayuda de perfiles litológicos obtenidos en la perforación de pozos en estas zonas, se puede notar (como se verá más adelante) el abundante material fino que existe en las partes superiores de la secuencia estratigráfica cuaternaria, que a manera de lentes, asemeja a las últimas etapas en la vida de un río.

Zona de pampas

Son áreas llanas, constituidas de material heterogéneo que se presentan como testigos de la acción mecánica de las aguas. En la zona estudiada, la pampa de La Tinguña conforma el cono deyectivo de la quebrada Cansas, cuya configuración accidentada en la parte alta y fuerte pendiente, permite, debido a las precipitaciones, la erosión de su lecho, con el consecuente arrastre del material. Este flujo lodoso constituye el torrente o "huayco" que a veces puede obturar cursos de agua importantes, así como aportar un volumen notable de agua subterránea.

Zona de dunas

Toda la ladera de la línea de colinas que va del C° Prieto a Santiago, está cubierta de arenas. Este ocultamiento es completo para los cerros que rodean a Huacachina y la duna conocida como C° de Saraja. La altura de las dunas, es considerable y culmina en las que rodean el balneario de Huacachina.

Esta disposición permite explicar la gran altura que se elevan arenas bajo la influencia de vientos huaracanados denominados "Paracas" que tienen orientación Sur-Sur Este, es decir, con una dirección ligeramente paralela al eje del valle. El viento que viene de esta manera trae la arena en suspensión transportándola por encima de la ciudad de Ica para luego chocar contra la ladera de los cerros de la cadena Norte y Este del valle.

2.3 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

La columna geológica del departamento de Ica está constituida por unidades lito-estratigráficas, con un rango vertical comprendido entre el Precambriano y el Cuaternario, separados por discordancias, como efecto de sucesivos procesos tectónicos (Figura N° 2.3).

Las rocas más antiguas de la región que se exponen ocupan la parte Suroccidental y corresponde al Complejo Basal de la Costa, consistente en rocas de metamorfismo regional. La distribución de las rocas Precambrianas y Paleozoicas es restringida, predominando rocas del Mesozoico y

Cenozoico, mayormente de naturaleza sedimentaria y volcánico-sedimentaria.

De acuerdo a los estudios geológicos realizados con anterioridad en el valle de Ica (INGEMMET, 1980), se realizó una fase de reconocimiento en el campo determinándose afloramientos de rocas sedimentarias, intrusivas y volcánicas cuyas edades van del Jurásico al Cuaternario Reciente (Figura N° 2.4).

Las rocas precuaternarias conforman la estribación occidental de la Cordillera de los Andes y afloramientos aislados de intrusivos representan el sector denominado Cordillera de la Costa. De otro lado, las rocas cuaternarias conforman la planicie aluvial costera conjuntamente con el recubrimiento eólico, reconocido en toda la longitud del valle.

2.3.1 Estratigrafía

Las rocas sedimentarias que afloran en el sector de estudio son de edad Jurásico al Cretáceo Medio, así tenemos:

Formación Puente Piedra

La Formación Puente Piedra está compuesta por tufos y derrames volcánicos de composición andesítica interestratificada con lutitas, areniscas y cuarcitas oscuras finamente laminadas. La secuencia pertenece al Jurásico Superior y se encuentra intruída en su parte oriental por el Batolito Andino. Esta Formación aflora en los cerros: Cordero, Cansas, Riachuelo, Del Fraile, Tajahuanas y La Cruz.

Formación Nazca

Esta formación está compuesta de capas delgadas de lutitas de color gris y calizas silificadas de color gris amarillento, compresionadas en algunos sectores debido a un intenso tectonismo, ocasionando variaciones locales en su buzamiento. Estas rocas

suprayacen a la Formación Puente Piedra y su potencia ha sido calculada en 100 metros. La Formación Nazca aflora en los cerros: Toro y Yaurilla.

2.3.2 Rocas intrusivas

El flanco occidental cordillerano compuesto de granitos, monzonitas cuarcíferas con gradación a granodioritas constituyen la parte más oriental del valle en referencia. Afloramientos aislados se presentan en los cerros: Prieto y Tajahuana. Cronológicamente pertenecen al Cretáceo Superior-Terciario Inferior y generalmente se presentan en contacto con las rocas del Jurásico. Se les ubica en los cerros: Del Fraile, Los Puntados y Cuartillo.

2.3.3 Depósitos cuaternarios

Los depósitos existentes en la ciudad y sus alrededores son los eólicos, fluvio-aluviales y aluviales, así tenemos:

Depósitos eólicos

Están formados por la acumulación de arena acarreada por el viento y que cerca al litoral forman dunas y barcanas. En estos suelos la disgregación química de las rocas es insignificante por la casi nula presencia de humedad y son suelos áridos, con escasa cantidad de arcilla. Estos se acumulan en gran cantidad al Oeste de la ciudad.

Depósitos aluviales

Están distribuíos a lo largo del cauce del río Ica. Estos están formados por la sedimentación del río Ica, los mismos que se caracterizan por ser materiales de naturaleza arenosa, limosa con arcilla. Sobre estos suelos se encuentra la ciudad de Ica.

Depósitos fluvio-aluviales

Estos depósitos se ubican en las estribaciones de la cordillera que dan hacia el valle de Ica. Estos depósitos provienen de las quebradas que están al Este de la ciudad de Ica y están compuestos de materiales de mayores dimensiones que las arenas (grabas y boleós) provenientes de los cerros circundantes y de la parte alta de las quebradas.

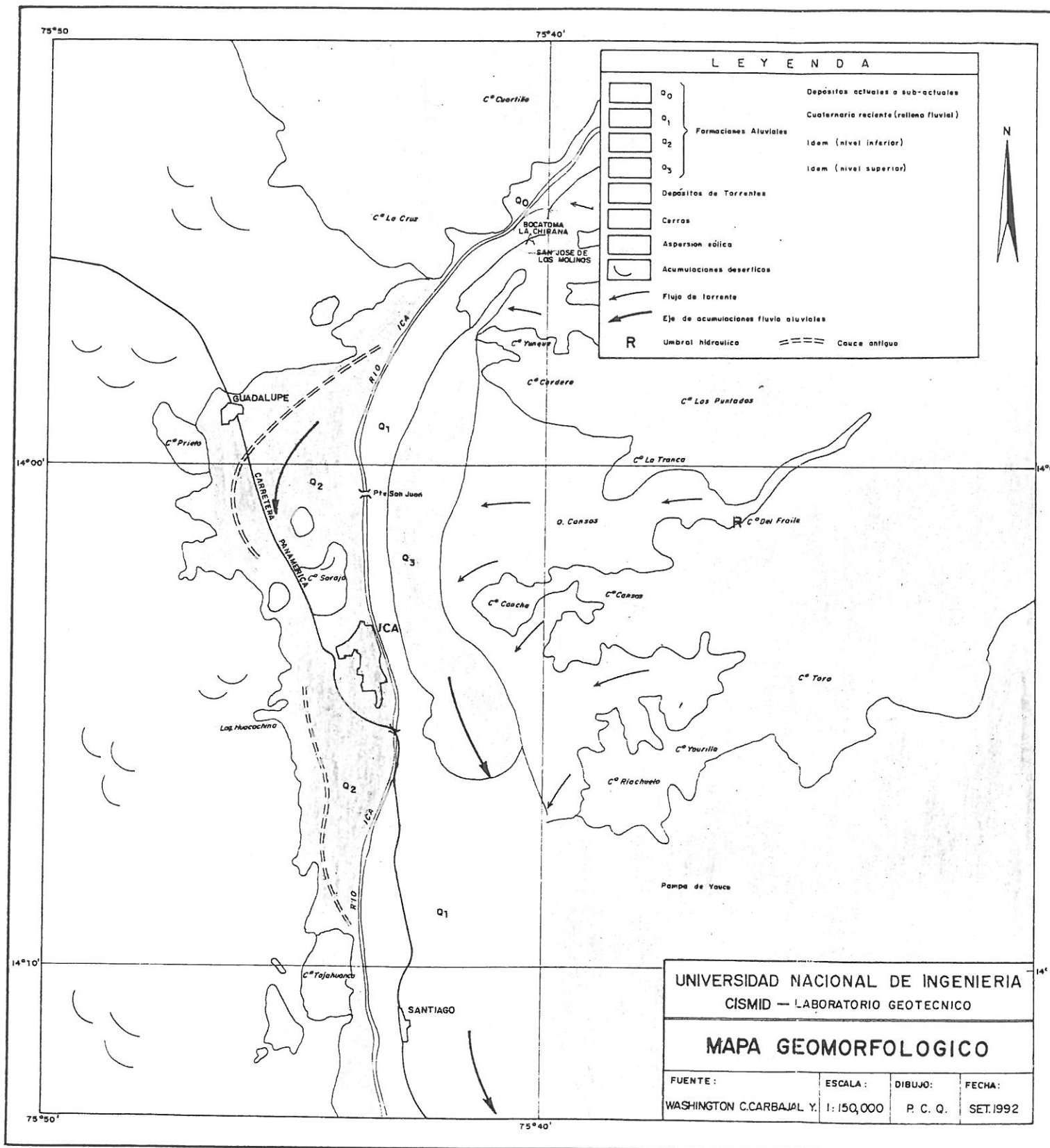


Figura N° 2.2 Mapa Geomorfológico Local

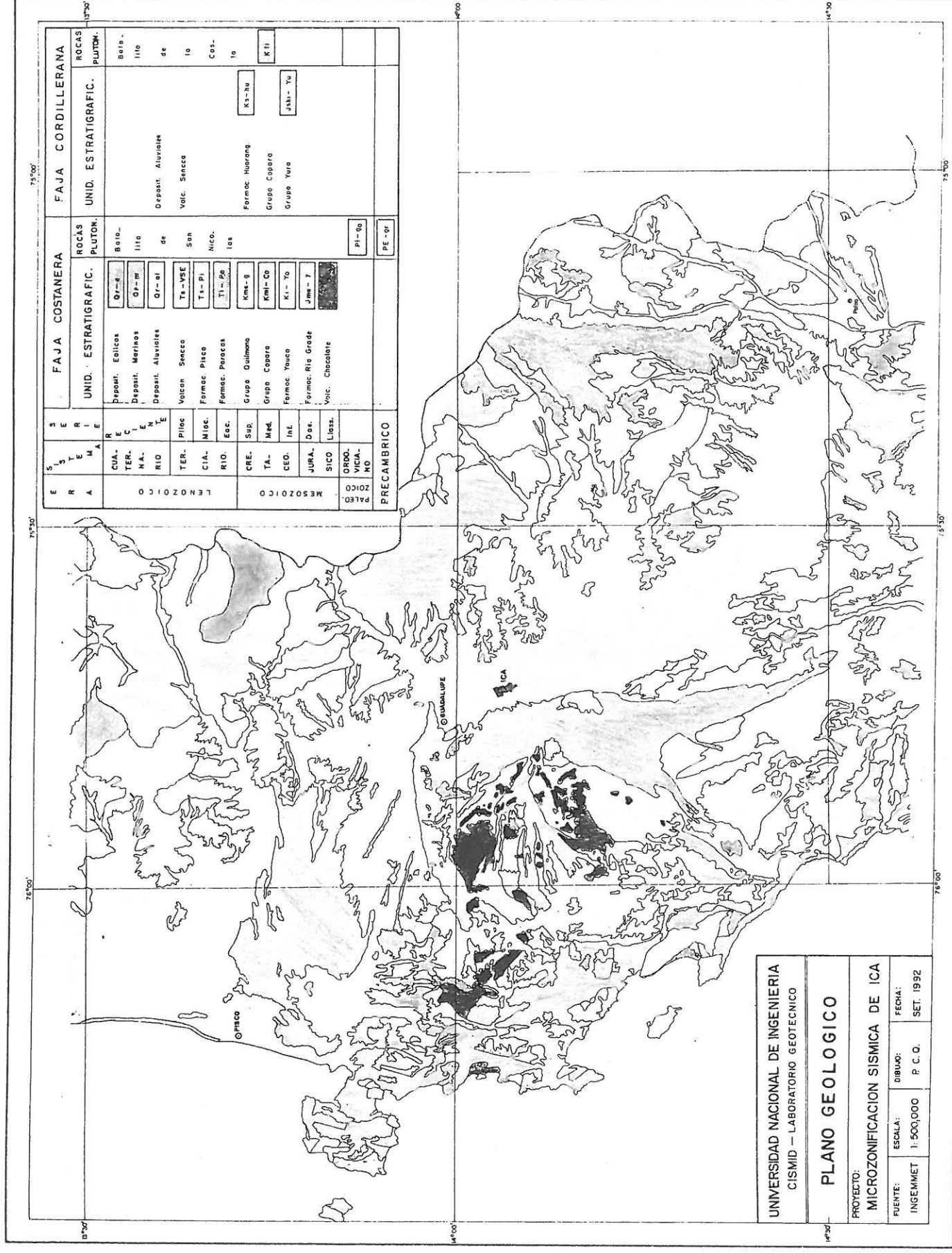


Figura N° 2.3 Mapa Geológico Regional

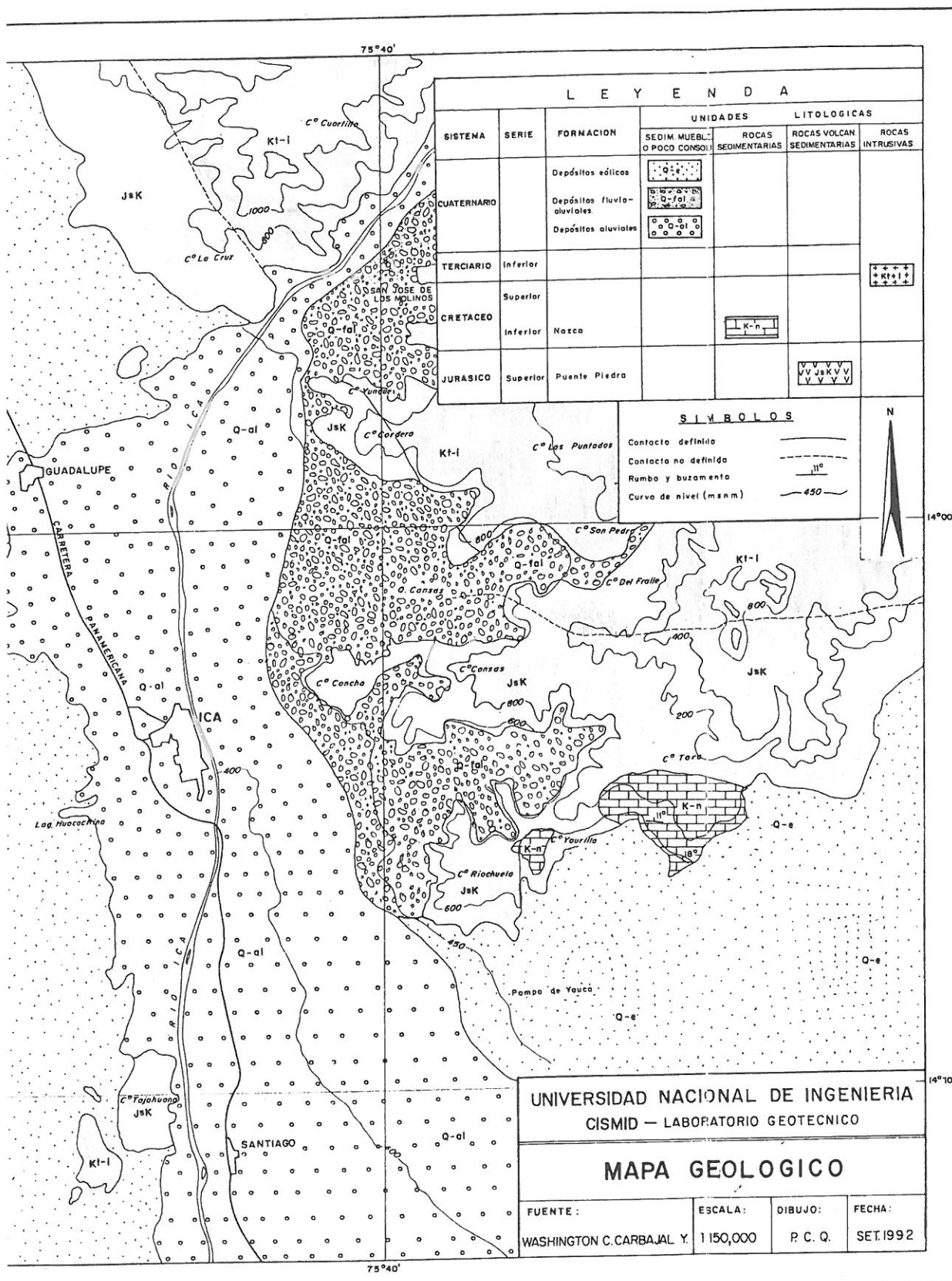


Figura Nº 2.4 Mapa Geológico local

CAPITULO III

HIDROGEOLOGIA

3.1 INTRODUCCION

La hidrogeología permite comprender el comportamiento y distribución de las aguas subterráneas, proporcionando información acerca del nivel freático, dirección del flujo de agua subterránea, elementos químicos que contiene, etc., con lo cual se puede determinar las alteraciones en el comportamiento del suelo, su influencia en la formación de sales, sulfatos y cloruros, los que al presentarse en el suelo en cantidad considerable provocan problemas en la cimentación de las estructuras.

3.2 CARACTERISTICAS GENERALES

Dentro de la configuración hidrográfica de las vertientes del Perú, el río Ica drena sus aguas hacia el Océano Pacífico, teniendo su origen en las precipitaciones, deshielo de los nevados y glaciares en su parte alta (Figura N° 3.1).

La forma de la cuenca del río Ica, es una característica que determina la distribución del escurrimiento a lo largo de los cursos de agua y es en gran parte responsable del comportamiento de las crecientes esporádicas que se presentan en la cuenca. Dentro de la faja costera, presenta respecto a otros valles, características peculiares en su recorrido, así tenemos que, desde su nacimiento hasta la altura del distrito San Juan es de rumbo Nor-Este y Sur-Oeste y de allí hasta su desembocadura toma rumbo Norte-Sur.

El río Ica tiene su origen en la laguna de Parinacocha, a 4,000 m.s.n.m. El valle presenta una característica forma de "V" desde sus niveles más altos hasta la unión de sus principales afluentes (ríos Tambo y Jatunchaca). Esta forma surge como consecuencia de la erosión fluvial

principalmente y por la gran velocidad del escurrimiento de las aguas debido a la pronunciada pendiente del terreno (9-10%, aproximadamente). Luego de esta confluencia, el río muestra una gradual ampliación del cauce, deposición de materiales, así como una paulatina disminución de la pendiente (3% hasta la estación La Achirana). A la altura de la Hda. Trapiche, el valle empieza a ensancharse en forma notable y la pendiente se suaviza alcanzando un valor promedio de 0.3% en la zona de estudio, permitiendo la deposición de los materiales que el río lleva en suspensión.

3.3 EVALUACION DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

La fase básica de un estudio hidrogeológico es la recolección, clasificación, análisis y evaluación de las características hidrogeológicas de la infraestructura de captación; para ello, se ha determinado los tipos de fuentes de aprovechamiento de aguas subterráneas, así tenemos:

Fuentes naturales

Las fuentes de este tipo, corresponden a las lagunas de Huacachina, Orovilca y Pozo Hediondo. Otras como la Victoria, La Hueca y El Totoral han sido ubicadas en el campo, pero completamente secas. En las lagunas primeramente mencionadas ha sido observado un descenso en sus niveles a través de los años y en las otras tres, su sequedad.

Fuentes artificiales

La fuente principal de esta información corresponde al estudio hidrológico para la ciudad de Ica (1974), en el cual se ha inventariado 368 pozos de explotación de agua subterránea, correspondiendo 14 pozos al tipo tajo abierto, 302 tubulares y 52 mixtos (perforación tipo excavación manual-percusión seca); en donde, 314 pozos se encuentran utilizados, 38 en reserva, 9 abandonados, 5 no utilizables y 2 en estado seco (Carbajal y Washington, 1974).

3.4 RESERVOIRIO ACUÍFERO

La geometría y calidad del acuífero, fue determinada mediante la recopilación de estudios de prospección geofísica, geología, geomorfología y recopilación de perfiles de los pozos que han sido perforados en la zona investigada. Entre sus características principales tenemos:

Naturaleza del acuífero

El acuífero subterráneo, está limitado por las rocas pre-cuaternarias. Las profundidades conocidas en base a los pozos perforados varían de acuerdo a las zonas, así tenemos que en la zona Sur de la ciudad de Ica, alcanzan una profundidad de 105 m.

Los datos geofísicos indican un espesor para los horizontes acuíferos productores que fluctúan entre los 100 y 150 metros. En la zona del distrito de San José de los Molinos alcanza profundidades hasta de 100 m., y en el sector de la ciudad de Ica, al Oeste de la misma, alcanza profundidades superiores a los 500 metros.

Litología

Con la recopilación de los perfiles litológicos de cada pozo perforado en esta zona, se ha efectuado con los más representativos, una correlación esquemática desde el punto de vista hidrogeológico. Se han elaborado con ellos, cuatro perfiles hidrogeológicos esquemáticos, dos longitudinales y dos transversales a la dirección del río, cuya descripción es la siguiente (Figura N° 3.2):

PERFIL A-A'

Trazado sobre la margen derecha del río Ica. Se observa en él, una progresión del material fino en la parte más baja a material más grueso en el Norte del valle. Esto último indica la presencia de mejores condiciones del acuífero en esa zona (Figura N° 3.3).

PERFIL B-B'

Ubicado en la margen izquierda del río y la margen derecha del canal La Achirana. Es un corte que confirma las características detalladas en el Corte A-A', aunque el material grueso aparece con mayor potencia al Norte de este sector. Una diferencia saltante entre estos dos Cortes, es la variación del nivel del agua subterránea. En el Corte B-B' se observa lo opuesto, debido indudablemente a una mayor explotación, sobre todo en la parte baja (Figura N° 3.4).

PERFIL C-C'

Trazado en forma transversal al curso del río Ica. Se puede apreciar en él, la predominancia de material fino en la parte Oeste del valle, alternándose progresivamente materiales finos y gruesos hacia la zona Este (Figura N° 3.5).

PERFIL D-D'

Es un corte transversal que muestra una mayor uniformidad en la alternancia de materiales (Figura N° 3.6).

De este análisis litológico, los acuíferos de mejores condiciones, se presentan hacia la margen izquierda del río Ica, aún cuando la profundidad de sus niveles son mayores.

Las aguas subterráneas

Las campañas de medición de la profundidad de los niveles de agua en los pozos de la zona de estudio, así como los controles periódicos en una red de observación, permitirá mediante el control de las fluctuaciones y evolución de los niveles, efectuar el estudio sobre el estado de la superficie piezométrica y determinar de manera general la dinámica de la napa.

El gradiente hidráulico está en función de la forma y el espaciamiento de las curvas; de las características hidrogeológicas del acuífero

(permeabilidad y transmisividad) y de la configuración geológica. En resumen, se ha determinado lo siguiente (Figura N° 3.2):

1. Existen dos líneas de flujo notables: la primera se presenta en la margen izquierda del río Ica hacia su nivel de base, el Océano Pacífico; la otra se dirige hacia la zona de cobertura eólica (zona de lagunas).
2. Con las medidas de piezometría realizadas en los meses de Marzo a Abril de 1974, se elaboró una Carta de Isopropundidad de la napa (Figura N° 3.2). En dicha carta, se aprecia que el nivel freático en 1974 variaba de 5 a 10 mts en promedio y en 1992 el nivel freático descendió hasta 15 y 20 mts en promedio (Vergara , 1992).

3.5 HIDROGEOQUIMICA

La calidad química de las aguas subterráneas es tan importante como el conocimiento del volumen aprovechable de un acuífero. El movimiento lento de las aguas subterráneas a través del subsuelo motiva un prolongado contacto con los minerales que ahí se encuentran, siendo éstos en diversos grados solubles en el agua. Entre las características principales tenemos:

Carta de Isoconductividad

La conductividad eléctrica se encuentra ligada estrechamente a la mineralización del agua, debiendo su variación, entre otras causas, al contacto de las aguas subterráneas con materiales que se van haciendo solubles por efecto del intemperismo y/o erosión o por los bombeos de agua en formaciones antiguas que contienen cantidades sustanciales de sólidos disueltos. Con los valores de la conductividad eléctrica, se elaboró la Carta de Isoconductividad Eléctrica para el sector de estudio (Figura N° 3.7). En donde se observa que la C.E. se eleva hacia la margen derecha del río en mayor proporción que hacia la izquierda y es ascendente aguas abajo del río, notándose que en la ciudad de Ica se obtiene los valores mínimos.

Variación areal de aniones y cationes

Con los resultados obtenidos de los análisis-químicos realizados en la Dirección de Aguas, se determinó la distribución de los aniones Cloro y Sulfato, así como de los cationes Calcio y Magnesio. De este análisis, se observó que los iones de Calcio y Sulfato presentan de manera general, similitud morfológica en sus concentraciones. Los iones de Cloro y Magnesio presentan otro comportamiento hacia el Norte de la ciudad de Ica así como hacia el SW de la misma (zona de lagunas).

Concentraciones de Sulfato, Calcio y Magnesio presentan también, núcleos localizados entre los poblados de Subtanjalla, San Juan Bautista, La Tinguiña, alcanzando valores de 575 mg/lit (12 meq/lit), 220 mg/lit (11 meq/lit) y 35 mg/lit (2.3 meq/lit) para los iones SO_4 y Ca y Mg, respectivamente. El ión cloro se encuentra aguas arriba de la ciudad de Ica, en una concentración de (35 mg/lit), mientras que aguas abajo más de 200 mg/lit.

De lo anterior, resultan las siguientes facies químicas (Figura N° 3.7):

1. Bicarbonatada Cálcica.- Es el tipo imperante a lo largo de la zona estudiada, encontrándose mayormente aguas arriba de la ciudad de Ica.
2. Sulfatada Cálcica.- Las aguas de este tipo se localizan en un núcleo ubicado al Sur de la ciudad de Ica.
3. Sulfatada Sódica.- Se le encuentra principalmente en el sector circundante a la laguna Huacachina.
4. Bicarbonatadas Sódicas y Cloruradas Cálcicas.- Estos núcleos se localizan alrededor del límite distrital entre Los Aquijes y Parcona y al SE de la Laguna Orovilca, principalmente.

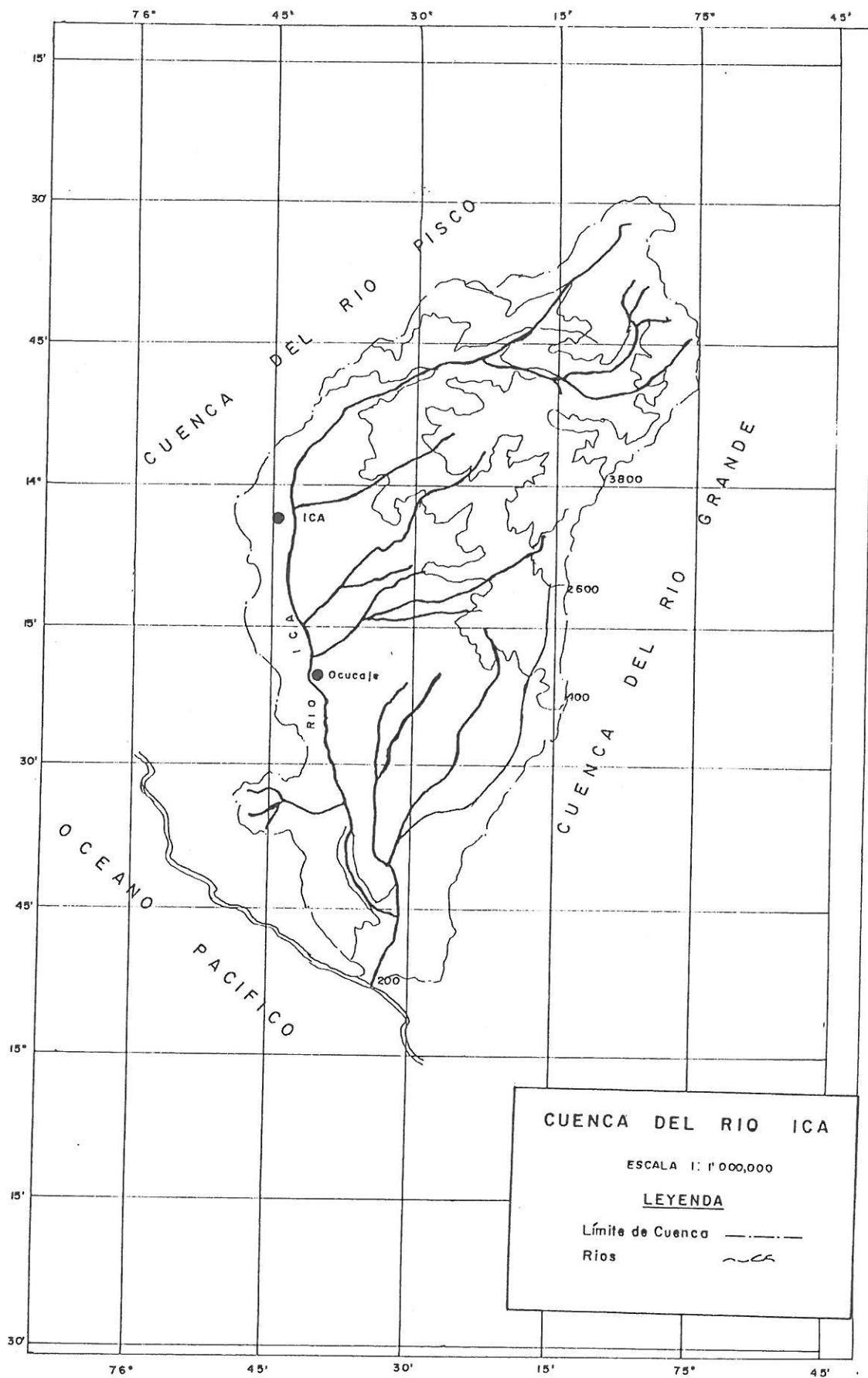


Figura N° 3.1

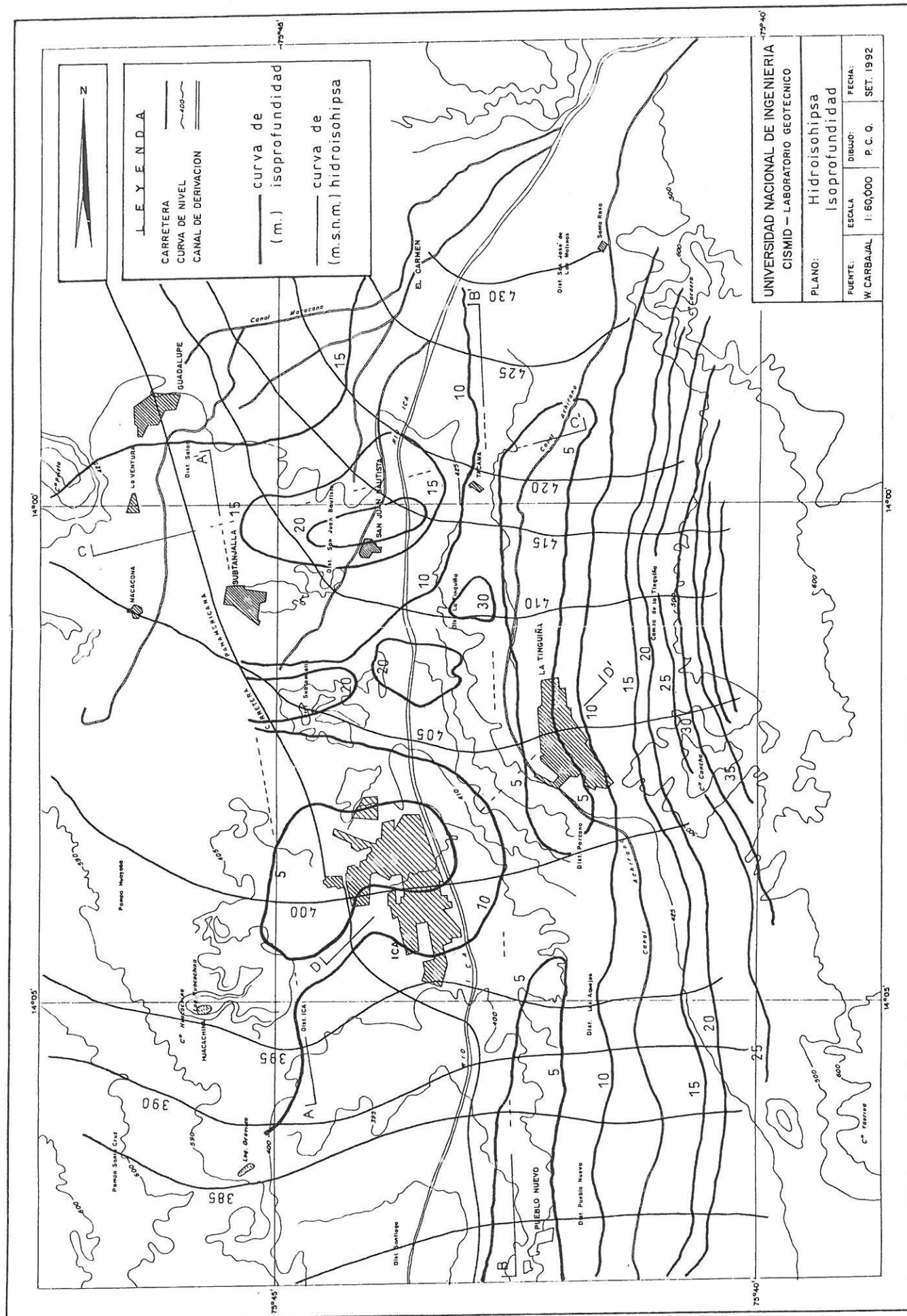


Figura N° 3.2 Carta de Hidroisohipsa y Isoprofundidad

PERFIL HIDROGEOLOGICO ESQUEMATICO A - A'

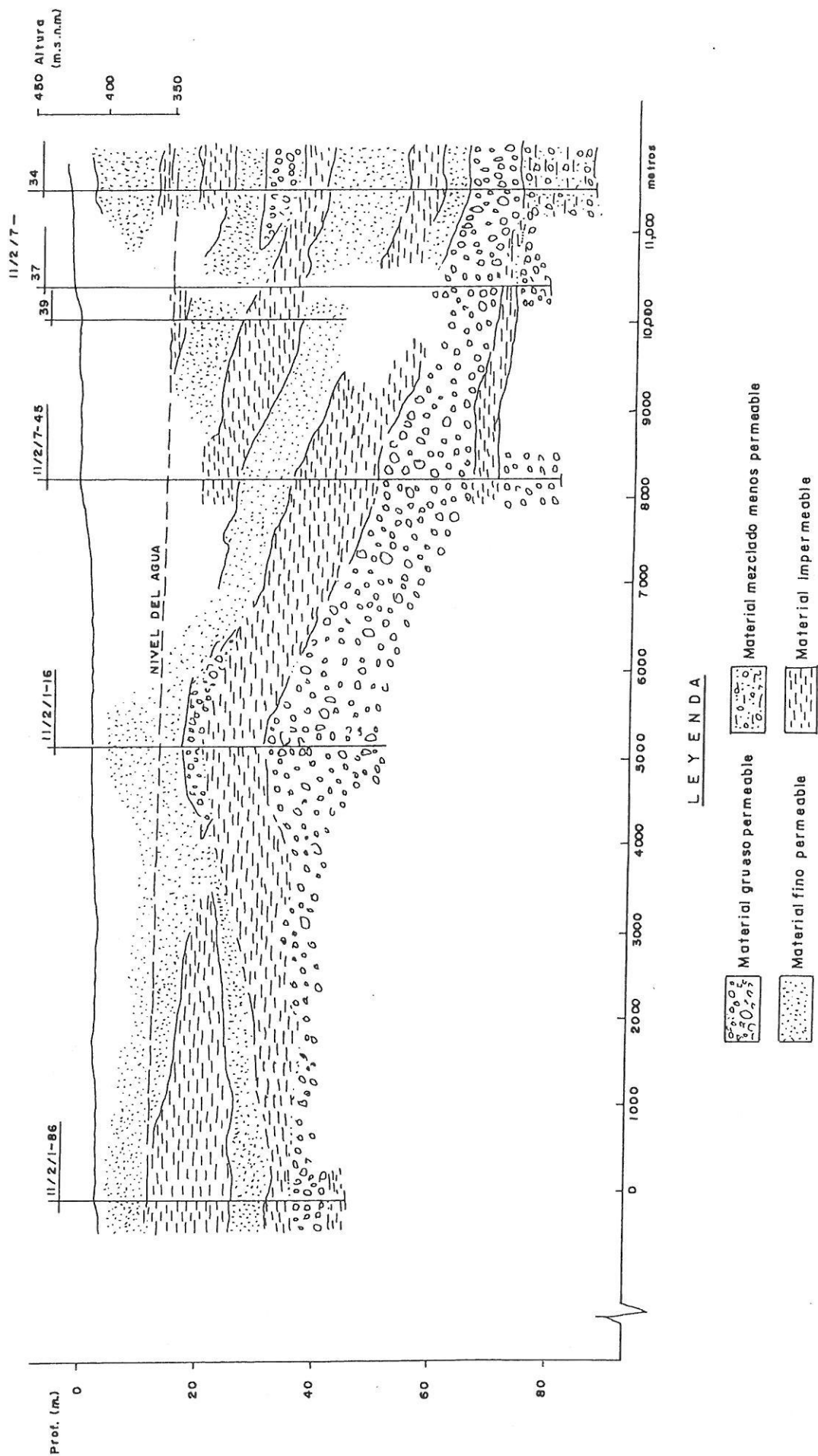


Figura N° 3.3

PERFIL HIDROGEOLOGICO ESQUEMATICO B-B'



Figura N° 3.4

PERFIL HIDROGEOLOGICO ESQUEMATICO C-C'

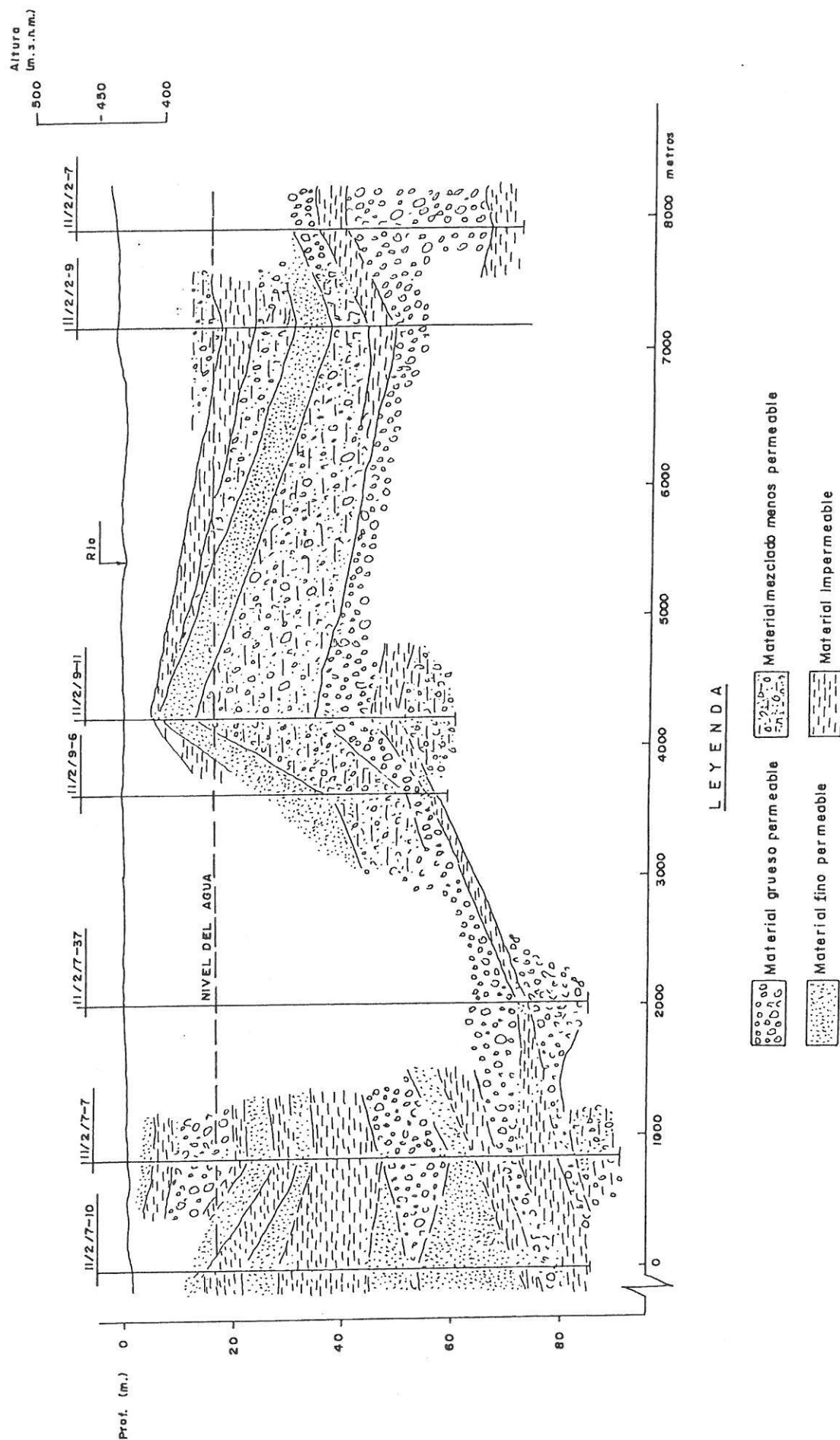


Figura N° 3.5

PERFIL HIDROGEOLOGICO ESQUEMATICO D-D'

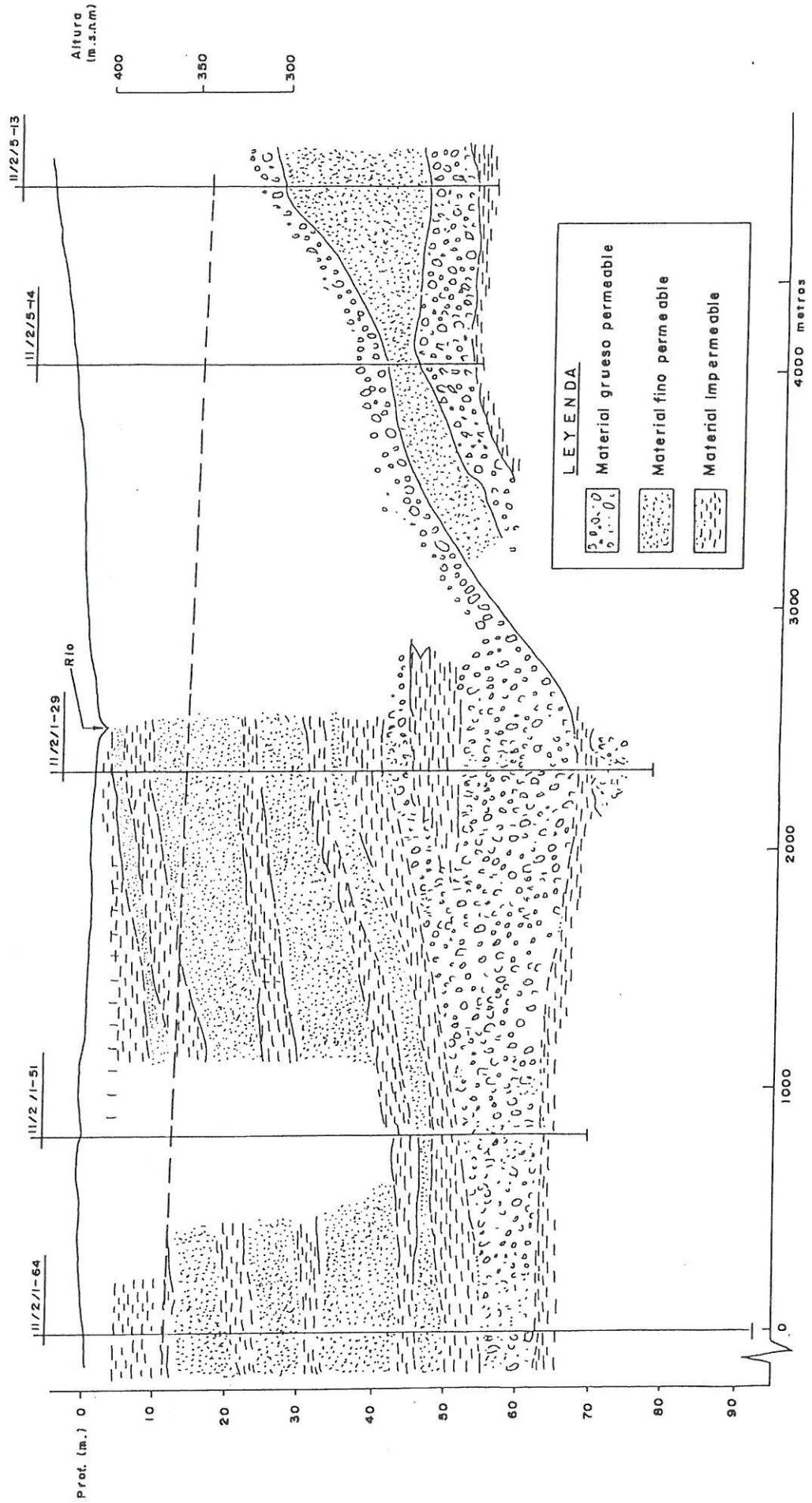


Figura N° 3.6

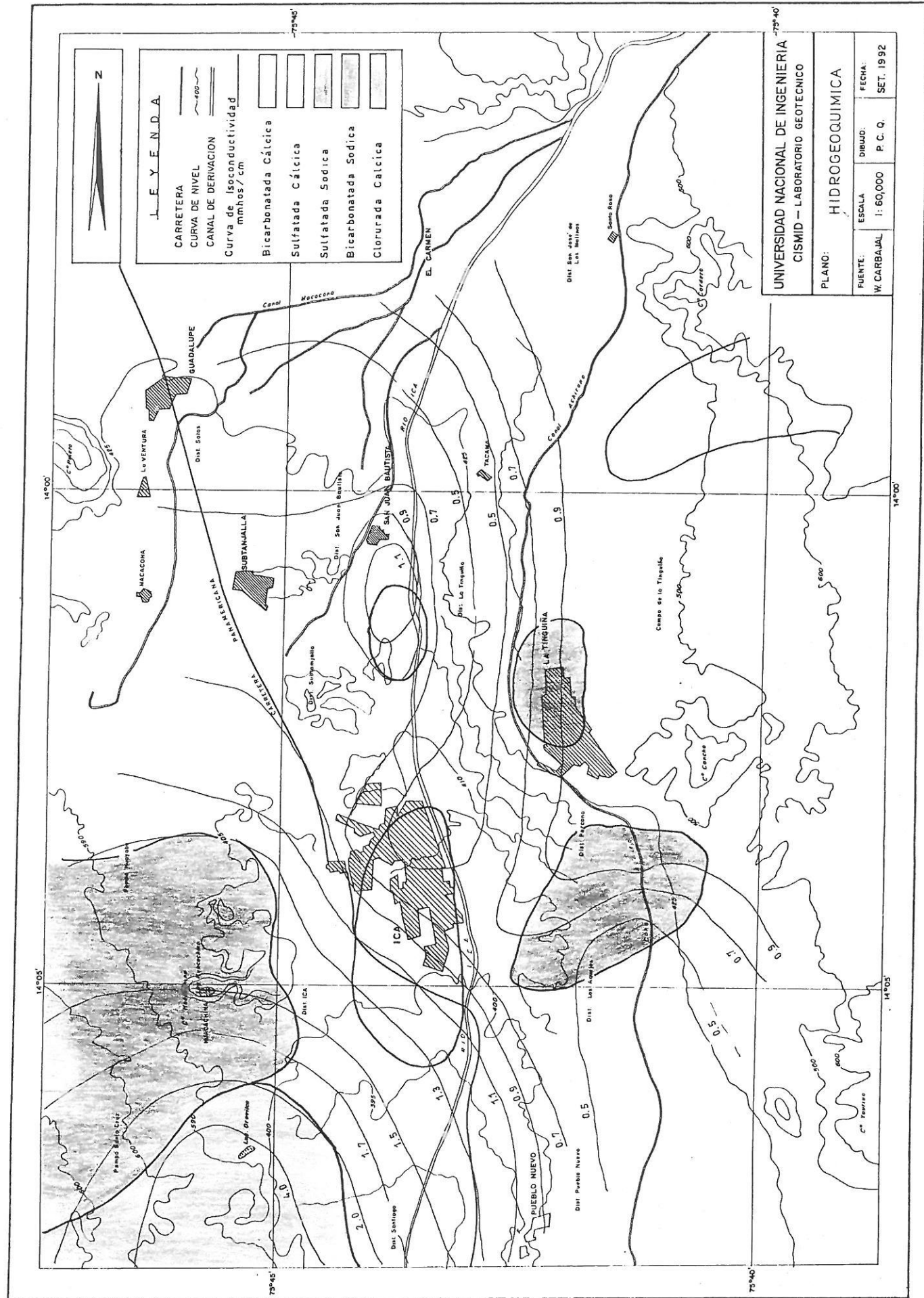


Figura N° 3.7 Carta de Hidrogeoquímica

CAPITULO IV

PELIGRO SISMICO

4.1 INTRODUCCION

La zona de subducción del Pacífico, que corre paralela a gran parte de la costa Oeste de Sudamérica, es lugar frecuente de reajustes de la corteza terrestre, los cuales producen sismos de gran magnitud. El Perú, en lo que le toca, ha sufrido sismos muy fuertes de consecuencias devastadores, y la ciudad de Ica ha estado sujeta a sismos destructores con intensidades de hasta X en la escala de MMI (Figura N° 4.1) (Alva et al, 1984).

El propósito de este capítulo es presentar una revisión de la actividad sísmica que ha afectado a la ciudad de Ica, con el objeto de documentar los antecedentes de daños sísmicos severos, y por otro lado, tener un conocimiento de los niveles de aceleración que podrían esperarse en esta ciudad.

4.2 SISMOTECTONICA REGIONAL

El Perú está ubicado en uno de los ambientes sismo-tectónicos de más alta actividad sísmica que hay en la tierra, formando parte del Cinturón Circumpacífico, en donde la dorsal de Nazca, la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, constituyen los principales rasgos tectónicos de la región.

En América del Sur los peligros sismotectónicos están mayormente ceñidos a la región andina es decir al borde Occidental de este continente. La cadena andina del Perú es un sistema montañoso ubicado sobre un límite de placas convergentes que se caracteriza por la presencia de una

zona de subducción; esta cadena es de tipo cordillerano, es decir que posee altas planicies, una fuerte actividad magmática y un acortamiento leve (Sebrier et al, 1991).

En el Mapa de Distribución de Epicentros (Figura N° 4.2), se aprecia que en la porción oceánica, la actividad sísmica está concentrada casi exclusivamente entre la fosa marina y la línea de la costa. Existen sismos superficiales e intermedios en el área estudiada, cuyo número aumenta en la zona subandina (Castillo y Alva, 1993).

En la Figura N° 4.3 se muestra la proyección del perfil de la zona de Ica, perpendicular a la línea de la costa, en donde se aprecia que los sismos ocurridos en la porción oceánica, corresponden a la zona de subducción, mientras que en la porción continental se incluyen los sismos de la zona de Benioff con profundidades focales mayores de 70 Kms y los sismos continentales que son superficiales.

4.3 HISTORIA SISMICA DEL AREA EN ESTUDIO

Los sismos ocurridos en la zona en estudio, han sido recopilados del trabajo de Silgado (1946-1983) y en el Proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina), patrocinado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS). Del análisis de la información existente se deduce que para el área de influencia existe poca información histórica. Desde el siglo XVI hasta el siglo XIX sólo se reportan los sismos sentidos en las ciudades principales; se debe indicar que dicha actividad sísmica, tal como es referenciada no es totalmente representativa, ya que pueden haber ocurrido sismos importantes en regiones remotas, que no fueron reportados.

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia se conoce son: el sismo del 12 de Mayo de 1664, con intensidades de X MMI en Ica y Lima IV MMI; el sismo del 20 de Octubre de 1687, con intensidades de IX MMI en Cañete, Ica VIII MMI y Lima VII MMI; el sismo del 30 de Marzo de 1813, con intensidad VII MMI en Ica; Sismo del 24 de Agosto de 1942, con intensidades de IX MMI en Nazca y VII MMI en Ica; el sismo del 10 de Diciembre de 1950, con intensidades de VII MMI en Ica y

IV MMI en Lima; el sismo del 15 de Enero de 1960, con intensidades de VII MMI en Nazca, VI MMI en Ica y IV MMI en Lima.

De los sismos ocurridos en el área de estudio, se presentan los mapas de isosistas de los sismos del 24 de Agosto de 1942 y del sismo del 9 de Diciembre de 1950 (Figuras N° 4.4 y 4.5 respectivamente) (Silgado, 1978).

Se concluye que de acuerdo a la historia sísmica de la ciudad de Ica, han ocurrido sismos de intensidad máxima X MMI.

4.4 PELIGRO SISMICO EN LA CIUDAD DE ICA

El peligro sísmico se define como la probabilidad de que en un determinado tiempo y lugar, ocurra un evento sísmico de una intensidad mayor o igual a la esperada. Esto puede evaluarse probabilísticamente con el método desarrollado por Cornell (1968) y resuelto por métodos numéricos en el programa de cómputo RISK desarrollado por McGuire (1976), el cual requiere se conozca lo siguiente:

Evaluación de fuentes sismogénicas

Se ha utilizado las fuentes sismogénicas establecidas en el trabajo de Peligro Sísmico en el Perú (Castillo y Alva, 1994) el cual se presenta en la Figura N° 4.6.

La mayor parte de los sismos ocurridos en la zona en estudio, es producto de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana, en donde la Placa de Nazca penetra debajo de la Sudamericana a ángulos variables y se profundiza a medida que avanza hacia el continente. Por lo que pueden distinguirse fuentes del litoral superficiales (F1, F2, F3, F4 y F5), fuentes continentales de subducción intermedias (F13, F14, F15, F16, F17, F18 y F19) y fuentes continentales de subducción profundas (F20).

Las fuentes del litoral tienen profundidades focales superficiales (menores de 70 Kms). Las fuentes continentales de la zona de subducción se caracterizan por tener profundidades focales medianas (mayores de 70 Kms) y profundas (mayores de 300 Kms).

Las fuentes sismogénicas F7, F8, F9, F10, F11 y F12 están asociadas a la sismicidad regional andina con profundidades focales superficiales, sin estar asociadas a fallas activas.

Análisis estadístico de recurrencia

El catálogo instrumental de sismos comienza a principios de siglo para la zona en referencia. La información existente hasta el año 1963 es incompleta, ya que no se cuenta con valores de magnitud de ondas de cuerpo "mb" y profundidad focal; por lo cual, se decidió utilizar la información a partir de 1963 para la realización del análisis estadístico de recurrencia.

La recurrencia de terremotos se determina de acuerdo a la expresión de Richter (1958).

$$\text{Log } N = a - b \cdot M$$

donde:

N = número de sismos de magnitud M ó mayor por unidad de tiempo.

a,b = parámetros que dependen de la región.

Los parámetros estadísticos de recurrencia para cada una de las fuentes sismogénicas se han calculado utilizando los valores de magnitudes de ondas de cuerpo para luego convertirlos a valores de magnitud de ondas de superficie, mediante la expresión determinada en el CISMID en base al catálogo 1963-1989.

$$mb = 3.30 + 0.40 M_s$$

El valor de a_{mo} (tasa de actividad sísmica para el límite inferior de magnitud determinado a partir del catálogo) y $b_{Ms} = 0.40 b_{mb}$ (obtenido a partir de las curvas de recurrencia sísmica mediante el método de máxima verosimilitud) son los parámetros de recurrencia empleados.

Ley de atenuación

Se han utilizado 2 leyes de atenuación de aceleraciones, la primera fue propuesta por Casaverde y Vargas (1980), y ha sido empleada para las fuentes asociadas al mecanismo de subducción:

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

La segunda ley de atenuación de aceleraciones fue propuesta por McGuire (1974) para la costa Oeste de los Estados Unidos y ha sido empleada para las fuentes asociadas a sismos continentales:

$$a = 472 * 10^{0.28M} (R + 25)^{-1.3}$$

donde:

- a = aceleración en cm/seg²
- Ms = magnitud de las ondas superficiales
- R = distancia hipocentral en Kms

Niveles máximos de aceleración esperados

En base a los resultados obtenidos mediante el empleo del programa de computo RISK (McGuire, 1976) (Anexo I), se ha determinado el nivel de aceleración máximo esperado en la ciudad de Ica, el cual se resume en el siguiente cuadro:

Lugar	Aceleración máxima	
	Nivel de excedencia (10%)	
	50 años, vida útil	100 años, vida útil
Ciudad de Ica	0.46g	0.54g

Los valores de aceleración determinados, corresponden al basamento rocoso o suelo firme, y no reflejan la amplificación local del suelo, en caso de existir.

Estos valores son concordantes con el Mapa de Isoaceleraciones propuesto en el Estudio de Peligro Sísmico del Perú (Castillo y Alva, 1994) (Figuras N° 4.7 y 4.8) en el cual se advierte que para la ciudad de Ica pueden presentarse niveles de aceleración de los más altos comparados con otras ciudades del país.

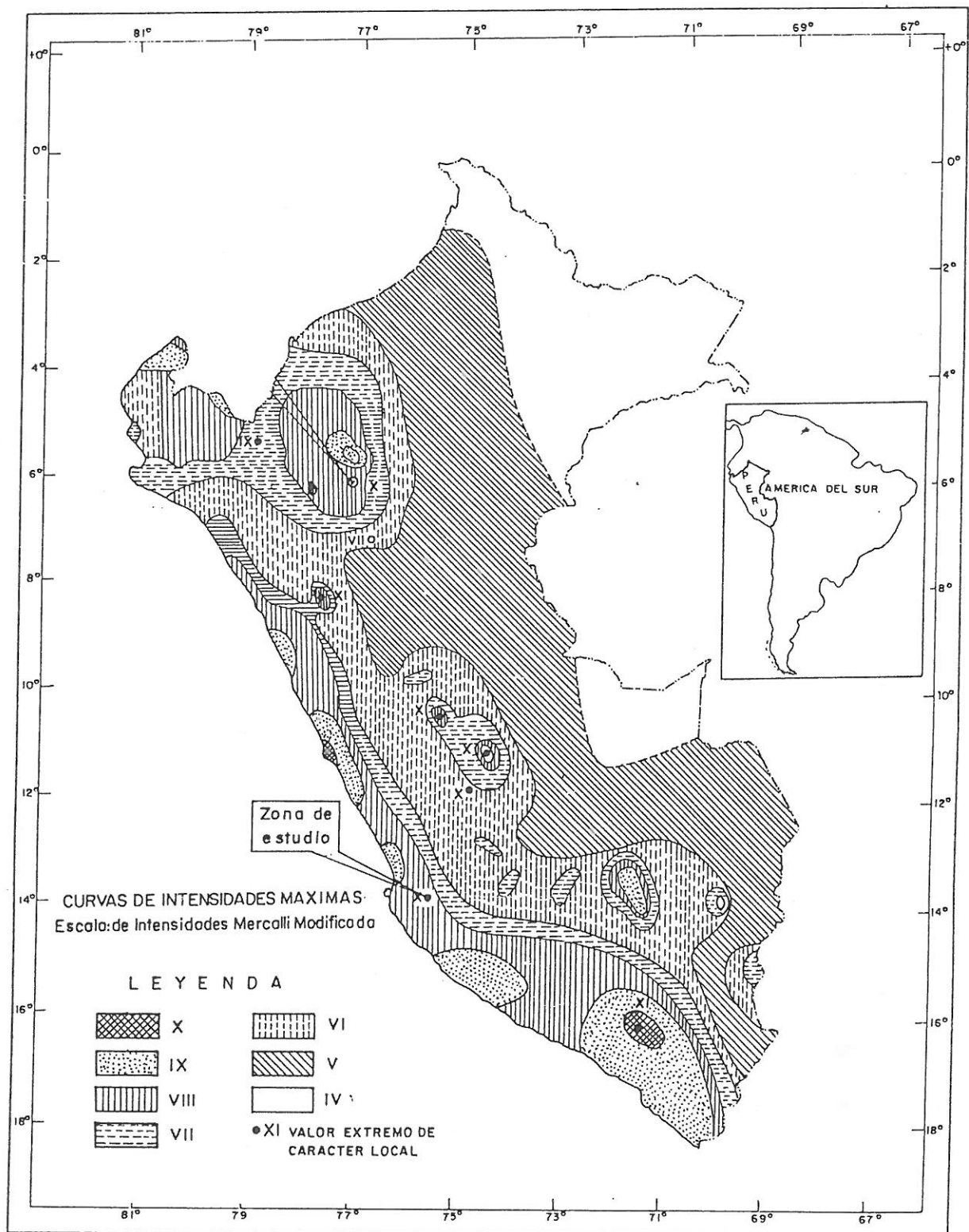


Figura N° 4.1
(Alva et al, 1984)

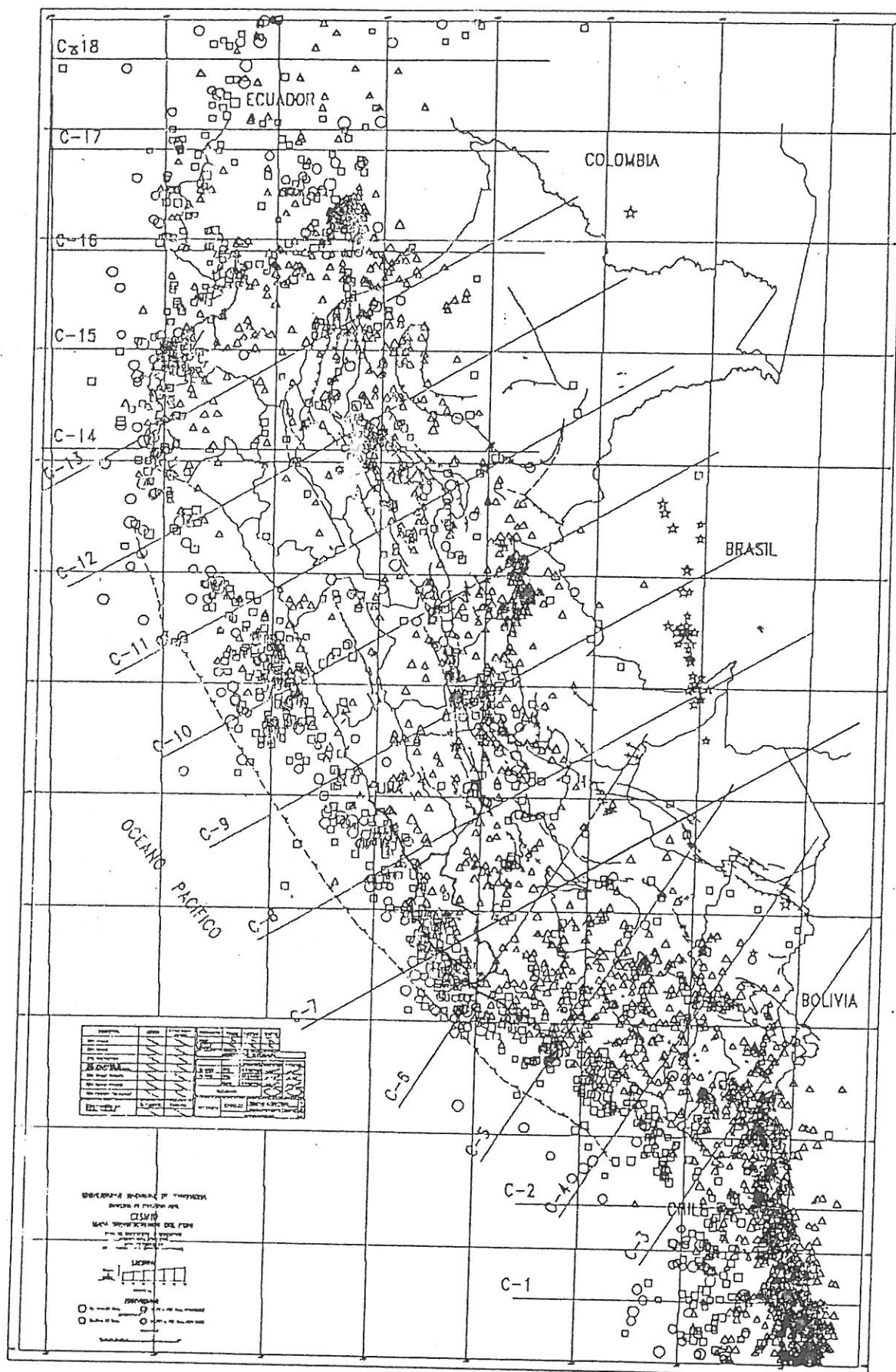


Figura N° 4.2 Distribución de epicentros
(Castillo y Alva, 1994)



Figura N° 4.3 Proyección de perfil de epicentros
(Castillo y Alva, 1994)

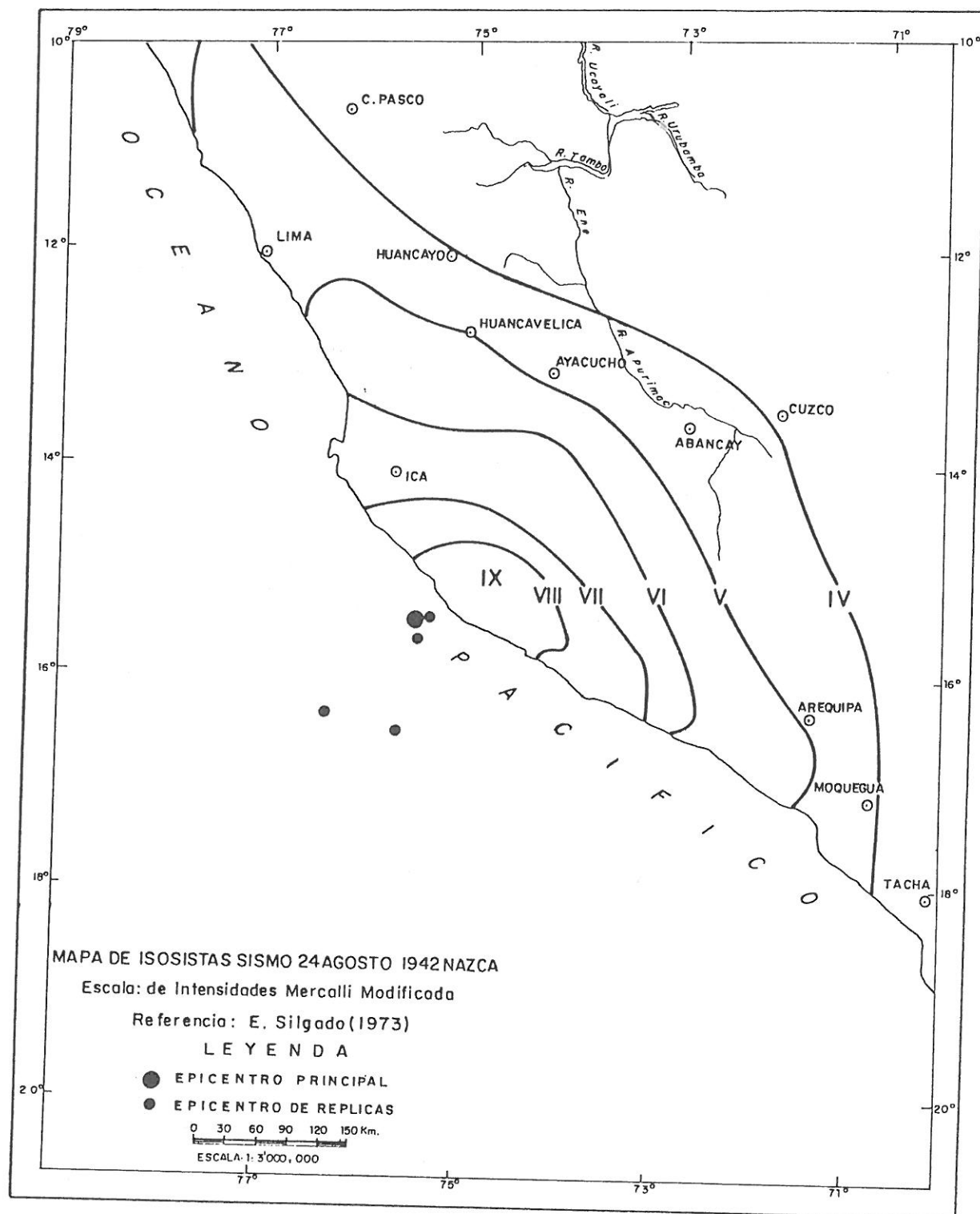


Figura N° 4.4

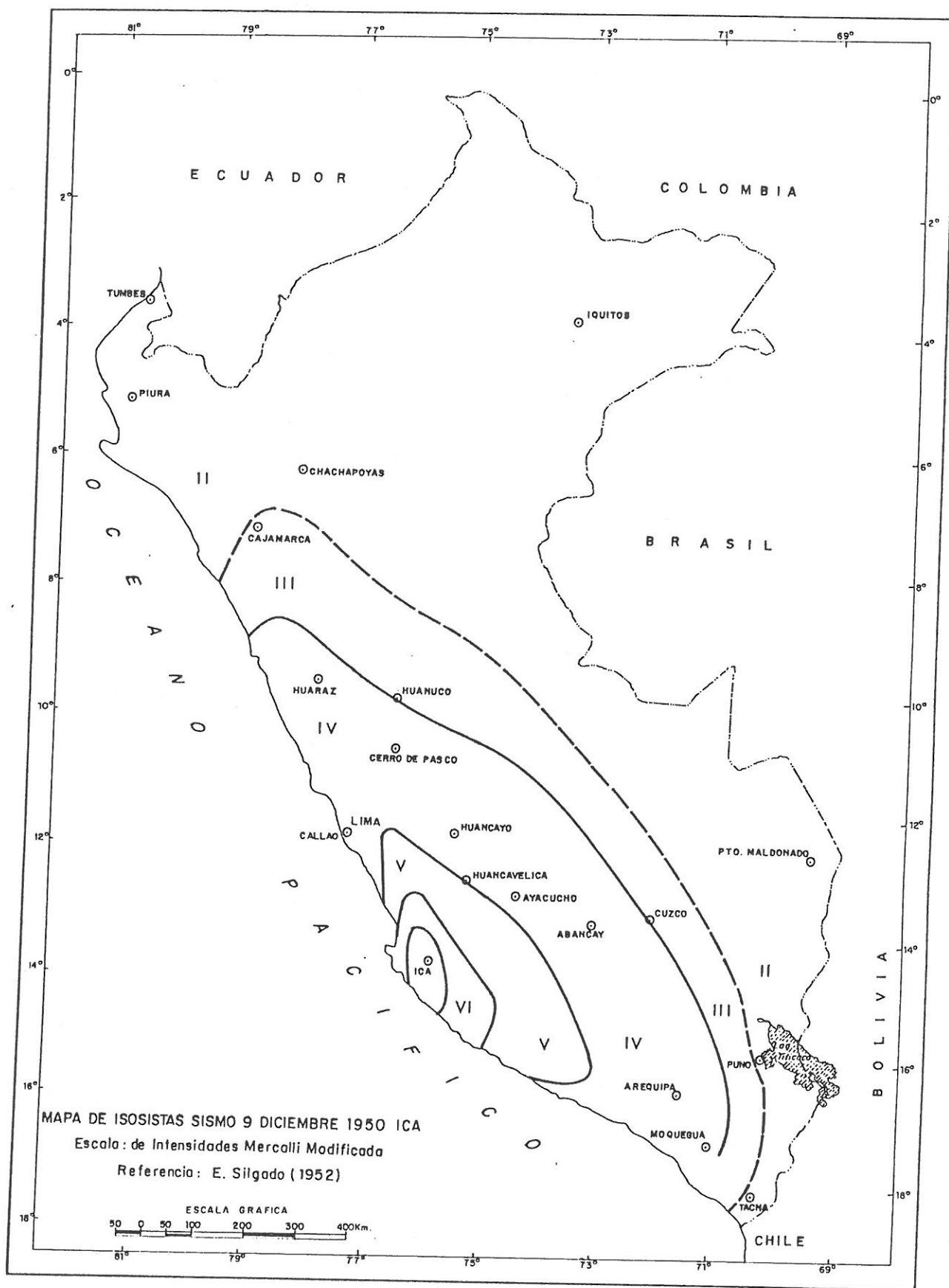
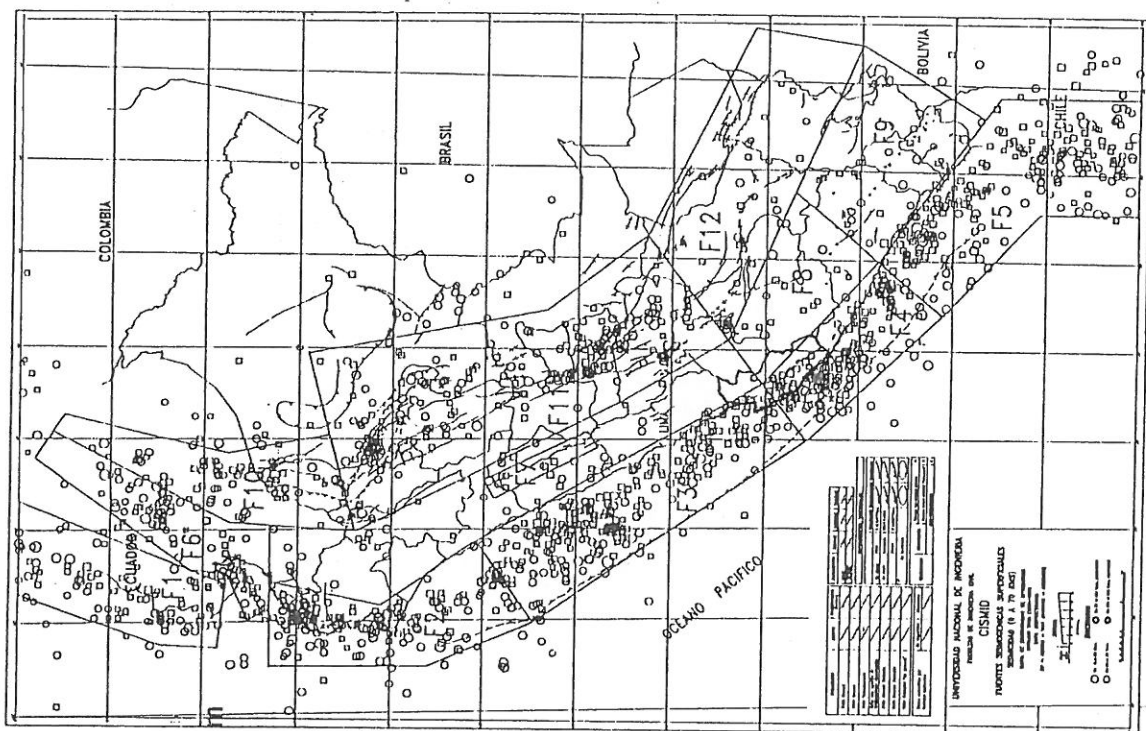
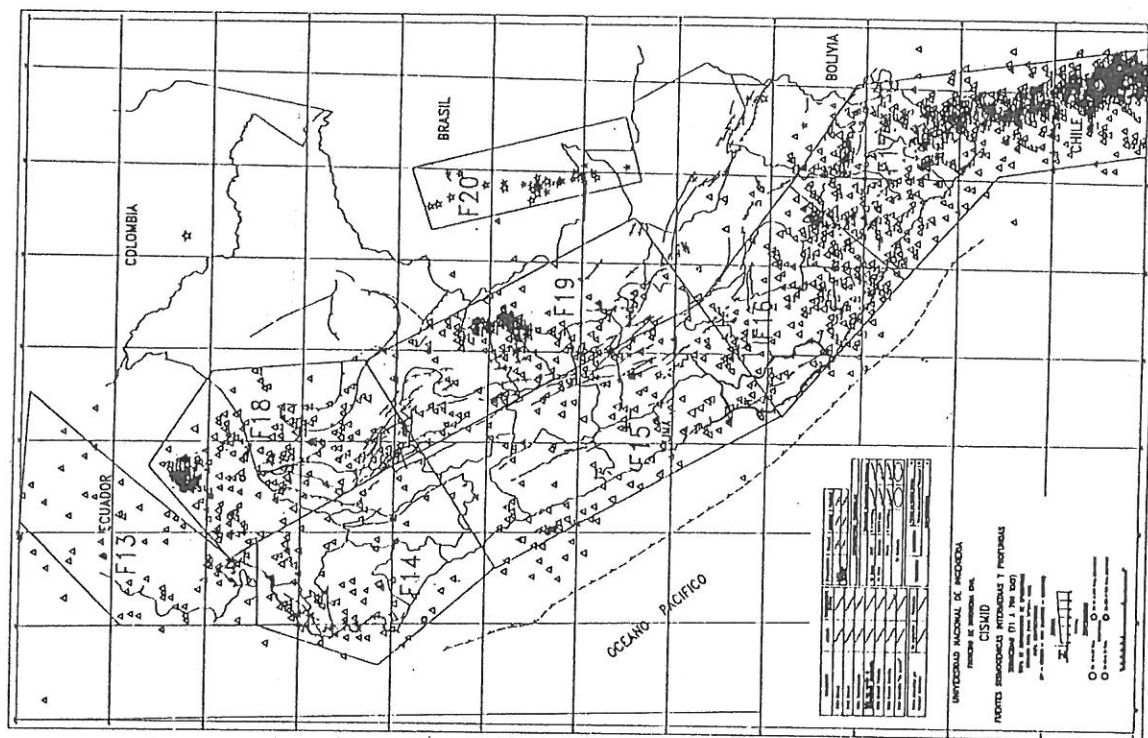


Figura N° 4.5



FUEENTES CONTINENTALES Y FUEENTES DE SUBDUCCION
SUPERFICIALES (0-70 KM).



FUEENTES DE SUBDUCCION INTERMEDIA (71-300 KM)
Y PROFUNDA (500-700 KM).

Figura N° 4.b

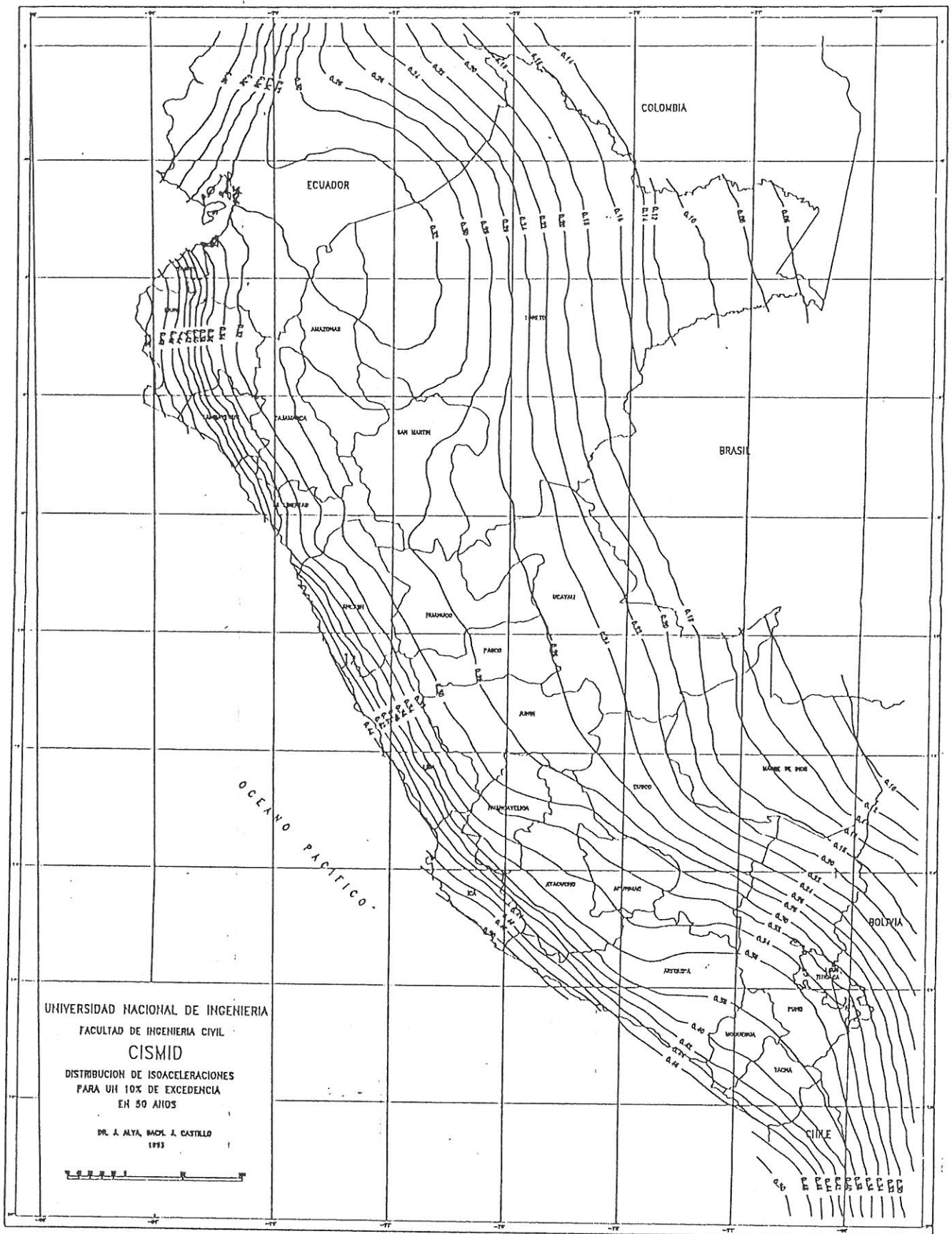


Figura N° 4.7

CAPITULO V

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

5.1 INTRODUCCION

La evaluación de las características geotécnicas de los depósitos de suelos de la ciudad de Ica, ha consistido en determinar el tipo de suelo y su distribución en la ciudad en estudio, obtener sus parámetros de resistencia al esfuerzo cortante y compresibilidad, posición del nivel freático y evaluar probables zonas críticas (evidencia de suelos especiales, tales como: suelos expansivos, licuables, colapsables y dispersivos).

Para lograr tal propósito, se programó un trabajo de exploración geotécnica que consistió en la realización de ensayos de penetración estándar (SPT), ensayos de microtrepidaciones, ejecución de calicatas, obtención de muestras alteradas e inalteradas, ensayos de laboratorio y evaluación de los parámetros determinados.

La distribución de estos ensayos fue lo más uniformemente posible, tomando en consideración los estudios de mecánica de suelos existentes, de manera de poder ejecutar ensayos en los lugares donde no se tenía referencia alguna (Plano N° 1).

5.2 EXPLORACION DE CAMPO

Los trabajos de exploración de campo fueron realizados por el personal técnico del Laboratorio Geotécnico del CISMID-UNI, en coordinación y con apoyo de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, a través del Ing. Angel Vergara Peña. El programa de exploración geotécnica se desarrolló en 2 períodos: el primero realizado en el mes de Julio de 1992, que consistió en la ejecución de 25 ensayos SPT, obtención de 162

muestras alteradas y 75 ensayos de microtrepidaciones, y el segundo período realizado en el mes de Agosto de 1992, que consistió en la ejecución 7 calicatas y obtención de 28 muestras alteradas y 10 muestras inalteradas.

5.2.1 Ejecución de calicatas

Las calicatas consistieron en excavaciones a cielo abierto, en forma rectangular de sección de 0.70x0.50 metros y una profundidad variable de 4-5 metros, según la inestabilidad del suelo o la presencia de material más resistente. Los registros de excavaciones se presentan en el Anexo II.

Se ejecutaron 7 calicatas que se denominaron C-1, C-2, ..., C-7 (Plano N° 1), hasta una profundidad promedio de 4 metros. La ubicación de las calicatas corresponde a lugares donde no se tenía conocimiento del suelo allí existente. Se obtuvieron 10 muestras inalteradas y 28 muestras alteradas.

5.2.2 Ensayos de penetración estándar

Se realizaron 25 ensayos SPT hasta una profundidad promedio de cinco (05) metros o hasta donde la dureza del terreno lo permitía. Este ensayo de penetración permitió conocer el estado del suelo, los parámetros de resistencia, carga admisible y asentamientos del suelo. Su ubicación al igual que las calicatas, fueron distribuidos lo más uniformemente posible considerando la existencia de otros ensayos de penetración anteriormente realizados en estudios de cimentación (Anexo III).

Los resultados obtenidos del ensayo de SPT (valores de "N") aparecen en el Anexo II. De estos ensayos se obtuvieron 162 muestras alteradas.

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras de suelo que se obtuvieron de las calicatas y del ensayo de penetración estándar, se realizaron los ensayos de laboratorio con los cuales se clasificaron los suelos y se determinó sus propiedades de resistencia y compresibilidad (Anexo IV). La cantidad de muestras extraídas y el tipo de ensayo realizado aparece en la Tabla N° 5.1.

Los ensayos estándar consistieron básicamente en ensayos de clasificación de suelos según el sistema de clasificación unificado de suelos (SUCS), determinación de los límites de Atterberg (límite líquido, plástico y de contracción), peso específico de sólidos, densidad natural, granulometría y humedad natural, según las normas ASTM.

Los ensayos especiales con las muestras inalteradas obtenidas de las calicatas realizadas, consistieron en ensayos de corte directo y ensayos de consolidación unidimensional según las normas ASTM. Los parámetros de resistencia y compresibilidad aparecen en la Tabla N° 5.2.

5.4 DISTRIBUCION DE SUELOS

La distribución de suelos está referida al tipo de suelo representativo para la profundidad activa de cimentación de una estructura convencional (0 - 5 mt) que corresponde a la mayoría de las edificaciones existentes. Para la ciudad de Ica se diferenciaron 3 zonas, de acuerdo al tipo de suelo predominante en la profundidad activa de cimentación, así tenemos (Figura N° 5.1):

ZONA A

Esta zona está conformada superficialmente por terrenos de cultivo de naturaleza limosa color beige claro, en estado semicompacto y poco húmedos hasta una profundidad promedio de 1 m. Subyaciendo al suelo anterior, se presentan suelos limosos de color beige claro con presencia de óxidos y suelos arcillosos color beige claro con presencia de caliche en mediana a poca proporción de T.M. 1/2".

Estos suelos están en estado semicompacto, baja humedad y baja plasticidad; el contenido de arena es mediano a alto en el caso de los limos (25-40% de arena) y bajo en el caso de las arcillas (menor de 15% de arena). Estos depósitos están intercalados por lentes de arena media con mediano contenido de finos plásticos, con abundante presencia de mica, baja humedad y estado poco denso.

Esta zona no presenta una estratigrafía uniforme, muy por el contrario es bastante errática; sin embargo, el predominio de suelos finos es notorio. No se ha encontrado el nivel freático hasta la profundidad explorada (6 m.).

Los lugares que conforman esta zona son: urbanización San Joaquín, Los Juarez, Santa Rosa, Comatrana, Santo Domingo y lugares como la Ciudad Universitaria, Cachiche, Mercado Mayorista, Estadio Picasso y Hospital Regional principalmente.

ZONA B

En esta zona existen depósitos cuaternarios aluviales de naturaleza granular predominantemente. Se trata de depósitos de arenas pobremente graduadas de grano fino a medio y redondeado, con mediano a poco contenido de finos no plásticos, baja humedad y se encuentran intercaladas con suelos arcillosos y limosos de poca potencia a manera de lentes.

El estado de estos suelos va de medio a poco denso en superficie (0-3 m.) aumentando su compacidad hasta niveles de alta densidad a partir de los 6 m. en promedio. No se encontró el nivel freático hasta la profundidad explorada (6 m.).

Esta zona esta conformada por la zona central de la ciudad (cercado de Ica), urbanizaciones, tales como: Santa Maria, San Isidro, Santa Anita, Manzanillas, Luren y lugares como el Cementerio Viejo, Parque Ferial y los terrenos del Instituto Nacional del Deporte, principalmente.

ZONA C

Está constituida por arenas pobremente graduadas de color beige amarillento, tamaño fino, ligera humedad, estado poco denso a suelto. Estos suelos son de origen eólico y cubren grandes extensiones de terreno.

Las zonas involucradas son: Conjunto Habitacional La Angostura I, II y III Etapa, Residencial La Angostura, AA.HH. Señor de Luren, San Martín de Porres, Urbanización La Rinconada y parte de las Urbanizaciones Santa Rosa de Lima, Santa María, San Joaquín, Cooperativa de Vivienda Nueva Esperanza y AA.HH. Señor de los Milagros, principalmente.

5.5 EVALUACION DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Para determinar la capacidad admisible del suelo, se ha considerado una cimentación tipo zapata corrida de 0.60 m. de ancho y 0.80 m. de profundidad de desplante, por ser la más típica del lugar y la más desfavorable en comparación con otros tipos de cimentación superficiales. El análisis de cimentación empleada, consiste en determinar la capacidad portante y asentamientos esperados de la cimentación descrita anteriormente.

5.5.1 Capacidad admisible de carga

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), utilizando los factores de forma de Vesic (1973). La fórmula para determinar la capacidad última de carga es:

$$q_{ult} = C \cdot N_c \cdot S_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

$$q_{ad} = q_{ult} / FS$$

donde:

q_{ult} = Capacidad última de carga

q_{ad} = Capacidad admisible de carga

FS	=	Factor de seguridad igual a 3
γ_1	=	Peso unitario del suelo por encima del nivel de cimentación
B	=	Ancho de la zapata
q	=	Sobrecarga = $\gamma_1 D_f$
γ_2	=	Peso unitario del suelo por debajo del nivel de cimentación
D_f	=	Profundidad de cimentación
N_γ, N_q, N_c	=	Factores de capacidad de carga, función de ϕ
S_γ, S_q, S_c	=	Factores de forma

5.5.2 Análisis de asentamiento

1. Criterio del asentamiento elástico

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a los valores concordantes con la distorsión angular asumida en cada caso (Tabla N° 5.3). El asentamiento elástico inicial, según la teoría de la elasticidad (Lambe y Withman, 1969), está dado por:

$$S = \frac{\Delta q_s B (1 - u^2)}{E_s} I_w$$

donde:

S	=	Asentamiento (cm)
Δq_s	=	Esfuerzo neto transmitido (Kg/cm ²)
B	=	Ancho de cimentación (cm)
E_s	=	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²) (Tabla N° 5.4)
u	=	Relación de Poisson (Tabla N° 5.5)
I_w	=	Factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación (Bowles, 1977) (Tabla 5.6).

2. Criterio de Terzaghi y Peck

Basado en el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación en arenas a 1 pulgada (2.54 cm) de acuerdo a Terzaghi y Peck (1967).

$$S = \frac{3\Delta q_s}{N} \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2$$

donde:

- Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (Tn/pie²)
- B = Ancho de la cimentación (pies)
- N = Número de golpes (ensayo de SPT)

5.5.3 Diseño de cimentaciones

Los limos no plásticos y sin cohesión tienen la mayor parte de las características de la arena fina. En el presente diseño se considerarán en general como sinónimos a los dos materiales.

Para la determinación de la carga admisible se ha empleado la fórmula de Terzaghi con los parámetros de forma de Vesic. Los valores de ϕ fueron obtenidos empleando la Figura N° 5.2, la cual requiere conocer el valor "N" del ensayo SPT. El valor de "N" asumido, corresponde al valor promedio más bajo en una profundidad igual a tres (03) veces el ancho de la cimentación a partir del nivel de desplante (Peck, Hanson y Thornburn, 1974).

Con el valor de ϕ y la geometría de la cimentación se determinó la carga admisible (q_{ad1}) y se verificó los asentamientos por el método de Terzaghi y el método Elástico, con el objeto de obtener una carga admisible con un asentamiento máximo de 1".

Cuando se disponen de parámetros de resistencia del suelo (c y ϕ) de los resultados de laboratorio se emplean directamente para el cálculo de la carga admisible.

Considerando lo anterior, se ha elaborado la Tabla N° 5.7, en la que se aprecia todos los valores y parámetros utilizados, y los valores de carga admisible que se obtienen. El rango promedio encontrado varía entre 1 a 2 kg/cm² en promedio, pudiéndose alcanzar mejores condiciones de cimentación a mayor profundidad de desplante (> 4 m).

5.6 EVALUACION DE ZONAS CRITICAS

Las zonas críticas son aquellas que manifiestan un comportamiento particularmente desfavorable y peligroso para las construcciones existentes o por construir.

1. Depósitos eólicos

En la zona en estudio, debido a su posición geográfica y condiciones climáticas, la presencia de arenas eólicas en acumulaciones importantes en forma de dunas o médanos, constituyen los depósitos de suelos de mayor y especial atención, debido a los problemas geotécnicos que pueden involucrar.

Los depósitos eólicos, están constituidos por arenas de grano fino circunscritas a estrechos límites y que guardan relación con la velocidad de los vientos prevalecientes. Tanto los granos más pequeños como los más grandes, que salen de los límites dimensionales que forman las acumulaciones, no pueden constituir acumulaciones destacadas, sino que forman planicies con grandes rizaduras en caso de granos muy gruesos, o relleno pulveroso en depresiones abrigadas al viento en caso del material fino.

En resumen, se puede advertir que los suelos provenientes de los depósitos eólicos son arenas pobremente graduadas con bajo contenido de finos, estado suelto y ligera humedad. Esto es indicativo de que el principal problema asociado a estos depósitos, es la densificación del mismo ante la ocurrencia de eventos sísmicos o filtraciones de agua, baja capacidad

admisible del suelo y suelos potencialmente colapsables. El fenómeno de licuación de suelos es un problema que en las condiciones actuales no es posible que ocurra, debido a que el nivel freático está a más de 20 m. de profundidad; sin embargo, es necesario acotar que este fenómeno se ha reportado en sismos anteriores (1942), año en el cual el nivel freático estaba a menos de 5 m. Esta zona, corresponde a la Zona C de la distribución de suelos propuesta.

2. Suelos Colapsables

Los suelos de baja densidad, estado poco húmedo y de naturaleza granular preferentemente poseen un potencial de colapso que debe siempre evaluarse y considerarse.

Si graficamos algunos de los datos determinados en laboratorio y los introducimos en la Figura N° 5.3, se determina que los suelos de la ciudad de Ica tienen un mediano potencial de colapso.

De los estudios de mecánica de suelos recopilados en la zona, obtenemos que el potencial de colapso varía de 2 a 6% en promedio y si lo comparamos con la Tablas N° 5.8, según Clemence y Finbarr (1981) estos suelos son de naturaleza colapsable problemática a moderada.

5.7 ZONIFICACION GEOTECNICA

Con la información obtenida en campo y laboratorio y la información recopilada de estudios anteriores, se puede distinguir tres zonas, cuyas características geotécnicas son las siguientes (Figura N° 5.4):

ZONA I

Está constituida por suelos de naturaleza limo arenosa y arcilla limosa, principalmente en estado semiduro a duro, con presencia de lentes de arena de potencias variables. Poseen baja plasticidad y baja humedad.

La carga admisible determinada oscila entre 1.5 a 2.0 kg/cm² y el nivel freático se estima que se encuentra a más de 20 metros de profundidad.

Esta zona es considerada como la de mejores condiciones de cimentación y no presenta problemas geotécnicos a considerar.

ZONA II

Esta zona está constituida por suelos de naturaleza areno limosa en estado poco denso a medio denso, con presencia de lentes de limos y arcillas de potencias variables; de naturaleza no plástica y baja humedad. Su carga admisible determinada oscila entre 1.0 a 1.5 kg/cm² y el nivel freático se encuentra a más de 18 metros de profundidad.

Esta zona es considerada como habitable; sin embargo, presenta un potencial de colapso moderado, lo cual debe de considerarse en el diseño de cimentaciones.

ZONA III

Esta zona está constituida por suelos de naturaleza arenosa fina, mal graduada, en estado poco denso a suelto, no plástico y casi seco. La carga admisible estimada es de 0.5 a 1.0 kg/cm² y el nivel freático está a más de 15 metros de profundidad.

Esta zona es considerada crítica y presenta serios riesgos para las edificaciones allí existentes, motivo por el cual, deben tomarse las precauciones del caso.

TABLA N° 5.1
ENSAYOS DE LABORATORIO

Sondaje	No. Muestras Alteradas	No. Muestras Inalteradas	Ensayos Estándar							Ensayos Especiales	
			Gr	LL	LP	SUCS	W	Dd	Ss	C.D.	C.O.
C-1	3	2	5	4	-	5	5	2	2	2	2
C-2	4	-	4	1	1	4	4	-	-	-	-
C-3	1	2	3	3	1	3	3	2	-	2	2
C-4	8	2	10	5	2	10	10	2	-	2	2
C-5	4	1	5	4	1	5	5	1	-	1	1
C-6	7	2	9	6	3	9	9	2	1	2	2
C-7	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1
SPT-1	5	-	5	2	1	5	5	-	-	-	-
SPT-2	7	-	7	3	2	7	7	-	-	-	-
SPT-3	9	-	9	6	1	9	9	-	-	-	-
SPT-4	10	-	10	5	2	10	10	-	-	-	-
SPT-5	7	-	7	5	2	7	7	-	-	-	-
SPT-6	3	-	3	2	-	3	3	-	-	-	-
SPT-7	2	-	2	-	-	2	2	-	-	-	-
SPT-8	6	-	3	3	2	3	3	-	-	-	-
SPT-9	2	-	2	-	-	2	2	-	-	-	-
SPT-10	11	-	11	8	4	11	11	-	-	-	-
SPT-11	5	-	5	4	2	5	5	-	-	-	-
SPT-12	4	-	4	3	-	4	4	-	-	-	-
SPT-13	6	-	6	1	-	6	6	-	-	-	-
SPT-14	11	-	11	10	-	11	11	-	-	-	-
SPT-15	7	-	5	3	1	5	5	-	-	-	-
SPT-16	5	-	5	1	-	5	5	-	-	-	-
SPT-17	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-
SPT-18	7	-	7	5	1	7	7	-	-	-	-
SPT-19	6	-	6	3	1	6	6	-	-	-	-
SPT-20	9	-	9	6	1	9	9	-	-	-	-
SPT-21	8	-	8	5	1	8	8	-	-	-	-
SPT-22	10	-	10	7	2	10	10	-	-	-	-
SPT-23	3	-	3	2	-	3	3	-	-	-	-
SPT-24	9	-	9	6	4	9	9	-	-	-	-
SPT-25	9	-	9	4	2	9	9	-	-	-	-
TOTALES	190	10	194	122	38	194	194	10	10	10	10

donde:

Gr: Granulometría
LL: Límite Líquido
LP: Límite Plástico
W : Humedad

Ss : Peso específico de sólidos
Dd : Densidad natural
C.D.: Corte directo
C.O : Consolidación unidimensional

TABLA N° 5.2

PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE Y COMPRESIBILIDAD

CALICATA	PROFUNDIDAD (mt)	SUCS	CARACTERISTICAS DEL SUELO							PARAMETROS DE RESISTENCIA				
										CORTE DIRECTO				
			LL (%)	IP (%)	Wnat (%)	Ss (gr/cm3)	Y _d (gr/cm3)	Finos o Arena (%)	C' (Kg/cm2)		φ, (°)			
C-1	1.70-2.30	ML	32	27	7.9	2.74	1.31	25*	0.12			17		
C-1	2.60-4.25	SM	24	22	4.6	2.70	1.43	41	0.00			27		
C-3	0.00-1.25	CL	35	15	20.0	2.71	1.18	7*	0.12			32		
C-3	1.70-3.60	ML	37	29	26.6	2.68	1.24	23*	0.72			18		
C-4	3.10-3.50	CL	46	25	24.2	2.79	1.40	17*	0.30			21		
C-4	4.00-4.55	CL	39	14	18.5	2.65	1.57	7*	0.26			26		
C-5	0.95-1.45	SC	31	15	5.1	2.73	1.64	26	0.06			36		
C-6	1.50-2.00	CL	29	08	6.9	2.65	1.37	2*	0.35			29		
C-6	2.90-3.80	ML	36	11	9.0	2.69	1.44	9*	0.12			22		
C-7	1.40-3.40	CL	36	12	8.3	2.73	1.25	18*	0.00			17		
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	SUELO	CARACTERISTICAS DEL SUELO							PARAMETROS DE CONSOLIDACION				
			LL (%)	IP (%)	Wnat (%)	Wsat (%)	Y _d gr/cm3	Finos o Arena (%)	eo	Po (kg/cm2)	Pc (kg/cm2)	Cc	Cr	
C-1	1.70-2.30	ML	32	77	7.2	35	1.31	25*	1.047	0.28	1.30	0.274	0.022	
C-1	2.60-4.25	SM	24	10	6.3	29	1.43	41	0.840	0.48	0.62	0.147	0.020	
C-3	0.00-1.25	CL	35	15	23.6	50	1.18	7*	1.291	0.62	2.00	0.113	0.023	
C-3	1.70-3.60	ML	37	21	26.9	40	1.24	23*	1.165	0.40	1.35	0.259	0.019	
C-4	3.10-3.50	CL	46	25	19.1	29	1.40	17*	0.841	0.56	1.04	0.185	0.029	
C-4	4.00-4.55	CL	39	14	17.4	32	1.57	7*	0.630	0.84	1.12	0.178	0.033	
C-5	1.15-1.50	SC	31	15	6.7	30	1.64	26	0.716	0.21	0.58	0.151	0.010	
C-6	1.50-2.00	CL	29	8	6.5	33	1.37	2*	0.960	0.26	1.06	0.167	0.014	
C-6	2.90-3.80	ML	36	11	8.0	35	1.44	9*	0.962	0.52	0.84	0.166	0.015	
C-7	1.40-3.40	ML	36	12	6.7	40	1.25	18*	1.155	0.32	0.72	0.290	0.018	

* % arena

TABLA No. 5.3

ASENTAMIENTO ADMISIBLE

Tipo de movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg
	Acceso	12-24 plg
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg
	Estructuras reticulares	2-4 plg
	Chimeneas, silos, placas	3-12 plg
	Estabilidad de frente al vuelco	Depende de la altura y el ancho
Inclinación o giro	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 1
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 1
	Almacenamiento de mercancías	0.01 1
	Funcionamiento de máquinas - telares de algodón	0.003 1
	Funcionamiento de máquinas - turbogeneradores	0.0002 1
	Carriles de grúas	0.003 1
	Drenaje de soleras	0.01-0.02 1
Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados	0.0005-0.001 1
	Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo	0.001-0.002 1
	Fisuración de revocos (yeso)	0.001 1
	Pórticos de concreto armado	0.0025-0.002 1
	Pantallas de concreto armado	0.003 1
	Pórticos metálicos continuos	0.002 1
	Pórticos metálicos sencillos	0.005 1

Según Sowers. 1962

Nota.- 1 = Distancia entre columnas adyacentes con asentamientos diferentes o entre dos puntos cualesquiera con asentamiento diferencial. Los valores más elevados son para asentamientos homogéneos y estructuras más tolerantes. Los valores inferiores corresponden a asentamientos irregulares y estructuras delicadas.

TABLA No. 5.4

MODULO DE ELASTICIDAD

TIPO DE SUELO		Es (Ton/ m ²)
ARCILLA	MUY BLANDA	30 - 300
	BLANDA	200 - 400
	MEDIA	450 - 900
	DURA	700 - 2000
ARCILLA ARENOSA		3000 - 4250
SUELOS GLACIARES		1000 - 16000
LOESS		1500 - 6000
ARENA LIMOSA		500 - 2000
ARENA	SUELTA	1000 - 2500
	DENSA	5000 - 10000
GRAVA ARENOSA	DENSA	8000 - 20000
	SUELTA	5000 - 14000
ARCILLA ESQUISTOSA		14000 - 140000
LIMOS		200 - 2000

TABLA No. 5.5

RELACION DE POISSON

TIPO DE SUELO		u
ARCILLA	SATURADA	0.4 - 0.5
	NO SATURADA	0.1 - 0.3
	ARENOSA	0.2 - 0.3
LIMO		0.3 - 0.35
ARENA	DENSA	0.2 - 0.4
	DE GRANO GRUESO	0.15
	DE GRANO FINO	0.25
ROCA		0.1 - 0.4
LOESS		0.1 - 0.3
HIELO		0.30
CONCRETO		0.15

TABLA No. 5.6

FACTORES DE INFLUENCIA (Bowles, 1977)

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE Iw (cm/m)			
	CIM. FLEXIBLE			RIGIDA
UBICACION	CENTRO	ESQ.	MEDIO	-
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
	210	105	183	170
	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

TABLA No. 5.7
 RESUMEN DE LOS VALORES DE CARGA ADMISIBLE PARA LA CIUDAD DE ICA

Sondaje	SUCS	DF	G1	G2	B	L	N	C	FI	NC	N12	NG	SC	SQ	SG	QULT	QAD1	RHO1	U	E3	IW	RHO2	METODO	METODO	ELASTICO	QAD3	CAPACIDAD	DE CARGA	ADMISIBLE
SPT-1	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	13.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-2	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-3	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-4	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-5	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	18.0	0.0	31.0	32.6	20.6	29.0	1.1	1.1	1.0	4.0	1.3	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.7	3.3	1.8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
SPT-6	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-7	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	22.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	4.1	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-8	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
SPT-9	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-10	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-11	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-12	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
SPT-13	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-14	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
SPT-15	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	5.0	0.0	29.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0	2.8	0.9	1.0	0.3	500.0	2.5	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SPT-16	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	13.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-17	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
SPT-18	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-19	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1350.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
SPT-20	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-21	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-22	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	23.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
SPT-23	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	10.0	0.0	29.0	27.8	15.4	19.3	1.1	1.1	1.0	3.1	1.0	0.6	0.3	750.0	2.5	0.3	1.9	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SPT-24	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	8.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0	2.8	0.9	0.6	0.3	500.0	2.5	1.0	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SPT-25	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	5.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0	2.8	0.9	1.0	0.3	500.0	2.5	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Donde:

DF = PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m)

G1 = PESO ESPECIFICO POR ENCIMA DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN/M3)

G2 = PESO ESPECIFICO POR DEBAJO DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN/M3)

B = ANCHO DE LA CIMENTACION (m)

L = LONGITUD DE LA CIMENTACION (m)

N = No. DE GOLPES/PIE DEL ENSAYO SPT

C = COHESION DEL SUELO (TN/M2)

FI = ANGULO DE FRICCION INTERNA

RHO1 = AGENTAMIENTO (Puig), METODO DE TERZAGHI

RHO2 = AGENTAMIENTO (Puig), METODO ELASTICO

U = RELACION DE POISSON

E = MODULO DE YOUNG

IW = FACTOR DE INFLUENCIA DE BOWLES

QULT = CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KG/CM2)

QAD1 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG/CM2)

QAD2 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN AGENTAMIENTO DE 1 Puig. (TERZAGHI). (KG/CM2)

QAD3 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN AGENTAMIENTO DE 1 Puig. (MET. ELASTICO). (KG/CM2)

QAD = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG/CM2)

(continuación de la TABLA No: 5.7)
RESUMEN DE LOS VALORES DE CARGA ADMISIBLE PARA LA CIUDAD DE ICA

Excavación	SUCES	DF	G1	G2	B	L	C	FI	NC	NQ	N3	SC	SQ	S3	QULT	QAD1	U	ES	IW	RHO1	METODO ELASTICO QAD2	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE QAD
C-1	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	1.2	17.0	12.4	4.8	3.5	1.0	1.0	1.0	2.3	0.8	0.3	1250.0	2.5	0.3	2.3	0.3
C-1	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	0.0	27.0	23.9	13.2	14.5	1.1	1.1	1.0	2.5	0.8	0.3	1250.0	2.5	0.4	2.3	0.3
C-3	CL	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	1.2	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	9.2	3.1	0.3	1250.0	2.5	1.3	2.3	2.3
C-3	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	7.2	18.0	13.2	5.3	4.1	1.0	1.0	1.0	10.4	3.5	0.3	1250.0	2.5	1.5	2.3	2.3
C-4	CL	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	3.0	21.0	15.9	7.1	6.2	1.1	1.0	1.0	6.4	2.1	0.3	1250.0	2.5	0.9	2.3	2.1
C-4	SC	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	2.6	26.0	22.3	11.9	12.6	1.1	1.1	1.0	8.6	2.9	0.3	1250.0	2.5	1.3	2.3	2.3
C-5	CL	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	1.0	36.0	30.7	37.8	56.4	1.1	1.1	1.0	13.3	4.4	0.3	1250.0	2.5	1.9	2.3	2.3
C-6	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	3.5	29.0	27.8	16.4	19.3	1.1	1.1	1.0	13.8	4.6	0.3	1250.0	2.5	2.0	2.3	2.3
C-6	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	1.2	22.0	16.8	7.8	7.1	1.1	1.0	1.0	3.5	1.2	0.3	1250.0	2.5	0.5	2.3	1.2
C-7	CL	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	0.0	17.0	12.4	4.8	3.5	1.0	1.0	1.0	0.8	0.3	0.3	1250.0	2.5	0.1	2.3	0.3

Donde:

DF = PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m)

G1 = PESO ESPECIFICO POR ENCIMA DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN/M3)

G2 = PESO ESPECIFICO POR DEBAJO DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN/M3)

B = ANCHO DE LA CIMENTACION (m)

L = LONGITUD DE LA CIMENTACION (m)

N = Nro DE GOLPES/PIE DEL ENGAYO DPT

C = COHESION DEL SUELO (TN/M2)

FI = ANGULO DE FRICCION INTERNA

U = RELACION DE POISSON

E = MODULO DE YOUNG

IW = FACTOR DE INFLUENCIA DE BOWLES

RHO1 = ASENTAMIENTO (Pulg), METODO ELASTICO

QULT = CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KG/CM2)

QAD1 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG/CM2); METODO DE VESIC

QAD2 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA 1" DE ASENTAMIENTO (MET ELASTICO) (KG/CM2)

QAD = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG/CM2)

TABLA N° 5.8
VALORES DEL POTENCIAL DE COLAPSO
Clemence & Finbarr (1981)

PC (%)	Severidad del Problema
0 - 1	Sin problema
1 - 5	Moderado
5 - 10	Problemático
10 - 20	Severo
> 20	Muy severo

PC: Potencial de Colapso

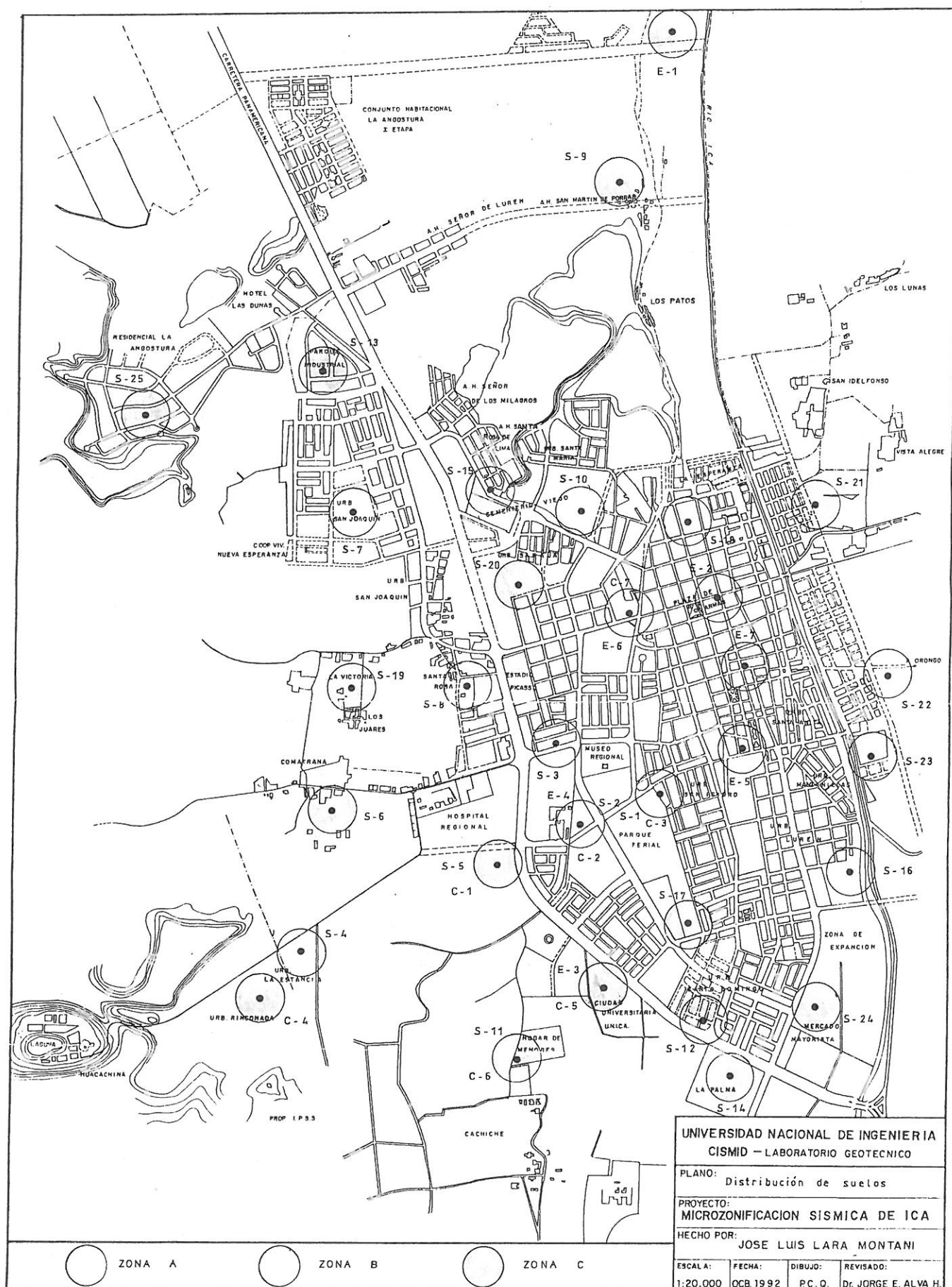
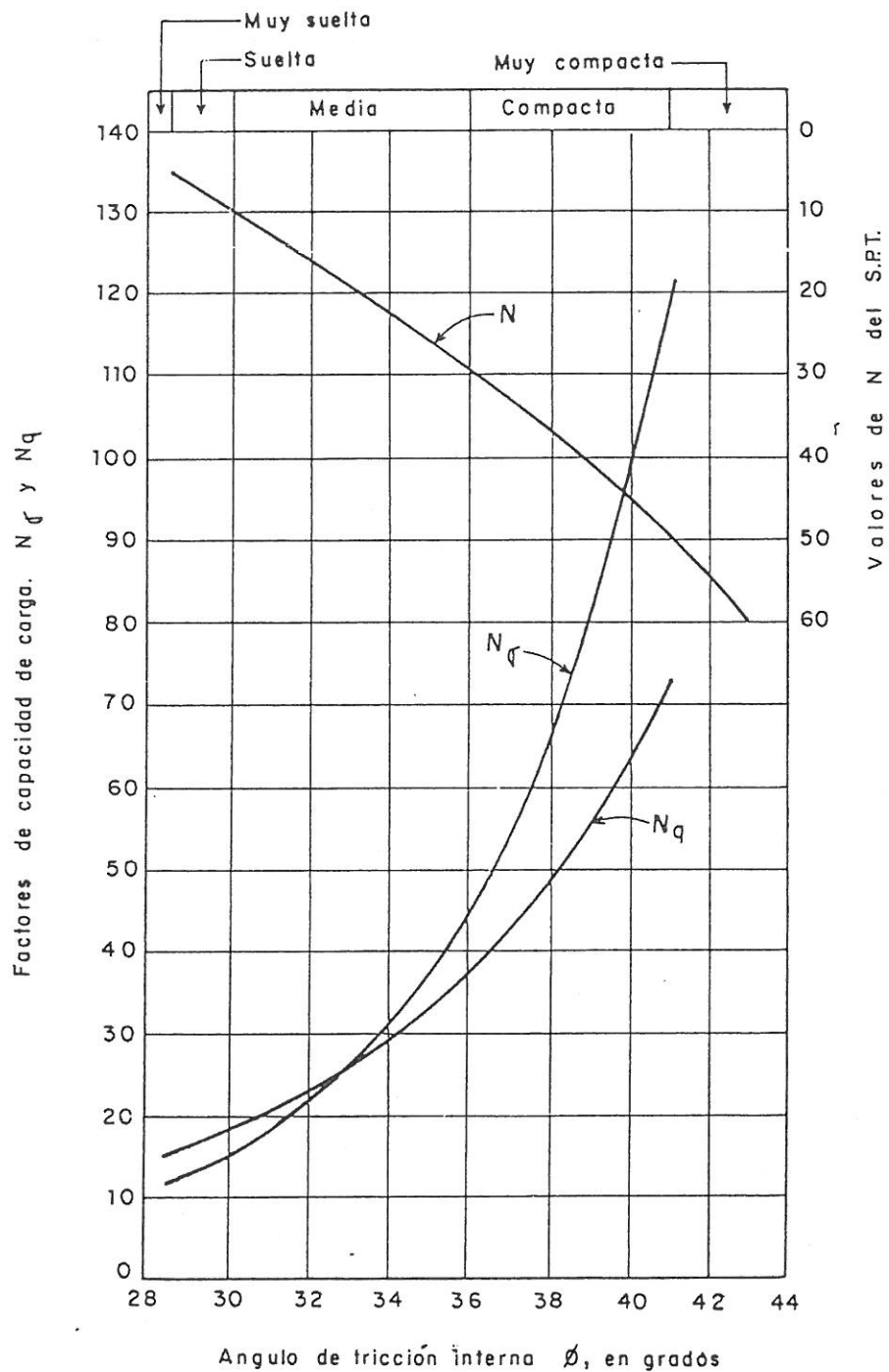


Figura N° 5.1 Distribución de suelos en la ciudad de Ica



RELACION ENTRE LOS FACTORES DE CARGA, ϕ Y LOS VALORES N DEL S.P.T.

Ref: PECK, HANSON Y THORNBURN (1974)

Figura N° 5.2

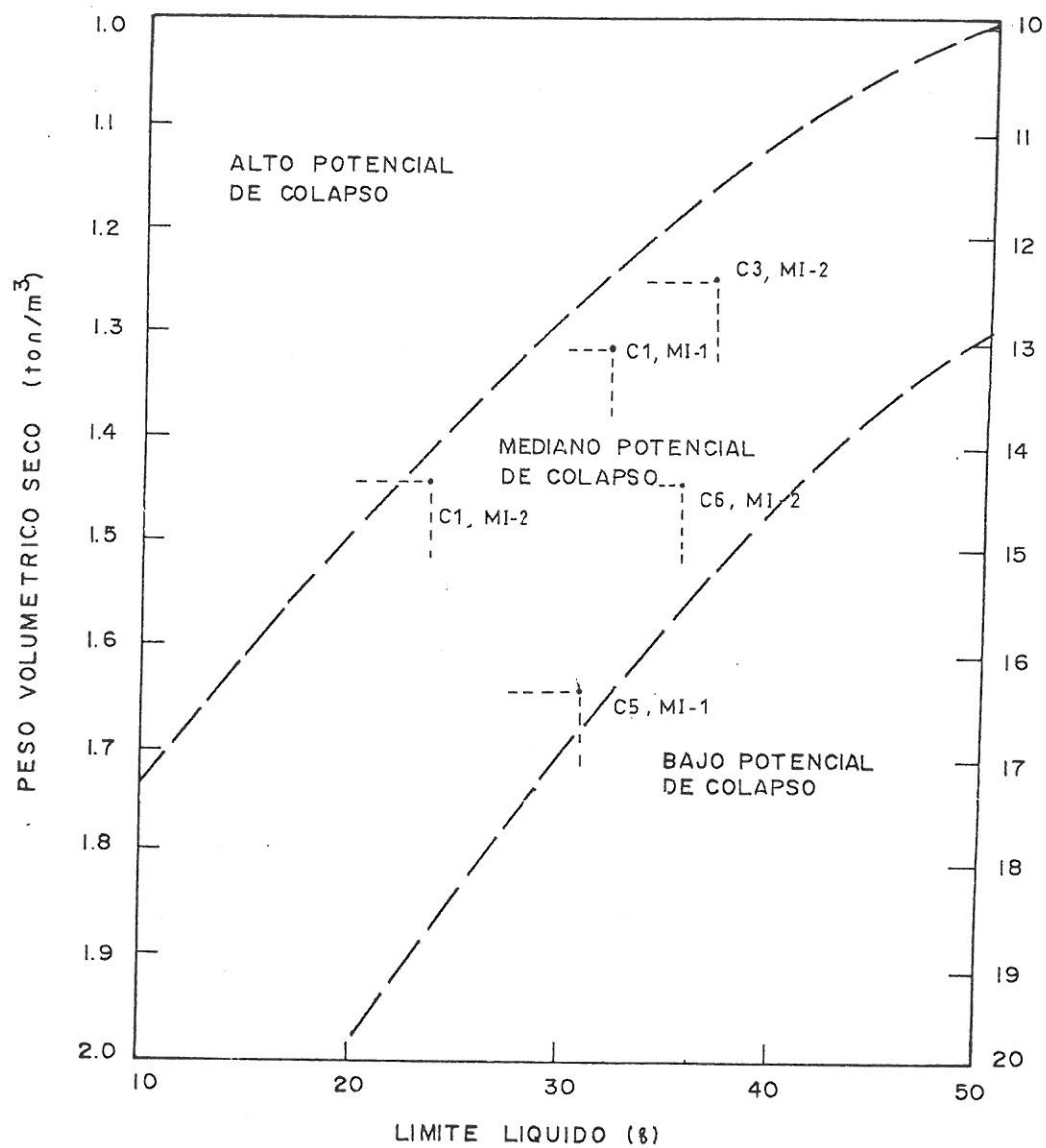


Fig-5. CRITERIO DE IDENTIFICACION DE SUELOS COLAPSABLES (U.S.B.R.)

Figura N° 5.3

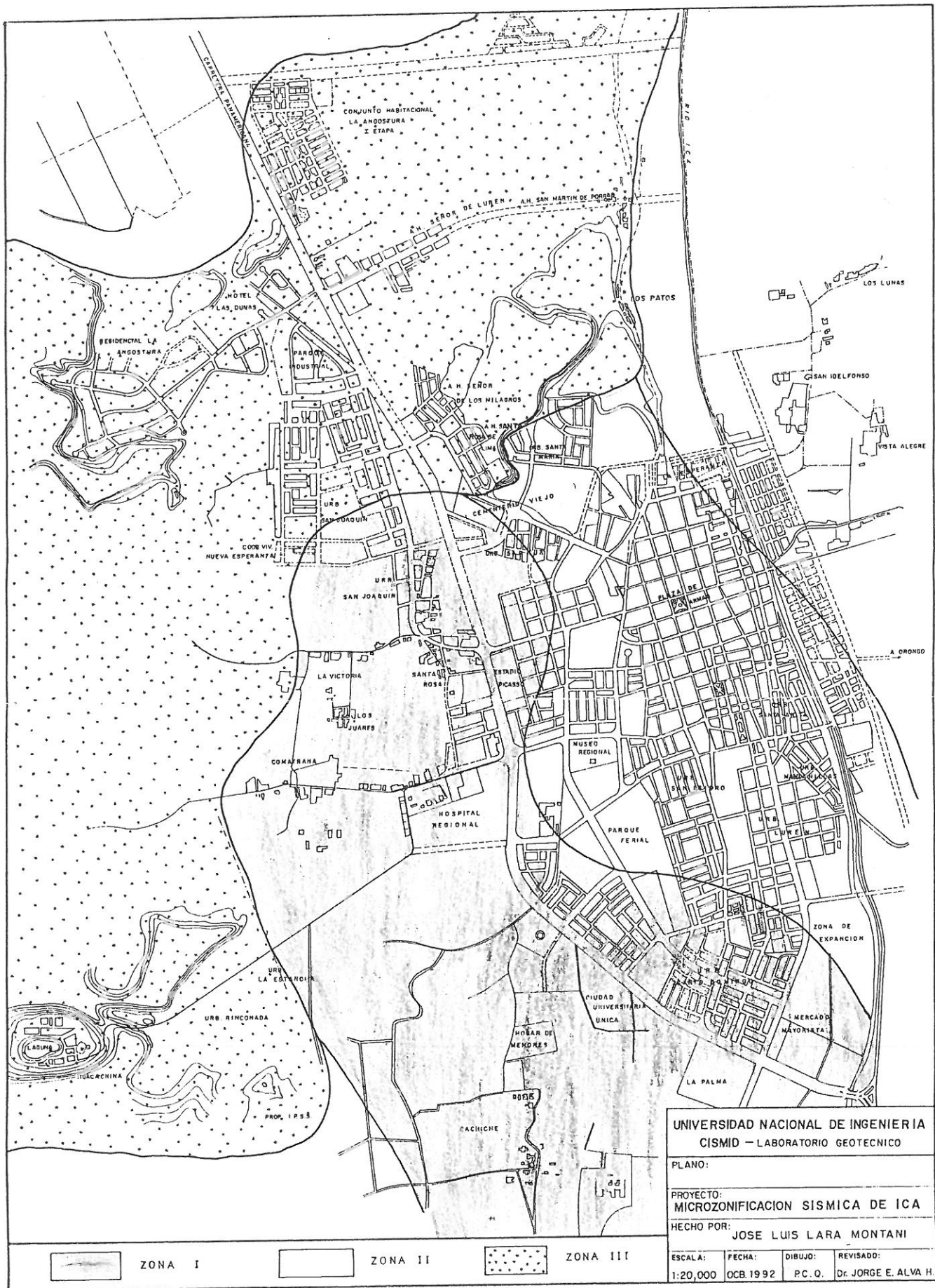


Figura N° 5.4 Zonificación Geotécnica de la ciudad de Ica

CAPITULO VI

CARACTERISTICAS DINAMICAS

6.1 INTRODUCCION

Cuando se producen sismos, la energía liberada se disipa y se propaga en forma de ondas sísmicas, las cuales viajan desde la fuente que las originó y llegan a la superficie en donde existen los depósitos superficiales de suelo que subyacen a las ciudades, sobre las cuales actúan y provocan deformaciones y esfuerzos, que finalmente incidirán sobre las construcciones existentes.

El comportamiento dinámico de los suelos provocados por la acción sísmica es importante debido a que es el causante de los mayores daños observados. Existen muchas formas de obtener esta información según las técnicas empleadas para una Microzonificación; de todas ellas, la medición de microtrepidaciones ha demostrado ser la forma más económica y rápida, mediante la cual se puede tener una idea del comportamiento dinámico del suelo de distintas áreas dentro de la zona de interés; siendo una herramienta útil para lograr una adecuada Microzonificación Sísmica (Tokeshi, 1990).

6.2 GENERALIDADES SOBRE MICROTREPIDACIONES

Normalmente el suelo se encuentra vibrando con amplitudes pequeñas, del orden de unas micras a micrones. Estas vibraciones se han clasificado en dos tipos, a saber: las que tienen componentes del período en un valor menor a 1 segundo, a las cuales se les llama **Microtrepidaciones** y aquellas que contienen grandes períodos, a las cuales se les llama **Microsismos**. Usualmente las amplitudes de tales movimientos están en el orden de 0.05-10 micrones, los períodos van de 0.05-1 segundos y las

aceleraciones van de 10^{-3} - 10^{-1} gals (Figura N° 6.1) (Nakajima, 1988). Estas microtrepidaciones congregan vibraciones que vienen propagándose en todas direcciones, vibraciones que son causadas principalmente por perturbaciones artificiales tales como tráfico, máquinas industriales, o perturbaciones de orden natural como el viento, ondas oceánicas, etc. (Figura N° 6.2) (Kanai y Tanaka, 1961).

6.2.1 Características de los equipos de medición

De manera general, se puede decir que cualquier juego de equipo de medición de microtrepidaciones para los trabajos de campo está compuesto por los siguientes elementos (Figura N° 6.3) (Tokeshi, 1990):

- a) **Sensores**: Llamados también transductores o Pick ups. Se utilizan tres sensores: dos sensores para medir las vibraciones horizontales del suelo (uno en la dirección N-S y el otro en la dirección E-O), y un sensor para registrar la vibración vertical.
- b) **Amplificador**: Este amplificador es el encargado de controlar en cada canal de grabación las funciones de medición, como son el determinar el tipo de medición (desplazamiento ó velocidad), cambiar el nivel de la grabación mediante el uso de la atenuación, emitir la señal de calibración y centrar la onda de la microtrepidación.
- c) **Grabadora**: Es la encargada de grabar o registrar la vibración que le envían los sensores, la cual se deposita en cassettes especiales.
- d) **Oscilador gráfico**: También llamado monitor. Este oscilógrafo imprime en un papel térmico las ondas de las microtrepidaciones que son transmitidas por los sensores, determinando de esa manera la calidad de la grabación.

- e) **Fuente de energía:** La fuente de energía de los diversos elementos antes mencionados para el trabajo de campo es una batería de corriente continua de 12V DC.

6.2.2 Evaluación de los registros obtenidos

La longitud del registro que se utiliza en el análisis queda fijada en relación con la regularidad de las diversas vibraciones, pero habitualmente dentro de un registro de 10 minutos se puede encontrar un tramo de unos 40 segundos que evidencie perturbaciones mínimas de los medios de transporte, fábricas, etc.

Cuando se comenzó a usar las microtrepidaciones, las computadoras no estaban tan difundidas como lo están en la actualidad, y por esta razón se utilizó inicialmente la curva de distribución de períodos para determinar el período predominante del suelo. Con el progreso de las computadoras, los cálculos actualmente se realizan a través de diversos métodos que permite obtener espectros de Potencia y los espectros de Fourier principalmente. El espectro de Fourier se emplea para determinar el período característico de las microtrepidaciones, siendo éste una distribución de la curva de amplitudes versus frecuencia (inversa del período) (Figura N° 6.4).

6.3 APLICACIONES DE LAS MICROTREPIDACIONES

Las aplicaciones descritas, corresponden a aquellas experiencias obtenidas de algunas ciudades del Perú, realizadas dentro de los programas de investigación del Laboratorio Geotécnico del CISMID de la UNI, así tenemos:

Clasificación del terreno

Después que Kanai y Tanaka (1961) encontraran la relación existente entre el tipo de suelo y el período predominante de la onda registrada

(Figura N° 6.5), se ha ganado mucha experiencia, a tal punto que con el desarrollo de nuevos métodos de análisis (transformada rápida de Fourier), se adoptó un sistema de clasificación basado en el período predominante obtenido del espectro de Fourier del registro de microtrepidaciones. Los tipos de suelo y los rangos de períodos correspondientes se presentan en la Tabla N° 6.1 y están considerados en el actual reglamento de Diseño Sismo-Resistente del Japón.

Evaluación de daños sísmicos

La Figura N° 6.6 presenta la relación de daños sísmicos y el período predominante de microtrepidaciones observada en el terremoto de Fukui en 1948 ($M=7.3$) y el terremoto de Tokai en 1944 ($M_s=8.0$). En estos terremotos se evidenció que los daños más severos ocurren para el período de vibración del suelo de 0.4 segundos, que coincide principalmente con el período de vibración de las construcciones de madera que existían en esos lugares.

La relación de los daños sísmicos y los períodos de vibración de microtrepidaciones están relacionados con el problema de resonancia; es decir, la correspondencia entre el período predominante del suelo medido por microtrepidaciones y el período de la estructura. Al respecto, Lermo (1992) al definir el mapa de curvas isoperíodos para la ciudad de México, observa que la zona con rangos de períodos entre 1.5 y 2.5 segundos, encierra la mayoría de daños observados durante el terremoto de 1985. En esta zona las estructuras de 6 a 15 pisos sufrieron el mayor porcentaje de fallas.

Microtremor y movimientos sísmicos

La determinación del período de vibración del suelo es un parámetro muy importante a evaluar. La coincidencia del período del suelo con el correspondiente valor del período de vibración de una estructura conduce a problemas de resonancia; de igual manera, su coincidencia con el período de vibración de la onda sísmica ocasiona problemas de amplificación del suelo. Considerando lo anterior y basados en que las microtrepidaciones reflejan las condiciones del suelo, aún cuando los niveles de amplitudes de

las microtrepidaciones y los movimientos sísmicos difieran en 3-4 cifras, y teniendo en cuenta que las características de las vibraciones de ambos (microtremor y movimientos sísmicos) son producto de una reflexión múltiple, se puede considerar que el espectro de las microtrepidaciones es casi congruente con el de movimientos sísmicos y resultan de gran utilidad práctica en la Ingeniería Sismo-Resistente.

La Figura N° 6.7 presenta un ejemplo comparativo entre las microtrepidaciones con las curvas período vs. frecuencia relativa de acelerógrafos para sismos reales; en dicha figura se ve claramente la similitud entre ambas curvas. En ella, se ve claramente la buena correlación existente, mejor aún para períodos de vibración menor de dos segundos que corresponden a la mayoría de los suelos existentes en el Perú.

Microtrepidaciones y microzonificación sísmica

Las microtrepidaciones se utilizan para determinar las propiedades dinámicas del subsuelo, pudiéndose verificar dichas mediciones con análisis de amplificación sísmica a deformaciones pequeñas de la roca basal a la superficie. Las mediciones de microtrepidaciones son relativamente fáciles de ejecutar y se realizan sin la necesidad de esperar la ocurrencia de un sismo.

El estudio de las microtrepidaciones como un método de microzonificación sísmica se ha llevado a cabo en varios países. En el Japón, Kanai et al (1954) utilizaron este método hace casi cuarenta años para clasificar el suelo en cuatro categorías, habiéndose utilizado después dichos resultados en el anterior reglamento sismo-resistente del Japón. En Indonesia se utilizó esta metodología para realizar la microzonificación sísmica de la capital, Jakarta. En Chile, se ha utilizado el método en la microzonificación sísmica de varias de sus ciudades. En México, Lermo y Rodríguez (1987) emplearon mediciones de microtrepidaciones para realizar la microzonificación sísmica de ciudad de México, D.F.; además, de otras de sus ciudades.

En todos los casos indicados se proponen mapas de distribución de curvas isoperíodos, estableciéndose las zonas con diferentes características

de vibración. De las experiencias desarrolladas en el país, se ha obtenido una buena correlación entre estos mapas y las condiciones geológicas y de subsuelo existentes. Asimismo, los mapas de curvas isoperíodos han constituido una buena base para el diseño del programa de exploración de campo para la investigación de las condiciones del subsuelo de las ciudades en estudio.

6.4 MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

En la ciudad de Ica se realizaron 75 puntos de medición de microtremor en toda la ciudad (Plano N° 1); las mismas que se efectuaron en el mes de Julio de 1992.

En cada punto se realizó las mediciones en 3 direcciones E-O, N-S y vertical; dichos registros tuvieron una duración de 10 minutos, de los cuales se tomó un tramo bueno con un tiempo de grabación útil promedio de 40 segundos y efectuando su procesamiento se obtuvo el espectro de Fourier de frecuencias de desplazamientos. De estos espectros se obtuvieron los períodos de vibración en las 3 direcciones y solo se usaron las 2 horizontales que promediándolas, se obtuvo el período predominante horizontal en ese punto de medición.

La ubicación de los puntos de medición y los valores de los períodos predominantes de vibración del suelo hallados aparecen en la Tabla N° 6.2. De acuerdo a la distribución del período predominante horizontal promedio, se pueden identificar 3 zonas con los siguientes rangos de vibración (Figura N° 6.8): 0.20-0.30, 0.30-0.40 y 0.40-0.50 sgs.

Los períodos de vibración más bajos corresponden a las zonas aledañas al río Ica y al cercado de la ciudad, correspondiendo bastante bien con la Zona II de la zonificación geotécnica. Los períodos de vibración más altos (>0.40 segundos) se ubican en la zona periférica de la ciudad, coincidiendo con la zona de depósitos eólicos (Zona III). Los períodos de vibración de 0.30-0.40 segundos corresponden al resto de la ciudad (Zona I). Existen algunos puntos con valores que se escapan a los rangos dados para las zonas identificadas, los cuales obedecen a variaciones puntuales

como consecuencia de la estratificación errática de los suelos que subyacen la ciudad de Ica (Figura N° 6.9).

TABLA N° 6.1

CLASIFICACION DE SUELOS Y PERIODO PREDOMINANTE (ACTUAL CODIGO DE CONSTRUCCION DEL JAPON)

TIPO DE SUELO	CARACTERISTICAS DEL SUELO	PERIODO PREDOMINANTE (T_{FH}) (segundos)
I	Rocas, gravas duras y depósitos anteriores al Terciario. o los resultados del análisis del período predominante muestran el mismo tipo de suelo descrito.	< 0.2
II	Ni el primero ni el tercero.	0.2 - 0.75
III	Suelos orgánicos, lodos y otros materiales similares a este tipo de suelo aluvial (incluye relleno), con potencias mayores a 30 metros. Suelos granados con potencias de aproximadamente 3 metros, con antigüedad de relleno no mayor de 30 años. O los resultados del análisis del período predominante muestran la misma clase arriba mencionado.	> 0.75

TABLA N° 6.2

Puntos de Medición de MicrotrepidacionesEvaluados en la ciudad de Ica

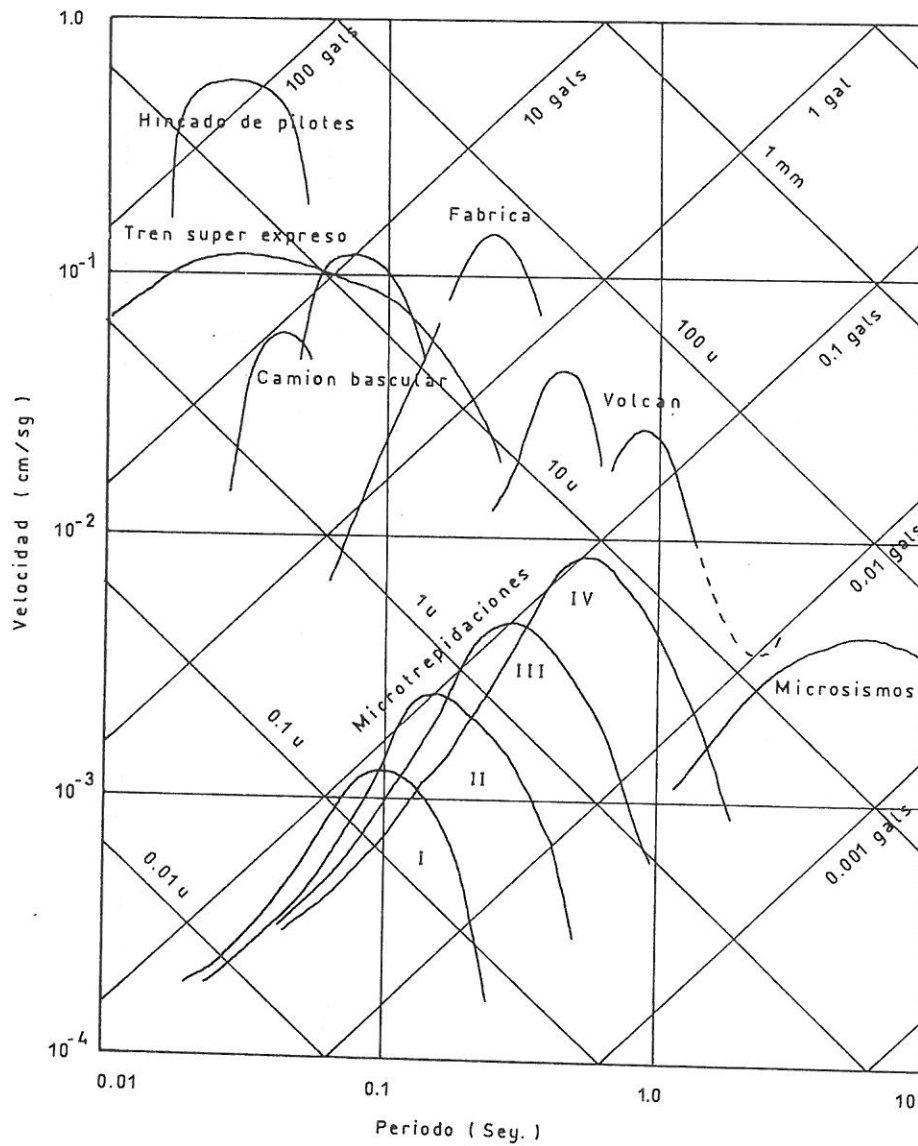
PM	UBICACION	PERIODO DE VIBRACION (Sg)			
		N-S	E-O	PROM	V.
01	Calle Las Acacias. a 20 mts de la Av. J.J. Elias.	0.37	0.36	0.36	0.32
02	Terrenos de la Sur-Región Wari. a 50 mts. de la Av. Cutervo.	0.48	0.48	0.48	0.34
03	Jr. Bolivar 1138.	0.28	0.28	0.28	0.28
04	Local de Colegio de Ingenieros de Ica. Calle Los Nardos.	0.31	0.31	0.31	0.33
05	Urb. Puente Blanco. Av. Los Maestros.	0.36	0.36	0.36	0.43
06	Ciudad Universitaria. Facultad de Ingeniería Mecánica.	0.36	0.43	0.40	0.36
07	Parque Avelardo Quiñonez. Urb. Santo Domingo.	0.33	0.48	0.40	0.32
08	Calle Las Palmeras. Urb. San José.	0.43	0.43	0.43	0.29
09	Frente al Hospital Regional. Camino a Huacachina.	0.40	0.37	0.38	---
10	Sector Alto Comatrana.	0.42	0.36	0.39	---
11	Sector Comatrana. Barrio Los Majas.	0.43	0.42	0.42	0.37
12	Entrada al Sector Los Juarez.	0.31	0.34	0.32	0.33
13	Urb. San Joaquín. 3era. Etapa.	0.38	0.37	0.38	0.29
14	Urb. Santa Rosa a espaldas del C.E. San Vicente.	0.37	0.43	0.40	0.29
15	Cooperativa de Los Ingenieros.	---	---	---	---
16	Parque de los Enamorados. Urb. Las Mercedes.	0.28	0.30	0.29	0.29
17	Jr. Los Manzanos a espaldas del C.E. San José.	0.32	0.32	0.32	0.28
18	Jr. Los Lirios. Conjunto Habitacional Abraham Valdelomar.	0.45	0.45	0.45	0.29
19	Jr. Jorge Chávez Cuadra 1. Barrio San Martín de Porras.	0.45	0.48	0.46	0.23
20	Prolong. Castro Virreyna. Barrio Los Patos.	0.43	0.29	0.36	0.28
21	Hospital Socorro.	0.26	0.26	0.26	0.28
22	Parque Principal de la Urb. Los Viñedos.	0.36	0.33	0.34	0.31
23	Parque Principal de la Urb. Santa María.	0.42	0.40	0.41	0.31
24	Pasaje Bartolome Herrera. Urb. San Joaquín.	0.48	0.43	0.46	0.26
25	Jr. Fray Ramón Rojas a espaldas del Parque Industrial.	0.40	0.40	0.40	0.25
26	Futura Av. 7. Cerca al Puente Socorro.	0.32	0.32	0.32	0.31
27	Distrito La Tinguña. Carretera a Marcona.	0.19	0.19	0.19	0.18
28	Sector Las Lunas. Carretera a la Tinguña.	0.33	0.45	0.38	0.30
29	Pasaje La Tinguña.	0.31	0.28	0.30	0.21
30	Parque Principal de la Urb. Santa María.	0.28	0.28	0.28	0.28

(Continuación de la TABLA N° 6.2)

PM	UBICACION	PERIODO DE VIBRACION (Sq)			
		N-S	E-O	PROM	V.
31	Parque Abraham Valdelomar del P.J. Acomayo.	0.28	0.28	0.28	0.20
32	P.J. Andrés Avelino Cáceres. Camino a Oron.	0.28	0.28	0.28	0.17
33	Frente al C.E. Abraham Valdelomar.	0.28	0.28	0.28	0.29
34	Entrada a Chinarro. Al lado de la Panamericana.	0.28	0.32	0.30	0.28
35	Jr. Caravedo frente al Parque donde está el Country Club.	0.28	0.28	0.28	0.31
36	Prolongación Cutervo. Ultima cuadra. Urb. Manzanilla.	0.28	0.28	0.28	0.28
37	Prolongación Abraham Valdelomar. Espalda de la Fábrica Coca Cola.	0.28	0.28	0.28	0.31
38	Jr. César Vallejo.	0.29	0.28	0.28	0.29
39	Parque Santa Rosa del Palmar.	0.48	0.48	0.48	0.34
40	Av. José Santos Chocano. Urb. San Joaquín.	0.48	0.45	0.46	0.30
41	Jr. Guevara Manz. B-2.	0.40	0.40	0.40	0.28
42	Cooperativa de Vivienda Nueva Esperanza	0.42	0.48	0.45	0.28
43	Jr. 4 de Junio. Sector San Joaquín.	0.29	0.30	0.30	0.28
44	Pasaje El Amor. Urb. San Joaquín (zona antigua)	0.28	0.33	0.30	0.29
45	Jr. José Salas. Espaldas del Estadio Picasso.	0.36	0.28	0.32	0.26
46	Frente a la Facultad de Medicina Humana de la U.N.I.C.A.	0.28	0.28	0.28	0.28
47	Terrenos de la Asociación de Vivienda Virgen de Chapi.	0.29	0.28	0.28	0.29
48	Jr. Las Dalias. Parque Urb. San Isidro.	0.28	0.28	0.28	0.32
49	Urb. La Palma Mz.N.	0.28	0.28	0.28	0.36
50	Parque Principal. Urb. Divino Maestro.	0.34	0.28	0.31	0.37
51	A espaldas del Hogar de Menores.	0.33	0.32	0.32	0.37
52	Sector La Palma Grande. Adyacente a la Cárcel Cachiche	0.31	0.32	0.32	0.30
53	Terrenos de la Cooperativa Asociación de Docentes de la U.N.I.C.A.	0.29	0.28	0.29	0.33
54	Jr. Los Rosales. Urb. Santo Domingo.	0.29	0.29	0.29	0.28
55	Parque Principal de la Urb. Santo Domingo de Guzmán.	0.36	0.37	0.36	0.28
56	Cooperativa de Vivienda Santo Domingo. Calle San Francisco.	0.30	0.28	0.29	0.29
57	Jr. Gabino Chacaltana. Urb. Luren.	0.34	0.30	0.32	0.28
58	Urb. San Miguel a espaldas de I.P.S.S.	0.29	0.30	0.30	0.29
59	Futuro Terminal Terrestre de SOYUZ	0.29	0.29	0.29	0.29
60	Jr. Cusco. Sector Saraja.	---	---	---	---

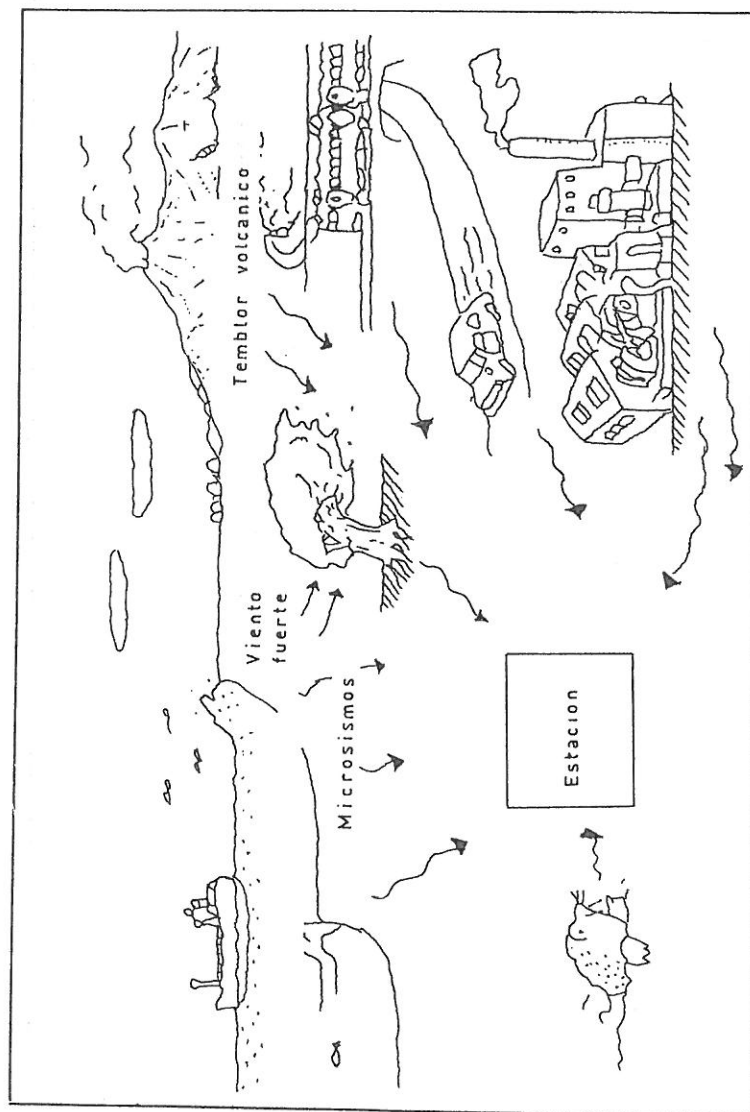
(Continuación de la TABLA N° 6.2)

PM	UBICACION	PERIODO DE VIBRACION (Sq)			
		N-S	E-O	PROM	V.
61	Frente al Grifo de Choferes. Av. Tacna.	---	---	---	---
62	Calle Independencia.	0.28	0.28	0.28	0.26
63	Jr. Antonia Moreno de Cáceres. Urb. Manzanilla	0.43	0.32	0.38	0.23
64	Calle Lima Cuadra 5.	0.29	0.29	0.29	0.30
65	Calle San Martín. Cuadra 6.	0.34	0.32	0.33	0.28
66	Calle Lima. Cuadra 2.	0.28	0.28	0.28	0.28
67	Urb. La Palma.	0.40	0.40	0.40	0.31
68	A espaldas de la Ciudad Universitaria.	0.43	0.43	0.43	0.37
69	Frente al Coliseo Cerrado. Urb. Divino Maestro.	0.32	0.33	0.32	0.33
70	Parque Urb. La Palma.	0.30	0.32	0.31	0.32
71	Calle Callao. Cuadra 1.	0.28	0.28	0.28	0.26
72	Parque Principal de la Urb. Pedreros.	0.40	0.34	0.37	0.26
73	Cementerio Viejo.	0.36	0.37	0.36	0.31
74	Av. Arenales. Frente al Cementerio Viejo.	0.37	0.42	0.40	0.31
75	Urb. El Carmen.	0.43	0.43	0.43	0.31



Desplazamiento, Velocidad, Aceleracion y Amplitud para diversos
para diversos tipos de vibracionel del suelo (Nakajima,1988)

Figura N° 6.1



Fuente de Microtrepidaciones (Kanai y Tanaka, 1961)

Figura N° 6.2

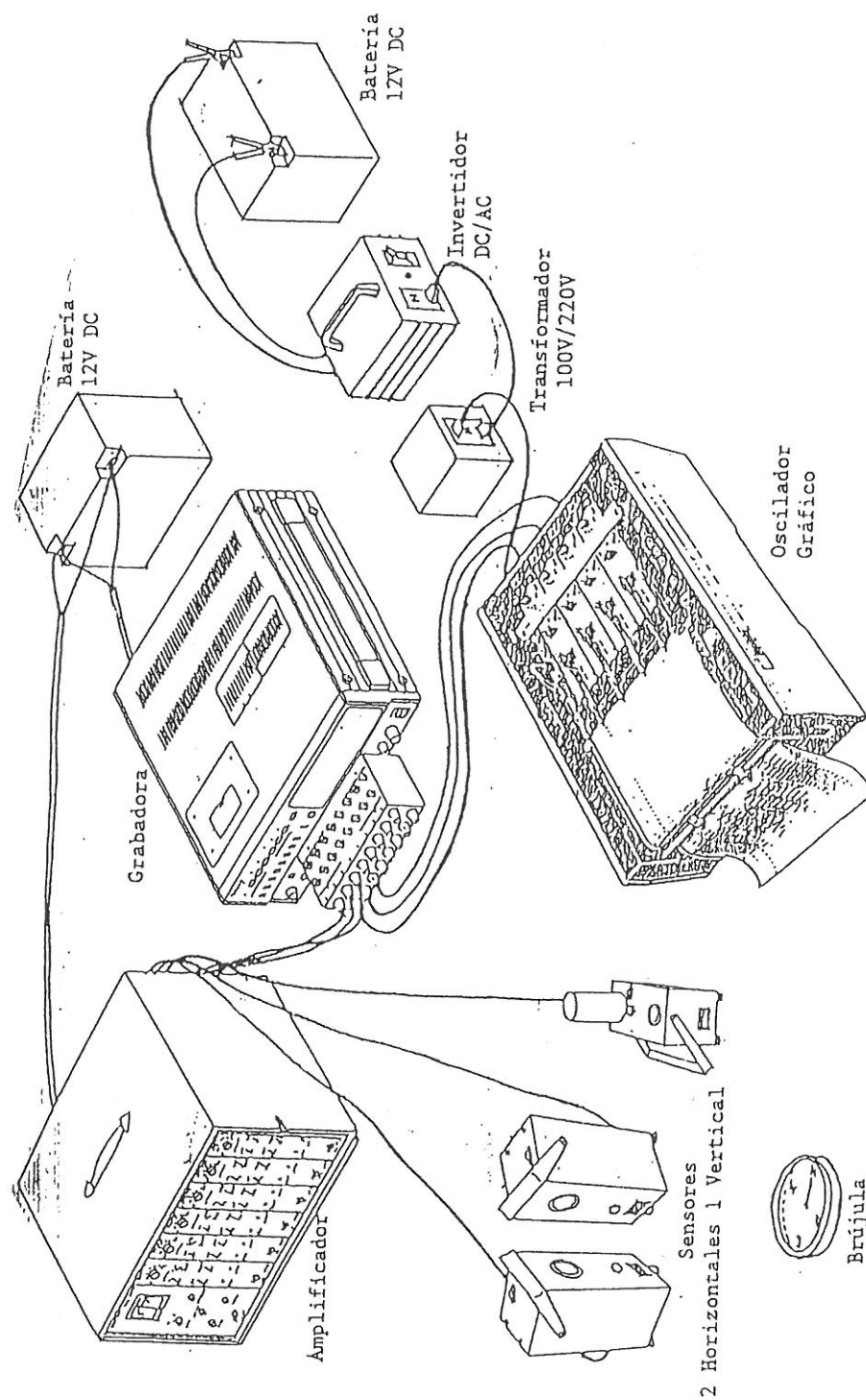
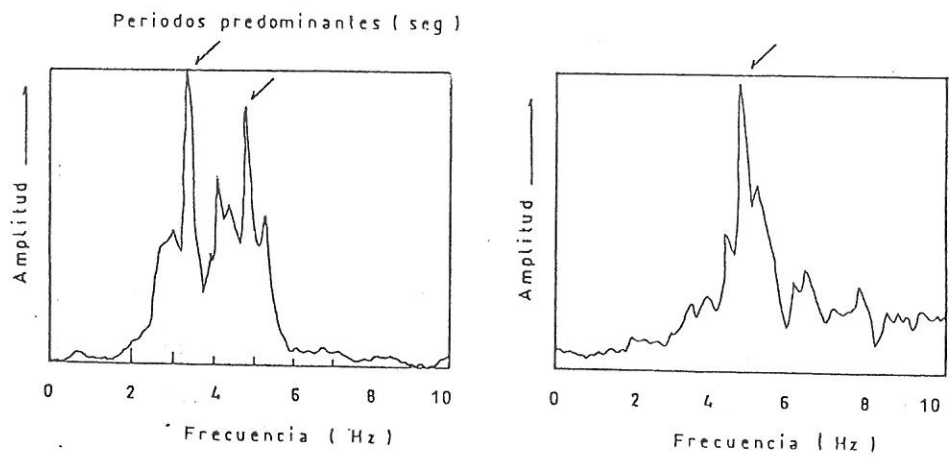
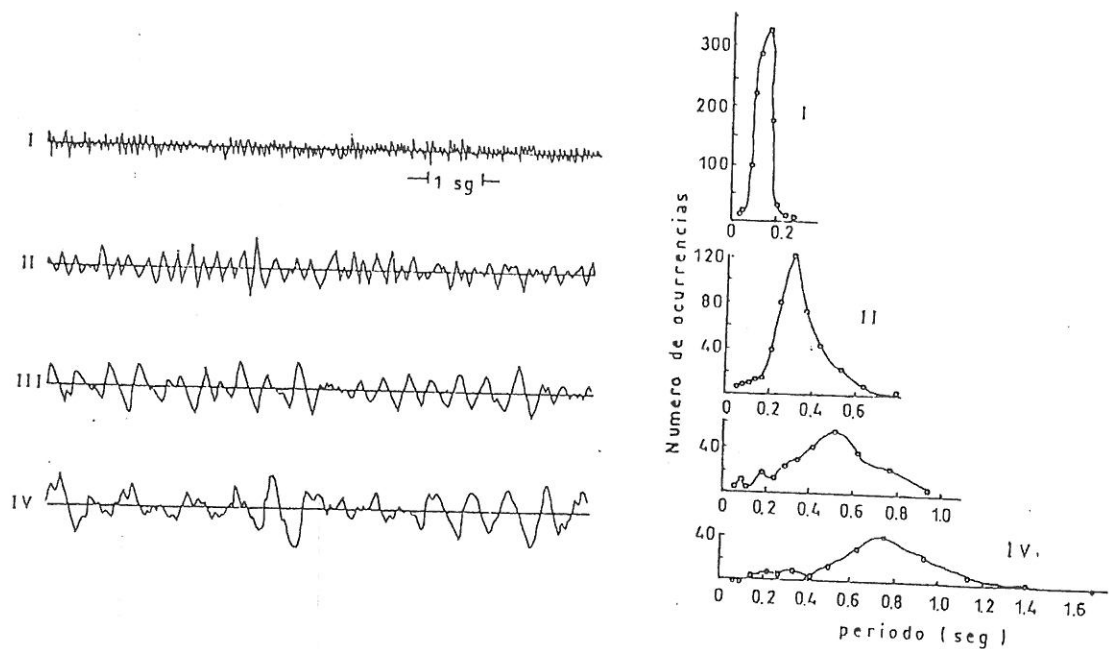


Figura N° 6.3 Equipo de Microtremor empleado (Tokeshi, 1990)



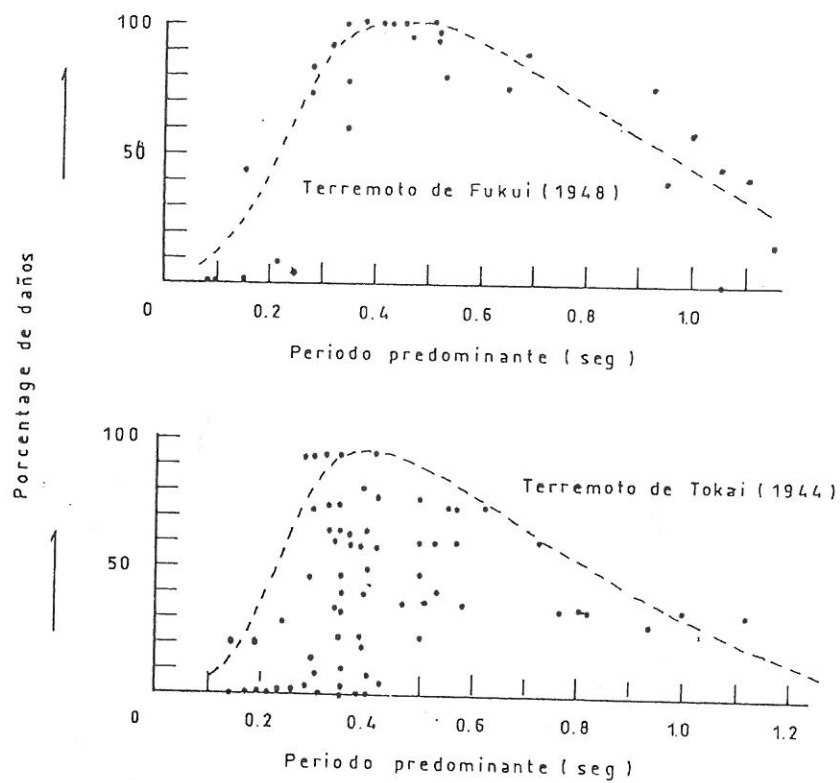
Forma típica de un Espectro de Fourier (Nakajima, 1988)

Figura N° 6.4



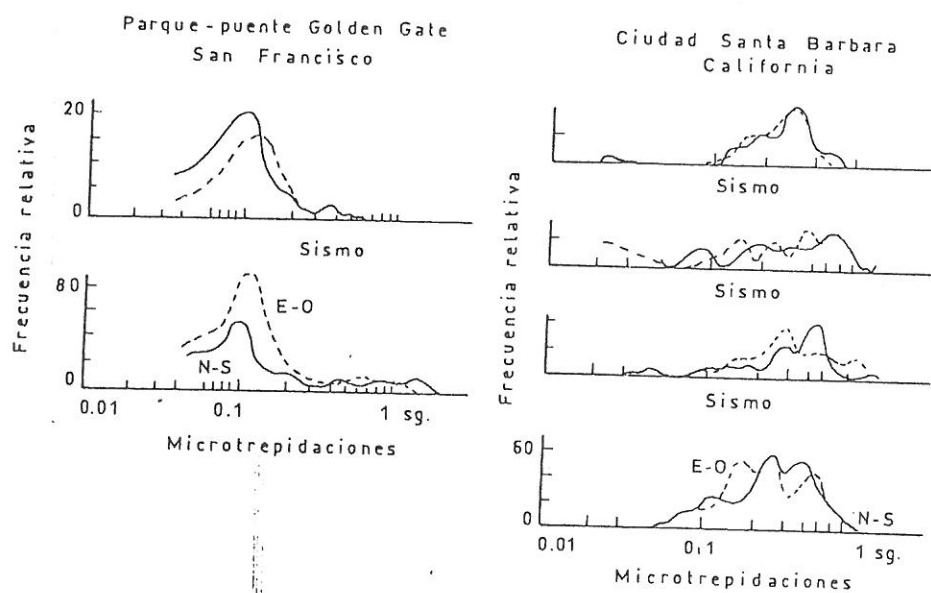
Registros de Microtrepidaciones y Curvas de Distribucion de periodos para 4 tipos de suelos (Kanai y Tanaka, 1961)

Figura N° 6.5



Daños sísmicos y Periodo predominante (Kanai y Tanaka, 1961)

Figura N° 6.6



Comparacion entre las Microtrepidaciones con las curvas frecuencia relativa-periodo de Acelerografos (Nakajima, 1988)

Figura N° 6.7

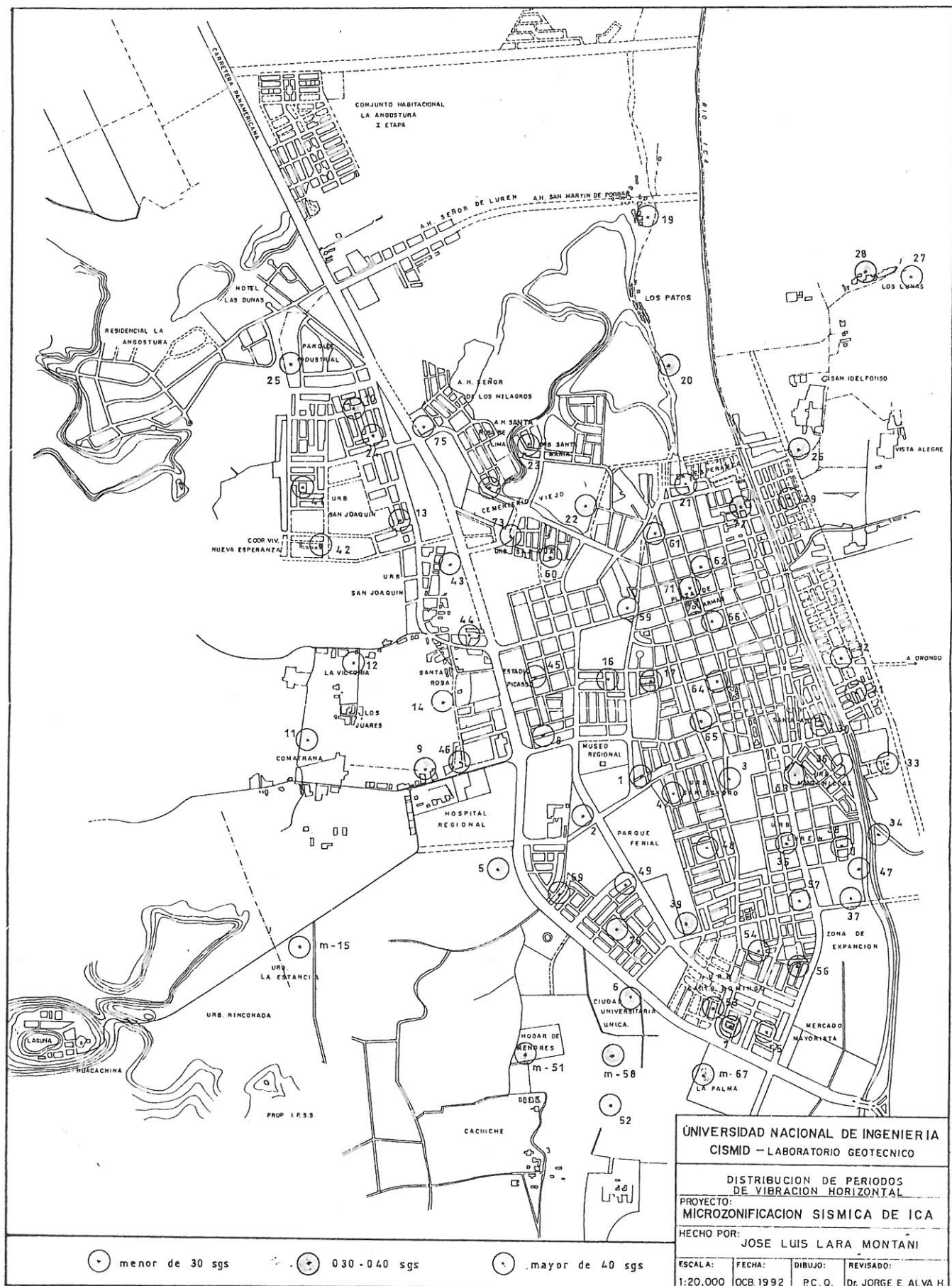


Figura N° 6.8 Mapa de Distribución de Períodos de Vibración Horizontal Promedio

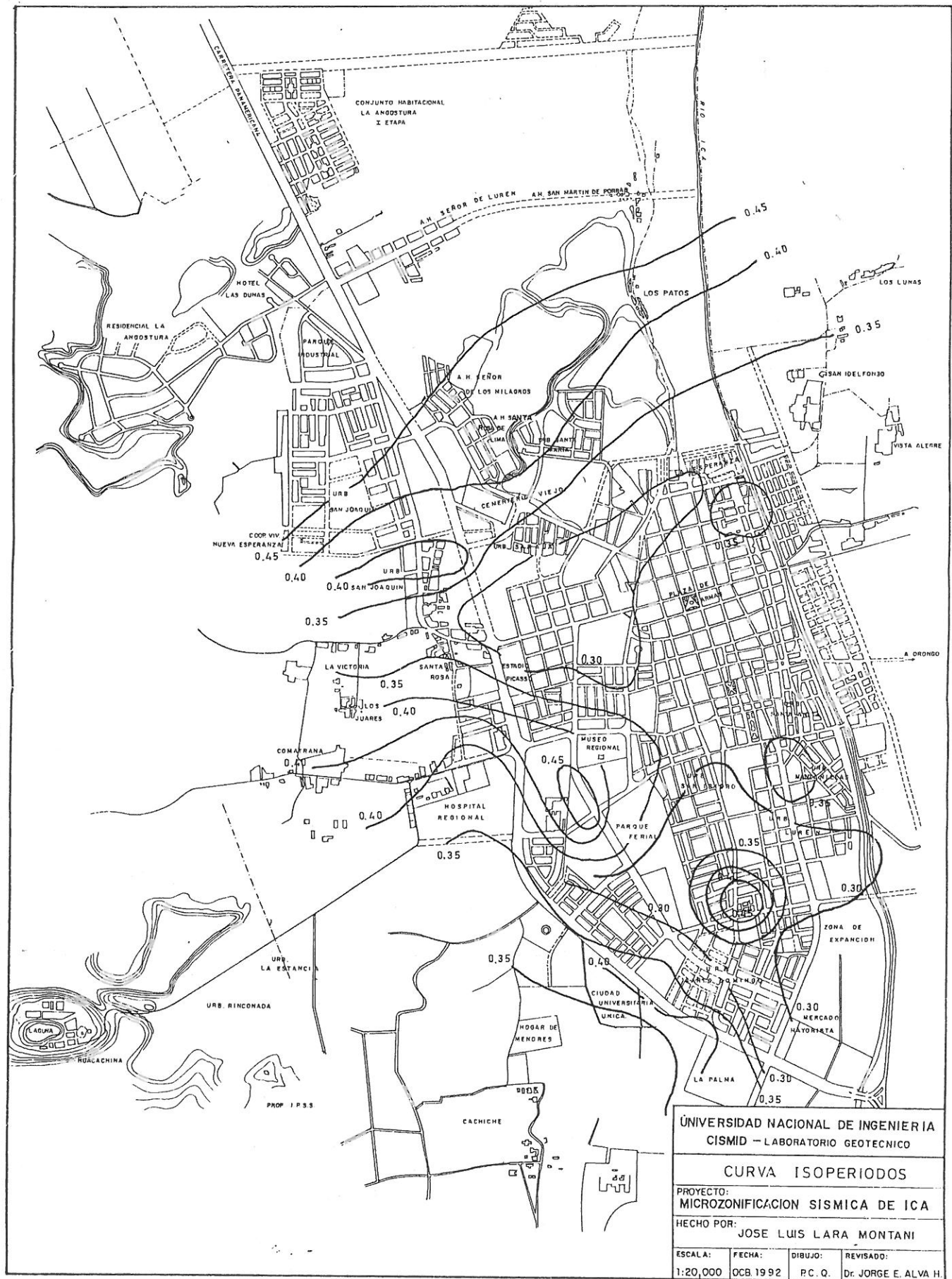


Figura N° 6.9 Mapa de Curvas Isoperíodo de la ciudad de Ica

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

1. La ciudad de Ica se encuentra ubicada en la costa Sur del Perú, en la zona de Depresión Pre-Andina, la cual se encuentra entre la Cordillera de la Costa y las estribaciones de la Cordillera Occidental.
2. Las formaciones rocosas en la región van del Jurásico al Cuaternario, encontrándose principalmente formaciones sedimentarias tales como la Formación Puente Piedra y Nazca, rocas intrusivas y depósitos eólicos y fluvio-aluviales.
3. El río Ica es el principal río que atravieza la zona en estudio, el cual nace en las alturas de Parinacochas a 4000 m.s.n.m., siendo su caudal muy pequeño durante casi todo el año y sólo se hace notorio en épocas de lluvia (Marzo-Abril). La pendiente del río Ica en la zona en estudio es de 0.3%, lo que ha condicionado la casi nula presencia de suelo granular grueso (grava), predominando suelos tales como arena fina y limos principalmente.
4. De la evaluación de los recursos hídricos subterráneos, las lagunas Huacachina y Orovilca son las únicas que no presentan sequedad, siendo las fuentes artificiales (pozos) la principal fuente de abastecimiento de agua, lo que ha condicionado un descenso del nivel freático en dos (02) décadas desde los 5 metros hasta los 20 metros en la actualidad, siendo la tendencia a descender aún más en el futuro.
5. De los perfiles hidrogeológicos se puede observar que la potencia estimada de los depósitos cuaternarios, constituidos por arenas finas, limos y arcillas, tienen profundidades promedio de 15-20 metros, debajo de las cuales existe un suelo granular grueso (grava y bolonería) hasta profundidades promedio

de 100-150 metros, finalmente debajo del suelo anterior, se encuentra el basamento rocoso.

6. De los datos de variación areal de Aniones y Cationes se hace evidente la presencia de sales, sulfatos y cloruros en la zona en estudio; sin embargo, los niveles determinados, crearán ataques químicos moderados a leves a la cimentación (concreto y acero). Los niveles de sales presentes en el suelo no son elevados, como para ser asociados a problemas de colapso de suelos, los cuales en este caso se asocian a la baja densidad, naturaleza friccionante y baja humedad de los suelos existentes.
7. En la zona de estudio se han registrado sismos de Intensidad X MMI, con características destructoras para la ciudad de Ica.
8. Los sismos en la región están asociados a fenómenos de subducción de la placa de Nazca con la placa Sudamericana, originando sismos de profundidad epicentral de naturaleza superficial e intermedia principalmente. No se tiene evidencias de fallas activas cercanas a la zona en estudio.
9. Los niveles de aceleración determinados en el basamento rocoso dan valores de 0.46g para un período de retorno de 50 años de vida útil y 0.54g para 100 años de vida útil de las edificaciones. Estos valores no consideran fenómenos de amplificación sísmica, por lo que se esperan niveles de aceleración en la superficie mayores a los propuestos, del orden de 0.50g en promedio. Estos valores son de los más altos que pueden ocurrir en el Perú.
10. La conclusión final de este trabajo de investigación, es la Microzonificación Sísmica de la ciudad de Ica, la cual se sintetiza en lo siguiente (Figura N° 5.4):

ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²)	NIVEL FREATICO (m.)	PERIODO DE VIBRACION (TH) (sgs)
I	ML	1.5-2.0	>20	0.30-0.40
II	SM	1.0-1.5	>18	0.20-0.30
III	SP	0.5-1.0	>15	0.40-0.50

La Zona I es considerada como la de mejores condiciones de cimentación, en donde no se esperan problemas geotécnicos especiales (colapso y densificación); sin embargo, resulta importante tener en cuenta que las estructuras allí edificadas, deben de considerar los períodos de vibración de 0.30-0.40 seg, lo cual puede crear problemas de resonancia estructural para edificaciones con ese período de vibración. Los lugares que conforman esta zona son: Urbanización San Joaquín, Los Juares, Santa Rosa, Comatrana, Santo Domingo y lugares como la Ciudad Universitaria, Cachiche, Mercado Mayorista, Estadio Picasso y Hospital Regional, principalmente.

La Zona II es considerada habitable, aunque de menores condiciones de cimentación que la zona I, debido principalmente a que en esta zona se esperan problemas moderados de colapso de suelos, lo cual será más crítico para cimentaciones superficiales; sin embargo, las condiciones de cimentación son muy buenas a mayores profundidades (> 5 m. en promedio). Los períodos de vibración del suelo son algo menores (0.30 sgs en promedio), lo que puede crear problemas de resonancia estructural para edificaciones con ese período de vibración. Esta zona esta conformada por la zona central de la ciudad (Cercado de Ica), urbanizaciones, tales como: Santa Maria, San Isidro, Santa Anita, Manzanillas, Luren y lugares como el Cementerio Viejo, Parque Ferial y los terrenos del Instituto Nacional del Deporte, principalmente.

La Zona III es considerada como zona crítica y en donde las edificaciones existentes deben diseñarse, considerando sus condiciones geotécnicas. Esta zona esta asociada a problemas geotécnicos muy especiales, tales como el fenómeno de densificación de suelos y potencial de colapso; por lo cual tenerse mucho cuidado al construirse edificaciones de interés social preferentemente. Las zonas involucradas son: Conjunto Habitacional La Angostura I, II y III etapa, Residencial La Angostura, conformada por: AA.HH. Señor de Luren, San Martín de Porres, Urbanización La Rinconada y parte de las Urbanizaciones Santa Rosa de Lima, Santa María, San Joaquín, Cooperativa de Vivienda Nueva Esperanza y AA.HH. Señor de los Milagros, principalmente.

7.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda instalar una red acelerográfica y sismográfica para poder estudiar con mayor detalle el comportamiento sismotectónico de la región y conocer las características de las ondas sísmicas que pueden generarse ante la ocurrencia de un evento sísmico.
2. Se recomienda realizar un estudio de evaluación de los tipos y estado de las edificaciones existentes en la ciudad de Ica, con la finalidad de complementar adecuadamente la Microzonificación Sísmica propuesta.
3. Se recomienda emplear los parámetros geotécnicos presentados de una manera referencial, a modo de conocer o preveer posibles problemas geotécnicos; pero de ninguna manera, se debe dejar de realizar estudios geotécnicos, puesto que pueden haber variaciones locales que no han sido detectadas en el presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS

1. Alva Hurtado J., Meneses J. y Guzmán V. (1984). "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú". V Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Tacna, Perú.
2. Alva Hurtado J. (1991). "Microzonificación Geotécnica". Memorias del Seminario Internacional de Microzonificación y su Aplicación al Planeamiento Urbano para Mitigación de Desastres. CISMID-UNI. Lima, Perú.
3. Carbajal Y. y Washington C. (1974). "Estudio Hidrogeológico del Valle de Ica". Tesis de Grado. UNMSM. Facultad de Geología. Lima-Perú.
4. Casaverde L. y Vargas J. (1980). "Zonificación Sísmica del Perú". II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente. Organización de Estados Americanos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
5. Castillo J. y Alva Hurtado J. (1993). "Peligro Sísmico en el Perú". VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos, Fundaciones y Mecánica de Rocas. Lima, Perú.
6. Clemence S. y Finbarr A. (1981). "Design Consideration for Collapsible Soils". Journal of the Geotechnical Engineering Division. ASCE, E.E.U.U.
7. Cornell A. (1968). "Engineering Seismic Risk Analysis". Bull. of the Seismological Society of America", Vol. 58, N° 5, Pag. 1538-1606.
8. INGEMMET (1980). "Sinopsis Explicativa del Mapa Geológico del Departamento de Ica". Boletín N° 2. Lima-Perú.
9. Kanai K., Tanaka T. y Osada K. (1954). "Measurement of the Microtremor". Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol. 32, Part 2. Tokyo, Japan.

10. Kanai K. y Tanaka T. (1961). "On Microtremors". Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo. Vol. 39, pp. 97-115. Tokyo, Japan.
11. Kuroiwa J. (1990). "Microzonificación Aplicada al Planeamiento Urbano y Desarrollo Regional para la Prevención y Mitigación de Desastres". Memorias del Seminario Internacional de Microzonificación, Tomo I. CISMID-UNI. Lima, Perú.
12. Lambe T. y Whitman R. (1969). "Soil Mechanics". John Wiley. New York.
13. Lara Montani J. y Alva Hurtado J. (1992). "Microzonificación Sísmica de la ciudad de Moyobamba". X congreso Nacional de Ingeniería Civil. Ica-Perú.
14. Lermo J. (1992). "Observaciones de Microtremores en México y su Aplicación a la Ingeniería Sísmica". Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma México. México D.F., México.
15. Lermo J. y Rodriguez M. (1987). "Microzonificación de México D.F., usando Microtemblores". (Primer Informe Técnico). Proyecto 6745. Instituto de Ingeniería, UNAM, México.
16. McGuire R. (1974). "Seismic Structural Response Risk Analysis Incorporating Peak Response Regressions on Earthquake Magnitude and Distance". Massachusetts Inst. Tecnology, Dept. Civil Eng.. Research Rept. R74-51, 371 p.
17. McGuire R. (1976). "Fortran Computer Program for Seismic Risk Analysis". Open File Report 67-76. U.S., Geological Survey.
18. Nakajima N. (1988). "Microtremor Measurement on Ground". Tokyo Soil Research Co., Ltd. Tokyo, Japan.
19. Richter C. (1958). "Elementary Seismology". W.H. Freeman Co. San Francisco, EEUU.
20. Sebrier M., Leureyro J. y Macharé J. (1991). "Actualización del Mapa Neotectónico del Perú a escala 1:2'000,000". VII Congreso Peruano de Geología. Lima, Perú.

21. Silgado E. (1978). "Historia de los Sismos más Notables Ocurridos en el Perú (1513-1974)". Instituto de Geología y Minería, Boletín No 3, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Lima, Perú.
22. SISRA (1985). "Catálogo de Terremotos para América del Sur". Boletín 7a, 7b y 7c. Proyecto SISRA-CERESIS. Lima, Perú.
23. Terzaghi K. y Peck R. (1967). "Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica". Jhon Wiley, New York.
24. Tokeshi J.C. (1990). "Microtrepidaciones en las Ciudades de Tacna y Cuzco". Tesis de Grado. CISMID-UNI. Lima, Perú.
25. Vergara A. (1992). "Los suelos de Ica y sus condiciones de cimentación". X Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Ica-Perú.
26. Vesic A. (1973). "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales". JSMD, ASCE, Vol. 59. EEUU.

ANEXO I

Entrada de datos y salidas
del Programa RISK

PELIGRO SISMICO DE LA CIUDAD DE ICA

FUENTES CONTINENTALES: F6 F7 F8 F9 F10 F11 F12

Número de iteraciones y forma de salida de datos

20 0 1

Número y niveles de intensidades asignadas

10 2.00 5.01 5.70 5.99 6.21 6.40 6.55 6.68 6.80 6.91

Riesgos anuales asignados

0.0333 0.0200 0.0100 0.0050 0.0025 0.0020 0.0010 0.0000

Ley de atenuación

6.16 0.65 -1.30 0.51 25.00 0.00 100000.00 0.00

Número de Fuentes y subfuentes utilizadas

8 3 1 1 1 2 2 2 1

Parámetros de recurrencia, magnitud máximas y profundidades focales

0	1.0000	4.9000	7.4000	2.6700	0.4400	50.0000
0	1.0000	4.9000	7.4000	3.5700	0.1700	40.0000
0	1.0000	4.9000	7.0000	2.4200	0.1900	65.0000
0	1.0000	4.9000	7.5000	3.3300	0.8800	60.0000
0	1.0000	4.9000	7.3000	2.5700	0.7100	50.0000
0	0.5000	4.9000	7.1000	3.5500	3.6000	40.0000
0	0.5000	4.9000	7.1000	3.5500	3.6000	60.0000
0	1.0000	4.9000	7.1000	4.5500	0.7500	50.0000
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Coordenadas de las fuentes sismogénicas

1			
-77.50	01.58	-76.92	01.19
-79.83	-01.65	-78.90	-02.53
-79.96	-02.46	-78.97	-03.43
-80.92	-02.96	-80.79	-03.44
-78.28	-08.20	-77.86	-08.07
-77.21	-10.47	-76.83	-10.23
-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
-76.92	01.19	-76.50	01.00
-78.90	-02.53	-77.35	-02.40
-79.10	-05.20	-77.00	-04.77
-79.10	-05.20	-75.10	-04.33
-76.34	-10.67	-74.17	-09.33
-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
-79.10	-05.20	-75.10	-04.33
-76.34	-10.67	-74.17	-09.33
-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
-68.12	-16.13	-67.76	-13.80

Coordenadas de la zona en estudio

1 1 -75.72 -14.01

PELIGRO SISMICO DE LA CIUDAD DE ICA

FUENTES DE SUBDUCCION: F1 F2 F3 F4 F5 F13 F14 F15 F16 F17
F18 F19 F20

Número de iteraciones y forma de salida de datos

20 0 1

Número y niveles de intensidades asignados

10 2.00 5.01 5.70 5.99 6.21 6.40 6.55 6.68 6.80 6.91

Riesgos anuales asignados

0.0333 0.0200 0.0100 0.0050 0.0025 0.0020 0.0010

Ley de atenuación

4.23 0.80 -1.00 0.70 25.00 0.00 100000.00 0.00

Número de fuentes y subfuentes utilizadas

20 2 2 1 1 1 1 2 2 2 2 1 1 1 2 2 2 2 1 1 1

Parámetros de recurrencia, magnitud máxima y profundidades focales

0	1.0000	4.8000	8.1000	2.5100	1.4900	50.0000
0	1.0000	4.8000	7.9000	2.6000	3.2800	40.0000
0	0.5000	4.8000	8.0000	3.1400	6.4300	30.0000
0	0.5000	4.8000	8.0000	3.1400	6.4300	60.0000
0	0.7000	4.8000	8.2000	3.2400	3.7900	30.0000
0	0.3000	4.8000	8.2000	3.2400	3.7900	50.0000
0	0.7000	4.8000	8.2000	2.8200	3.9500	30.0000
0	0.3000	4.8000	8.2000	2.8200	3.9500	50.0000
0	1.0000	4.9000	6.9000	2.5200	0.1800	100.0000
0	1.0000	4.9000	6.5000	4.7500	0.8600	100.0000
0	1.0000	4.9000	7.2000	2.6900	1.6400	100.0000
0	0.6000	4.9000	7.2000	3.7600	3.0900	80.0000
0	0.4000	4.9000	7.2000	3.7600	3.0900	100.0000
0	0.7000	4.9000	7.5000	3.6900	12.8200	85.0000
0	0.3000	4.9000	7.5000	3.6900	12.8200	120.0000
0	0.5000	4.9000	7.5000	2.2900	2.4300	110.0000
0	0.5000	4.9000	7.5000	2.2900	2.4300	180.0000
0	0.5000	4.9000	7.0000	3.3300	2.8700	120.0000
0	0.5000	4.9000	7.0000	3.3300	2.8700	160.0000
0	1.0000	4.9000	7.5000	1.6900	0.7500	610.0000
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Coordenadas de las fuentes sismogénicas

1			
-80.29	2.00	-78.32	2.00
-81.39	-0.97	-79.65	-1.21
-81.52	-2.39	-80.19	-2.50
-82.00	-3.39	-80.17	-3.45
-82.00	-6.83	-80.67	-5.42
-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53

-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
-78.73	2.00	-76.00	1.82
-81.00	-0.67	-79.59	-2.55
-81.00	-3.07	-79.20	-3.07
-81.00	-3.07	-79.20	-3.07
-81.93	-5.73	-78.60	-4.00
-79.80	-8.13	-77.17	-6.53
-79.80	-8.13	-77.17	-6.53
-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
-70.38	-22.00	-67.98	-22.00
-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
-70.38	-22.00	-67.98	-22.00
-79.59	-2.55	-77.50	-0.73
-78.60	-4.00	-75.51	-2.06
-77.17	-6.53	-75.27	-5.33
-79.59	-2.55	-77.50	-0.73
-78.60	-4.00	-75.51	-2.06
-77.17	-6.53	-75.27	-5.33
-77.17	-6.53	-75.27	-5.33
-73.86	-12.46	-72.03	-11.13
-77.17	-6.53	-75.27	-5.33
-73.86	-12.46	-72.03	-11.13
-72.31	-6.67	-71.00	-6.33
-71.14	-11.30	-69.69	-10.93

Coordenadas de la zona en estudio

1	1	-75.72	-14.01
---	---	--------	--------

FIN DE ENTRADA DE DATOS

PELIGRO SISMICO DE LA CIUDAD DE ICA

NIVELES MAXIMOS DE ACELERACION ESPERADOS EN LA ROCA BASAL

Coordenas de la zona en Estudio

Longitud oeste: 75.72°

Latitud sur : 14.01°

Niveles de intensidad asignados

INTENSIDAD(I): 2.00 5.01 5.70 5.99 6.21 6.40 6.55 6.68 6.80 6.91

Niveles de riesgo determinados para los niveles de intensidad asignados

ANTILOG(I) : 7.39 149.90 298.87 399.41 497.70 601.85 699.24 796.32 897.85 1002.25

EXP(NO/AÑO):.601E+05 .200E+00 .117E-01 .356E-02 .144E-02 .656E-03 .352E-03 .204E-03 .123E-03 .773E-04

RIESGO :.100E+01 .181E+00 .116E-01 .355E-02 .144E-02 .656E-03 .352E-03 .204E-03 .123E-03 .773E-04

Niveles de intensidad determinados para los niveles de riesgo asignados

RIESGOS :.03333 .02000 .01000 .00500 .00250 .00200 .00100

INTENSIDAD(I): 5.44 5.56 5.74 5.91 6.08 6.13 6.30

ANTILOG(I) :229.44 260.85 310.16 367.45 435.13 459.41 543.49

** El ANTILOG(I) es equivalente a aceleraciones (cm/sg²)

FIN DEL PROBLEMA

ANEXO II

Registros de Excavaciones



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISHID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDajes

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Colegio de Ing. de Ica

SONDAJE : C - 3

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDaje : Calicata

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (ml)	ESTRATO (ml)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SÍMBOLO LOGICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (X)				PROF. (ml)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE H				
		MI-1	1.44	21.8		CL	Arcillo limoso. marron claro. colo- raciones amarillento y naranja. ca- liches. humedo. plastico. 7% de are- na. LL= 35%. IP= 15%.							
1.25		M-2		14.9		ML	Limo arenoso fino. Marron claro. oxidos. caliches. no plastico. 18 % de arena. LL= 35%.							
1.70	3.60													
		MI-2	1.57	26.7		ML	Limo arcilloso. marron claro. gru- mos de color marron. Oxidos. 23% de arena. LL=37%. humeda.							
3.60														



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Urb. La Estancia

SONDAJE : C - 4

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : Calicata

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P R O F. (m t)	E S P E S O R O (m t)	O B T E N I D A S M U E S T R A S	P R U E B A S D E C A M P O		S I M B O L O G I C A	C L A S I F. (SUCS)	D E S C R I P C I O N D E M A T E R I A L	E N S A Y O D E P E N E T R A C I O N E S T A N D A R																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				P R O F. (m t)	N U M E R O D E G O L P E S /P I E	G R A F I C A D E N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotecnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Ciudad Universitaria

SONDAJE : C - 5

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : Calicata

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRA OBTENIDA	PRUEBAS DE CAMPO		SIGNIFICACION	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
0.60		M-1		1.7		SM	Areno limoso, beige claro, algunas raíces, casi seco. 46 % de finos. LL= 22%. no plastico.								
		M-2		2.2		SM	Arena limosa, beige, casi seco, no plastico. 45% de finos. LL= 24%. medio compacto.								
1.15		MI-1	1.68	4.2		SC	Arena arcillosa, beige, baja humedad la arena es gruesa, 26 % de finos. LL= 31%. IP= 15%. semicompacto.								
1.50	2.95	M-4		2.0		SW-SM	Arena medianamente gruesa, beige, casi seco. 12% de finos. no plastica suelto.								
1.95		M-5		4.5		SM	Arena fina limosa, amarillento, baja humedad, 38% de finos, no plastico. LL= 30%. semicompacto.								
2.95															



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Hogar de Menores

SONDAJE : C - 6

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. valenzuela

TIPO DE SONDAJE : Calicata

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P. PROF. (mt)	E. PROF. (mt)	H. PROF. (mt)	PRUEBAS DE CAMPO		S. G. A. (SUCS)	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (X)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</

[illegible]



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Parque San Jose

SONDAJE : S.P.T. - 3

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	FUNDAMENTO (mt)	ESTRATO	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SÍMBOLO GRÁFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
				D.N. (gr/cm3)	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50	
1.30 1.65 2.35 2.60 3.30	3.30				1.7		ML	Limo arenoso. beige. con abundante raíces pequeñas. manchas blanquecinas. baja humedad. 13% de arena. LL=43%. IP=14%. consistencia semidura.	1.00						
					6.1		SM	Arena fina limosa. beige claro. baja humedad. no plastico. LL=24%. suelta 36% de finos.	1.45						
					2.8		SP-SM	Arena fina media limosa. beige. cuarzosa con puntos negros. baja humedad. no plastico. media compacta baja humedad. 11% de finos.	2.00						
					2.2		SM	Arena limosa. gris. no plastico. medio compacto. 24% de finos. baja humedad.	2.45						
					15.7		ML	Limo. beige. no plastico. manchas marrones. consistencia dura. humeda 26% de arena. LL= 28%. algunas caliches.							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



- REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Parque San José

SONDAJE : S.P.T. - 3

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	HUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S I M B O L O G I A G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR								
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N						
										0	10	20	30	40	50	
3.45	3.15			1.9		SM	Arena fina limosa. beige. NP. medio compacto.		3-10-14							
				1.0		SM	Arena fina. poco limosa. beige. NP. cuarzosa. baja humedad. 43% de finos LL=26%. medio compacta.	3.45								
4.00																
					1.7		ML	Limo arenoso. beige. fino. no plastico empacotado con arena plomo oscura con carbonato. baja humedad. 14% de arena. LL = 32%. consistencia dura.	4.00	8-13-15						
									4.45							
5.00									5.00	13-14-15						
				7.9		ML	Limo areno arcilloso. beige. concentraciones de carbonatos. abundante particulas de caliche. poca humedad. poco plastico. 22% de arena. LL=31%. IP=6%. consistencia dura.	5.45								
								6.00								
6.45									12-14-15							
								6.45								



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Coop. de Vivienda El Ingeniero

SONDAJE : S.P.T. - 4

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P. PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	H. OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		S. GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR								
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N						
										0	10	20	30	40	50	
3.00	2.35	M-5		1.7		SP-SM	Arena media limosa, gris amarillenta, con algunas gravillas, 1% TM 3/8", con cuarzo, subredondeado blanquesinos, casi seco, NP, 11% de finos, medio compacto.	3.00								
3.30		M-6		0.4		SP	Arena media a gruesa, algunas gravillas aisladas, TM, 3/4", 4% de finos, no plastico, seco, medio compacto.		11- 8-10							
3.45		M-7		20.2		ML	Limo arcilloso, marron claro, poco plastico, LL=42%, IP=12%.	3.45								
4.05		M-8		0.3		SP-SM	Arena fina, poco limosa, beige, casi seco, limpia, no plastico, 6% de finos, medio compacto.	4.00								
4.50		M-9		0.4		ML	Limo arcilloso, gris plumizo con manchas marrones, poco plastico, casi seco, 15% de arena, LL = 39%, IP=11%, consistencia dura.	4.45								
4.80		M-10		1.1		SM	Arena limosa, gris, casi seca, no plastico, 25% de finos, muy compacta	4.70								
								4.80	50-50-50							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Bajo Comatrama

SONDAJE : S.P.T. - 6
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P. PROF. (mt)	ESTRATOS (mt)	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		S. GRAFICA H. BOG. A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
0.85		S/M				R	Tierra de cultivo. limo arenoso. marron oscuro.	1.00						
								1.45	2- 9-12					
		M-1		1.0		ML	Limo arenoso. beige. no plastico. con manchas blanquesinos con gravillas aislados empaquetadas con carbonato de calcio. 22% de arena. LL=30%. consistencia dura.	2.00						
								2.45	6-13-15					
3.15	5.45							3.00						
								3.45	9-10-12					
		M-2		0.8		ML	Limo arenoso. beige. no plastico. casi seca. coloraciones de oxido. 38% de arena. consistencia dura.	4.00						
4.65								4.45	8-10-15					
		M-3		5.4		ML	Limo arenoso. beige con gravilla. aislada. empaquetada con carbonato. poco humeda. NP. 27 % de arena. LL= 31%. consistencia rigida.	5.00						
5.45								- 5.45	17-22-24					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Fonavi IV Etapa

SONDAJE : S.P.T. - 7

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P R O F. (mt)	E S T R A T O (mt)	M U E S T R A S O B T E N I D O S	P R U E B A S D E C A M P O		S I M B O L O G I A	G R A F I C A	C L A S I F. (SUCS)	D E S C R I P C I O N D E M A T E R I A L	E N S A Y O D E P E N E T R A C I O N E S T A N D A R										
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)					P R O F. (mt)	N U M E R O D E G O L P E S /P I E	G R A F I C A D E N								
1.00		M-1		0.9			SP	Arena fina. beige. tamano uniforme. particulas de cuarzo y mica. seco. no plastico. 4% de finos. suelto.	1.00										
									4- 9-13										
		1.45																	
		2.00																	
4.45		M-2		1.0			SP-SM	Arena fina. beige claro. tamano uniforme. casi seco. no plastico. 9% de finos. medio compacto.	2.45	10-14-19									
									3.00										
									3.45	14-20-26									
									4.00										
4.45									4.45	37-35-15									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico

REGISTRO DE SONDAJES



SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Urb. Santa Rosa

SONDAJE : S.P.T. - 8
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRA OBTENIDA	PRUEBAS DE CAMPO		SÍMBOLO GRÁFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR		
			D.N. (gr/cm ³)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N
0.25		S/M				R	Relleno. Limo organica negrusco. gra villas aisladas.			
1.00		M-1		2.7		ML	Limo inorganico. beige. baja humedad. raices. 16% de arena. LL=33%. consistencia dura.	1.00		
1.45		M-2		6.6		ML	Limo. arcilla-arenoso. beige oscuro. baja plasticidad. 19 % de arena. LL=32%. IP=8%. consistencia dura.	1.45	4-12-18	
				10.5		ML	Suelo similar a M-1. Poco mas humeda de consistencia dura.	2.00		
2.85	5.45			6.1		ML	Suelo similar a M-2.	2.45	7- 9-12	
3.30								3.00		
								3.45	8-13-19	
4.75		M-3		7.2		CL	Arcilla limosa arenoso. marron a beige. baja plasticidad. baja humedad. grumos de oxido 16% de arena. LL=43%. IP=20%. consistencia rigida. lente de materia organica (4.70 - 4.75).	4.00		
								4.45	15-21-23	
								5.00		
5.45		(M-2)		4.5		ML	Suelo similar a M-2. poco de consistencia. rigida.	5.45	16-22-32	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDajes

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : AA.HH. San Martin

SONDAJE : S.P.T. - 9

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDaje : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/cm ³)	H.N. (X)				P R O F. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
1.00		M-1		0.6		SP	Arena media, beige, no plastico, seco. 4% de finos, suelto.	1.00						
	3.45							1.45	11-16-22					
		M-2		0.3		SP-SM	Arena fina, beige, con particulas finas blanquesinas, presencia de granulos rosados a marrones, negros y blanquesinos. 10% de finos, no plastico, muy compacto.	2.00						
								2.45	11-20-29					
								3.00						
3.45								3.45	33-44- 7					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Urb. Los Vinedos

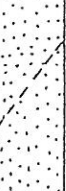
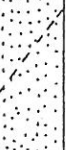
SONDAJE : S.P.T. - 10

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRA OBTENIDA	PRUEBAS DE CAMPO		S I M B O L O G I A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR								
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N						
										0	10	20	30	40	50	
1.00	3.65	M-1		3.1		ML	Limo organico. beige. raices. baja plasticidad. baja humedad. 25% de arena. LL= 30%. IP= 7%. consistencia media.	1.00								
1.40		M-2		2.7		SM	Arena limosa. con algunas gravillas. angulosas. NP. 12% de finos. compactad media.	1.45	6- 6- 8							
2.00		M-3		10.2		ML	Limo arcillo arenoso. beige. baja plasticidad. poco humeda. manchas de oxido. caliche. 13% de arena. LL= 34%. IP= 10%. consistencia dura.	2.00								
		M-4		2.4		SM	Arena limosa. beige claro. manchas anaranjadas. casi seco. no plastico. 21% de finos. compacta.	2.45	11-15-19							
3.15								3.00								
3.35		M-5		1.4		SM	Arena limosa. beige. oxido. 20% de finos. LL= 26%. NP.	3.45	16-11-12							
3.65		M-6		7.8		SM	Arena limosa. beige. NP. poco humedo 40% de finos. LL= 23%. medio compacto.									



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico

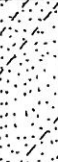


REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Urb. Los Vinedos

SONDAJE : S.P.T. - 10
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	FUSOR (mt)	MUESTRA OBTENIDA	PRUEBAS DE CAMPO		S I M B O L O G I A	G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (%)					PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
										0	10	20	30	40	50
4.60 5.10 5.40 5.60	1.95	M-7		23.5		CL	Arcilla limosa. marron. manchas de oxido. micas brillosas. plastico. humedo. 15% de arena. LL= 37%. IP=16% consistencia dura.	4.00	5- 9-10						
								4.45							
		M-8		6.0		SM	Arena limosa. beige oscuro. grumos de arcilla. manchas de oxido. NP. 29% de finos. LL= 21%. medio compacto.	5.00							
		M-9		18.8		ML	Limo arcillo arenoso. beige oscuro. baja plasticidad. humedo. oxido. 22% de arena. LL=31%. IP= 6%. consistencia dura.	5.45							
		M-10		7.7		SM	Arena media. beige oscuro. NP. 28% de finos. LL= 21%.	5.45							
								6.00							
									22-22-28						
								6.45							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Hogar de Menores

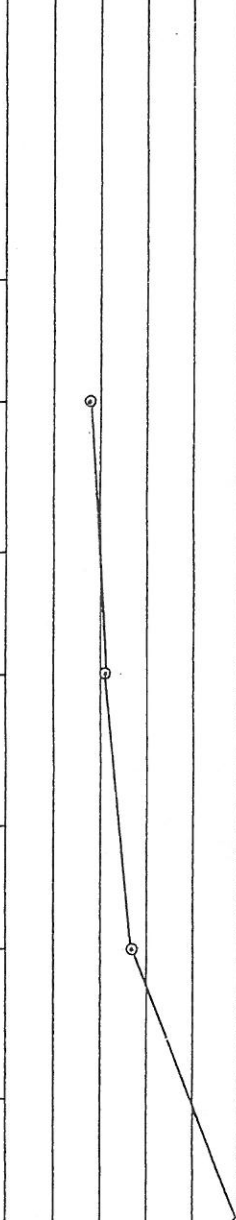
SONDAJE : S.P.T. - 11

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	HUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SÍMBOLOGIA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
										0	10	20	30	40	50
1.85	4.45	M-1		5.3		CL	Arcillo limo arenoso. beige. con raíces. gravillas aisladas. con partículas rosadas. casi seco. baja plasticidad. 23% de arena. LL=28%. IP=8%. consistencia dura.	1.00	7- 8-10						
		1.45													
		2.00													
		2.45													
		3.00													
2.90		M-2	12.6	ML	Limo arcilloso. beige. con gravillas aisladas. poco humedo. plastico. 4% de arena. LL= 39%. IP= 9%. consistencia dura.	2.45	8- 8-13								
3.00		M-3	2.0	SM	Lente de arena cuarzosa.	3.00	13-13-14								
		M-4	7.1	ML	Limo arenoso. beige oscuro. poco humedo. algunas raíces. no plastico. 36% de arena. LL= 26%. consistencia dura a rigida.	4.00	27-30-20								
4.30		M-5	1.5	SM	Arena fina. beige. NP. 38% de finos. LL= 21%. muy compacto.	4.45									
4.45															



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Viv. Docentes Universitarios

SONDAJE : S.P.T. - 12

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRA OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
										0	10	20	30	40	50
		M-1		3.2		ML	Limo arenoso, beige, con gravillas aisladas, raices, casi seco, no plastico, 18% de arena, LL= 20%, compacidad media.								
1.00								1.00							
1.15		M-2		1.0		SM	Arena limosa, beige, NP, 14% de finos, casi seco.		13-17-19						
		M-3		1.4		SM	Arena limosa, beige, NP, 40% de finos, LL= 26%, compacto.	1.45							
1.45															
	3.50							2.00							
		M-4		4.1		ML	Limo arenoso, beige, poco humedo, gravillas aisladas angulosas y subredondeadas T.M. 1/2", las gravillas estan empaquetadas de calcio, no plastico, 19% de arena, LL= 35%, consistencia rigida.	2.45	7-10-16						
								3.00							
									20-24-21						
3.50								3.45							
									24-26-29						
								3.90							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDajes

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Urb. Saraja

SONDAJE : S.P.T. - 15
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDaje : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	FUNDAMENTO (mt)	MUESTRA OBTENIDA	PRUEBAS DE CAMPO		S I G N I F I C A T I V A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				P R O F. (mt)	N U M E R O D E G O L P E S /P I E	G R A F I C A D E N					
0.15		S/M				R	Suelo Limo arenoso. relleno.								
								1.00							
		M-1		1.4		SP-SM	Arena media a fina. beige. con grumos de limo 10% de finos. no plastico. casi seca. suelto.		3- 3- 3						
								1.45							
2.00								2.00							
		M-2		4.8		SM	Arena fina limosa. marron amarillenta a oscura. granulos blancos aislados. poco humedo. 26% de finos. no plastico. muy suelto.	2.45	1- 1- 3						
5.45								3.00							
3.00		M-3		30.7		CH	Arcilla plastica. marron. humeda. caliche. oxidos. 7% de arena. LL=56% IP= 28%. semidura.	3.45	2- 4- 7						
3.35		M-4		12.8		ML	Limo arcilloso. beige amarillento. no plastico. manchas de oxido. caliche. 32% de arena. LL= 21%. semidura.	4.00							
4.00								4.45	12-16-12						
		M-5		7.8		ML	Limo arenoso. beige amarillento. baja humedad. 28% de arena. LL= 26%. consistencia dura.								
4.75				18.4		ML	similar a M-4. poco mas humeda.	5.00							
5.00				11.7		ML	Similar a M-5. poco mas humeda.		7- 5- 8						
5.45								5.45							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Coop. Viv. Virgen de Chapi

SONDAJE : S.P.T. - 16

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P. PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		S I M B O L O G I A	G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR								
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (%)					P. P R O F. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N						
1.00		M-1		1.6			SM	Arena limoso, beige claro, casi seco. 34% de finos. LL= 25%. no plastico a suelto.	1.00								
		M-2		1.7			SP-SM	Arena fina uniforme, beige, granulos blancos, casi seco. 9% de finos, no plastico, medio compacto.	1.45	1- 5- 7							
1.85 2.00		M-3		0.8			SP-SM	Arena fina uniforme, NP. 9% de finos medio compacto.	2.00								
	5.45								2.45	5- 8- 9							
									3.00								
		M-4		1.5			SP-SM	Arena media a gruesa, uniforme, grava aislada TM. 3/4". 7% de finos no plastico, poco humedo, medio compacto.	3.45	5-10-12							
									4.00								
									4.45	4- 5- 5							
5.00									5.00								
5.45		M-5		4.2			SM	Arena limosa, beige, ligera humedad, no plastico. 46% de finos, compacta.	5.45	10-15-22							



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Parque Sta Rosa del Palmar

SONDAJE : S.P.T. - 17
 FECHA : JULIO 1992
 OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

[illegible]



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDajes

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : EMAPICA

SONDAJE : S.P.T. - 18

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	FUNDAMENTO (mt)	EQUIPAMIENTO	MUESTRAS	OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SÍMBOLOGIA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
					D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
1.20			M-1			17.0		CL	Arcilla arenosa. marron humeda. raices. carbonatos de calcio en forma de gravillas. plastico. 11% de arena. LL= 37%. IP = 13%. consistencia media.	1.00	2- 4- 4					
			M-2			25.1		ML	Limo arenoso. beige. manchas marrones. caliches. humedo. oxidos. 35% de arena. LL= 33%. consistencia semidura.	1.45						
2.25			M-3			17.2		ML	Limo con arena fina. beige amarillento. caliches. raices. 36% arena LL= 29%. dura.	2.00	3- 8-12					
2.65	5.45		M-4			9.6		SM	Arena fina limosa. Beige amarillenta humeda. 53% de finos. LL= 24%. medio compacto.	2.45						
3.10			M-5			5.9		SM	Arena fina limosa. beige amarillento. grumos marrones de particulas de arena gruesa. aisladas. caliches. aislados. poco humedo. no plastico. 29% de finos. medio compacto.	3.00	10-13-13					
			M-6			12.4		ML	Limo arenoso. NP. marron.	3.45						
4.70			M-7			9.5		SM	Arena limosa. beige oscuro. humedo. no plastico. 41% de finos. LL= 22%. compacto.	4.00	12-12-14					
4.85										4.45						
										5.00	14-24-26					
5.45										5.45						



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico

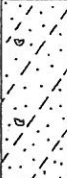


REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Urb. La Victoria

SONDAJE : S.P.T. - 19
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P R O F . (m t)	E S T R A T O (m t)	O B T E N I D O A S M U E S T R A S	P R U E B A S D E C A M P O		S I M B O L O G I A G R A F I C A	C L A S I F . (S U C S)	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	E N S A Y O D E P E N E T R A C I O N E S T A N D A R							
			D . N . (g r / c m 3)	H . N . (%)				P R O F . (m t)	N U M E R O D E G O L P E S / P I E	G R A F I C A D E N					
										0	10	20	30	40	50
1.00		M-1		3.1		CL	Arcillo limo arenoso. beige. baja humedad. baja plasticidad. 31% de arena. LL= 30%. IP= 9%. consistencia semidura.	1.00							
1.75		M-2		0.7		SP-SM	Arena fina. uniforme. beige. casi seco. poco fino. particulas de yeso. micas brillosas. no plastico. 5% de finos. medio compacto.	1.45	3- 7-10						
								2.00							
								2.45	12-19-24						
	5.45	M-3		6.5		ML	Limo arenoso. beige oscuro con arena muy fina. no plastica grumos de limo marron. particulas de yeso y concreciones calcareas. baja humedad. 32% de arena. LL=26%. consistencia rigida. a partir de los 3.25 existe abundante manchas de oxido.	3.00							
								3.45	13-17-21						
								4.00							
4.30								4.45	13-23-26						
4.80		M-4		3.9		SM	Arena fina limosa. beige. manchas de oxido. baja humedad. NP. 52% de finos. LL= 24%. compacto.								
		M-5		2.4		SM	Arena fina limosa. beige. abundante. oxido. NP. 13% de finos. compacta.	5.00							
5.25									15-20-30						
5.45		M-6		2.5		SM	arena limosa. beige. compacta.	5.45							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio-Oeste/Onlco



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica

UBICACION : Urb. San Miguel

SONDAJE : S.P.T. - 20

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (m)	ESTRATO (m)	HUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S H O C A G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (%)				PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
										0	10	20	30	40	50
0.50		S/M				R	Relleno. limoso poco arenoso. seco. gravas aislados. T.M. 2". color beige.								
1.00		M-1		4.2		SM	Areno limoso muy fino. beige. baja humedad. con raices aislados. no plastico. 36% de finos. LL= 23%.	1.00							
1.50	3.00	M-2		6.0		ML	Limo con arena fina. beige. baja humedad. 30 % de arena. no plastico. LL= 28%. consistencia semidura.	1.45	5- 6- 7						
		M-3		5.7		ML	Limo arenoso. beige. con oxidos. con grumos de limo beige oscuro. caliches. 28% de arena. LL = 30%. a partir de los 2 metros el oxido se vuelve amarillento. consistencia dura.	2.00							
2.80															
3.00		M-4		3.0		SM	Arena limosa. beige amarillenta. NP. 44% de finos. LL= 26%.	2.45	7-14-16						



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Urb. San Miguel

SONDAJE : S.P.T. - 20
 FECHA : JULIO 1992
 OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAGE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	EUCRATIO (mt)	HUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SIMBOLOGIA GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3.15	2.45	M-5		1.7		SM	Arena media gris con limo. NP. 29% de finos.	12-14-16	3.45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

[illegible]



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Camino a Orongo

SONDAJE : S.P.T. - 22
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		SIMBOLOGIA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm3)	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
										0	10	20	30	40	50
		M-1		4.7		ML	Limo arenoso. beige. raices. baja humedad. no plastico. 35% de arena. LL= 28%. consistencia media.	1.00							
1.25									4- 5- 7						
		M-2		2.4		ML	Limo arenoso. beige claro. no plastico. baja humedad. 40 % de arena. LL= 27%. semidura.	1.45							
1.80															
		M-3		1.9		SM	Arena limosa. beige claro. no plastico. 36 % de finos. LL= 23%. medio compacto.	2.00							
2.15															
		M-4		1.9		SM	Arena fina limosa. beige. NP. casi seco. medio compacto.	2.45	7- 8- 7						
2.40															
	5.45														
		M-5		9.7		CL	Arcilla limo arenosa. marron claro. baja plasticidad. caliches. 32% de arena. LL= 28%. IP= 8%. consistencia dura.	3.00							
									7-10-12						
3.65															
		M-6		4.0		SM	Arena fina limosa. beige. 38% de finos. LL= 25%. NP.								
3.90															
		M-7		3.1		SM	Arena fina limosa. beige. caliches. NP. 31% de finos. medio compacto.	4.00							
4.30									9-10-12						
		M-8		12.9		ML	Limo arenoso. beige oscuro. rayos de oxido. caliche. 16 % de arena. LL= 28%. dura.	4.45							
4.70															
		M-9		22.3		CL	Arcilla limo arenoso. marron. rayos de oxido. grumos de carbon. plastico humeda. LL=41%. IP= 22%.	5.00							
5.20															
		M-10		10.8		ML	Limo arenoso. marron. humedo. NP. 51% de arena. rigida.		6-12-28						
5.45								5.45							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : C.E. Abraham valdelomar

SONDAJE : S.P.T. - 23
FECHA : JULIO 1992
OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.
PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S I M B O L O G I A	G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D. N. (gr/cm3)	H. N. (X)					P R O F. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
											0	10	20	30	40	50
0.70		S/M					R	Relleno. Limo. beige. restos de ladrillo. basura. raices.								
1.30		M-1		7.8			ML	Limo arenoso. beige. baja humedad. raices aislados. no plastica. 38 % de arena. LL= 30%. semidura.	1.00	11- 3- 4						
									1.45							
2.45		M-2		3.4			ML	Limo arenoso. fino. beige. baja humedad. caliches. 49 % de arena. LL= 29%. consistencia media.	2.00	5- 4- 5						
	5.45								2.45							
									3.00							
									3.45	5- 6- 7						
									4.00							
		M-3		1.4			SP-SM	Arena media gris. uniforme. no plastica. 6 % de finos. suelta a medio compacto.	4.45	7- 7- 8						
									5.00							
5.45									5.45	7- 9- 8						



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CISMID-JICA

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica

UBICACION : Urb. Las Dunas

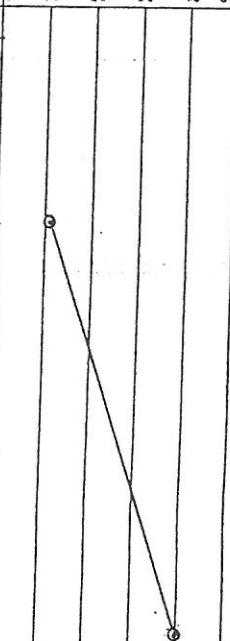
SONDAJE : S.P.T. - 25

FECHA : JULIO 1992

OPERADOR : Tec. Valenzuela

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.

PROFUNDIDAD N.F. : N.E.

P R O F. (mt)	E U C A L U S O R (mt)	H U E S T R A S	O B T E N I D O S	P R U E B A S D E C A M P O		S I M B O L O G I A	C L A S I F. (SUCS)	D E S C R I P C I O N D E M A T E R I A L	E N S A Y O D E P E N E T R A C I O N E S T A N D A R							
				D.N. (gr/cm3)	H.N. (X)				P R O F. (mt)	N U M E R O D E G O L P E S /P I E	G R A F I C A D E N					
3.20	2.05	M-8		11.2		SM	Arena fina limosa. Beige. No plástico. húmedo. 49% de finos. LL=21%.	3.00								
								4- 5- 6								
5.00		M-9		6.4		SM	Arena fina limosa. beige verdosa. grumos de limo poco plástico. caliches. medio húmedo. partículas blancas de yeso. No plástico. 18% de finos. medio compacto a compacto.	4.00								
								16-17-23								

JORGE ELIAS ALYA HURTADO

ANEXO III

Estudios de Suelos Recopilados

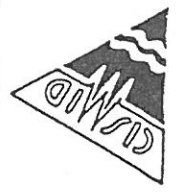
1. Estudio de Suelos con Fines de Cimentación. FONAVI. (C. Vilca Ghezzi, 1987).
2. Estudio de Suelos con Fines de Cimentación. Mutual Ica. (Cárdenas y Bautista, 1986).
3. Estudio de Suelos con Fines de Cimentación. Pabellones de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga de Ica. (G. Humala, 1976).
4. Estudios de Suelos con Fines de Cimentación. Oficina Registral de Ica. (C. Atala, 1988).
5. Estudio de Suelos con Fines de cimentación. Clínica María del Pilar. (LAGESA, 1980).
6. Estudio de Suelos con Fines de Cimentación. Terminal Terrestre Soyuz de Ica. (R. Michelena, 1991).
7. Estudio de Suelos con Fines de Cimentación. Palacio de Justicia de Ica. (R. Michelena, 1969).

ANEXO IV

Registros de Laboratorio



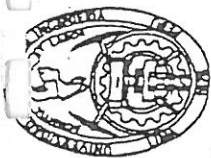
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica
LUGAR : CIUDAD DE ICA
FECHA : AGOSTO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	C-1	C-1	C-1	C-1	C-1	C-2	C-2	C-2	C-2	C-3	C-3
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	MI-1	MI-2	MI-3	MI-4	MI-5	MT-1	MT-2
Profundidad (m)	0.00-0.60	0.60-1.70	1.70-2.30	2.30-2.80	2.60-4.25	0.00-0.75	0.75-2.10	2.10-3.10	3.10-3.45	0.00-1.25	
DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"											
3"											
2"											
1 1/2"											
1"											
3/4"											
3/8"											
N° 4											
N° 10	100.0	100.0	89.8	100.0	100.0	99.0	100.0	80.9	98.0	100.0	98.0
N° 20	99.8	99.2	88.8	99.8	99.7	96.0	98.0	41.7	91.8	97.8	97.8
N° 40	98.2	96.3	87.3	95.9	95.0	86.7	72.2	11.3	51.9	96.4	96.4
N° 60	93.1	90.2	86.0	76.4	80.0	76.7	23.5	5.7	25.0	94.0	94.0
N° 140	57.9	45.0	78.9	32.2	45.7	58.9	2.1	2.8	1.9	93.4	93.4
N° 200	51.8	36.0	75.4	28.9	41.1	55.0	1.1	2.5	0.9	92.6	92.6
LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	27.4	32.0	-	24.4	27.8	-	-	-	35.1	35.1
	L.P.	NP	NP	NP	NP	19.8	NP	NP	NP	20.1	20.1
	I.P.	NP	NP	NP	NP	8.0	NP	NP	NP	15.0	15.0
	L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	2.4	1.7	7.5	2.1	5.0	2.9	0.8	1.8	1.9	21.8	21.8
CLASIFICACION (SUCS)	ML	SM	ML	SM	SM	CL	SP	SP	SP	CL	CL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica
LUGAR : CIUDAD DE ICA
FECHA : AGOSTO 1962

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	C-4	C-4	C-5	C-5	C-5	C-5	C-5	C-5	C-6	C-6	C-6
Muestra	MI-2	M-10	M-1	M-2	MI-1	M-4	M-5	C-6	C-6	C-6	C-6
Profundidad (m)	4.00-4.55	4.55-4.90	0.00-0.60	0.60-1.15	1.15-1.50	1.50-1.95	1.95-2.95	0.00-0.60	0.60-0.85	0.85-1.20	
3"											
2"											
1 1/2"											
1"											
3/4"											
3/8"											
N° 4											
N° 10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N° 20	98.7	99.9	99.0	99.7	99.4	96.5	96.0	96.2	100.0	98.0	97.4
N° 40	98.1	99.5	94.0	92.1	58.7	53.1	92.0	93.4	89.9	96.8	95.6
N° 60	97.5	78.8	85.5	83.6	46.2	32.7	34.8	91.0	81.6	95.6	77.8
N° 140	93.3	6.1	51.1	48.2	29.1	14.6	43.9	72.1	34.1	74.8	30.5
N° 200	92.9	4.2	45.5	44.8	26.1	11.6	38.0	68.3	26.9	74.8	30.5
L.L.	38.6	-	22.5	23.9	31.1	-	29.5	28.4	-	30.5	NP
L.P.	24.2	NP	NP	NP	16.5	NP	NP	NP	NP	NP	NP
I.P.	14.4	NP	NP	NP	14.6	NP	NP	NP	NP	NP	NP
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	20.6	1.4	1.7	2.2	4.2	2.0	4.5	3.5	1.9	7.5	ML
CLASIFICACION (SUCS)	CL	SP	SM	SM	SC	SM-SM	SM	ML	SM	ML	ML

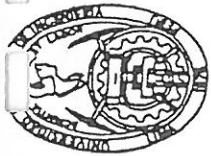


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO

SOLICITADO : CISMID - JICA
 PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica
 LUGAR : CIUDAD DE ICA
 FECHA : AGOSTO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	C-6	C-6	C-6	C-6	C-6	C-6	C-6	C-6	C-7
Muestra	M-4	M-1	M-6	M-7	M-2	M-9	M-1		
Profundidad (m)	1.20-1.50	1.50-2.00	2.00-2.45	2.45-2.90	2.90-3.80	3.80-4.20	1.40-3.40		
3"									
2"									
1 1/2"									
1"									
3/4"									
3/8"	100.0								
Nº 4	95.7		100.0	100.0			100.0		
Nº 10	92.2	100.0	98.2	97.5	100.0	100.0	99.7		
Nº 20	91.4	99.7	93.8	93.1	99.3	99.2	99.2		
Nº 40	90.5	99.6	88.2	74.5	97.8	87.6	98.8		
Nº 60	89.9	99.5	85.2	63.1	96.6	57.1	93.4		
Nº 140	87.4	98.8	80.4	47.6	91.3	19.3	82.6		
Nº 200	86.4	97.5	79.4	45.5	89.9	13.4	80.2		
L.L.	-	99.1	34.2	74.7	36.2	-	36.2		
L.P.	NP	21.4	24.2	NP	24.6	NP	24.0		
I.P.	NP	7.7	10.0	NP	11.4	NP	12.2		
L.C.	-	-	-	-	-	-	-		
HUMEDAD NATURAL (%)	15.3	9.1	13.6	7.8	9.1	3.6	7.1		
CLASIFICACION (SUCS)	ML	CI	EL	CH	ML	SH	SH		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-1	S-1	S-1	S-1	S-1	S-1	S-1	S-1	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4
Profundidad (m)	0.50-2.50	2.50-4.00	4.00-5.00	5.00-5.35	5.35-5.45	0.15-1.45	1.45-2.00	2.00-2.70	2.70-4.30	4.30-4.70				
3"														
2"														
1 1/2"														
1"														
3/4"														
3/8"														
N° 4	100.0		100.0		100.0		100.0				100.0		100.0	100.0
N° 10	98.5	100.0	95.1	100.0	94.2	100.0	94.5	96.9						99.1
N° 20	93.4	73.2	82.1	90.9	89.7	99.2	72.8	91.3	100.0	94.0				
N° 40	82.1	44.8	45.5	56.4	82.4	96.9	41.2	72.1	97.4	84.9				
N° 60	72.3	30.2	31.1	32.2	80.0	92.8	24.3	41.7	77.8	75.3				
N° 140	40.3	12.6	15.6	14.0	71.4	74.8	10.7	15.1	33.2	43.4				
N° 200	36.3	10.3	13.0	11.7	69.0	69.8	8.3	12.0	23.9	37.4				
LIMITE DE CONSISTENCIA	L.L.	-	-	-	42.1	26.6	-	-	-	23.2				
	L.P.	NP	NP	NP	30.7	22.2	NP	NP	NP	NP				
	I.P.	NP	NP	NP	11.4	4.4	NP	NP	NP	NP				
	L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
HUMEDAD NATURAL (%)	1.5	0.4	0.6	0.5	4.0	1.1	0.4	0.3	0.5	0.9				
CLASIFICACION (SUCS)	SM	SW-SM	SM	SW-SM	ML	ML	SW-SM	SM	SM	SM				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO

SOLICITADO : CISMID - JICA

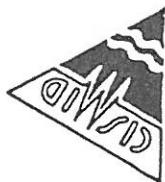
PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-2	S-2	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3	S-3
Muestra	M-6	M-7	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	M-15
Profundidad (m)	4.70-5.25	5.25-5.45	0.00-1.30	1.30-1.65	1.65-2.35	2.35-2.60	2.60-3.30	3.30-3.45	3.45-4.00	4.00-5.00	5.00-5.45	5.45-6.00	6.00-6.60	6.60-7.20	7.20-7.80	7.80-8.40	8.40-9.00
3"																	
2"																	
1 1/2"																	
1"																	
3/4"																	
3/8"																	
N° 4					100.0												
N° 10			100.0	100.0	99.4	100.0	100.0	100.0				100.0					100.0
N° 20	100.0		99.4	95.4	93.2	87.1	96.7	98.9				98.4	98.9				99.3
N° 40	98.7	100.0	98.2	86.8	72.0	67.6	94.1	89.0				94.1	89.0	100.0			98.5
N° 60	98.0	96.8	96.3	79.5	49.4	50.0	90.3	66.6				90.3	66.6	97.7			97.6
N° 140	74.5	51.3	88.9	43.6	17.0	29.1	79.0	33.8				79.0	33.8	51.0			89.7
N° 200	73.4	42.6	86.9	35.8	10.9	24.4	74.2	28.9				74.2	28.9	43.4			85.7
LIMITES	L.L.	-	42.7	24.0	-	-	27.9	-				27.9	-	25.5			32.1
DE	L.P.	NP	29.1	NP	NP	NP	NP	NP				NP	NP	NP			NP
CONSISTENCIA	I.P.	NP	13.6	NP	NP	NP	NP	NP				NP	NP	NP			NP
	L.C.	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-			-
HUMEDAD NATURAL (%)	2.2	1.3	1.7	6.1	2.8	2.2	15.7	1.9				15.7	1.9	1.0			1.7
CLASIFICACION (SUCS)	ML	SM	ML	SM	SP-SM	SM	ML	SM				ML	SM	SM			ML



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-3	S-4	S-4	S-4	M-3	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4	S-4
Muestra	M-9	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9		
Profundidad (m)	5.00-6.45	0.00-0.85	0.85-1.35	1.35-2.00	2.00-2.45	2.45-3.00	3.00-3.30	3.30-3.45	3.45-4.05	4.05-4.50		
3"												
2"												
1 1/2"												
1"												
3/4"		100.0		100.0								
3/8"		95.5		96.3		100.0	100.0			100.0		
Nº 4	100.0	91.8		96.3			97.8			99.5		
Nº 10	98.3	90.9		95.9	100.0	98.0	92.4	100.0		98.9		
Nº 20	96.8	86.0	100.0	94.9	96.9	91.2	70.8	98.8		97.8		
Nº 40	93.7	71.5	97.1	92.8	75.3	67.8	36.6	97.3	100.0	96.4		
Nº 60	90.9	56.7	92.6	87.2	46.9	42.8	18.9	95.9	94.5	95.3		
Nº 140	79.8	26.8	68.1	40.2	12.7	14.5	5.2	85.6	10.8	86.7		
Nº 200	77.7	21.1	61.6	31.9	9.4	11.2	4.0	84.5	7.9	84.6		
L.L.	31.2	20.4	27.8	21.0	-	-	-	41.6	-	38.6		
L.P.	25.5	NP	NP	NP	NP	NP	NP	29.3	NP	28.0		
I.P.	5.7	NP	NP	NP	NP	NP	NP	12.3	NP	10.6		
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
HUMEDAD NATURAL (%)	7.9	1.3	1.2	1.9	0.9	1.7	0.4	20.2	0.3	2.4		
CLASIFICACION (SUCS)	ML	SM	ML	SM	SP-SM	SP-SM	SP	ML	SP-SM	ML		

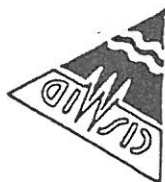


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO

FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-4	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-5	S-6	S-6
Muestra	M-10	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Profundidad (m)	4.50-4.80	0.00-1.50	1.50-1.90	1.90-2.65	2.65-2.85	2.85-3.30	3.30-4.20	4.20-4.45	0.85-3.15	3.15-4.65			
3"													
2"													
1 1/2"													
1"													
3/4"													
3/8"													
Nº 4		100.0		100.0		100.0			100.0			100.0	
Nº 10		98.5	100.0	97.6		98.4	100.0		93.8	100.0		93.8	100.0
Nº 20	100.0	95.1	95.5	94.1	100.0	98.4	99.4	100.0	93.0	98.3		93.0	98.3
Nº 40	99.3	86.7	81.6	83.9	83.9	98.0	99.1	96.1	91.6	95.6		91.6	95.6
Nº 60	81.9	79.3	69.4	75.0	50.3	95.9	98.3	80.2	90.6	91.2		90.6	91.2
Nº 140	27.8	54.6	41.9	56.8	18.6	72.8	81.4	35.7	81.7	68.7		81.7	68.7
Nº 200	25.3	48.8	34.1	53.3	11.8	66.1	77.4	28.4	77.7	61.7		77.7	61.7
LIMITES DE CONSISTENCIA	-	27.0	23.1	30.9	-	-	29.7	22.3	30.2	-		30.2	-
	NP	NP	NP	21.5	NP	NP	23.2	NP	NP	NP		NP	NP
	NP	NP	NP	9.4	NP	NP	6.5	NP	NP	NP		NP	NP
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	1.1	0.6	0.5	1.3	0.2	0.9	1.2	0.4	1.0	0.8		1.0	0.8
CLASIFICACION (SUCS)	SM	SM	SM	CL	SP-SM	ML	ML	SM	ML	ML		ML	ML



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

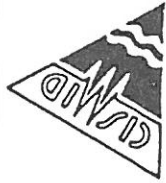
FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-6	S-7	S-7	S-8	S-8	S-8	S-8	S-8	S-8	S-8	S-8	S-9
Muestra	M-3	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-3	M-2	M-1
Profundidad (m)	4.65-5.45	0.00-1.00	1.00-4.45	0.25-1.00	1.00-1.45	1.45-2.85	2.85-3.30	3.30-4.75	4.75-5.45	5.45-6.10	6.10-6.75	6.75-7.40
3"												
2"												
1 1/2"												
1"												
3/4"												
3/8"												
Nº 4	100.0			100.0		100.0		100.0		100.0		
Nº 10	95.4			98.3	100.0	98.3	100.0	97.9	100.0	97.9	100.0	100.0
Nº 20	94.2	100.0	100.0	97.8	91.8	97.8	91.8	96.9	91.8	96.9	91.8	56.5
Nº 40	92.9	99.4	82.9	96.8	90.7	96.8	90.7	95.7	90.7	95.7	90.7	31.2
Nº 60	91.3	81.6	59.7	95.6	89.8	95.6	89.8	94.0	89.8	94.0	89.8	7.8
Nº 140	78.5	8.8	13.6	86.3	83.5	86.3	83.5	86.0	83.5	86.0	83.5	4.4
Nº 200	72.7	4.4	9.2	84.1	80.7	84.1	80.7	84.4	80.7	84.4	80.7	4.2
LIMITES	31.1	-	-	33.0	31.5	33.0	31.5	43.0	31.5	43.0	31.5	-
DE	NP	NP	NP	NP	23.4	NP	23.4	22.6	23.4	22.6	23.4	NP
CONSISTENCIA	NP	NP	NP	NP	8.1	NP	8.1	20.4	8.1	20.4	8.1	NP
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	5.4	0.9	1.0	2.7	6.6	10.5	6.1	7.2	4.5	7.2	4.5	0.6
CLASIFICACION (SUCS)	ML	SP	SP-SM	ML	ML	ML	ML	CL	ML	CL	ML	SP



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-12	S-13	S-13	S-13	S-13	S-13	S-13	S-13	S-13	S-13	S-14	S-14	S-14
Muestra	M-4	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1	M-2	M-3	S-14	S-14	S-14
Profundidad (m)	1.45-3.90	0.00-1.55	1.55-2.20	2.20-2.45	2.45-3.20	3.20-3.60	3.60-4.45	0.00-1.25	1.25-1.45	1.45-2.15			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"													
3"													
2"													
1 1/2"													
1"													
3/4"													
3/8"													
N°4													
N°10	100.0		100.0		100.0	100.0	98.4	100.0	98.9	100.0			100.0
N°20	94.6	100.0	99.2	100.0	95.5	93.7	87.1	98.4	91.0	91.0			96.7
N°40	94.2	79.0	98.1	99.4	69.7	71.8	52.2	91.9	65.8	84.1			91.0
N°60	93.8	50.0	96.5	97.6	39.9	56.9	31.8	87.1	52.9	80.4			84.1
N°140	83.9	8.0	70.5	88.3	12.2	31.0	15.1	66.2	27.4	64.9			80.4
N°200	81.0	3.8	62.9	85.8	10.1	24.4	12.2	59.4	20.4	58.0			64.9
L.L.	34.7	-	25.2	-	-	-	-	24.8	19.7	25.2			58.0
L.P.	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP			25.2
I.P.	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP			NP
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			NP
HUMEDAD NATURAL (%)	4.1	0.3	11.9	19.0	2.5	2.0	1.1	2.0	0.7	2.8			2.8
CLASIFICACION (SUCS)	ML	SP	ML	ML	SP-SM	SM	SM	ML	SM	ML			ML



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

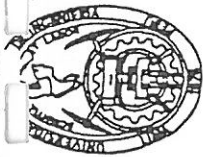
FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

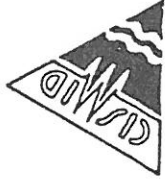
Pozo N°	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14	S-14
Muestra	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	S-15	S-15	S-15
Profundidad (m)	2.15-2.75	2.75-2.95	2.95-3.15	3.15-3.25	3.25-4.00	4.00-4.45	4.45-4.90	4.90-5.45	0.15-2.00	2.00-3.00	M-2
3"											
2"											
1 1/2"											
1"											
3/4"											
3/8"											
Nº 4		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
Nº 10	100.0	92.8	95.4	97.8	96.5	99.1	99.4	100.0	100.0		
Nº 20	97.9	74.8	90.6	92.1	95.1	98.1	98.6	100.0	99.1	100.0	
Nº 40	88.3	71.4	83.5	78.5	94.3	94.0	94.8	99.1	93.5	98.2	
Nº 60	73.3	68.8	77.6	63.9	93.1	81.5	80.0	98.0	70.2	85.8	
Nº 140	35.2	59.5	58.5	29.0	71.8	41.5	32.7	89.8	12.4	32.5	
Nº 200	29.7	55.9	54.3	23.9	62.8	32.1	23.8	85.9	9.5	26.1	
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	27.7	25.7	20.1	25.6	21.9	-	30.4	-	-	-
	L.P.	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	I.P.	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	2.1	5.1	8.3	2.5	3.4	2.9	2.4	7.6	1.4	4.8	
CLASIFICACION (SUCS)	SM	ML	ML	SM	ML	SM	SM	ML	SP-SM	SM	



Pozo N°	S-15	S-15	S-15	S-15	S-15	S-15	S-15
Muestra	M-3	M-4	M-5	Sim. M-4	Sim. M-5		
Profundidad (m)	3.00-3.35	3.35-4.00	4.00-4.75	4.75-5.00	5.00-5.45		
3"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
3/8"							
Nº 4							
Nº 10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
Nº 20	96.8	98.8	99.2	98.8	99.2		
Nº 40	96.3	98.3	99.1	98.3	99.1		
Nº 60	95.5	93.2	98.5	93.2	98.5		
Nº 140	93.3	70.9	77.7	70.9	77.7		
Nº 200	93.1	67.8	71.6	67.8	71.6		
LIMITES	56.4	20.8	25.5	20.8	25.5		
DE							
CONSISTENCIA	28.1	NP	NP	NP	NP		
I.P.	28.3	NP	NP	NP	NP		
L.C.	-	-	-	-	-		
HUMEDAD NATURAL (%)	30.7	12.8	7.8	18.4	11.7		
CLASIFICACION (SUCS)	CH	ML	ML	ML	ML		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

FECHA : JULIO 1992

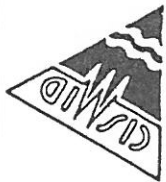
ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	S-16	S-17	S-18	S-18	S-18	S-18
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-2	M-3	M-4
Profundidad (m)	0.00-1.00	1.00-1.85	1.85-2.00	2.00-5.00	5.00-5.45	0.00-5.45	0.00-1.20	1.20-2.25	2.25-2.65	2.65-3.10			
DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"													
3"													
2"													
1 1/2"													
1"													
3/4"													
3/8"													
N°4			100.0					100.0	98.6	100.0	100.0	100.0	
N°10		100.0	98.8	100.0				97.7	97.3	96.6	94.2	96.1	
N°20	100.0	97.9	92.2	85.5	100.0			97.1	96.7	94.2	87.1	92.1	100.0
N°40	96.8	82.9	56.8	48.0	97.4			96.7	95.9	82.0	89.5	94.2	99.1
N°60	88.0	60.2	35.0	29.4	95.4			96.3	92.1	67.8	70.5	56.6	
N°140	42.2	14.2	11.3	9.5	55.3			89.5	89.3	64.8	33.4	28.6	46.8
N°200	34.4	9.2	8.6	6.8	46.4			32.2	36.8	33.4	28.6	24.1	
LIMITES	24.9	-	-	-	-								
L.P.	NP	NP	NP	NP	NP			NP	23.8	NP	NP	NP	NP
I.P.	NP	NP	NP	NP	NP			NP	13.0	NP	NP	NP	NP
L.C.	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	1.6	1.7	0.8	1.5	4.2			6.4	17.0	25.1	17.2	9.6	
CLASIFICACION (SUCS)	SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SM			ML	CL	ML	ML	SM	



SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica
LUGAR : CIUDAD DE ICA
FECHA : JULIO 1992

Pozo N°	S-18	S-18	S-18	S-19	S-19	S-19	S-19	S-19	S-19	S-20
Muestra	M-5	M-6	M-7	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-1
Profundidad (m)	3.10-4.70	4.70-4.85	4.85-5.45	0.00-1.00	1.00-1.75	1.75-4.30	4.30-4.80	4.80-5.25	5.25-5.45	0.50-1.00
3"										
2"										
1 1/2"										
1"										
3/4"										
3/8"										
N° 4		100.0				100.0			100.0	
N° 10		95.0	100.0			99.1	100.0	100.0	97.2	100.0
N° 20	100.0	92.7	99.1	100.0	100.0	98.1	97.8	94.5	88.5	99.7
N° 40	98.6	90.0	92.3	96.5	98.6	97.4	88.4	58.6	56.0	99.1
N° 60	86.1	81.8	83.3	91.0	65.0	93.8	80.4	40.2	41.6	95.3
N° 140	36.7	59.1	47.7	71.7	9.8	73.7	53.9	16.4	22.5	46.7
N° 200	29.0	54.7	40.8	69.2	5.2	68.4	48.5	12.7	18.7	36.2
LIMITE DE CONSISTENCIA	L.L.	-	21.7	30.2	-	25.6	23.8	-	-	22.6
	L.P.	NP	NP	21.6	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	I.P.	NP	NP	8.6	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	5.9	12.4	9.5	3.1	0.7	6.5	3.9	2.4	2.5	4.2
CLASIFICACION (SUCS)	SM	ML	SM	CL	SP-SM	ML	SM	SM	SM	SM



Pozo N°	S-20	S-20	S-20	S-20	S-20	S-20	S-20	S-20	S-20	S-20	S-21	S-21
Muestra	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-1	M-2	M-1	M-2
Profundidad (m)	1.00-1.50	1.50-2.80	2.80-3.00	3.00-3.15	3.15-4.20	4.20-4.40	4.40-5.25	5.25-5.45	0.90-1.35	1.35-1.45	0.90-1.35	1.35-1.45
3"												
2"												
1 1/2"												
1"												
3/4"												
3/8"												
N° 4												
N° 10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			100.0		100.0	
N° 20	98.9	97.4	96.5	77.3	99.5	99.0	100.0		98.6		98.6	100.0
N° 40	97.9	96.5	93.3	61.1	98.8	86.8	98.9	100.0	89.2		89.2	98.9
N° 60	95.4	94.3	87.4	55.8	98.2	62.4	96.4	99.7	69.4		69.4	98.1
N° 140	67.6	75.5	47.7	34.1	91.1	25.6	81.5	99.2	21.5		21.5	94.9
N° 200	60.4	71.6	44.1	29.4	89.0	20.7	76.7	99.0	14.4		14.4	93.5
LIMITES	28.2	29.6	25.7	-	30.1	-	32.1	-	-		-	44.7
DE	NP	NP	NP	NP	NP	NP	22.9	NP	NP		NP	25.9
CONSISTENCIA	NP	NP	NP	NP	NP	NP	9.2	NP	NP		NP	18.8
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	6.0	5.7	3.0	1.7	5.8	1.3	5.7	17.4	1.9		1.9	10.0
CLASIFICACION (SUCS)	ML	ML	SM	SM	ML	SM	CL	ML	SM		SM	CL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO

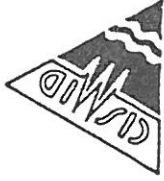
SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica
LUGAR : CIUDAD DE ICA
FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-21	S-21	S-21	S-21	S-21	S-21	S-21	S-21	S-21	S-22	S-22	S-22	S-22
Muestra	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-1	M-2	M-3	M-4	M-4	M-4	M-4
Profundidad (m)	1.45-2.40	2.40-3.00	3.00-3.20	3.20-3.65	3.65-4.20	4.20-5.00	0.00-1.25	1.25-1.80	1.80-2.15	2.15-2.40			
3"													
2"													
1 1/2"													
1"													
3/4"													
3/8"													
N°4			100.0	99.1		100.0							
N°10	100.0	100.0	98.7	98.9	100.0	96.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N°20	98.9	97.3	92.4	96.7	93.1	80.1	98.8	100.0	99.2	99.1	99.1	99.1	99.1
N°40	93.3	87.5	68.9	83.9	50.1	36.1	94.8	97.5	93.1	94.2	94.2	94.2	94.2
N°60	83.8	82.2	53.2	72.6	30.3	24.1	88.7	94.5	82.3	80.5	80.5	80.5	80.5
N°140	57.8	76.0	35.2	54.3	11.0	11.1	69.8	68.4	43.9	35.1	35.1	35.1	35.1
N°200	53.8	75.2	32.7	50.6	8.6	9.1	64.9	60.2	35.9	29.4	29.4	29.4	29.4
LIMITES	28.8	22.4	22.4	29.1	-	-	28.3	27.2	23.1	-	-	-	-
DE	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
CONSISTENCIA	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
I.P.	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	5.4	11.5	2.5	4.6	1.0	0.3	4.7	2.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
CLASIFICACION (SUCS)	ML	ML	SM	ML	SP-SM	SW-SM	ML	ML	SM	SM	SM	SM	SM



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA

PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica

LUGAR : CIUDAD DE ICA

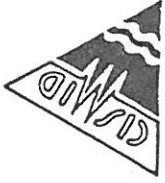
FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-22	S-22	S-22	S-22	S-22	S-22	S-22	S-22	S-23	S-23	S-23	S-24
Muestra	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-1	M-2	M-3	M-1	M-3	M-1
Profundidad (m)	2.40-3.65	3.65-3.90	3.90-4.30	4.30-4.70	4.70-5.20	5.20-5.45	0.70-1.30	1.30-2.45	2.45-5.45	0.00-1.90		
3"												
2"												
1 1/2"												
1"												
3/4"												
3/8"												
N° 4	100.0				100.0			100.0	98.9		100.0	
N° 10	97.9	100.0			99.6	100.0	100.0	99.2	97.7	100.0		
N° 20	97.0	99.5	100.0	99.6	99.0	97.4	99.3	98.8	83.9	98.5		
N° 40	95.8	98.3	97.0	98.6	98.1	93.5	96.7	97.7	49.7	96.2		
N° 60	94.0	92.9	88.8	97.1	97.0	89.8	92.4	94.4	28.2	93.6		
N° 140	74.6	46.2	38.5	86.1	92.4	74.1	66.7	57.3	7.8	72.8		
N° 200	68.2	38.5	31.1	83.7	86.7	69.2	62.3	50.7	5.5	67.7		
LIMITES	28.4	25.4	-	27.7	44.5	-	30.4	28.7	-	31.5		
DE	20.1	NP	NP	NP	22.6	NP	NP	NP	NP	21.7		
CONSISTENCIA	8.3	NP	NP	NP	21.9	NP	NP	NP	NP	9.8		
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
HUMEDAD NATURAL (%)	9.7	4.0	3.1	12.9	22.3	10.8	7.8	3.4	1.4	21.7		
CLASIFICACION (SUCS)	CL	SM	SM	ML	CL	ML	ML	ML	SP-SM	CL		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : CISMID - JICA
PROYECTO : Microzonificación Sísmica de Ica
LUGAR : CIUDAD DE ICA
FECHA : JULIO 1992

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-24	S-24	S-24	S-24	S-24	S-24	S-24	S-24	S-24	S-24	S-25	S-25
Muestra	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-1	M-2	M-1	M-2
Profundidad (m)	1.90-2.35	2.35-2.75	2.75-2.95	2.95-3.30	3.30-3.80	3.80-4.35	4.35-5.15	5.15-5.45	0.30-1.20	1.20-1.35		
3"												
2"												
1 1/2"												
1"												
3/4"												
3/8"												
N° 4	100.0	100.0	100.0	100.0	95.4	100.0						
N° 10	96.6	98.2	97.0	92.6	94.1	99.5	100.0	100.0				
N° 20	75.6	92.6	96.7	90.9	92.4	98.8	98.7	98.4	100.0	100.0		
N° 40	50.7	81.0	95.8	88.7	90.1	98.3	95.6	97.1	99.7	99.9		
N° 60	35.7	71.6	93.9	84.5	87.5	97.6	88.3	96.3	88.8	98.6		
N° 140	15.4	54.1	85.7	39.2	75.3	93.2	63.9	91.9	7.7	24.7		
N° 200	13.1	50.5	84.2	33.7	72.1	91.5	60.9	90.2	6.1	19.5		
LIMITES	-	24.5	-	-	31.2	37.3	24.7	52.0	-	-		
DE	NP	NP	NP	NP	23.1	26.3	NP	31.6	NP	NP		
CONSISTENCIA	NP	NP	NP	NP	8.1	11.0	NP	20.4	NP	NP		
L.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
HUMEDAD NATURAL (%)	4.3	16.4	27.0	12.0	22.1	27.9	15.9	30.3	0.8	2.9		
CLASIFICACION (SUCS)	SM	ML	ML	SM	ML	ML	ML	MH	SP-SM	SM		



SOLICITADO :	CISMID - JICA
PROYECTO :	Microzonificación Sísmica de Ica
LUGAR :	CIUDAD DE ICA
FECHA :	JULIO 1992

ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

Pozo N°	S-25	M-3.	S-25	M-4	S-25	M-5	S-25	M-6	S-25	M-7	S-25	M-8	S-25
Muestra Profundidad (m)	1.35-1.45		1.45-1.80		1.80-2.30		2.30-2.80		2.80-2.95		2.95-3.20		3.20-5.00
3"													
2"													
1 1/2"													
1"													
3/4"													
3/8"													
Nº 4	100.0						100.0		100.0		100.0		
Nº 10	97.9		100.0		100.0		98.8		95.4		98.6		100.0
Nº 20	97.5		99.5		98.7		98.5		94.6		98.3		99.2
Nº 40	97.0		98.6		98.2		98.2		94.1		94.5		91.5
Nº 60	96.4		93.3		97.5		98.0		93.8		86.8		77.2
Nº 140	90.8		19.7		91.6		76.7		92.0		52.7		23.7
Nº 200	90.1		16.8		90.6		71.7		91.5		49.7		18.3
LIMITES L.L.	-		-		32.4		29.7		42.2		20.9		-
DE L.P.	NP		NP		24.1		NP		27.3		NP		NP
CONSISTENCIA I.P.	NP		NP		8.3		NP		14.9		NP		NP
L.C.	-		-		-		-		-		-		-
HUMEDAD NATURAL (%)	24.4		8.0		23.7		13.7		26.0		11.2		6.4
CLASIFICACION (SUCS)	ML		SM		ML		ML		ML		SM		SM



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco

CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : ML
PROFUNDIDAD : 1.70-2.30
HUMEDAD INIC. : 7.18 %
HUMEDAD FIN. : 31.31 %
G. SATURAC. IN.: 18.80 %
G. SATURAC. FN.: 90.27 %
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
DIAMETRO = 6.00 cm
ALTURA = 1.92 cm
GRAV. ESP. = 2.74 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.10	2.662	0.051	19.17	1.042	1.342	0.27	9.59	0.346
0.20	2.563	0.150	19.13	1.031	1.349	0.78	9.56	0.303
0.40	2.388	0.325	19.04	1.012	1.362	1.69	9.52	0.534
0.80	2.138	0.575	18.91	0.986	1.380	2.99	9.46	0.279
1.60	1.767	0.946	18.73	0.946	1.408	4.93	9.36	0.354
3.20	1.241	1.472	18.46	0.890	1.450	7.67	9.23	0.321
6.40	0.528	2.185	18.11	0.814	1.510	11.38	9.05	0.411
3.20	0.558	2.155	18.12	0.817	1.508	11.22	9.06	
1.60	0.608	2.105	18.15	0.823	1.503	10.96	9.07	
0.80	0.680	2.033	18.18	0.830	1.497	10.59	9.09	
0.40	0.756	1.957	18.22	0.838	1.490	10.19	9.11	
0.20	0.825	1.888	18.26	0.846	1.484	9.83	9.13	
0.10	0.897	1.816	18.29	0.854	1.478	9.46	9.15	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

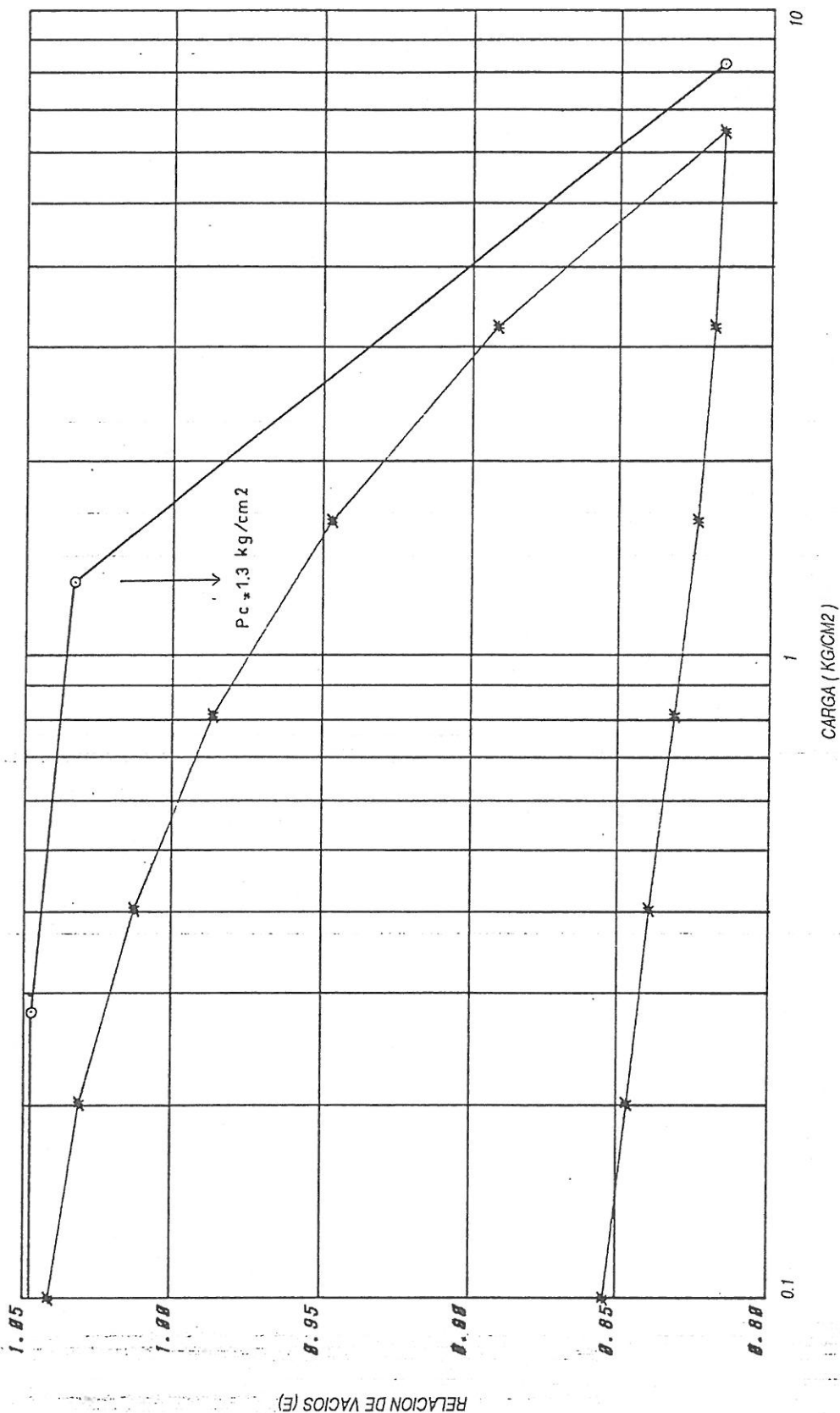
Cc = 0.274
Cr = 0.022
Pc = 1.30 kg/cm2
e. = 1.047

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Sigatoka de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : 0-1
MUESTRA : M1-1
ESTADO : INALTERADA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID -JICA
PROYECTO : Microzonif. Siismica de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco

CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : SM
PROFUNDIDAD : 2.60-4.25
HUMEDAD INIC. : 6.32 %
HUMEDAD FIN. : 29.27 %
G. SATURAC. IN.: 20.31 %
G. SATURAC. FN.: 100.00 %
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID -JICA
PROYECTO : Microzonif. Siismica de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
DIAMETRO = 6.00 cm
ALTURA = 1.93 cm
GRAV. ESP. = 2.70 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.10	10.042	0.008	19.30	0.839	1.468	0.04	9.65	
0.20	9.923	0.127	19.24	0.828	1.477	0.66	9.62	0.400
0.40	9.738	0.312	19.14	0.810	1.491	1.62	9.57	0.426
0.80	9.508	0.542	19.03	0.788	1.510	2.81	9.51	1.199
1.60	9.191	0.859	18.87	0.758	1.536	4.45	9.44	0.336
3.20	8.834	1.216	18.69	0.724	1.566	6.30	9.35	0.329
6.40	8.371	1.679	18.46	0.680	1.607	8.70	9.23	0.344
3.20	8.401	1.649	18.48	0.683	1.604	8.54	9.24	
1.60	8.441	1.609	18.50	0.687	1.601	8.34	9.25	
0.80	8.488	1.562	18.52	0.691	1.597	8.09	9.26	
0.40	8.528	1.522	18.54	0.695	1.593	7.89	9.27	
0.20	8.568	1.482	18.56	0.699	1.589	7.68	9.28	
0.10	8.600	1.450	18.58	0.702	1.587	7.51	9.29	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

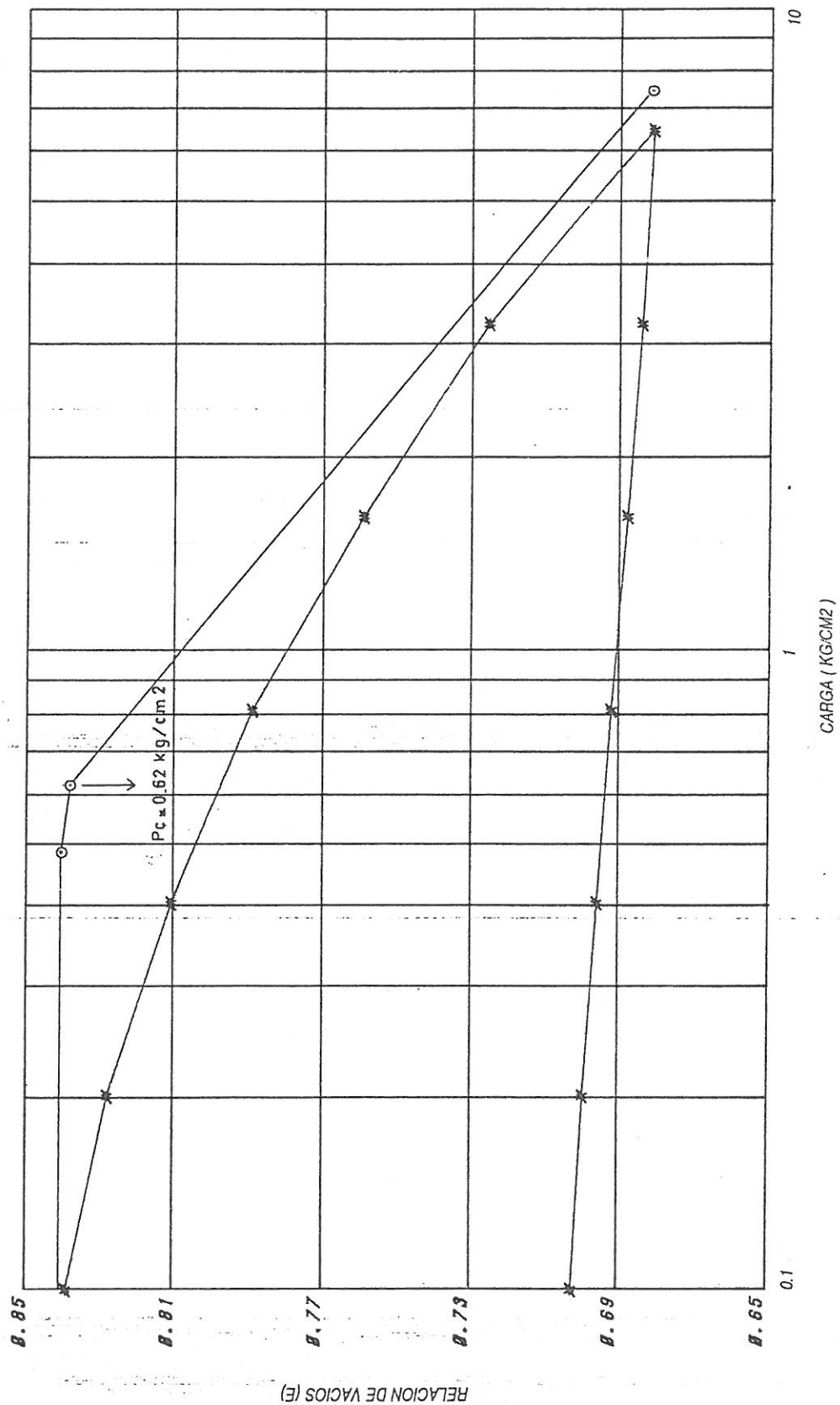
Cc = 0.147
Cr = 0.020
Pc = 0.62 kg/cm2
e. = 0.840

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : *Mineroanal. Silislica de Ica*
UBICACION : *Urb. Puente Blanco*
FECHA : *SETIEMBRE 1992*

CALICATA : *C-1*
MUESTRA : *MI-2*
ESTADO : *INALTERADA*





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica

CALICATA : C-3
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : CL
PROFUNDIDAD : 0.00-1.25
HUMEDAD INIC. : 23.63 %
HUMEDAD FIN. : 42.18 %
G. SATURAC. IN.: 49.59 %
G. SATURAC. FN.: 89.66 %
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL.

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA MUESTRA : MI-1
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica ESTADO : INALTERADA
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica DIAMETRO = 6.00 cm
FECHA INICIO : 09-09-92 ALTURA = 1.93 cm
FECHA TERMINO : 22-09-92 GRAV. ESP. = 2.71 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	RECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.10	4.571	0.004	19.30	1.291	1.183	0.02	9.65	
0.20	4.570	0.005	19.30	1.290	1.183	0.03	9.65	
0.40	4.554	0.021	19.29	1.288	1.184	0.11	9.64	0.874
0.80	4.520	0.055	19.27	1.284	1.186	0.28	9.64	1.017
1.60	4.421	0.154	19.22	1.273	1.192	0.80	9.61	1.059
3.20	4.281	0.294	19.15	1.256	1.201	1.52	9.58	1.278
6.40	3.984	0.591	19.00	1.221	1.220	3.06	9.50	0.467
3.20	4.021	0.554	19.02	1.225	1.218	2.87	9.51	
1.60	4.081	0.494	19.05	1.232	1.214	2.56	9.53	
0.80	4.139	0.436	19.08	1.239	1.210	2.26	9.54	
0.40	4.201	0.374	19.11	1.247	1.206	1.94	9.56	
0.20	4.257	0.318	19.14	1.253	1.203	1.65	9.57	
0.10	4.306	0.269	19.17	1.259	1.200	1.39	9.58	

RELACION INICIAL DE VACIOS
PRESION DE CONSOLIDACION
INDICE DE COMPRESION
INDICE DE EXPANSION

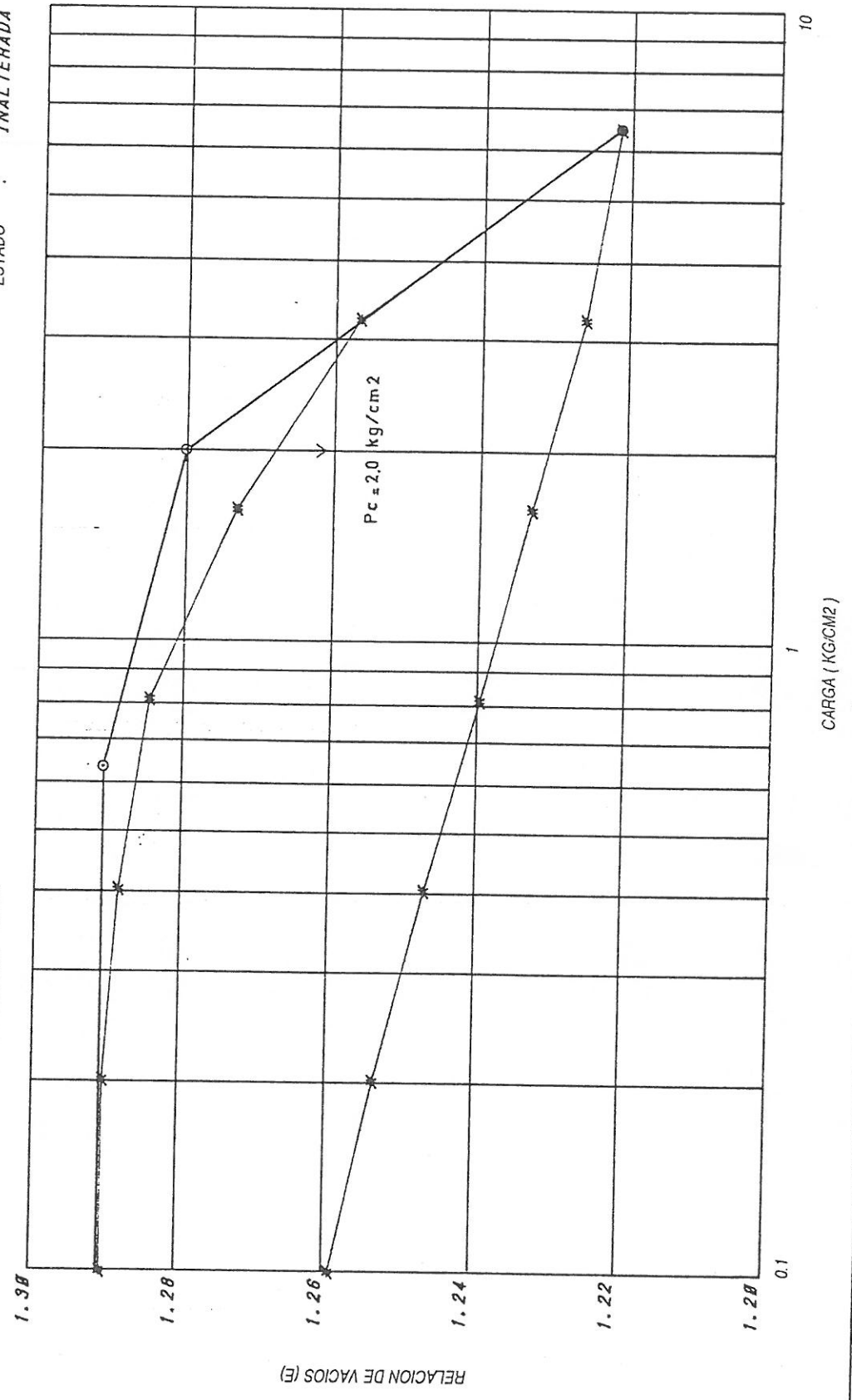
e. = 1.291
Pc = 2.000 kg/cm2
Cc = 0.113
Cs = 0.023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-3
MUESTRA : M1-1
ESTADO : INALTERADA





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif.Sismica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica

CALICATA : C-3
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : ML
PROFUNDIDAD : 1.70-3.60
HUMEDAD INIC. : 26.92 %
HUMEDAD FIN. : 40.47 %
G. SATURAC. IN.: 61.90 %
G. SATURAC. FN.: 100.00 %
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
DIAMETRO = 5.97 cm
ALTURA = 1.94 cm
GRAV. ESP. = 2.68 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.10	10.334	0.208	19.30	1.142	1.251	1.07	9.65	0.066
0.20	10.162	0.380	19.21	1.123	1.262	1.96	9.61	0.710
0.40	9.997	0.545	19.13	1.105	1.273	2.81	9.56	0.641
0.80	9.814	0.728	19.04	1.084	1.286	3.75	9.52	0.455
1.60	9.605	0.937	18.93	1.061	1.300	4.83	9.47	0.528
3.20	9.242	1.300	18.75	1.020	1.327	6.70	9.38	0.331
6.40	8.568	1.974	18.41	0.945	1.378	10.18	9.21	0.342
3.20	8.608	1.934	18.43	0.950	1.375	9.97	9.22	
1.60	8.670	1.872	18.46	0.956	1.370	9.65	9.23	
0.80	8.738	1.804	18.50	0.964	1.365	9.30	9.25	
0.40	8.800	1.742	18.53	0.971	1.360	8.98	9.26	
0.20	8.858	1.684	18.56	0.977	1.355	8.68	9.28	
0.10	8.898	1.644	18.58	0.982	1.352	8.47	9.29	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

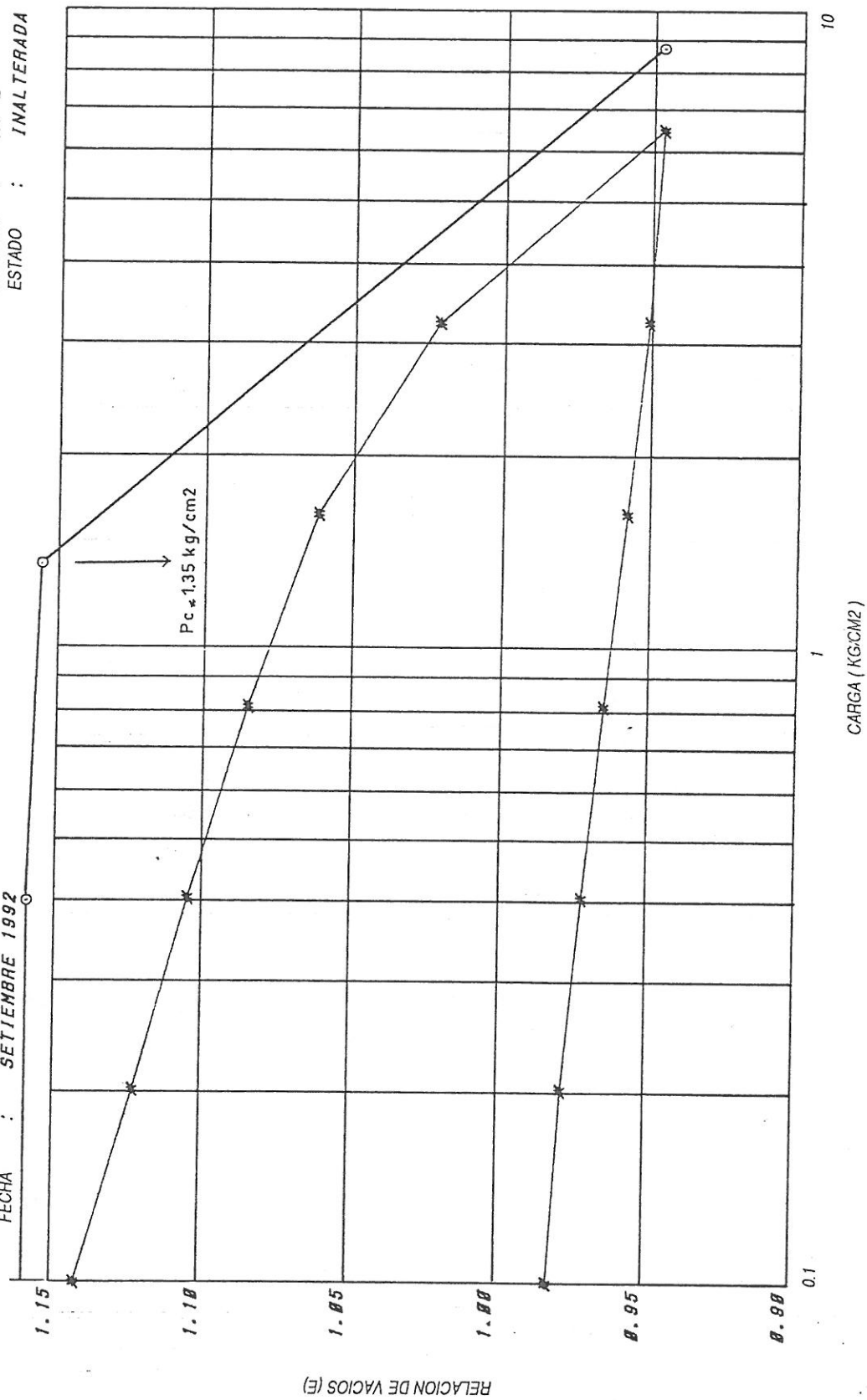
Cc = 0.259
Cr = 0.019
Pc = 1.35 kg/cm2
e. = 1.165

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-3
MUESTRA : M1-2
ESTADO : INALTERADA



CARGA (Kg/cm²)

RELACION DE VACIOS (e)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Urb. La Estancia

CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADO
CLASIF. SUCS : CL
PROFUNDIDAD : 3.10-3.50
HUMEDAD INIC. : 19.08 %
HUMEDAD FIN. : 27.19 %
G. SATURAC. IN.: 63.30 %
G. SATURAC. FN.: 96.38 %
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Urb. La Estancia
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADO
DIAMETRO = 5.98 cm
ALTURA = 1.91 cm
GRAV. ESP. = 2.79 gr/cm³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.10	7.110	0.010	19.10	0.840	1.517	0.05	9.55	0.537
0.20	7.054	0.066	19.07	0.834	1.521	0.35	9.53	0.493
0.40	6.920	0.200	19.00	0.821	1.532	1.05	9.50	0.765
0.80	6.688	0.432	18.88	0.799	1.551	2.26	9.44	0.625
1.60	6.432	0.688	18.76	0.774	1.572	3.60	9.38	0.639
3.20	6.048	1.072	18.56	0.737	1.606	5.61	9.28	0.663
6.40	5.466	1.654	18.27	0.681	1.659	8.66	9.14	0.708
3.20	5.521	1.599	18.30	0.687	1.654	8.37	9.15	
1.60	5.613	1.507	18.35	0.695	1.646	7.89	9.17	
0.80	5.726	1.394	18.40	0.706	1.635	7.30	9.20	
0.40	5.838	1.282	18.46	0.717	1.625	6.71	9.23	
0.20	5.944	1.176	18.51	0.727	1.615	6.16	9.26	
0.10	6.008	1.112	18.54	0.734	1.609	5.82	9.27	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

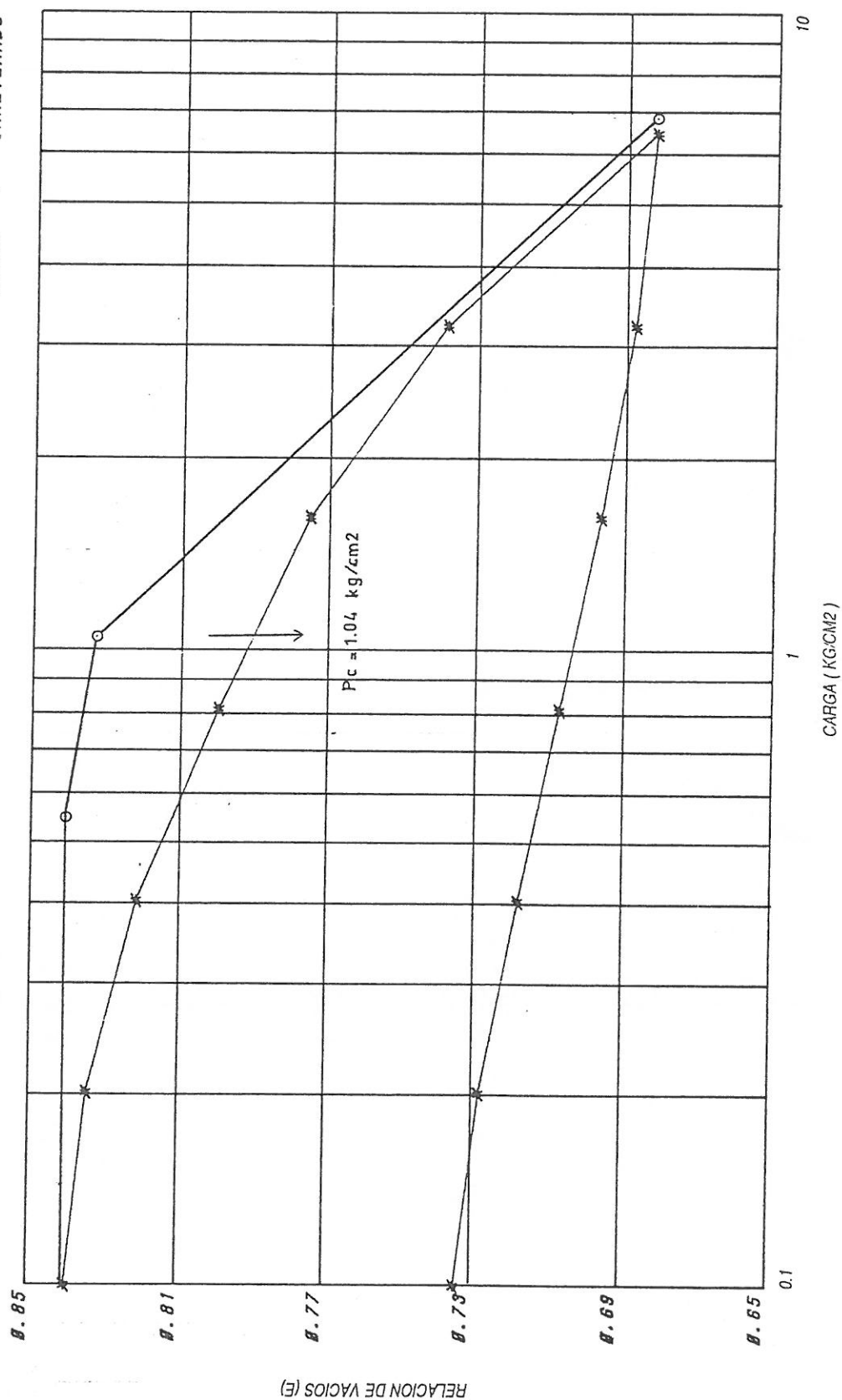
Cc = 0.185
Cr = 0.029
Pc = 1.04 kg/cm²
e. = 0.841

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Sigatoka de Ioa
UBICACION : Urb. La Estanola
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-4
MUESTRA : M1-1
ESTADO : INALTERADO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif.Sismica de Ica
UBICACION : Urb. La Estancia

CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : CL
PROFUNDIDAD : 4.00-4.55
HUMEDAD INIC. : 17.38 %
HUMEDAD FIN. : 32.12 %
G. SATURAC. IN.: 73.14 %
G. SATURAC. FN.: 100.00 %
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE	: CISMID-JICA	MUESTRA	: MI-2
PROYECTO	: Microzonif. Sismica de Ica	ESTADO	: INALTERADA
UBICACION	: Urb. La Estancia	DIAMETRO	= 6.00 cm
FECHA INICIO	: 22-09-92	ALTURA	= 1.94 cm
FECHA TERMINO	: 05-10-92	GRAV. ESP.	= 2.65 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.10	7.773	0.026	19.39	0.627	1.628	0.13	9.69	0.354
0.20	7.723	0.076	19.36	0.623	1.633	0.39	9.68	0.260
0.40	7.633	0.166	19.32	0.616	1.640	0.86	9.66	0.598
0.80	7.448	0.351	19.22	0.600	1.656	1.81	9.61	0.784
1.60	7.109	0.690	19.06	0.572	1.686	3.56	9.53	0.853
3.20	6.669	1.130	18.84	0.535	1.727	5.82	9.42	
6.40	6.044	1.755	18.52	0.482	1.788	9.05	9.26	
3.20	6.111	1.688	18.56	0.488	1.781	8.70	9.28	
1.60	6.213	1.586	18.61	0.496	1.771	8.18	9.30	
0.80	6.339	1.460	18.67	0.507	1.759	7.53	9.34	
0.40	6.444	1.355	18.72	0.516	1.748	6.98	9.36	
0.20	6.531	1.268	18.77	0.523	1.740	6.54	9.38	
0.10	6.601	1.198	18.80	0.529	1.733	6.18	9.40	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

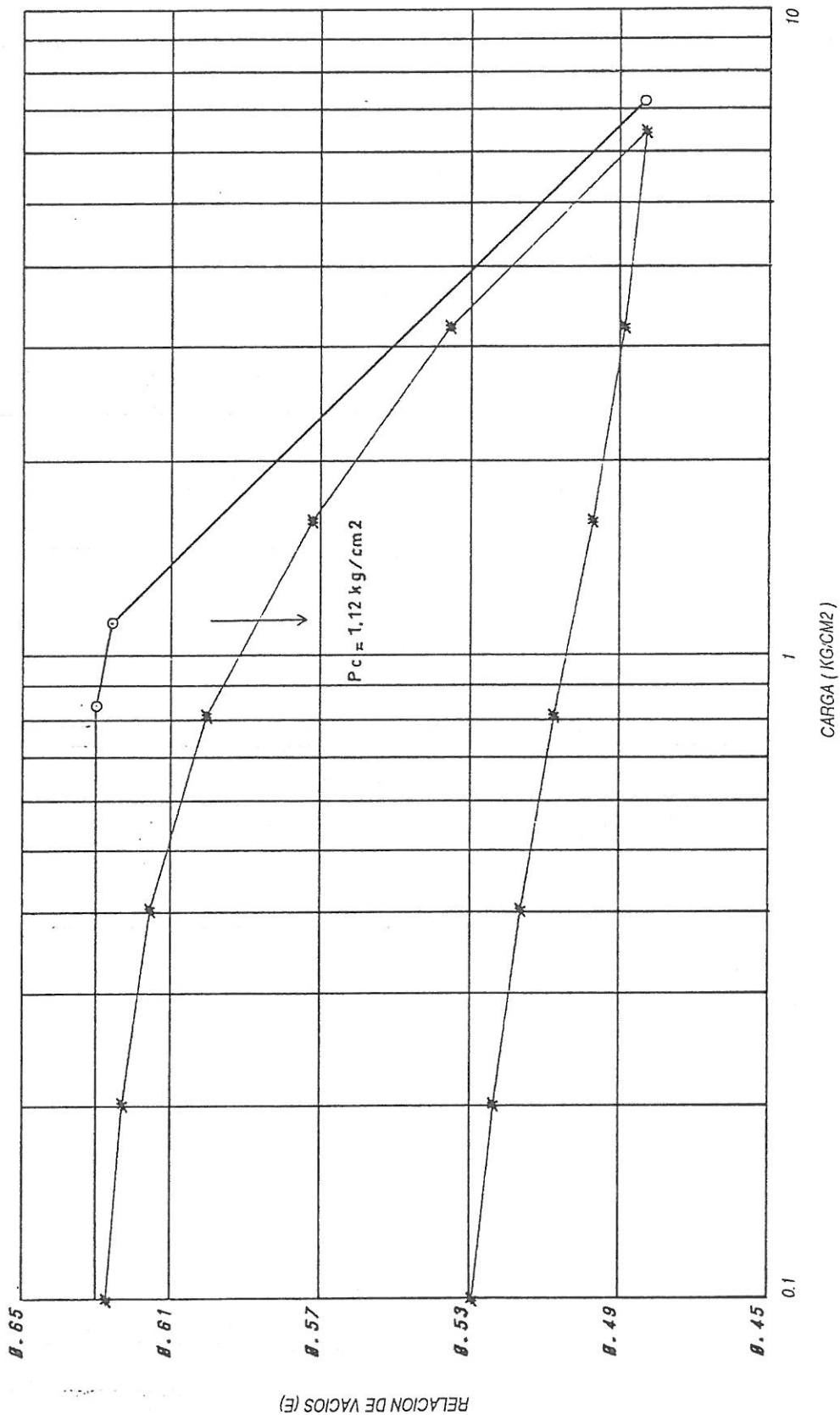
Cc = 0.178
Cr = 0.033
Pc = 1.12 kg/cm2
e. = 0.630

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Siemola de Ica
UBICACION : Urb. La Estanola
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-4
MUESTRA : NI-2
ESTADO : INALTERADA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Ciudad Universitaria

CALICATA : C-5
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : SC
PROFUNDIDAD : 1.15-1.50
HUMEDAD INIC. : 6.67 %
HUMEDAD FIN. : 17.24 %
G. SATURAC. IN.: 25.42 %
G. SATURAC. FN.: 73.53 %
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Ciudad Universitaria
FECHA INICIO : 22-09-92
FECHA TERMINO : 05-10-92
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
DIAMETRO = 6.00 cm
ALTURA = 1.93 cm
GRAV. ESP. = 2.73 gr/cm³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.10	8.791	0.109	19.25	0.707	1.600	0.56	9.62	0.242
0.20	8.682	0.218	19.19	0.697	1.609	1.13	9.60	0.228
0.40	8.480	0.420	19.09	0.679	1.626	2.18	9.55	0.537
0.80	8.130	0.770	18.92	0.648	1.657	3.99	9.46	0.090
1.60	7.853	1.047	18.78	0.623	1.682	5.42	9.39	0.071
3.20	7.458	1.442	18.58	0.588	1.719	7.47	9.29	0.090
6.40	6.950	1.950	18.33	0.543	1.769	10.10	9.16	0.421
3.20	6.978	1.922	18.34	0.545	1.767	9.96	9.17	
1.60	7.013	1.887	18.36	0.548	1.763	9.78	9.18	
0.80	7.063	1.837	18.38	0.553	1.758	9.52	9.19	
0.40	7.109	1.791	18.40	0.557	1.753	9.28	9.20	
0.20	7.143	1.757	18.42	0.560	1.750	9.10	9.21	
0.10	7.182	1.718	18.44	0.564	1.746	8.90	9.22	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

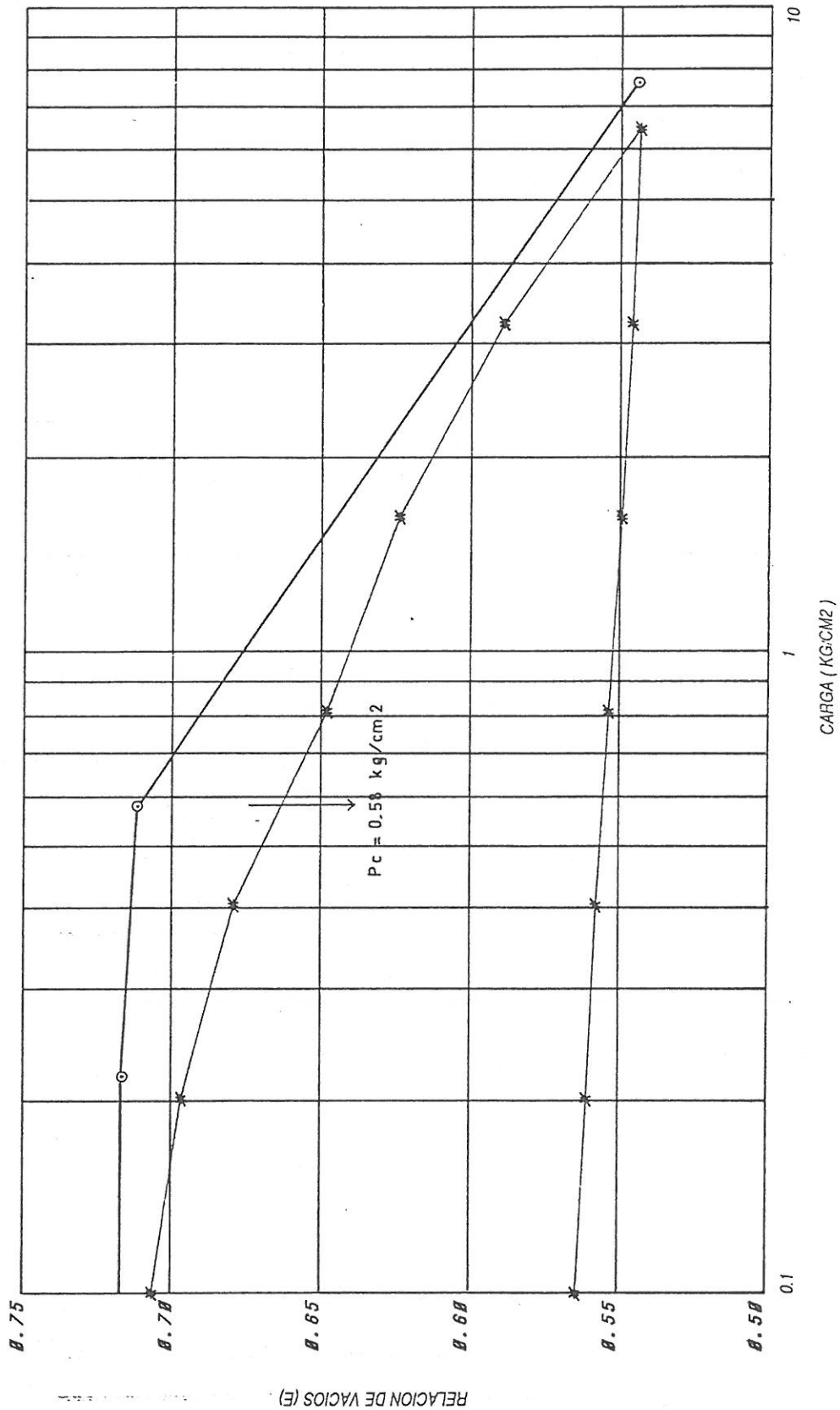
Cc = 0.151
Cr = 0.010
Pc = 0.58 kg/cm²
e. = 0.716

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm^2)

PROYECTO : *Microzonif. Sismica de Ica*
UBICACION : *Ciudad Universitaria*
FECHA : *SETIEMBRE 1992*

CALICATA : *C-5*
MUESTRA : *MJ-1*
ESTADO : *INALTERADA*





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Hogar de menores

CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : CL
PROFUNDIDAD : 1.50-2.00
HUMEDAD INIC. : 6.54 %
HUMEDAD FIN. : 32.73 %
G. SATURAC. IN.: 18.40 %
G. SATURAC. FN.: 99.20 %
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA MUESTRA : MI-1
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica ESTADO : INALTERADA
UBICACION : Hogar de menores DIAMETRO = 5.99 cm
FECHA INICIO : 09-09-92 ALTURA = 1.93 cm
FECHA TERMINO : 22-09-92 GRAV. ESP. = 2.70 gr/cm³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.10	11.790	0.059	19.27	0.954	1.382	0.31	9.64	0.374
0.20	11.720	0.129	19.24	0.946	1.387	0.67	9.62	0.648
0.40	11.585	0.264	19.17	0.933	1.397	1.37	9.58	0.779
0.80	11.377	0.472	19.06	0.912	1.412	2.45	9.53	0.770
1.60	11.094	0.755	18.92	0.883	1.434	3.91	9.46	0.449
3.20	10.695	1.154	18.72	0.842	1.466	5.98	9.36	1.029
6.40	10.222	1.627	18.49	0.794	1.505	8.43	9.24	0.599
3.20	10.259	1.590	18.51	0.798	1.502	8.24	9.25	
1.60	10.312	1.537	18.53	0.803	1.497	7.96	9.27	
0.80	10.368	1.481	18.56	0.809	1.492	7.67	9.28	
0.40	10.419	1.430	18.59	0.814	1.488	7.41	9.29	
0.20	10.467	1.382	18.61	0.819	1.484	7.16	9.30	
0.10	10.498	1.351	18.62	0.822	1.482	7.00	9.31	

RELACION INICIAL DE VACIOS
PRESION DE CONSOLIDACION
INDICE DE COMPRESION
INDICE DE EXPANSION

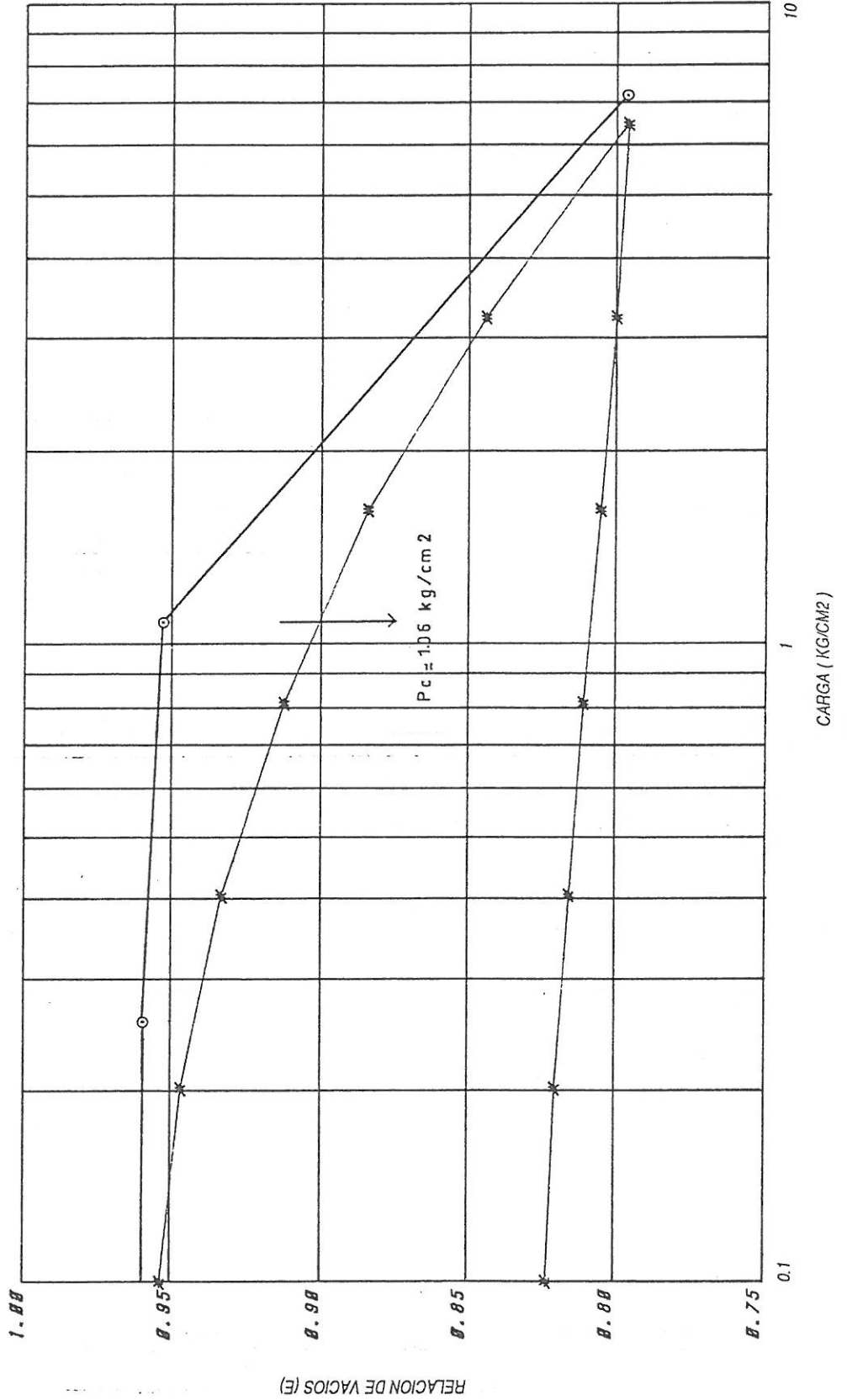
e. = 0.960
Pc = 1.060 kg/cm²
Cc = 0.167
Cs = 0.014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Sigmas de Ica
UBICACION : Hogar de menores
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-6
MUESTRA : M1-1
ESTADO : INALTERADA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Hogar de menores

CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : ML
PROFUNDIDAD : 2.90-3.80
HUMEDAD INIC. : 7.99 %
HUMEDAD FIN. : 30.24 %
G. SATURAC. IN.: 23.43 %
G. SATURAC. FN.: 94.94 %
FECHA INICIO : 10-09-92
FECHA TERMINO : 24-09-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Hogar de menores
FECHA INICIO : 10-09-92
FECHA TERMINO : 24-09-92
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA
DIAMETRO = 5.98 cm
ALTURA = 1.90 cm
GRAV. ESP. = 2.82 gr/cm³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.10	4.332	0.018	18.99	0.960	1.439	0.09	9.50	0.236
0.20	4.250	0.100	18.95	0.951	1.445	0.53	9.48	0.844
0.40	4.150	0.200	18.90	0.941	1.453	1.05	9.45	0.789
0.80	3.953	0.397	18.80	0.921	1.468	2.09	9.40	1.037
1.60	3.682	0.668	18.67	0.893	1.490	3.52	9.33	0.739
3.20	3.319	1.031	18.48	0.855	1.520	5.43	9.24	0.397
6.40	2.838	1.512	18.24	0.806	1.562	7.96	9.12	0.706
3.20	2.859	1.491	18.25	0.808	1.560	7.85	9.13	
1.60	2.917	1.433	18.28	0.814	1.555	7.54	9.14	
0.80	2.968	1.382	18.31	0.819	1.550	7.27	9.15	
0.40	3.019	1.331	18.33	0.824	1.546	7.01	9.17	
0.20	3.069	1.281	18.36	0.829	1.541	6.74	9.18	
0.10	3.121	1.229	18.39	0.835	1.537	6.47	9.19	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

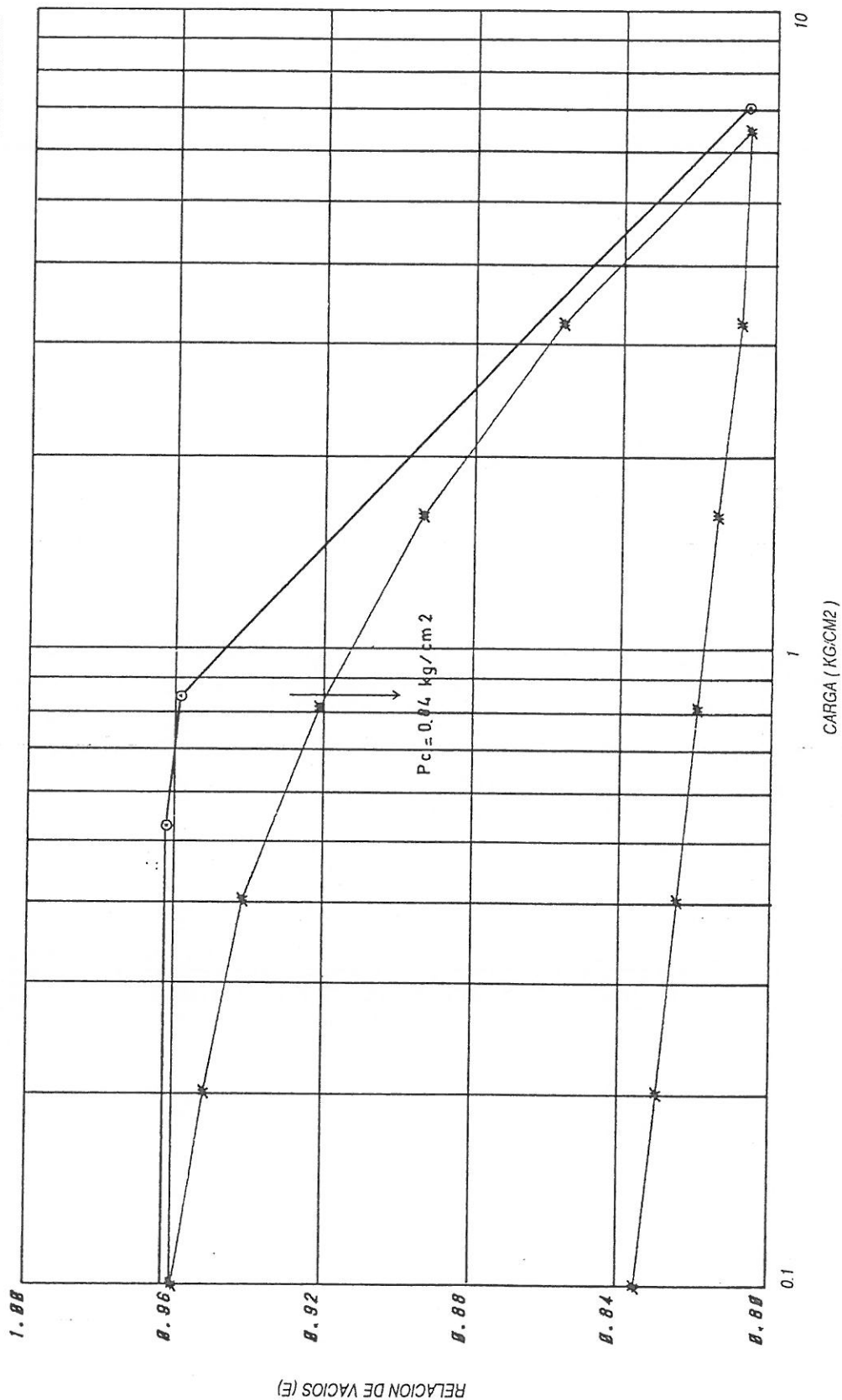
Cc = 0.166
Cr = 0.015
Pc = 0.84 kg/cm²
e. = 0.962

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Hogar de menores
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-2
ESTADO : INALTERADA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Terminal terrestre Soyuz

CALICATA : C-7
MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
CLASIF. SUCS : ML
PROFUNDIDAD : 1.40-3.40
HUMEDAD INIC. : 6.74 %
HUMEDAD FIN. : 33.10 %
G. SATURAC. IN.: 15.94 %
G. SATURAC. FN.: 87.81 %
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Terminal terrestre Soyuz
FECHA INICIO : 09-09-92
FECHA TERMINO : 22-09-92

MUESTRA : MI-1
ESTADO : INALTERADA
DIAMETRO = 6.00 cm
ALTURA = 2.00 cm
GRAV. ESP. = 2.73 gr/cm³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.10	5.308	0.027	19.99	1.152	1.269	0.14	9.99	0.034
0.20	5.202	0.133	19.93	1.141	1.275	0.66	9.97	0.585
0.40	4.999	0.336	19.83	1.119	1.289	1.68	9.92	0.326
0.80	4.540	0.795	19.60	1.069	1.319	3.98	9.80	0.673
1.60	4.053	1.282	19.36	1.017	1.354	6.41	9.68	0.795
3.20	3.402	1.933	19.03	0.947	1.402	9.67	9.52	0.948
6.40	2.632	2.703	18.65	0.864	1.465	13.52	9.32	0.737
3.20	2.643	2.692	18.65	0.865	1.464	13.46	9.33	
1.60	2.682	2.653	18.67	0.869	1.461	13.27	9.34	
0.80	2.758	2.577	18.71	0.877	1.454	12.89	9.36	
0.40	2.846	2.489	18.76	0.887	1.447	12.45	9.38	
0.20	2.932	2.403	18.80	0.896	1.440	12.02	9.40	
0.10	2.997	2.338	18.83	0.903	1.435	11.69	9.42	

INDICE DE COMPRESION
INDICE DE RECOMPRESION
CARGA DE PRECONSOLIDACION
RELACION DE VACIOS INICIAL

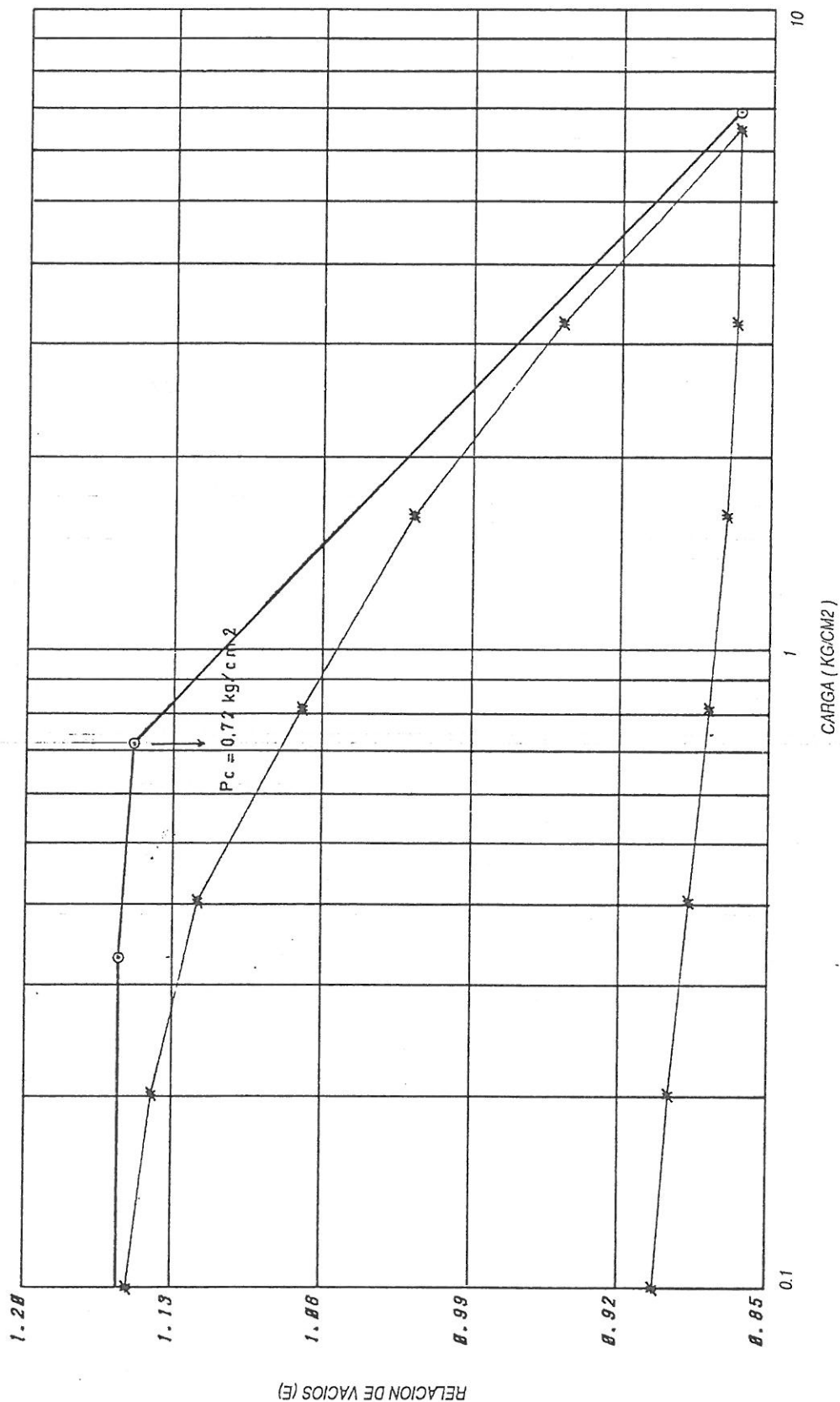
Cc = 0.290
Cr = 0.018
Pc = 0.72 kg/cm²
e. = 1.155

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : Microzonif. Siemloa de Ica
UBICACION : Terminal terrestre Soyuz
FECHA : SETIEMBRE 1992

CALICATA : C-7
MUESTRA : M1-1
ESTADO : INALTERADA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif.Sismica de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco

CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 1.80-2.30
CLASIF. SUCS : ML
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	1.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.93	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.29	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	7.90	%	C.HUMEDAD FIN.	=	33.66	%
G.SATURAC. INIC.	=	19.38	%	G.SATURAC. FIN.	=	82.60	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.07
0.10	0.10	0.10
0.15	0.11	0.11
0.25	0.14	0.14
0.50	0.19	0.19
0.75	0.21	0.21
1.00	0.23	0.23
1.25	0.24	0.24
1.50	0.25	0.25
1.75	0.27	0.27
2.00	0.28	0.28
2.50	0.30	0.30
3.00	0.31	0.31
3.50	0.32	0.32
4.00	0.32	0.32
4.50	0.32	0.32
5.00	0.33	0.33
6.00	0.33	0.33
7.00	0.33	0.33
8.00	0.34	0.34
9.00	0.34	0.34
10.00	0.35	0.35
11.00	0.35	0.35
12.00	0.35	0.35
13.00	0.35	0.35
14.00	0.35	0.35
15.00	0.35	0.35



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	2.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.93	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.32	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	8.71	%	C.HUMEDAD FIN.	=	33.51	%
G.SATURAC. INIC.	=	22.30	%	G.SATURAC. FIN.	=	85.85	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.15	0.08
0.10	0.23	0.12
0.15	0.28	0.14
0.25	0.40	0.20
0.50	0.48	0.24
0.75	0.58	0.29
1.00	0.64	0.32
1.25	0.68	0.34
1.50	0.70	0.35
1.75	0.72	0.36
2.00	0.74	0.37
2.50	0.76	0.38
3.00	0.78	0.39
3.50	0.78	0.39
4.00	0.77	0.39
4.50	0.77	0.39
5.00	0.76	0.38
6.00	0.76	0.38
7.00	0.76	0.38
8.00	0.76	0.38
9.00	0.75	0.38
10.00	0.75	0.38
11.00	0.75	0.38
12.00	0.75	0.38
13.00	0.75	0.38
14.00	0.75	0.38
15.00	0.75	0.38



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.31 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 6.96 % C.HUMEDAD FIN. = 33.29 %
G.SATURAC. INIC. = 17.34 % G.SATURAC. FIN. = 82.96 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.38	0.10
0.10	0.49	0.12
0.15	0.60	0.15
0.25	0.71	0.18
0.50	0.90	0.23
0.75	1.00	0.25
1.00	1.06	0.27
1.25	1.09	0.27
1.50	1.12	0.28
1.75	1.14	0.29
2.00	1.16	0.29
2.50	1.17	0.29
3.00	1.19	0.30
3.50	1.20	0.30
4.00	1.21	0.30
4.50	1.22	0.31
5.00	1.22	0.31
6.00	1.22	0.31
7.00	1.23	0.31
8.00	1.23	0.31
9.00	1.24	0.31
10.00	1.24	0.31
11.00	1.24	0.31
12.00	1.23	0.31
13.00	1.23	0.31
14.00	1.23	0.31
15.00	1.23	0.31

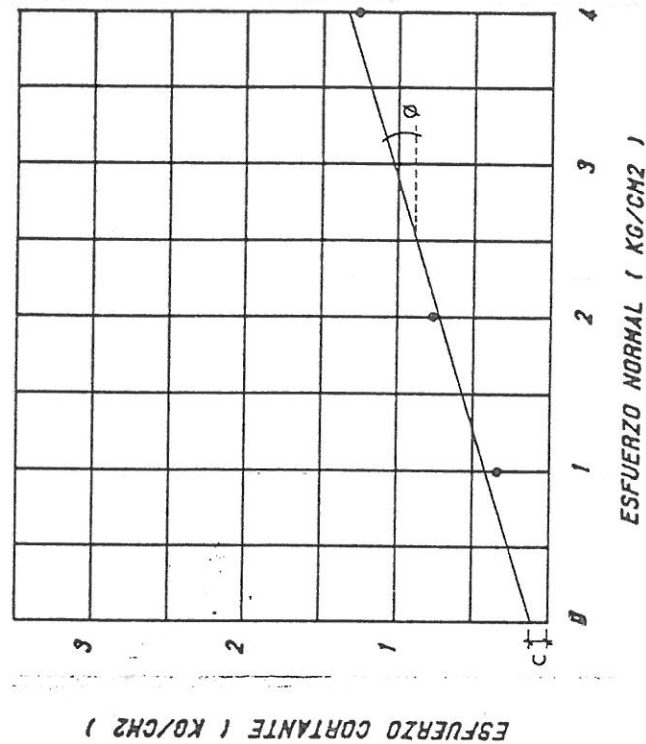
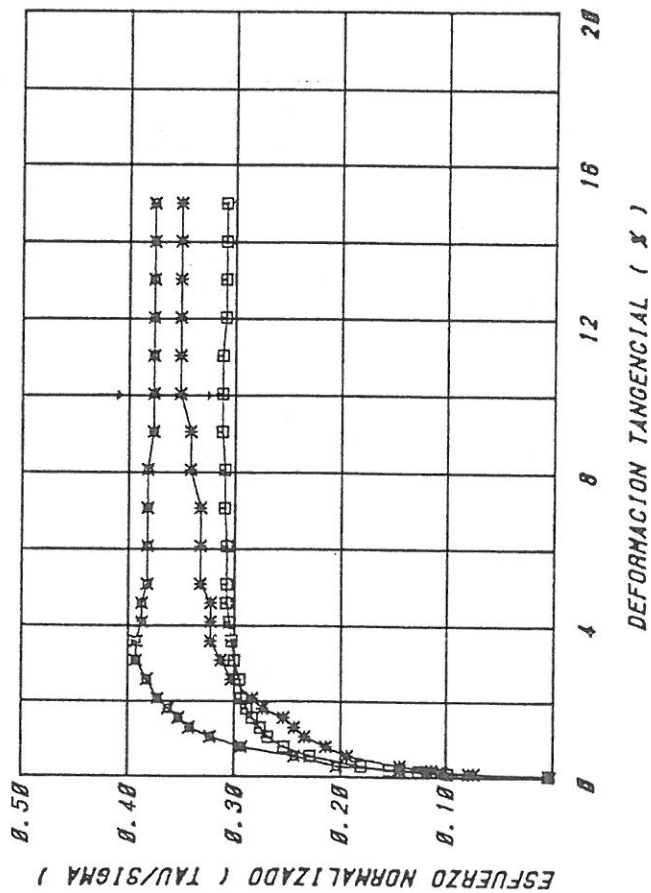
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
LUGAR : Urb. Puente Blanco
CALICATA : C-1
MUESTRA : M1-1
PROFUNDIDAD : 1.80-2.30
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : ML
FECHA : SETIEMBRE 1992

$C = 0.12 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 17.4^\circ$

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			Inicial	final		
1	6.00	1.93	7.90	33.66	1.29	1.00
2	6.00	1.93	8.71	33.51	1.32	2.00
3	6.00	1.94	6.96	33.29	1.31	4.00





JORGE ELIAS ALVA HURTADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Urb. Puente Blanco

CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 2.60-4.25
CLASIF. SUCS : SM
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	1.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.92	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.39	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	4.97	%	C.HUMEDAD FIN.	=	30.40	%
G.SATURAC. INIC.	=	14.30	%	G.STURAC. FIN.	=	87.40	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.08	0.08
0.10	0.12	0.12
0.15	0.14	0.14
0.25	0.19	0.19
0.50	0.29	0.29
0.75	0.36	0.36
1.00	0.41	0.41
1.25	0.44	0.44
1.50	0.47	0.47
1.75	0.50	0.50
2.00	0.51	0.51
2.50	0.52	0.52
3.00	0.52	0.52
3.50	0.53	0.53
4.00	0.53	0.53
4.50	0.53	0.53
5.00	0.53	0.53
6.00	0.52	0.52
7.00	0.52	0.52
8.00	0.52	0.52
9.00	0.52	0.52
10.00	0.51	0.51
11.00	0.51	0.51
12.00	0.51	0.51
13.00	0.51	0.51
14.00	0.51	0.51
15.00	0.51	0.51



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.91 cms. DENSIDAD SECA = 1.48 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 3.73 % C.HUMEDAD FIN. = 28.65 %
G.SATURAC. INIC. = 12.20 % G.STURAC. FIN. = 93.66 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.55	0.14
0.10	0.73	0.18
0.15	0.85	0.21
0.25	1.06	0.27
0.50	1.44	0.36
0.75	1.69	0.42
1.00	1.87	0.47
1.25	1.97	0.49
1.50	2.05	0.51
1.75	2.11	0.53
2.00	2.16	0.54
2.50	2.23	0.56
3.00	2.29	0.57
3.50	2.31	0.58
4.00	2.34	0.59
4.50	2.35	0.59
5.00	2.35	0.59
6.00	2.34	0.59
7.00	2.32	0.58
8.00	2.30	0.58
9.00	2.26	0.57
10.00	2.21	0.55
11.00	2.16	0.54
12.00	2.11	0.53
13.00	2.10	0.53
14.00	2.08	0.52
15.00	2.06	0.52



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 2.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.92 cms. DENSIDAD SECA = 1.41 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 5.15 % C.HUMEDAD FIN. = 30.06 %
G.SATURAC. INIC. = 15.19 % G.SATURAC. FIN. = 88.65 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.17	0.09
0.10	0.25	0.13
0.15	0.30	0.15
0.25	0.38	0.19
0.50	0.51	0.26
0.75	0.64	0.32
1.00	0.70	0.35
1.25	0.76	0.38
1.50	0.81	0.41
1.75	0.84	0.42
2.00	0.86	0.43
2.50	0.90	0.45
3.00	0.93	0.47
3.50	0.93	0.47
4.00	0.93	0.47
4.50	0.93	0.47
5.00	0.93	0.47
6.00	0.92	0.46
7.00	0.92	0.46
8.00	0.51	0.26
9.00	0.51	0.26
10.00	0.51	0.26
11.00	0.90	0.45
12.00	0.90	0.45
13.00	0.90	0.45
14.00	0.90	0.45
15.00	0.90	0.45

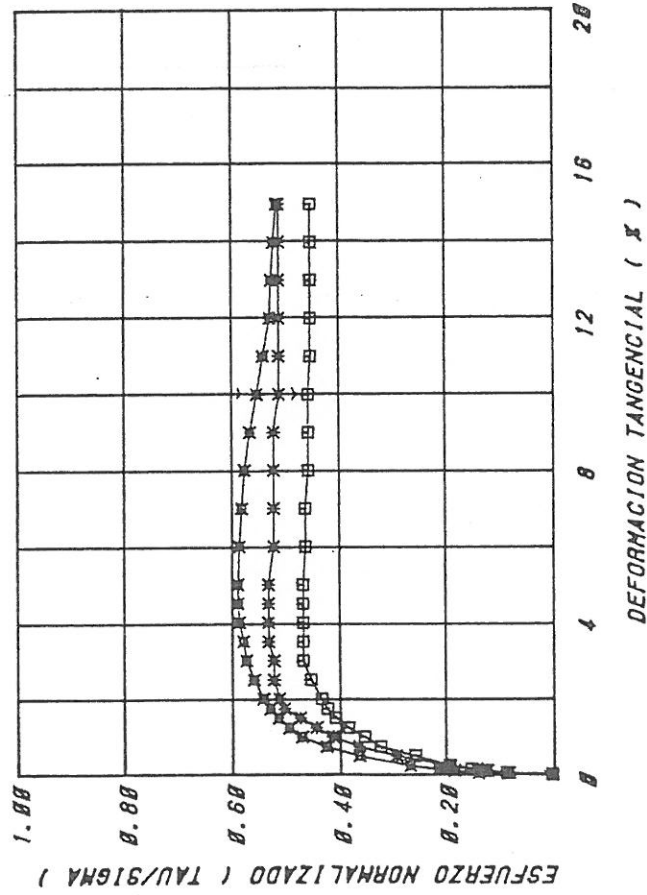
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

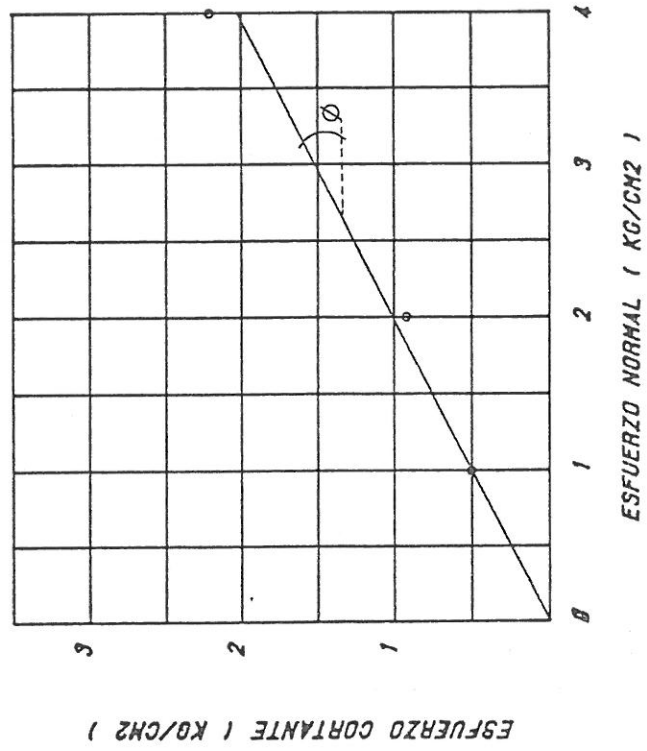
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
LUGAR : Puente Blanco
CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 2.60-4.25
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : SM
FECHA : SETIEMBRE 1992

$C = 0.0 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 26.8^\circ$

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			Inicial	final		
1	6.00	1.92	4.97	30.40	1.39	1.00
2	6.00	1.91	3.73	28.65	1.48	4.00
3	6.00	1.92	5.15	30.06	1.41	2.00



* 1
x 2
□ 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica

CALICATA : C-3
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 0.00-1.25
CLASIF. SUCS : CL
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIMEBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO = 5.99 cms. ESFUERZO NORMAL = 1.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.18 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 18.90 % C.HUMEDAD FIN. = 42.98 %
G.SATURAC. INIC. = 39.61 % G.STURAC. FIN. = 90.08 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.09	0.09
0.10	0.12	0.12
0.15	0.14	0.14
0.25	0.19	0.19
0.50	0.31	0.31
0.75	0.40	0.40
1.00	0.47	0.47
1.25	0.52	0.52
1.50	0.56	0.56
1.75	0.60	0.60
2.00	0.63	0.63
2.50	0.67	0.67
3.00	0.69	0.69
3.50	0.70	0.70
4.00	0.70	0.70
4.50	0.70	0.70
5.00	0.69	0.69
6.00	0.66	0.66
7.00	0.65	0.65
8.00	0.63	0.63
9.00	0.62	0.62
10.00	0.61	0.61
11.00	0.61	0.61
12.00	0.61	0.61
13.00	0.61	0.61
14.00	0.61	0.61
15.00	0.61	0.61



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO = 5.99 cms. ESFUERZO NORMAL = 2.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.92 cms. DENSIDAD SECA = 1.16 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 20.66 % C.HUMEDAD FIN. = 41.71 %
G.SATURAC. INIC. = 41.81 % G.SATURAC. FIN. = 84.43 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.26	0.13
0.10	0.36	0.18
0.15	0.42	0.21
0.25	0.56	0.28
0.50	0.80	0.40
0.75	0.97	0.49
1.00	1.09	0.55
1.25	1.18	0.59
1.50	1.26	0.63
1.75	1.32	0.66
2.00	1.35	0.68
2.50	1.36	0.68
3.00	1.38	0.69
3.50	1.36	0.68
4.00	1.32	0.66
4.50	1.31	0.66
5.00	1.30	0.65
6.00	1.25	0.63
7.00	1.19	0.60
8.00	1.13	0.57
9.00	1.07	0.54
10.00	1.04	0.52
11.00	1.02	0.51
12.00	0.99	0.50
13.00	0.95	0.48
14.00	0.94	0.47
15.00	0.93	0.47



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.93 cms. DENSIDAD SECA = 1.20 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 20.40 % C.HUMEDAD FIN. = 39.08 %
G.SATURAC. INIC. = 43.76 % G.STURAC. FIN. = 83.81 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.43	0.11
0.10	0.59	0.15
0.15	0.70	0.18
0.25	0.91	0.23
0.50	1.23	0.31
0.75	1.45	0.36
1.00	1.70	0.43
1.25	1.90	0.48
1.50	2.05	0.51
1.75	2.17	0.54
2.00	2.28	0.57
2.50	2.42	0.61
3.00	2.52	0.63
3.50	2.55	0.64
4.00	2.52	0.63
4.50	2.52	0.63
5.00	2.49	0.62
6.00	2.50	0.63
7.00	2.46	0.62
8.00	2.44	0.61
9.00	2.43	0.61
10.00	2.39	0.60
11.00	2.35	0.59
12.00	2.33	0.58
13.00	2.33	0.58
14.00	2.33	0.58
15.00	2.32	0.58

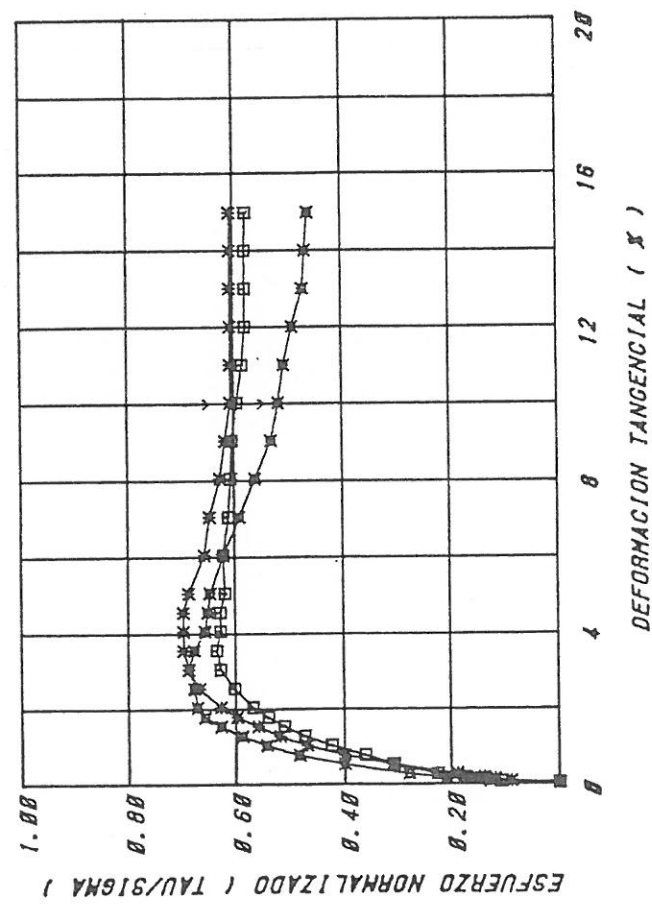
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

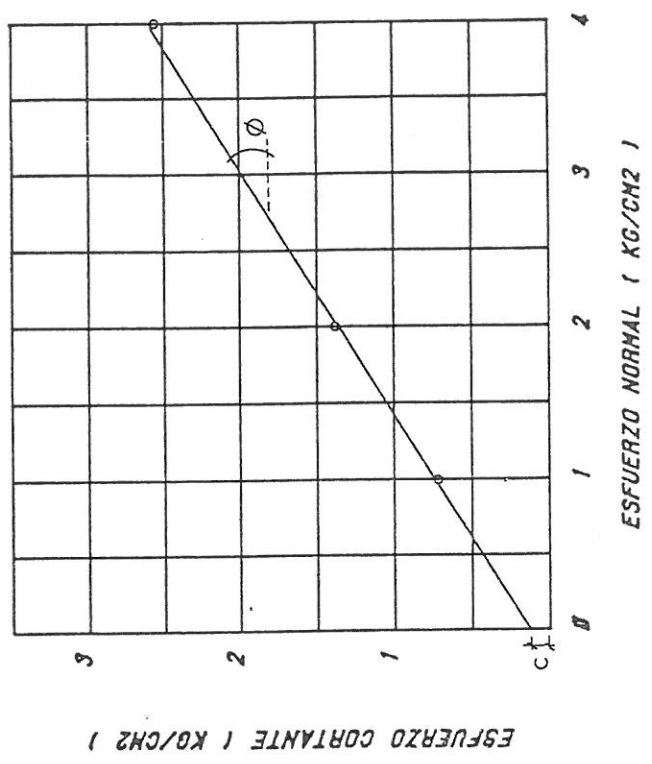
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
LUGAR : Colegio de Ingenieros de Ica
CALICATA : C-3
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 0.00-1.25
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : CL
FECHA : SETIEMBRE 1992

C= 0.12 kg/cm² ϕ = 31.7°

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			inicial	final		
1	5.99	1.94	18.90	42.98	1.18	1.00
2	5.99	1.92	20.66	41.71	1.16	2.00
3	6.00	1.93	20.40	39.08	1.20	4.00



* 1 x 2
□ 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Colegio de Ingenieros de Ica

CALICATA : C-3
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 1.70-3.60
CLASIF. SUCS : ML
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 1.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.93 cms. DENSIDAD SECA = 1.26 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 26.54 % C.HUMEDAD FIN. = 41.68 %
G.SATURAC. INIC. = 62.67 % G.SATURAC. FIN. = 98.42 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.18	0.18
0.10	0.26	0.26
0.15	0.32	0.32
0.25	0.40	0.40
0.50	0.62	0.62
0.75	0.79	0.79
1.00	0.92	0.92
1.25	1.00	1.00
1.50	1.03	1.03
1.75	1.03	1.03
2.00	1.00	1.00
2.50	0.96	0.96
3.00	0.90	0.90
3.50	0.88	0.88
4.00	0.88	0.88
4.50	0.87	0.87
5.00	0.87	0.87
6.00	0.86	0.86
7.00	0.84	0.84
8.00	0.82	0.82
9.00	0.80	0.80
10.00	0.78	0.78
11.00	0.78	0.78
12.00	0.78	0.78
13.00	0.77	0.77
14.00	0.77	0.77
15.00	0.77	0.77



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO	=	5.98	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	4.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.91	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.23	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	26.02	%	C.HUMEDAD FIN.	=	39.98	%
G.SATURAC. INIC.	=	59.55	%	G.STURAC. FIN.	=	91.53	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.48	0.12
0.10	0.72	0.18
0.15	1.00	0.25
0.25	1.23	0.31
0.50	1.65	0.41
0.75	1.85	0.46
1.00	1.98	0.50
1.25	2.01	0.50
1.50	2.04	0.51
1.75	1.98	0.50
2.00	1.92	0.48
2.50	1.80	0.45
3.00	1.75	0.44
3.50	1.70	0.43
4.00	1.64	0.41
4.50	1.59	0.40
5.00	1.56	0.39
6.00	1.51	0.38
7.00	1.46	0.37
8.00	1.43	0.36
9.00	1.41	0.35
10.00	1.40	0.35
11.00	1.39	0.35
12.00	1.39	0.35
13.00	1.39	0.35
14.00	1.39	0.35
15.00	1.39	0.35



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 2.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.24 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 27.12 % C.HUMEDAD FIN. = 41.01 %
G.SATURAC. INIC. = 62.17 % G.STURAC. FIN. = 94.00 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.24	0.12
0.10	0.37	0.19
0.15	0.48	0.24
0.25	0.69	0.35
0.50	1.06	0.53
0.75	1.26	0.63
1.00	1.32	0.66
1.25	1.34	0.67
1.50	1.39	0.70
1.75	1.39	0.70
2.00	1.37	0.69
2.50	1.33	0.67
3.00	1.29	0.65
3.50	1.24	0.62
4.00	1.21	0.61
4.50	1.18	0.59
5.00	1.12	0.56
6.00	1.08	0.54
7.00	1.05	0.53
8.00	1.03	0.52
9.00	1.01	0.51
10.00	0.99	0.50
11.00	0.98	0.49
12.00	0.97	0.49
13.00	0.95	0.48
14.00	0.93	0.47
15.00	0.91	0.46



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Urb. La estancia

CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 3.10-3.50
CLASIF. SUCS : CL
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 1.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.45 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 24.21 % C.HUMEDAD FIN. = 34.23 %
G.SATURAC. INIC. = 73.20 % G.STURAC. FIN. = 100.00 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.11	0.11
0.10	0.15	0.15
0.15	0.20	0.20
0.25	0.27	0.27
0.50	0.43	0.43
0.75	0.55	0.55
1.00	0.60	0.60
1.25	0.61	0.61
1.50	0.62	0.62
1.75	0.60	0.60
2.00	0.57	0.57
2.50	0.55	0.55
3.00	0.53	0.53
3.50	0.52	0.52
4.00	0.51	0.51
4.50	0.50	0.50
5.00	0.48	0.48
6.00	0.47	0.47
7.00	0.47	0.47
8.00	0.46	0.46
9.00	0.45	0.45
10.00	0.44	0.44
11.00	0.44	0.44
12.00	0.44	0.44
13.00	0.43	0.43
14.00	0.43	0.43
15.00	0.43	0.43



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 2.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.93 cms. DENSIDAD SECA = 1.41 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 60.12 % C.HUMEDAD FIN. = 28.56 %
G.SATURAC. INIC. = 100.00 % G.SATURAC. FIN. = 81.60 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.29	0.15
0.10	0.45	0.23
0.15	0.52	0.26
0.25	0.65	0.33
0.50	0.85	0.43
0.75	0.99	0.50
1.00	1.05	0.53
1.25	1.11	0.56
1.50	1.12	0.56
1.75	1.12	0.56
2.00	1.13	0.57
2.50	1.10	0.55
3.00	1.08	0.54
3.50	1.05	0.53
4.00	1.02	0.51
4.50	1.00	0.50
5.00	0.97	0.49
6.00	0.93	0.47
7.00	0.90	0.45
8.00	0.87	0.44
9.00	0.84	0.42
10.00	0.80	0.40
11.00	0.77	0.39
12.00	0.76	0.38
13.00	0.75	0.38
14.00	0.73	0.37
15.00	0.72	0.36



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.33 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC.= 66.08 % C.HUMEDAD FIN. = 30.81 %
G.SATURAC. INIC.=100.00 % G.STURAC. FIN. = 78.80 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.43	0.11
0.10	0.59	0.15
0.15	0.74	0.19
0.25	0.88	0.22
0.50	1.19	0.30
0.75	1.36	0.34
1.00	1.54	0.39
1.25	1.61	0.40
1.50	1.68	0.42
1.75	1.75	0.44
2.00	1.75	0.44
2.50	1.75	0.44
3.00	1.75	0.44
3.50	1.72	0.43
4.00	1.67	0.42
4.50	1.62	0.41
5.00	1.57	0.39
6.00	1.51	0.38
7.00	1.49	0.37
8.00	1.47	0.37
9.00	1.45	0.36
10.00	1.43	0.36
11.00	1.41	0.35
12.00	1.39	0.35
13.00	1.37	0.34
14.00	1.36	0.34
15.00	1.35	0.34

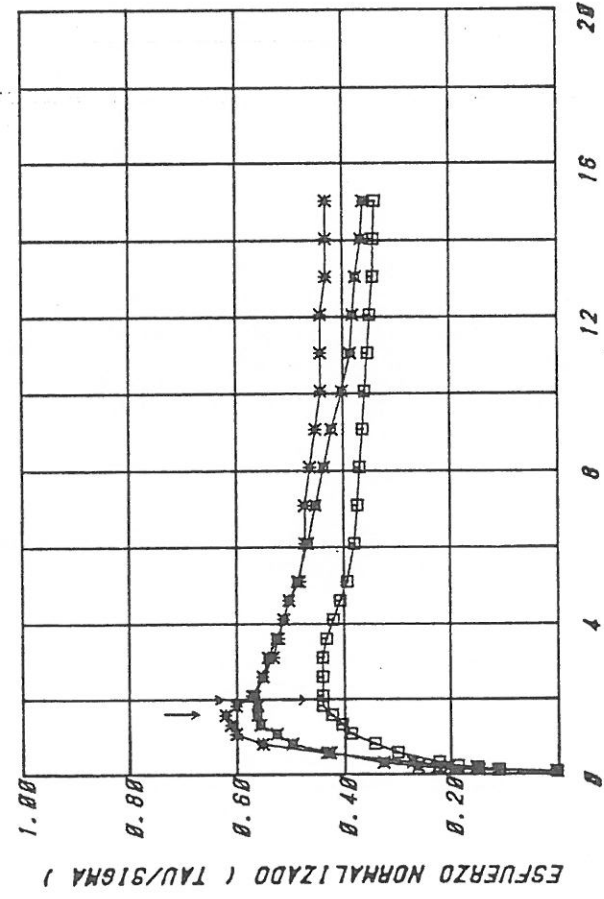
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

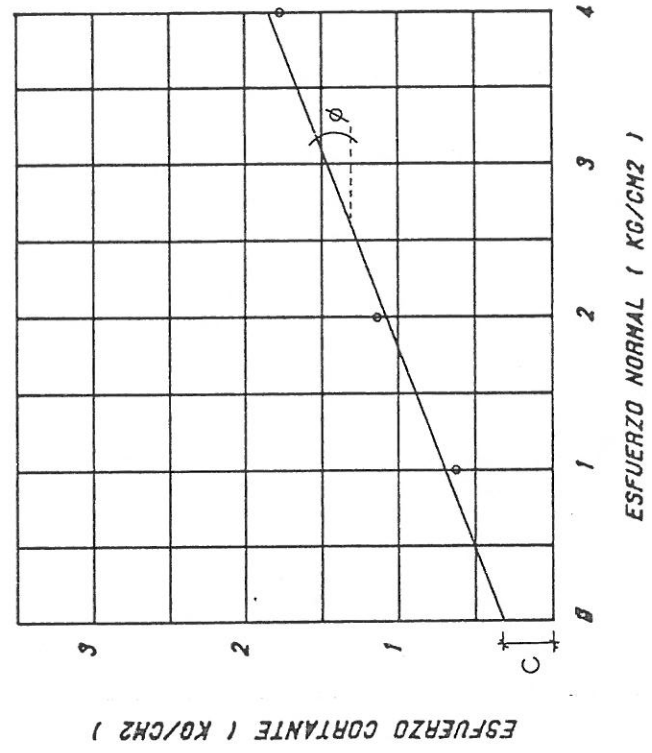
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
LUGAR : Urb. La estanca
CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 3.10-3.50
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : CL
FECHA : SETIEMBRE 1992

C= 0.3 kg/cm2 $\phi= 21.2^\circ$

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			inicial	final		
1	6.00	1.94	24.21	34.23	1.45	1.00
2	6.00	1.93	60.12	28.56	1.41	2.00
3	6.00	1.94	66.00	30.81	1.33	4.00



* 1
x 2
□ 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Urb. La Estancia

CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 4.00-4.55
CLASIF. SUCS : CL
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 1.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.42 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 18.38 % C.HUMEDAD FIN. = 32.94 %
G.SATURAC. INIC. = 56.42 % G.STURAC. FIN. = 100.00 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.08	0.08
0.10	0.14	0.14
0.15	0.20	0.20
0.25	0.27	0.27
0.50	0.43	0.43
0.75	0.53	0.53
1.00	0.60	0.60
1.25	0.63	0.63
1.50	0.64	0.64
1.75	0.65	0.65
2.00	0.64	0.64
2.50	0.61	0.61
3.00	0.60	0.60
3.50	0.60	0.60
4.00	0.60	0.60
4.50	0.60	0.60
5.00	0.60	0.60
6.00	0.59	0.59
7.00	0.59	0.59
8.00	0.59	0.59
9.00	0.59	0.59
10.00	0.59	0.59
11.00	0.59	0.59
12.00	0.59	0.59
13.00	0.59	0.59
14.00	0.59	0.59
15.00	0.59	0.59



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 2.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.92 cms. DENSIDAD SECA = 1.64 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 20.40 % C.HUMEDAD FIN. = 30.14 %
G.SATURAC. INIC. = 88.01 % G.STURAC. FIN. = 100.00 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.25	0.13
0.10	0.29	0.15
0.15	0.32	0.16
0.25	0.35	0.18
0.50	0.40	0.20
0.75	0.45	0.23
1.00	0.50	0.25
1.25	0.55	0.28
1.50	0.59	0.30
1.75	0.63	0.32
2.00	0.67	0.34
2.50	0.71	0.36
3.00	0.75	0.38
3.50	0.79	0.40
4.00	0.83	0.42
4.50	0.87	0.44
5.00	0.91	0.46
6.00	0.99	0.50
7.00	1.07	0.54
8.00	1.15	0.58
9.00	1.20	0.60
10.00	1.25	0.63
11.00	1.27	0.64
12.00	1.26	0.63
13.00	1.25	0.63
14.00	1.25	0.63
15.00	1.25	0.63



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	4.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.92	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.66	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	16.83	%	C.HUMEDAD FIN.	=	21.17	%
G.SATURAC. INIC.	=	74.57	%	G.STURAC. FIN.	=	93.81	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.41	0.10
0.10	0.57	0.14
0.15	0.75	0.19
0.25	0.97	0.24
0.50	1.30	0.33
0.75	1.52	0.38
1.00	1.69	0.42
1.25	1.81	0.45
1.50	1.89	0.47
1.75	1.95	0.49
2.00	2.01	0.50
2.50	2.06	0.52
3.00	2.10	0.53
3.50	2.10	0.53
4.00	2.11	0.53
4.50	2.08	0.52
5.00	2.04	0.51
6.00	2.00	0.50
7.00	1.96	0.49
8.00	1.89	0.47
9.00	1.84	0.46
10.00	1.79	0.45
11.00	1.74	0.44
12.00	1.70	0.43
13.00	1.67	0.42
14.00	1.66	0.42
15.00	1.65	0.41

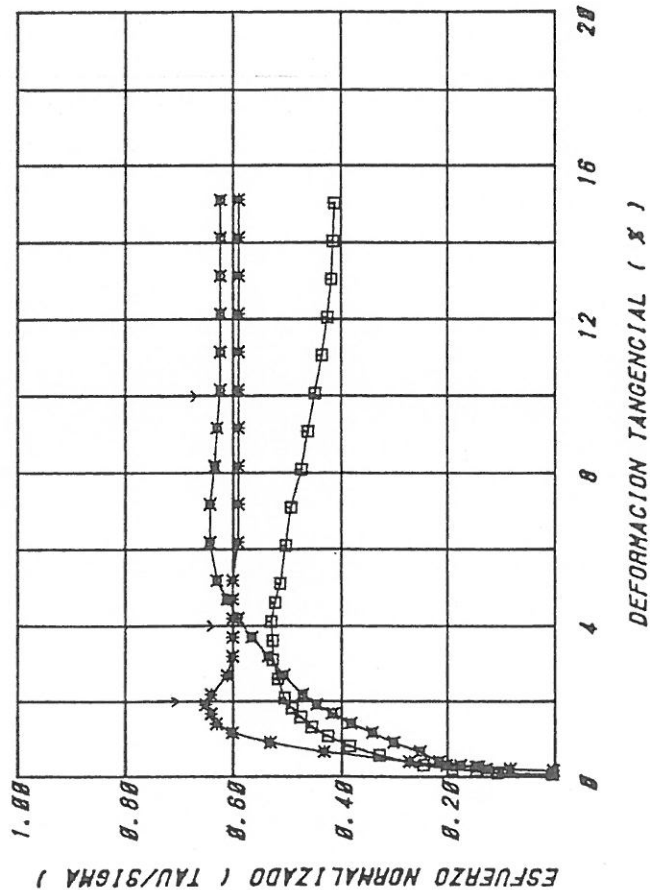
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

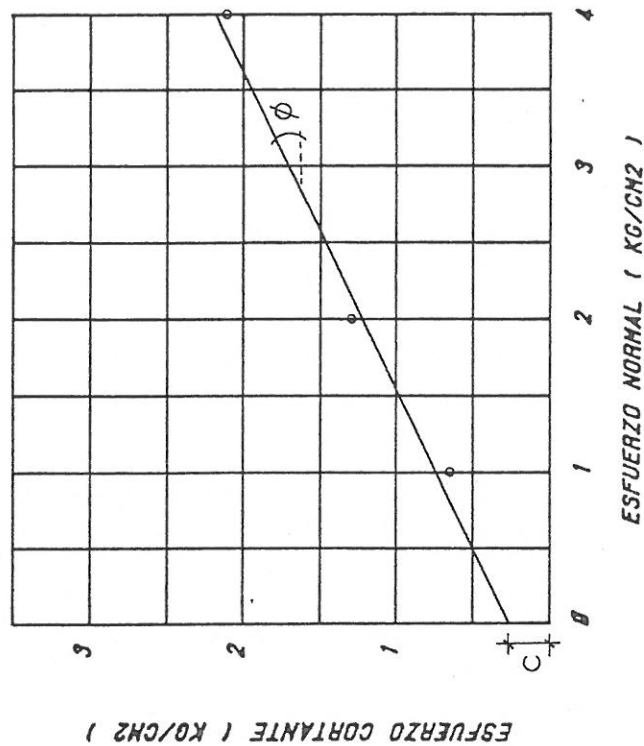
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
LUGAR : Urb. La Estanola
CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 4.00-4.55
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : CL
FECHA : SETIEMBRE 1992

$C = 0.26 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 26^\circ$

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			Inicial	final		
1	6.00	1.94	18.38	32.94	1.42	1.00
2	6.00	1.92	20.40	30.14	1.64	2.00
3	6.00	1.92	16.83	21.17	1.66	4.00



* 1
x 2
□ 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Ciudad Universitaria

CALICATA : C-5
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 0.95-1.45
CLASIF. SUCS : SC
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	1.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.91	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.67	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	4.55	%	C.HUMEDAD FIN.	=	18.59	%
G.SATURAC. INIC.	=	19.43	%	G.STURAC. FIN.	=	79.41	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.14	0.14
0.10	0.16	0.16
0.15	0.17	0.17
0.25	0.19	0.19
0.50	0.23	0.23
0.75	0.27	0.27
1.00	0.29	0.29
1.25	0.32	0.32
1.50	0.35	0.35
1.75	0.37	0.37
2.00	0.39	0.39
2.50	0.45	0.45
3.00	0.49	0.49
3.50	0.52	0.52
4.00	0.55	0.55
4.50	0.58	0.58
5.00	0.61	0.61
6.00	0.63	0.63
7.00	0.66	0.66
8.00	0.69	0.69
9.00	0.70	0.70
10.00	0.72	0.72
11.00	0.74	0.74
12.00	0.76	0.76
13.00	0.77	0.77
14.00	0.73	0.73
15.00	0.70	0.70



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 2.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.91 cms. DENSIDAD SECA = 1.61 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 5.62 % C.HUMEDAD FIN. = 18.11 %
G.SATURAC. INIC. = 22.10 % G.SATURAC. FIN. = 71.23 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.18	0.09
0.10	0.25	0.13
0.15	0.29	0.15
0.25	0.37	0.19
0.50	0.51	0.26
0.75	0.60	0.30
1.00	0.67	0.34
1.25	0.73	0.37
1.50	0.79	0.40
1.75	0.84	0.42
2.00	0.89	0.45
2.50	0.96	0.48
3.00	1.03	0.52
3.50	1.10	0.55
4.00	1.15	0.58
4.50	1.20	0.60
5.00	1.25	0.63
6.00	1.34	0.67
7.00	1.38	0.69
8.00	1.42	0.71
9.00	1.43	0.72
10.00	1.44	0.72
11.00	1.45	0.73
12.00	1.46	0.73
13.00	1.46	0.73
14.00	1.46	0.73
15.00	1.46	0.73



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.93 cms. DENSIDAD SECA = 1.65 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 5.13 % C.HUMEDAD FIN. = 16.88 %
G.SATURAC. INIC. = 21.27 % G.SATURAC. FIN. = 69.95 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.36	0.09
0.10	0.50	0.13
0.15	0.60	0.15
0.25	0.71	0.18
0.50	0.91	0.23
0.75	1.06	0.27
1.00	1.18	0.30
1.25	1.27	0.32
1.50	1.35	0.34
1.75	1.43	0.36
2.00	1.49	0.37
2.50	1.63	0.41
3.00	1.77	0.44
3.50	1.90	0.48
4.00	2.04	0.51
4.50	2.18	0.55
5.00	2.31	0.58
6.00	2.53	0.63
7.00	2.75	0.69
8.00	2.79	0.70
9.00	2.83	0.71
10.00	2.87	0.72
11.00	2.91	0.73
12.00	2.96	0.74
13.00	3.00	0.75
14.00	3.04	0.76
15.00	3.08	0.77

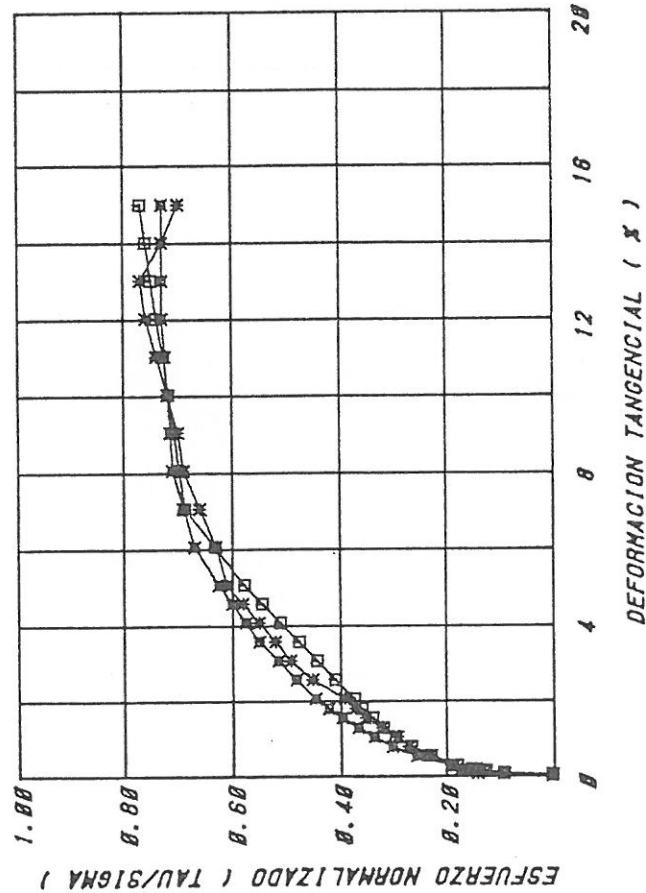
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

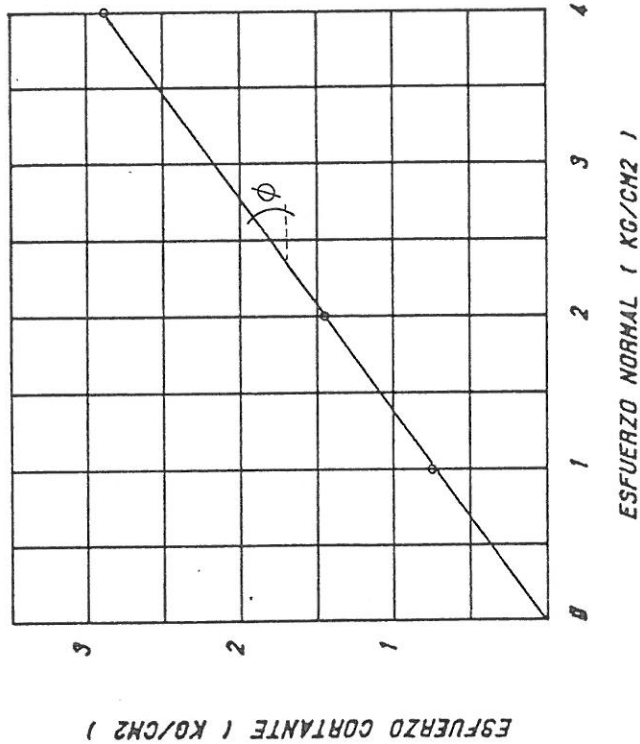
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
LUGAR : Ciudad Universitaria
CALICATA : C-5
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 0.95-1.45
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : SC
FECHA : SETIEMBRE 1992

C= 0.0 kg/cm² ϕ = 35.9°

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			inicial	final		
1	6.00	1.91	4.55	18.59	1.67	1.00
2	6.00	1.91	5.62	18.11	1.61	2.00
3	6.00	1.93	5.19	16.88	1.65	4.00



* 1
□ 2
◇ 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Hogar de menores

CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 1.50-2.00
CLASIF. SUCS : CL
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	1.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.92	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.42	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	8.01	%	C.HUMEDAD FIN.	=	34.28	%
G.SATURAC. INIC.	=	24.03	%	G.SATURAC. FIN.	=	100.00	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.11	0.11
0.10	0.16	0.16
0.15	0.21	0.21
0.25	0.27	0.27
0.50	0.38	0.38
0.75	0.48	0.48
1.00	0.57	0.57
1.25	0.64	0.64
1.50	0.69	0.69
1.75	0.75	0.75
2.00	0.80	0.80
2.50	0.86	0.86
3.00	0.90	0.90
3.50	0.89	0.89
4.00	0.88	0.88
4.50	0.83	0.83
5.00	0.78	0.78
6.00	0.75	0.75
7.00	0.71	0.71
8.00	0.68	0.68
9.00	0.67	0.67
10.00	0.66	0.66
11.00	0.65	0.65
12.00	0.65	0.65
13.00	0.65	0.65
14.00	0.65	0.65
15.00	0.65	0.65



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO	=	5.98	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	4.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.92	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.38	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	5.82	%	C.HUMEDAD FIN.	=	32.68	%
G.SATURAC. INIC.	=	16.50	%	G.STURAC. FIN.	=	92.71	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.41	0.10
0.10	0.57	0.14
0.15	0.68	0.17
0.25	0.85	0.21
0.50	1.15	0.29
0.75	1.36	0.34
1.00	1.51	0.38
1.25	1.62	0.41
1.50	1.70	0.43
1.75	1.78	0.45
2.00	1.82	0.46
2.50	1.92	0.48
3.00	2.00	0.50
3.50	2.06	0.52
4.00	2.11	0.53
4.50	2.15	0.54
5.00	2.15	0.54
6.00	2.14	0.54
7.00	2.16	0.54
8.00	2.06	0.52
9.00	1.98	0.50
10.00	1.93	0.48
11.00	1.89	0.47
12.00	1.88	0.47
13.00	1.83	0.46
14.00	1.82	0.46
15.00	1.80	0.45



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	2.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.94	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.32	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	7.01	%	C.HUMEDAD FIN.	=	32.17	%
G.SATURAC. INIC.	=	18.19	%	G.STURAC. FIN.	=	83.42	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.25	0.13
0.10	0.35	0.18
0.15	0.43	0.22
0.25	0.53	0.27
0.50	0.69	0.35
0.75	0.79	0.40
1.00	0.91	0.46
1.25	1.00	0.50
1.50	1.07	0.54
1.75	1.12	0.56
2.00	1.18	0.59
2.50	1.28	0.64
3.00	1.38	0.69
3.50	1.40	0.70
4.00	1.46	0.73
4.50	1.48	0.74
5.00	1.49	0.75
6.00	1.46	0.73
7.00	1.43	0.72
8.00	1.40	0.70
9.00	1.38	0.69
10.00	1.33	0.67
11.00	1.32	0.66
12.00	1.31	0.66
13.00	1.30	0.65
14.00	1.29	0.65
15.00	1.28	0.64

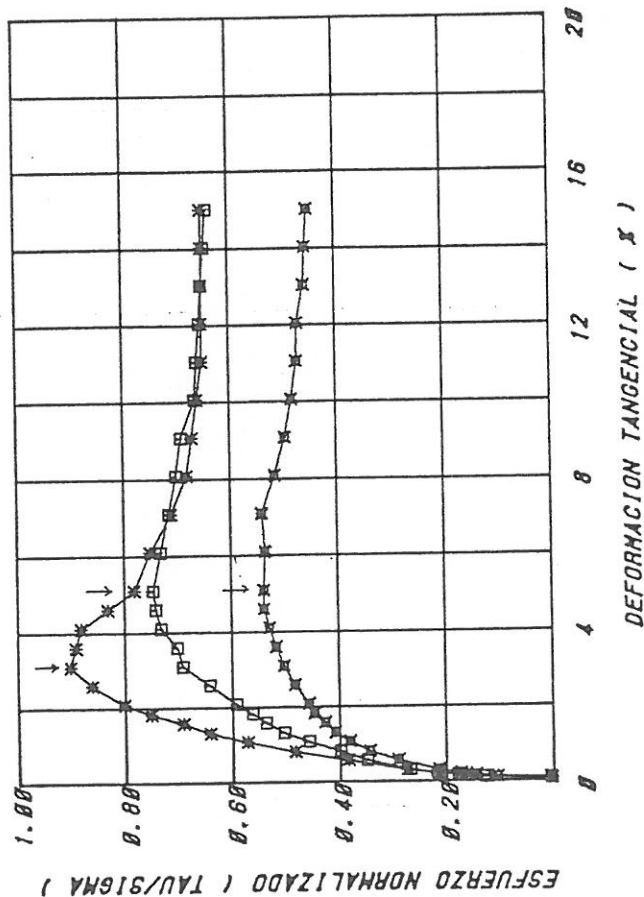
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

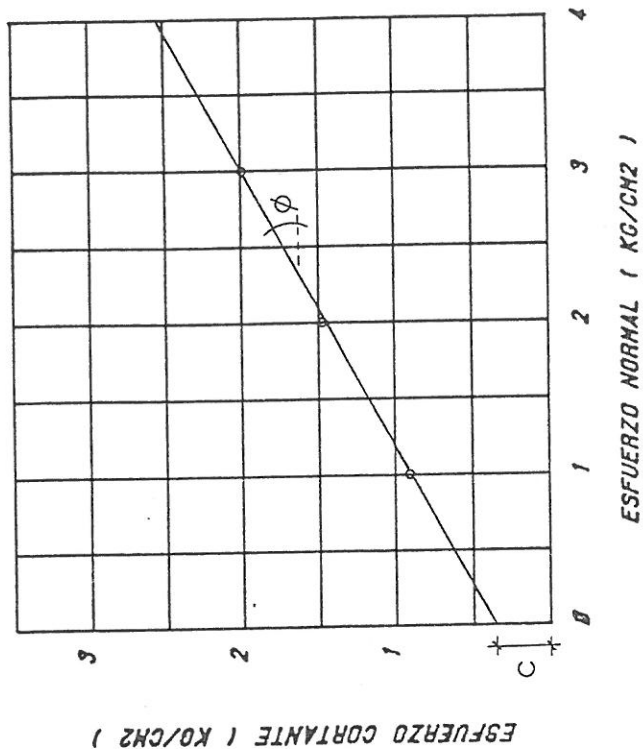
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
LUGAR : Hogar de menores
CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 1.50-2.00
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : CL
FECHA : SETIEMBRE 1992

$C = 0.35 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 28.8^\circ$

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			Inicial	final		
1	6.00	1.92	8.01	34.28	1.42	1.00
2	5.98	1.92	5.82	32.68	1.38	4.00
3	6.00	1.94	7.01	32.17	1.32	2.00



* 1
x 2
□ 3





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sismica de Ica
UBICACION : Hogar de menores

CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 2.90-3.80
CLASIF. SUCS : ML
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO = 5.98 cms. ESFUERZO NORMAL = 1.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.93 cms. DENSIDAD SECA = 1.54 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 7.67 % C.HUMEDAD FIN. = 28.95 %
G.SATURAC. INIC. = 25.90 % G.STURAC. FIN. = 97.73 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.07
0.10	0.14	0.14
0.15	0.18	0.18
0.25	0.23	0.23
0.50	0.32	0.32
0.75	0.40	0.40
1.00	0.45	0.45
1.25	0.49	0.49
1.50	0.53	0.53
1.75	0.54	0.54
2.00	0.56	0.56
2.50	0.58	0.58
3.00	0.59	0.59
3.50	0.59	0.59
4.00	0.59	0.59
4.50	0.59	0.59
5.00	0.58	0.58
6.00	0.56	0.56
7.00	0.55	0.55
8.00	0.52	0.52
9.00	0.52	0.52
10.00	0.52	0.52
11.00	0.52	0.52
12.00	0.52	0.52
13.00	0.52	0.52
14.00	0.52	0.52
15.00	0.52	0.52



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.92 cms. DENSIDAD SECA = 1.41 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 10.80 % C.HUMEDAD FIN. = 31.67 %
G.SATURAC. INIC. = 30.47 % G.STURAC. FIN. = 89.30 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.40	0.10
0.10	0.51	0.13
0.15	0.67	0.17
0.25	0.82	0.21
0.50	1.04	0.26
0.75	1.19	0.30
1.00	1.31	0.33
1.25	1.40	0.35
1.50	1.47	0.37
1.75	1.51	0.38
2.00	1.54	0.39
2.50	1.60	0.40
3.00	1.62	0.41
3.50	1.65	0.41
4.00	1.66	0.42
4.50	1.68	0.42
5.00	1.70	0.43
6.00	1.71	0.43
7.00	1.73	0.43
8.00	1.75	0.44
9.00	1.73	0.43
10.00	1.71	0.43
11.00	1.70	0.43
12.00	1.69	0.42
13.00	1.68	0.42
14.00	1.67	0.42
15.00	1.66	0.42



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 3.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.94 cms. DENSIDAD SECA = 1.36 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 8.41 % C.HUMEDAD FIN. = 35.16 %
G.SATURAC. INIC. = 22.14 % G.STURAC. FIN. = 92.63 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.18	0.06
0.10	0.28	0.09
0.15	0.35	0.12
0.25	0.46	0.15
0.50	0.71	0.24
0.75	0.87	0.29
1.00	0.97	0.32
1.25	1.07	0.36
1.50	1.12	0.37
1.75	1.18	0.39
2.00	1.21	0.40
2.50	1.26	0.42
3.00	1.26	0.42
3.50	1.27	0.42
4.00	1.28	0.43
4.50	1.29	0.43
5.00	1.32	0.44
6.00	1.31	0.44
7.00	1.27	0.42
8.00	1.26	0.42
9.00	1.24	0.41
10.00	1.21	0.40
11.00	1.19	0.40
12.00	1.18	0.39
13.00	1.17	0.39
14.00	1.16	0.39
15.00	1.15	0.38

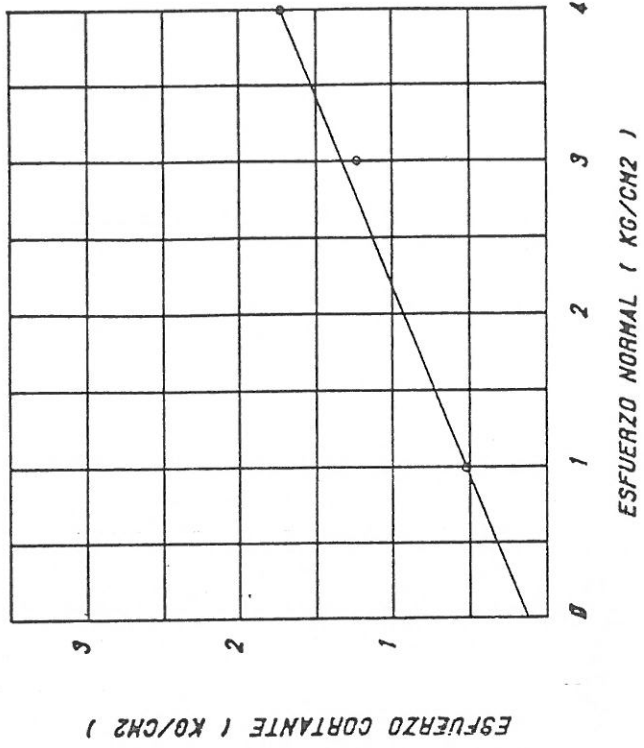
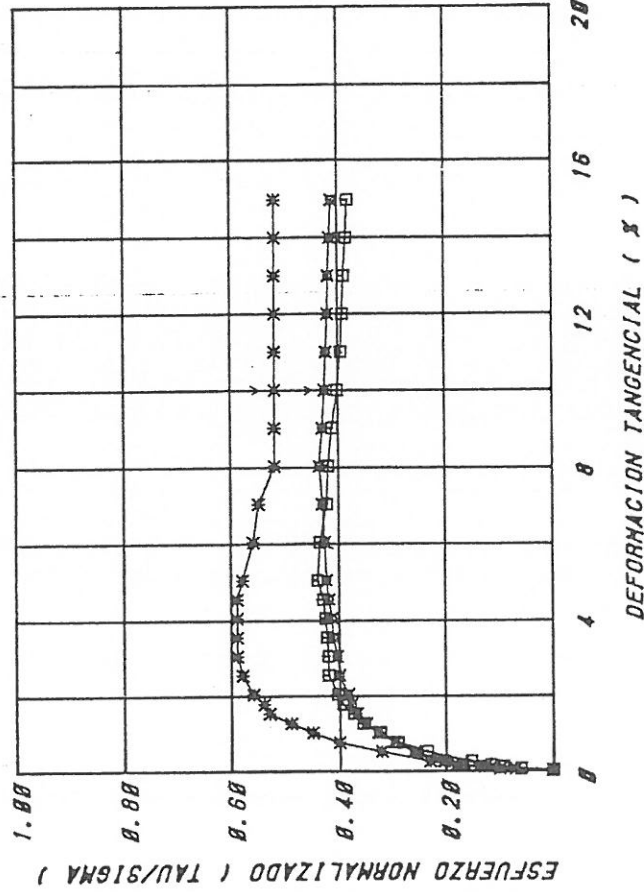
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : Microzonif. Sigmas de Ica
LUGAR : Hagar de menores
CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-2
PROFUNDIDAD : 2.90-3.80
ESTADO : Saturado
CLASIF. SUCS : ML
FECHA : SETIEMBRE 1992

$C = 0.12 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 21.8^\circ$

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm ³	ESF. NOR kg/cm ²
			inicial	final		
1	5.98	1.93	7.67	28.95	1.54	1.00
2	6.00	1.92	10.80	31.67	1.41	4.00
3	6.00	1.94	8.41	35.16	1.36	3.00





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SOLICITANTE : CISMID-JICA
PROYECTO : Microzonif. Sísmica de Ica
UBICACION : Terminal terrestre Soyuz

CALICATA : C-7
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD : 1.40-3.40
CLASIF. SUCS : ML
ESTADO : Saturado
FECHA : SETIEMBRE 1992

=====



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 1

DIAMETRO = 6.00 cms. ESFUERZO NORMAL = 4.00 Kg/cm²
ALTURA = 1.92 cms. DENSIDAD SECA = 1.24 gr/cm³
C.HUMEDAD INIC. = 7.35 % C.HUMEDAD FIN. = 35.92 %
G.SATURAC. INIC. = 16.59 % G.SATURAC. FIN. = 81.06 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.39	0.10
0.10	0.51	0.13
0.15	0.59	0.15
0.25	0.70	0.18
0.50	0.86	0.22
0.75	0.98	0.25
1.00	1.03	0.26
1.25	1.06	0.27
1.50	1.08	0.27
1.75	1.09	0.27
2.00	1.10	0.28
2.50	1.11	0.28
3.00	1.12	0.28
3.50	1.12	0.28
4.00	1.12	0.28
4.50	1.12	0.28
5.00	1.11	0.28
6.00	1.11	0.28
7.00	1.10	0.28
8.00	1.11	0.28
9.00	1.11	0.28
10.00	1.11	0.28
11.00	1.11	0.28
12.00	1.11	0.28
13.00	1.11	0.28
14.00	1.11	0.28
15.00	1.11	0.28



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO	=	6.00 cms.	ESFUERZO NORMAL	=	1.00 Kg/cm ²
ALTURA	=	1.94 cms.	DENSIDAD SECA	=	1.28 gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	8.33 %	C.HUMEDAD FIN.	=	37.63 %
G.SATURAC. INIC.	=	20.22 %	G.SATURAC. FIN.	=	91.34 %

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.13	0.13
0.10	0.16	0.16
0.15	0.19	0.19
0.25	0.24	0.24
0.50	0.27	0.27
0.75	0.29	0.29
1.00	0.28	0.28
1.25	0.28	0.28
1.50	0.27	0.27
1.75	0.27	0.27
2.00	0.27	0.27
2.50	0.27	0.27
3.00	0.26	0.26
3.50	0.26	0.26
4.00	0.26	0.26
4.50	0.26	0.26
5.00	0.25	0.25
6.00	0.25	0.25
7.00	0.25	0.25
8.00	0.25	0.25
9.00	0.25	0.25
10.00	0.25	0.25
11.00	0.25	0.25
12.00	0.25	0.25
13.00	0.25	0.25
14.00	0.25	0.25
15.00	0.25	0.25



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO	=	6.00	cms.	ESFUERZO NORMAL	=	2.00	Kg/cm ²
ALTURA	=	1.91	cms.	DENSIDAD SECA	=	1.24	gr/cm ³
C.HUMEDAD INIC.	=	9.17	%	C.HUMEDAD FIN.	=	35.83	%
G.SATURAC. INIC.	=	20.90	%	G.STURAC. FIN.	=	81.69	%

DEF. TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	ESFUERZO NORMALIZADO (TAU/SIGMA)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.21	0.11
0.10	0.25	0.13
0.15	0.28	0.14
0.25	0.32	0.16
0.50	0.42	0.21
0.75	0.51	0.26
1.00	0.57	0.29
1.25	0.61	0.31
1.50	0.64	0.32
1.75	0.65	0.33
2.00	0.66	0.33
2.50	0.67	0.34
3.00	0.66	0.33
3.50	0.66	0.33
4.00	0.66	0.33
4.50	0.66	0.33
5.00	0.66	0.33
6.00	0.66	0.33
7.00	0.65	0.33
8.00	0.65	0.33
9.00	0.65	0.33
10.00	0.65	0.33
11.00	0.65	0.33
12.00	0.65	0.33
13.00	0.65	0.33
14.00	0.65	0.33
15.00	0.65	0.33