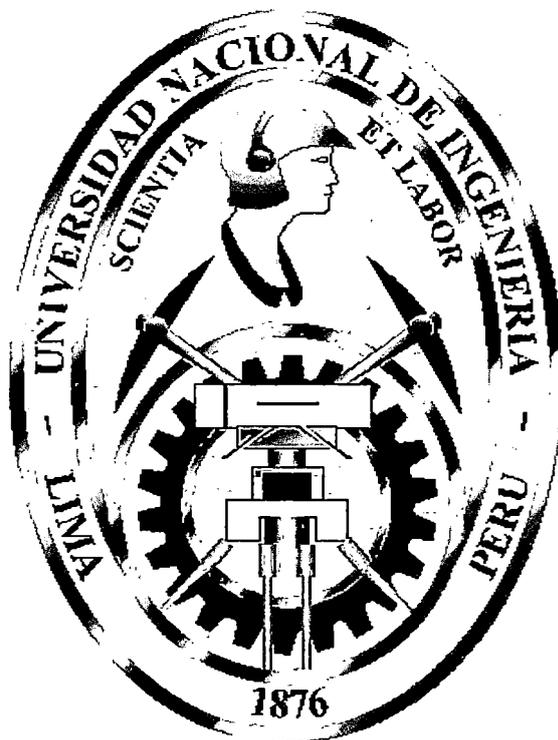


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO
DE VENTANILLA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Diana Lucia Calderón Cahuana

**LIMA - PERÚ
2006**

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

Dedicatoria

*A mis padres, por todo
el apoyo, paciencia y fé
en mí.*

Agradecimientos

Antes que a nadie te agradezco a ti Dios por haber estado presente en todo momento de mi vida, y en esta labor específica como ha sido el elaborar mi tesis. Nunca terminaré de agradecerte.

A mis Padres y familia por todo el apoyo brindado, por la confianza depositada, si no hubiera sido por ustedes se me hubiera complicado llegar hasta el final

A mi asesor y maestro Dr. Zenón Aguilar Bardales, gracias también por la confianza, por compartir el conocimiento desinteresadamente, por la calidad humana que proyecta y por contagiarme ese espíritu investigador.

Al CISMID, como institución que me acogió desde el primer momento, y todas las personas que la conforman, han sido una segunda familia para mí. En especial a las personas del Laboratorio Geotécnico, al Ing. Luna, Ing. Milagros, Ing. Martín Rodríguez, Ing. Lázares, Ing. Chang; a Ramiro, Doris, Yesenia, Ronald, César, José, Henry, Juan Pablo, Jorge; a Pili, Sra. Lucha, Boni, Sr. Víctor, Sr. Julio, Tomás, Erick y José.

A mis hermanos del Movimiento EPJ, que me llevaron a conocer a Dios y desarrollarme como persona promoviéndome a un liderazgo juvenil cristiano al servicio de los demás. A, Zuly, Audry, Miguel, Iván, Michel, Gaby y todos los demás jóvenes que encontraron que la felicidad se encuentra en entregar antes que en recibir.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas que aunque no aparezcan mencionadas merecen mi reconocimiento ya que de algún modo han contribuido a que las cosas se hayan dado para bien.

INTRODUCCIÓN

Como es sabido el Perú forma parte del Cinturón del Fuego del Pacífico, zona de alta actividad sísmica, y con alto riesgo de desastres, especialmente en las localidades costeras, como es el caso de Ventanilla, distrito objeto de esta investigación, ubicado en la Provincia Constitucional del Callao.

Muchas de las áreas pobladas de este distrito han sido producto de la ola inmigracionista que sufrió el País en los últimos años, así como de medidas políticas de turno. Estas áreas han sido pobladas informalmente, sin seguir un plan de ordenamiento territorial municipal, y casi en todos los casos sin estudios de ingeniería que califiquen el peligro del lugar. Tales condiciones hacen necesario desarrollar estudios como el presente, que permita que autoridades y pobladores conozcan las condiciones y el grado de peligro al que están expuestas sus viviendas en caso de sismo y tomen las medidas del caso.

Para tal efecto, el presente estudio identifica y delimita zonas de mayor a menor grado de amenaza sísmica desde el punto de vista geotécnico – sísmico, describiendo para cada zona las características geotécnicas y dinámicas que definen su respuesta dinámica ante sollicitaciones sísmicas y que son necesarias para realizar el diseño sismorresistente de las edificaciones y obras de ingeniería.

RESUMEN

Ventanilla está ubicada en el extremo Norte de la ciudad de Lima, comprende aproximadamente la mitad del área de la provincia constitucional del Callao. En la actualidad es considerada como área de expansión urbana, por lo que el presente estudio será de gran utilidad en el ordenamiento territorial del distrito.

En su elaboración se recurrieron a los estudios básicos de geología y geomorfología, identificándose el origen de los depósitos de suelos y las formaciones que se observan en el lugar. Para la evaluación de la sismicidad de la zona y la determinación de escenarios sísmicos se llevaron a cabo análisis de peligro sísmico mediante métodos probabilísticos. Se introdujo una ley de atenuación que permitió trazar los espectros de peligro uniforme en superficie, éste espectro se comparó con los parámetros que define la Norma sismorresistente actual.

El estudio geotécnico consistió en recopilar información de estudios de mecánica de suelos y realizar los ensayos de campo (calicatas, SPT, etc.) en los lugares donde no se contaba con información. Toda esta información fue plasmada en mapas con herramientas de SIG, elaborándose mapas de distribución de suelos, también se hizo el análisis de capacidad portante en estos suelos, con estos resultados se pudo trazar el plano de zonificación geotécnica sísmica. La caracterización dinámica de los suelos se llevó a cabo realizando mediciones de microtrepidaciones en toda el área de estudio, y análisis de respuesta dinámica por efectos de sitio en los arenales del extremo norte del distrito. Los valores de los parámetros dinámicos (períodos) se plasmaron en los mapas y se agruparon zonas por intervalos de períodos, llegándose a realizar una zonificación según el comportamiento dinámico del suelo.

Finalmente, se realizó la zonificación geotécnica sísmica en forma integral, conjugando los resultados de los mapas de distribución de suelos y de comportamiento dinámico con la geología y la geomorfología del lugar, llegándose a delimitar 04 zonas que clasifican el comportamiento del terreno conforme al código de diseño sismorresistente.

CONTENIDO

	Página
Introducción	i
Resumen	ii
Contenido	iii
Capítulo 01: Generalidades	
1.1. Antecedentes	2
1.2. Datos geográficos del área de estudio	2
1.2.1. Ubicación del área de estudio	2
1.2.2. Historia del distrito	3
1.2.3. Población	3
1.3. Contenido del estudio	4
Capítulo 02: Geología y geomorfología del distrito	
2.1. Introducción	7
2.2. Geomorfología	7
2.3. Geología	9
2.3.1. Unidades estratigráficas	9
2.4. Geología estructural	14
2.4.1. Posición de las unidades estratigráficas	14
2.4.2. Actividad tectónica	15
2.4.3. Estructuras principales	16
2.5. Geodinámica externa	17
Capítulo 03: Peligro sísmico del distrito	
3.1. Introducción	22
3.2. Evaluación del peligro sísmico	22

3.2.1. Fundamentos del análisis del peligro sísmico probabilístico	23
3.2.1.1. Evaluación de fuentes sismogénicas	23
3.2.1.2. Caracterización de las fuentes sísmicas	24
3.2.1.3. Relaciones predictivas ó leyes de atenuación	26
3.2.1.4. Probabilidad de excedencia	27
3.3. Aplicación del peligro sísmico en Ventanilla	29
3.3.1. Sismicidad del distrito	29
3.3.2. Tectónica y sismotectónica de la región central occidental del Perú	31
3.3.3. Fuentes sísmicas	34
3.3.4. Leyes de atenuación utilizadas	34
3.3.4.1. Ley de atenuación de Casaverde y Vargas (1992)	34
3.3.4.2. Ley de atenuación de Youngs, Chiou, Silva, y Humprey (1997)	35
3.4. Cálculo del peligro sísmico	37
3.4.1. Programa RISK	37
3.4.2. Programa RISK para aceleraciones espectrales	38
3.4.3. Discusión de resultados	39
3.5. Espectros de peligro uniforme	40

Capítulo 04. Estudio de mecánica de suelos

4.1. Introducción	53
4.2. Exploración de campo	53
4.2.1. Excavación de calicatas	54
4.2.2. Ensayos SPT	54
4.3. Ensayos de laboratorio	56
4.4. Perfil estratigráfico	56
4.5. Delimitación del área de estudio por tipos de suelo	58
4.6. Determinación de la capacidad portante del terreno para edificaciones de interés social	59

Capítulo 05. Estudio de dinámica de suelos

5.1. Introducción	69
5.2. Evaluación de las características dinámicas de los suelos	69
5.2.1. Descripción del equipo de medición de microtrepidaciones	70
5.2.2. Procedimiento del ensayo	70
5.2.3. Medición de microtrepidaciones en el distrito de Ventanilla	71
5.2.4. Evaluación e interpretación de las mediciones	72
5.2.5. Discusión de resultados	73
5.3. Aplicación de la teoría de amplificación dinámica	74
5.3.1. Métodos de evaluación del efecto local	74
5.3.2. Teoría de la propagación unidimensional de ondas de corte	75
5.3.3. Descripción del programa SHAKE	75
5.3.4. Análisis de perfiles representativos del suelo	76
5.3.5. Análisis de la respuesta dinámica de los perfiles	76
5.3.6. Comparación de resultados de períodos de suelo calculados y medidos	78
5.4. Espectros de respuesta en superficie	79

Capítulo 06. Zonificación geotécnica sísmica del distrito de Ventanilla

6.1. Introducción	100
6.2. Características geotécnicas en condiciones estáticas	100
6.3. Características dinámicas de los suelos de fundación	102
6.4. Zonificación geotécnica sísmica del distrito de Ventanilla	103

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

Anexos

- ANEXO I: RESULTADOS DEL PROGRAMA RISK**
- ANEXO II: RESULTADOS DEL PROGRAMA RISK PARA ACELERACIONES ESPECTRALES**
- ANEXO III: REGISTROS DE SONDAJES**
- ANEXO IV: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**
- ANEXO V: PERFILES DE SUELOS**
- ANEXO VI: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA**
- ANEXO VII: REGISTROS, ESPECTROS DE FOURIER Y RELACIÓN H/V**
- ANEXO VIII: DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA SHAKE**
- ANEXO IX: FOTOGRAFÍAS**
- ANEXO X: PLANOS**

CAPÍTULO 01

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La presente investigación se inició cuando la Superintendencia de Banca y Seguros SBS, encargó la realización de Estudios de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 42 distritos de Lima y Callao al CISMID, entre los años 2003 y 2004, siendo Ventanilla uno de los distritos a evaluar. El Laboratorio Geotécnico realizó la zonificación de geotécnica sísmica de este distrito entre otros, utilizando la metodología que ha sido desarrollada en este trabajo. Mi participación en todo el proyecto, tanto en la Fase I y II, fue en el área de Geotécnica, realizando la zonificación geotécnica sísmica de los distritos empleando la metodología que ha sido desarrollada en esta investigación.

La importancia de realizar un estudio como éste se encuentra al comprender el peligro al que se encuentra expuesto nuestro País ante fenómenos naturales como los sismos, especialmente la zona costera del País, en la cual se localiza el distrito en estudio. Asimismo, cada vez se hace más imperante un análisis general de la sismicidad del distrito en estos tiempos en los cuales se espera ocurra un terremoto importante en la ciudad.

1.2. Datos geográficos del área de estudio

1.2.1. Ubicación del área de estudio

Ventanilla es un distrito que pertenece a la provincia Constitucional del Callao. Geográficamente, limita al norte con el distrito de Santa Rosa, al sur con el Cercado del Callao y el distrito de San Martín de Porres, al este con el distrito de Puente Piedra y al oeste con el Océano Pacífico.

Su extensión es de 73.052 Km², lo cual representa el 50.50% del área de la Provincia Constitucional del Callao.

1.2.2. Historia del distrito

Ventanilla fue fundada el 24 de septiembre de 1960 y elevada a distrito por el Decreto Ley 17392, el 28 de enero de 1969. Ventanilla surge a partir de la ejecución del Proyecto “Ciudad Satélite”, habilitación urbana que se empezó a construir en septiembre de 1960. Esta ejecución obedecía al desarrollo de una política de desconcentración del Centro de Lima y Callao, durante el Gobierno de Manuel Prado, que bajo la modalidad de ciudades satélites proponían distribuir a la población de menores ingresos en las zonas periféricas de la ciudad, dotándolas de servicios básicos.

En su planeamiento primaron las concepciones de ciudad autosuficiente, por lo que proyectaba albergar áreas residenciales, comerciales e industriales. Las limitaciones de este proyecto se evidenciaron por el hecho de que el componente productivo (industria y comercio) no conllevó la dinámica esperada.

En las posteriores décadas, el crecimiento acelerado del distrito se caracteriza en base al desarrollo de dos procesos urbanos diferenciados: la instalación de urbanizaciones con servicios básicos y la de los asentamientos populares sin tales servicios.

1.2.3. Población

En el Censo Oficial de 1993, Ventanilla tenía una población de 96 704 habitantes. Han pasado desde ese entonces 13 años. A la fecha se cuenta con los resultados preliminares del último censo del 2005, el

cual indica una cantidad de 246 222 habitantes, esta gran cantidad se debe a que el distrito ha soportado una fuerte ocupación, siendo su crecimiento desordenado y desarticulado, producto de invasiones, también se consolida el Proyecto Especial Ciudad Pachacútec y el Proyecto Piloto Ciudad Pachacútec, donde son reubicados pobladores del distrito de Villa El Salvador a principios del año 2000.

En la actualidad Ventanilla es uno de los distritos considerados como potencial área de expansión urbana, siendo ésta expansión en su mayoría horizontal.

La mayor parte de la población vive en asentamientos humanos, localizados en las laderas de los cerros, en terrenos eriazos y en áreas colindantes a los humedales. En el futuro se espera que estas zonas continúen siendo ocupadas por la población inmigrante.

1.3. Contenido del estudio

El informe se divide de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se menciona el origen del estudio, la importancia, y las razones que llevaron a realizarlo. Asimismo, se presenta datos geográficos, la población censada al año 2005.

En el segundo capítulo, se describe la geomorfología, las unidades estructurales que conforman la columna estratigráfica, la geología estructural y la geodinámica que ha modelado los rasgos morfológicos del distrito.

En el tercer capítulo, se menciona la historia sísmica de Lima y Callao, la información instrumental con la que se cuenta, el estudio de la tectónica y sismotectónica que influye en los movimientos sísmicos. Se hace un análisis

del Peligro Sísmico, y se propone un espectro de peligro uniforme para el distrito en análisis.

En el cuarto capítulo, se presenta el estudio de mecánica de suelos. El método que se siguió fue recopilar información geotécnica del lugar, y realizar exploraciones de campo, analizando las propiedades mecánicas del suelo en el laboratorio, para luego trazar los perfiles que permitirán describir la estratigrafía del suelo del distrito. También se realizó un análisis de capacidad de carga en las arenas y gravas del distrito. Con esta información se trazó el plano de Zonificación Geotécnica, el cual menciona las características de cada zona, tales como el tipo de suelo, y su capacidad portante.

En el quinto capítulo, se analiza la dinámica de los suelos del distrito. Para ello se evalúa los períodos predominantes en toda el área, mediante Ensayos de Mediciones de Microtrepidaciones, se menciona la teoría de este método y la instrumentación con la que se cuenta. Se hizo un análisis de los efectos de sitio que se podrían presentar en depósitos arenosos de la zona Norte, y se trazó un mapa de isoperíodos que caracteriza el comportamiento dinámico de los suelos en el distrito. Adicionalmente, se calcularon los espectros de respuesta en superficie que simbolizan el factor de amplificación de respuesta espectral para el lugar de análisis en particular.

En el sexto capítulo, utilizando el Plano de Zonificación con las características geotécnicas, y además conociendo el comportamiento dinámico sobre toda el área, se trazó zonas diferenciadas por su nivel de peligro ante un evento sísmico, de la cual se mencionan las características de cada zona.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones halladas al realizar el estudio.

CAPÍTULO 02

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DEL DISTRITO

2.1. Introducción

En este capítulo se presenta un estudio de la geología del distrito, integrando la información recopilada de estudios realizados dentro del área de interés. Se describe la geomorfología, así como los procesos geodinámicos que la modelaron a nivel regional y local.

También se describe la geología del lugar, y se presentan las unidades estructurales que conforman la columna estratigráfica. Asimismo, se describe los factores geodinámicos que han modelado la geomorfología, y se menciona las características de la geología estructural del lugar.

2.2. Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos en los alrededores del área de estudio se deben al proceso tectónico resultado de los procesos de geodinámica que han modelado el rasgo morfo-estructural.

En el Anexo X Plano P01 se muestra el Plano Geomorfológico del área de estudio.

A nivel local las unidades geomorfológicas que se identifican en el área del estudio son las siguientes:

- Borde Litoral.
- Planicie Costanera y Conos Deyectivos.
- Lomas y Cerros testigos.
- Valles y Quebradas.

Borde litoral

Comprende el área de tierra firme adyacente al litoral expuesto a la acción de las olas marinas, que se extiende desde la línea del nivel medio del mar hasta una distancia variable de 1 a 2 Km tierra adentro, y que dada su forma constituyen playas antiguas y recientes conformadas por arena conducidas por corrientes litorales o por deriva litoral. Este es el caso de la playa de Ventanilla, limitada por los cerros de Piedras Gordas en el extremo norte, cerro Grande por el lado este y cerro El Perro por el extremo sur, es decir es una zona muy localizada y limitada.

Lomas y cerros testigos

Dentro de esta unidad se consideran a las colinas que bordean las estribaciones de la Cordillera Occidental las cuales quedan como cerros testigos, encontrándose en medio del cono aluvial de Lima. Las lomas del sector de Ventanilla presentan una topografía subordinada a la litología de las unidades estratigráficas y a la cobertura eólica que las cubren. Los cerros Piedras Gordas, cerro Grande y cerro El Perro que bordean a la playa de Ventanilla entre otros (alrededores) aparecen como cerros testigos dentro de la llanura aluvial y a manera de remanente de la labor erosiva de los ríos principales de la región como son: el río Chancay, Chillón y Rímac.

Planicies costaneras y conos deyectivos

La Planicie Costanera es un área de terreno comprendida entre el límite del borde litoral y el pie de los cerros o colinas aisladas, y que se extiende hacia desde el Oeste hasta las estribaciones de la cordillera Andina.

El cono de deyección es una extensa superficie rellena por gravas y arenas que fueron transportadas y depositadas por el río Chillón, y por escombros coluviales (cascajo, arena, limo) producto de la meteorización de los cerros y colinas aisladas.

Los depósitos de la llanura aluvial se extienden longitudinalmente desde el sur del río Lurín hasta el norte del río Chancay, subyaciendo por debajo de la cobertura eólica en las Pampas de Piedras Gordas y Ancón.

Valles y quebradas

Esta unidad ubicada al Sureste de Ventanilla está representada por el río Chillón y Chancay por el Norte, así como las quebradas afluentes las que discurren directamente al mar como la quebrada seca Ancón, fuera del área de estudio; las que permanecen secas la mayor parte del año, discurriendo agua sólo en épocas de fuerte precipitación en el sector andino.

2.3. Geología

Porturas 1974, menciona que en los alrededores de la Playa de Ventanilla afloran rocas volcánicas, sedimentarias y un manto de sedimentos inconsolidados.

2.3.1. Unidades estratigráficas

El área del distrito de Ventanilla está conformada por unidades estratigráficas cuyas edades oscilan desde el Mesozoico hasta el Cenozoico.

En el Anexo X Plano P02 se muestra la Geología del área de estudio.

En la era Mesozoica se encuentra el grupo Puente Piedra, el cual está conformado por el Volcánico Ancón y las formaciones Puente Inga, Ventanilla y Cerro Blanco. En la era Cenozoica, están los depósitos cuaternarios recientes y del pleistoceno, el origen de estos depósitos es marino, eólico, aluvial y coluvial.

Volcánico Ancón (Ki – va)

Inicialmente fue descrita como nivel estratigráfico por Lisson C. (1907), Boit B. (1959) y Pardo A. (1962). Posteriormente Bailunw (1956) describe la secuencia volcánica con el rango de formación y la denomina Piedras Gordas, lo cual es ratificada por Amiel R. (1970), sin embargo en el boletín N°43 del INGEMMET se le ha denominado como volcánico Ancón por tratarse de la secuencia volcánica que tiene su afloramiento en los alrededores de los balnearios de Santa Rosa y Ancón respectivamente.

En el sector de Ventanilla esta unidad se expone en el extremo nor-oeste de la playa y se trataría del miembro inferior, que consiste de una potente secuencia de brechas piroclásticas con derrames andesíticos, aglomerados y esporádicas intercalaciones sedimentarias, y la parte superior (miembro) consiste de derrames andesíticos porfesíticas. Estos afloramientos al norte de Ventanilla aumentan progresivamente de espesor hasta alcanzar dimensiones considerables en los alrededores de las playas de Santa Rosa y Ancón.

Las brechas andesíticas piroclásticas son de color gris verdoso a claro, constituidos por fragmentos líticos de andesitas subangulosas. Se Intemperizan en bloques modulares de hasta un metro de diámetro dando un suelo gris amarillento en lomas onduladas y se presentan en bancos potentes y masivos con estratificación poco o no visible.

Los derrames volcánicos son de naturaleza andesítica, gris a gris verdoso y de textura porfirítica en una matriz afanítica algo carbonatada, los que por alteración ofrecen coloraciones verdosas y se presentan con superficies redondeadas y completamente ausentes de estratificación lo que permite una fácil identificación.

La posición estratigráfica de esta unidad fue determinada en los afloramientos observados en el Km 30.5 de la Panamericana Norte por Palacios, Caldas y Churchiell (1992), donde parte de estos volcánicos subyacen a las lutitas tufáceas asignadas a la formación Ventanilla.

En consecuencia, el volcánico Ancón es de edad Berrasiana.

Formación Puente Inga (Ki-pi)

Está formada por lutitas silíceas y estratos de grauvaca, y en la parte media derrames volcánicos. Su espesor es aproximadamente 88 m, y su edad Berrasiana.

Formación Ventanilla (Ki-v)

Conocida como formación cerro Chillón en el informe Geológico tectónico del área de Lima (1981), es una serie volcánica – sedimentaria que aflora en el cerro Chillón hasta los alrededores de la ciudad de Ventanilla (Cerro la Milla), posteriormente Palacios, Caldas y Churchiell (1992) le dan la presente denominación.

Esta unidad tiene tres miembros observables en la zona de Ventanilla, de las cuales las dos primeras tienen afloramientos circundantes a la playa.

El miembro inferior visible en el extremo sur (cueva de Ventanilla) es una secuencia de lutitas tufáceas asignadas, constituidas por estratos delgados y sucesivos de lutitas, limolitas y arcillas abirragadas (iilita), de color gris azuláceas en corte fresco y matices blanquecinos en superficies intemperizadas, parcialmente pigmentadas por oxidaciones limolíticas.

Son blandas al tacto, fosilíferas, intercalan a las areniscas limosas de color gris beige estratigráficas, estos sedimentos se intemperizan en terrenos de relieves suaves dando suelos de color blanco amarillentos (lagunas).

El miembro medio tiene lugar desde la cueva de Ventanilla hacia el sur este hacia el cerro El Perro, donde la secuencia empieza con andesitas aférricas grises en paquetes medianos a gruesos con algunas intercalaciones de andesitas microporfésicas gris verdosas y parcialmente alteradas, además presentan algunos horizontes con estructura modular de extensión local.

El miembro superior aflora en la Urbanización La Molina y el Cerro El Reno, un tanto retirado de la playa Ventanilla y consiste de una secuencia mayormente sedimentaria con algunas intercalaciones volcánicas afánicas grises.

La edad de esta unidad fue determinada en base al miembro inferior fosilífero, se asigna al Berrasiano-Valenginiense.

Formación Cerro Blanco (Ki-cb)

Es una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias compuesta por andesitas de textura afánica, areniscas, grauvacas y lutitas. Las rocas de esta formación son las de mayor presencia en el área ya que se las reconoce en los cerros Cucaracha, Blanco, Huacho y Resbalón.

Esta formación abarca una gran área de la parte sur este del distrito, al este de la carretera a Ventanilla.

Depósito eólico (Qr-eó)

Este tipo de depósito se encuentra emplazado en casi todas las proximidades de la costa, ingresando a diferentes distancias tierra adentro, siguiendo la topografía local y la dirección preferencial de los vientos.

En el sector de la playa de Ventanilla esta unidad sirve de cobertura en la parte central a la formación Ventanilla, en forma de mantos sobre las laderas occidentales del Cerro Grande. Litológicamente consiste de una arena limosa gris clara.

Principalmente se encuentra cubriendo el sector norte del distrito, las laderas de la unidad volcánico Ancón.

Depósito marino (Qp-m)

Este depósito está representado principalmente por el cordón litoral, el cual está conformado por materiales clásticos, ocurridos durante el pleistoceno, como parte de este depósito se encuentran terrazas marinas y zonas de marisma.

Litológicamente está conformada por arena gris de grano medio a fino, incoherentes y friables, posee un elevado contenido de sales, los mismos que destacan en superficie a manera de costras producidos por el efecto de la evaporación por capilaridad, intercalándose horizontes lenticulares de gravas que reflejan cambios en la deposición y en la velocidad de las corrientes asociadas probablemente a las variaciones estacionales del clima.

Depósito aluvial (Qr-al)

Estos depósitos se encuentran en la parte sur oeste, colindante con el río Chillón.

El material está compuesto por grava y arena acarreada por el río Chillón y depositado en su cono de deyección. Este depósito, según estudios geofísicos, excede los 100 m de espesor.

Los sedimentos del río Chillón son más finos que los del río Rímac y las gravas son de origen volcánico. (A. Martínez, 2004)

Depósito coluvial (Qr-co)

El material es propiamente cascajo, y es producto de la meteorización de las rocas de los cerros en el cauce de quebradas secas y desérticas. Su espesor es variado desde pocos metros hasta varias decenas.

Aunque no se ha reconocido este depósito a nivel regional, para este nivel de estudio es necesario reconocer la existencia de estos depósitos en la zona del parque Porcino, Ciudadela Antonia Moreno de Cáceres, Ciudad Satélite, entre otros.

2.4. Geología estructural

2.4.1. Posición de las unidades estratigráficas

De acuerdo a la columna estratigráfica elaborada para la playa de Ventanilla, tenemos al grupo Puente Piedra, que es la unidad más antigua, de la cual no se sabe acerca del piso porque el afloramiento es parcial e incompleto así como el techo de la misma.

Suprayaciendo y en discordancia angular se encuentran los depósitos cuaternarios, primero el depósito marino de edad probable pleistocénica constituye la hoy Playa de Ventanilla, luego en discordancia angular el depósito eólico (reciente) colmata parcialmente las superficies rocosas del Grupo Puente Piedra. De la descripción realizada se puede deducir que en el sector de Ventanilla existen tres fases como son volcánico, sedimentario y sedimentario-volcánico.

Asimismo, la ausencia de unidades correspondientes al cretáceo y terciario hacen que la columna estratigráfica sea incompleta; lo que indica que este sector al igual a otros sectores estaba sujeto a movimientos tectónicos oscilatorios.

2.4.2. Actividad tectónica

El área de Ventanilla se enmarca dentro del cuadro morfotectónico de la costa y el borde occidental andino, habiendo sido afectado por una tectónica polifásica desarrollada durante la orogénesis andina. La misma dio lugar a una deformación con plegamientos acompañada de ruptura.

La evolución tectónica del área de Lima tiene episodios que datan desde el Cretáceo hasta probablemente el cuaternario.

La fase Intracretácea es la primera manifestación tectónica desarrollada con posterioridad a la disposición en la pila sedimentaria marina, habiéndose tenido durante el Cretáceo inferior movimientos precursores oscilatorios en la cuenca, antes de llegar al levantamiento general de la región, y se caracteriza por ser una fase tectónica de comprensión, con sus ejes de acortamiento en dirección NE-SO.

El anticlinal de Lima es la estructura más importante de la zona, y contemporáneo a este plegamiento se observa un fallamiento longitudinal.

Las fases del terciario inferior y superior, tienen evidencia en diaclasamiento, las fallas tienen lugar en el borde andino.

Durante el cuaternario por lo menos en el pleistoceno ocurrieron levantamientos concomitantes con la epirogenia andina, de allí que podamos trazar terrazas fluviales levantadas de hasta 30 a 40 m.

En la costa no hay evidencia directa ni visual de movimiento, sin embargo, según Tevez es probable un hundimiento subsidente al NE de Lima debido al peso de los materiales que acarrea el río Rímac. Asimismo, se reporta el hallazgo de niveles marinos escalonados hasta una altura de 40 m, en la isla San Lorenzo, lo que estaría indicando un proceso de existencia de una falla entre el Callao y la Isla San Lorenzo, sin embargo no pasa de ser una hipótesis que requiere mayores investigaciones.

De acuerdo a esta última fase de cuaternario, la playa de Ventanilla se encuentra levantada a pocos metros, algo similar a las islas de San Lorenzo.

2.4.3. Estructuras principales

Se menciona al anticlinal de Lima por estar ubicado al N y NE de la playa de Ventanilla y fuera del área. Este pliegue es de gran extensión longitudinal, cuyo eje pasa por la ciudad de Lima, extendiéndose desde el cerro Morro Solar en Chorrillos, las playas de Conchán y la Campiña, hasta cerca de Ancón. La dirección promedio en el sur (Lima) es de N 15° O, a la altura de Puente Piedra su rumbo es N°45°O hasta Ancón y en el norte toma una dirección de N-S. La geometría del pliegue se muestra como

cilíndrica, siendo de plano axial vertical. Su ancho varía de 10 a 18 Km y comprende formaciones de jurásico a cretáceo.

El sistema de fallas longitudinales de varios kilómetros de longitud, ha producido dislocaciones en los flancos del anticlinal de Lima, Lomas de Manzano y otros, habiéndose reconocido fallas inversas y normales de menor orden localizadas preferentemente en las zonas axiales.

2.5. Geodinámica externa

En la zona del estudio existen procesos de geodinámica externa de ambiente regional y local, que contribuyen al modelado de los afloramientos sedimentario-volcánicos en diversos grados; dichos procesos son:

De carácter regional:

- Procesos marinos.
- Procesos eólicos
- Procesos de salinización

De carácter local:

- Filtraciones
- Aguas residuales
- Construcción del terraplén (olas)

A continuación se describen las principales incidencias de cada proceso.

Procesos marinos

Corresponde a la acción del oleaje sobre la costa teniendo una acción destructiva y a la vez constructiva.

Cuando se menciona acción destructiva, es principalmente por la dinámica del oleaje en la base de los acantilados que por su acción constante va socavándolo sucesivamente hasta producir su destrucción, creando diversos aparatos, tales como chiras, islas horadadas, grutas marinas, pilares, cornisas. Las chiras constituyen un rasgo geomorfológico notable que existe a lo largo de todo el acantilado desarrollándose principalmente en la zona de fracturas y de debilidad.

El modelo del oleaje incide en la ribera de la playa, y es de una dirección SW. En las zonas de acantilados e islotes presenta una gran refracción, lo que nos manifiesta su gran poder erosivo.

Por otro lado, la acción constructiva es la formación de playas, debido a que en la zona se encuentran condiciones favorables para la deposición de sedimentos y formación de cordones litorales.

Procesos eólicos

La marisma de Ventanilla se ve afectada por un proceso de colmatación eólica parcial con arenas provenientes de las playas adyacentes, con la cual cubre los flancos rocosos del lado occidental del cerro Grande llegando hasta el pie del talud. Este proceso eólico es considerado regional y permanente, cuya acumulación alcanza de escasas a decenas de metros.

Procesos de salinización

La marisma de Ventanilla es salada por genética ya que se originó por debajo del nivel del mar luego fue levantada. Este proceso de salinización tiene también otras terrazas marinas levantadas y ubicadas a lo largo del litoral.

Filtraciones

Las filtraciones de agua dulce se dan naturalmente en dos sectores: cueva de Ventanilla y pie de Cerro Grande. En el primer caso las precipitaciones pluviales ocurridas últimamente han filtrado a las filas sedimentarias de la formación Ventanilla a través de su interno funcionamiento vertical, subvertical y diagonal, cuyo proceso del flujo subterráneo es lenta, permanente y regulado, que luego de alcanzar la superficie libre se precipitan en gotas de lluvia y flujos superficiales sobre los planos fracturados que luego ya en el piso forman pequeñas lagunas de color amarillento (de oxidación al encontrar un basamento impermeable), de este tipo de lagunas existen muchas y generalmente al pie de todos los afloramientos de la formación sedimentaria Ventanilla.

En el segundo caso, la superficie rocosa probablemente impermeable que se encuentra cubierta por arenas eólicas que si permiten infiltrarse, discurren y afloran al pie del talud dando lugar a humedad y permitiendo la formación de pantanos por cuanto estas especies sólo se desarrollan en agua dulce.

Aguas residuales

Se han construido pozas de oxidación de las aguas residuales provenientes de la Urbanización Ventanilla y otros. El olor que se expele inunda el área afectando al asentamiento humano de la zona. Estos problemas se agravan debido también al sistema de drenaje que no está

concluido y que debiera terminar en el mar o aplicarse en riego luego de un tratamiento.

Construcción de la carretera

La construcción de la carretera (asfaltada) ha permitido la formación de lagunas en el lado norte, por encontrarse ésta infraestructura en un nivel superior, sin embargo las aguas retenidas vierten en el lado sur cuya humedad afecta a una urbanización asentada en el lugar.

Construcción del terraplén (muro de defensa)

La barrera construida para evitar que se extiendan las olas del mar ha ocasionado la obstrucción del sistema de drenaje natural de la pampa, permitiendo en su lado NE de la barrera la formación de varias y pequeñas lagunas, y que luego de su estanqueidad permanente sufre el proceso de salinización.

CAPÍTULO 03

PELIGRO SISMICO DEL DISTRITO

3.1. Introducción

Este estudio nos permite evaluar los niveles de sismicidad que se presentan en un lugar particular. Para ello se deben identificar las fuentes de actividad sísmica que afectarán al lugar de interés, mediante el estudio de la geología, tectónica, y la sismicidad histórica e instrumental.

El análisis del peligro sísmico se realiza principalmente por dos metodologías: La determinística y la probabilística. En esta investigación se utilizará la última, ya que permite considerar todos los eventos sísmicos importantes que afectaron los alrededores, y mediante un análisis estadístico evaluar ciertos niveles de probabilidad, y el valor del movimiento sísmico esperado en el lugar de análisis.

Esta metodología, también permite desarrollar espectros de peligro uniforme, que son los más adecuados para ser utilizados como espectros de diseño. En el presente estudio se determinó el Espectro de Peligro Uniforme para un lugar dentro del distrito, el cual fue comparado con el espectro de diseño que proporciona la Norma vigente E030.

3.2. Evaluación del peligro sísmico

Se deberá realizar un análisis determinístico cuando se asuma un escenario sísmico particular, dado que sólo se obtendrá el máximo parámetro (intensidad o aceleración); o probabilístico, cuando se considere incertidumbres en el tamaño, localización y período de recurrencia del sismo.

3.2.1. Fundamentos del análisis del peligro sísmico probabilístico

El análisis de peligro sísmico es importante ya que al analizar diferentes intensidades del movimiento sísmico, (aceleraciones, velocidades, desplazamientos, etc.) para diferentes períodos de retorno se pretende cubrir todos los escenarios sísmicos que pudieran ocurrir en el lugar analizado.

El concepto probabilístico ha sido usado desde hace 20 ó 30 años aproximadamente (Kramer, 1996). El análisis de Peligro Sísmico Probabilístico (PSHA) provee una estructura en la cual las incertidumbres consideradas pueden ser identificadas, cuantificadas, y combinadas de tal manera que proporcione una representación más completa del peligro sísmico.

El PSHA puede ser descrito también como un procedimiento de 4 pasos (Reiter, 1990). Figura 3.1.

3.2.1.1. Evaluación de fuentes sismogénicas

Para evaluar el peligro sísmico en un lugar o región en particular, se tiene que identificar todas las posibles fuentes de actividad sísmica, asimismo se debe evaluar su potencial para generar movimientos fuertes del suelo en el futuro. La identificación de fuentes sísmicas requiere de algunos trabajos de detección: se debe observar e interpretar los indicios naturales y otros casi ocultos.

En la ausencia de un registro sísmico instrumental, otros indicios de actividad sísmica deben ser determinados. Estos podrían tener la forma de evidencia geológica, tectónica, o sismicidad histórica (preinstrumental).

La Evidencia Geológica. Involucra un estudio de los indicadores de magnitud y de las fallas (paleogeología).

La Evidencia Tectónica: Las placas tectónicas y la teoría del rebote elástico mencionan, que los terremotos ocurren para liberar la energía de deformación que se acumula cuando las placas se mueven relativamente entre ellas. La proporción de movimiento de este modo, deberá ser relacionada a la proporción de acumulación de energía de deformación y también a la proporción de liberación de energía de deformación (Smith, 1976; Woodward-Clyde Consultants, 1979; Idriss, 1985).

Sismicidad Histórica: Las fuentes sismogénicas podrían ser identificadas de registros de sismicidad histórica (pre instrumental).

Sismicidad Instrumental: Desde hace 80 a 90 años, cerca de 10 sismos de $M_s > 7$ han ocurrido en algún lugar del Mundo cada año (Kanamori, 1988). Registros instrumentales de grandes sismos están disponibles desde cerca de 1900, aunque muchos desde antes de 1960 están incompletos o son de mala calidad. Sin embargo, los registros instrumentales representan la mejor información disponible para la identificación y evaluación de fuentes sismogénicas. Su más significativa limitación es el corto período de tiempo desde que fueron instalados, comparado con el período promedio de tiempo entre grandes sismos. El alineamiento de epicentros localizados instrumentalmente o hipocentros indican la existencia de fuentes sismogénicas.

3.2.1.2. Caracterización de las fuentes sísmicas

Para caracterizar una fuente sísmica se requiere la consideración de las características espaciales de la fuente, la distribución de sismos dentro de tal fuente, la distribución de tamaños de los

sismos por cada fuente y la distribución de los sismos con el tiempo. Cada una de estas características involucra cierto grado de incertidumbre.

Leyes de recurrencia

Una de las formas de caracterizar la distribución de los sismos dentro de una fuente es evaluando la recurrencia sísmica dentro de ella, es decir, ordenando los sismos según la magnitud y el tiempo en el que sucedieron.

Ley de Gutenberg – Richter

Gutenberg y Richter (1944) recolectaron datos para sismos del Sur de California para un período de muchos años, y organizaron los datos de acuerdo al número de sismos que excedían diferentes magnitudes durante tal período de tiempo. Dividieron el número de excedencias de cada magnitud por la duración del período de tiempo para definir una "tasa anual principal de excedencia", λ_m de un sismo de magnitud m .

Como es de esperarse dicha tasa para pequeños sismos es mayor que para grandes sismos.

Lo recíproco de la tasa anual de excedencia para una magnitud particular se conoce comúnmente como el "período de retorno" de sismos excediendo tal magnitud. Cuando se graficó el logaritmo de la tasa anual de excedencia de los sismos del Sur de California versus la magnitud del sismo, se observó una relación lineal. La ley resultante de Gutenberg – Richter para la recurrencia sísmica fue expresada como:

$$\log \lambda_m = a - bm$$

Donde: λ_m = tasa anual principal de excedencia de magnitud m ,
 10^a = es el número principal anual de sismos de magnitud mayor o igual a cero; y
 b = probabilidad relativa de grandes y pequeños sismos.

3.2.1.3. Relaciones predictivas ó leyes de atenuación

Luego de haber identificado las fuentes sísmicas y la recurrencia de los eventos en cada una de ellas, es importante resaltar que la energía liberada en un lugar particular, por ejemplo dentro de una fuente, se disipará con la distancia, tal disipación se debe a la combinación de fenómenos geométricos y mecánicos.

Las leyes de atenuación, son justamente relaciones empíricas, que permiten predecir el valor del parámetro sísmico luego de haber viajado a través de un tren ondulatorio, desde cualquier zona de la fuente hasta el sitio de interés.

Estas leyes son casi siempre obtenidas empíricamente por regresión en un arreglo particular de datos de parámetros de movimiento sísmico. A pesar de los intentos por remover datos cuestionables es inevitable cierta cantidad de dispersión en los datos. La dispersión resulta de la aleatoriedad en el mecanismo de ruptura y de la variabilidad y heterogeneidad de la fuente, el tramo del viaje, y las condiciones del sitio. La dispersión en los datos puede ser cuantificado por límites confiables (Campbell, 1985) o por la desviación estándar del parámetro precedido. En la mayoría de relaciones predictivas, se utiliza la desviación estándar del logaritmo natural del parámetro predicho. Esta considerable incertidumbre debe ser tomada en cuenta en el cálculo de peligros sísmicos.

Algunos autores sustentan que es preferible que las leyes de atenuación utilizadas en el análisis del peligro de un lugar, deben basarse en terremotos ocurridos en la región o representativos de la misma, es decir, que reflejen la influencia de la propagación de ondas con la distancia en el área de estudio. Está claro que lo ideal sería que cada región con sus particularidades sismotectónicas pudiese desarrollar sus propios estudios. Sin embargo; el hecho que cada terremoto importante suceda en grandes intervalos de tiempo, y que la instrumentación sísmica en muchos países como el nuestro ha sido implementada recientemente comparado con el periodo de retorno de estos terremotos, es recomendable utilizar estudios de la atenuación de la aceleración desarrollados en los países mejor implementados de acelerógrafos y con condiciones geológicas y geotécnicas similares a las nuestras.

3.2.1.4. Probabilidad de excedencia

La probabilidad que un parámetro particular del movimiento del suelo Y exceda un cierto valor y^* , para un sismo de una magnitud dada, m , ocurriendo a una distancia dada, r , se ilustra en la Figura 3.2.

En términos probabilísticos, está dada por:

$$P[Y > y^* | m, r] = 1 - F_y(y^*)$$

Donde $F_y(y)$ es el valor de la CDF (Función de Distribución Acumulativa) de Y en m y r . El valor de $F_y(y)$ depende de la distribución de probabilidad usada para representar Y . En general, se asume que la distribución de los parámetros del movimiento del suelo es log – normal (el logaritmo del parámetro es normalmente distribuido).

Cabe resaltar que las características ilimitadas de esta distribución pueden atribuir una probabilidad diferente de cero para valores irrealistas de parámetros de movimiento del suelo.

Incertidumbre temporal

Para calcular las probabilidades de varios eventos que ocurren en un período de tiempo dado se debe tomar en cuenta la distribución de la ocurrencia de sismos con respecto del tiempo. Se ha asumido que la ocurrencia los sismos es aleatoria con el tiempo, y de hecho, la revisión de registros sísmicos disponibles ha revelado poca evidencia (cuando las réplicas son eliminadas) de patrones temporales en la recurrencia sísmica. El considerar la ocurrencia aleatoria permite el uso de modelos de probabilidad simples, pero es inconsistente con las implicaciones de la teoría del rebote elástico.

La ocurrencia temporal de sismos es más comúnmente descrito por el modelo de Poisson. Este modelo provee una simple estructura para evaluar probabilidades de eventos que siguen un proceso poissoniano, el cual produce valores de una variable aleatoria que describe el número de ocurrencias de un evento particular durante un intervalo de tiempo dado o en una región espacial específica. Desde que los Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico (PSHA) trabajan con incertidumbre temporal, las aplicaciones espaciales del modelo de Poisson no serán consideradas en el futuro. El proceso poissoniano posee las siguientes propiedades:

1. El número de ocurrencias en un intervalo de tiempo es independiente del número que ocurre en cualquier otro intervalo de tiempo.

2. La probabilidad de ocurrencia durante un intervalo de tiempo muy corto es proporcional a la longitud del intervalo de tiempo.
3. La probabilidad de más de una ocurrencia durante un intervalo de tiempo muy corto es imperceptible.

3.3. Aplicación del peligro sísmico en Ventanilla

Habiendo reconocido los pasos del Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico (PSHA), se ha aplicado a las condiciones que presenta el distrito de Ventanilla. De este modo se describen la sismicidad histórica, la ley de atenuación utilizada, etc.

3.3.1. Sismicidad del distrito

Ventanilla, al ser un distrito relativamente joven (creado en 1969), y poblado en su mayor extensión en los últimos 15 años, no cuenta hasta el momento con acelerógrafos, y por lo tanto con información instrumental. Por otro lado, sólo una zona antigua del distrito (urbanización satélite) ha soportado los efectos de un sismo importante, como es el de octubre de 1974; sin embargo, no se cuenta con relatos históricos de los efectos de este evento en el distrito.

Por lo mencionado anteriormente, se tendrá que hacer uso de la información de la sismicidad de los alrededores, para un análisis de peligro sísmico.

Información histórica

En nuestro país se cuenta con un catálogo de registros sísmicos históricos relativamente corto comparado con los registros sísmicos de Japón y el Medio Este; los cuales abarcan cientos de

años; o más aún comparándolos con los registros sísmicos de China, los cuales datan desde hace 2000 a 3000 años (Kramer, 1996). Algunos de los registros históricos que más se emplean son los publicados por: Silgado (1973), Comte y Pardo (1990) y Dorbath et al.(1990).

Información instrumental

Con respecto a la información instrumental, su fiabilidad mejora notablemente a partir de 1963, se consideran importantes los aportes de los estudios e informes elaborados por Ocola (1966, 1989) y el Instituto Geofísico del Perú. En el año 1985 se elaboró un catálogo sísmico, cuyos autores fueron Espinosa, Casaverde, Michael, Alva, y Vargas. El catálogo ha sido actualizado para el proyecto APESEG con datos hasta el año 2003, tomando como base la información proporcionada por el IGP y el catálogo del NEIC.

Se considera importante el reporte presentado en 1977 por A.G. Brady y V. Perez, titulado "Strong-Motion Earthquake Accelerograms Digitization and Analysis Records from Lima, Perú: 1951 to 1974". Este reporte contiene Figuras de los registros obtenidos y del análisis espectral de diez acelerogramas de movimientos fuertes registrados en cinco estaciones diferentes, generadas por siete sismos escogidos, ocurridos en el Perú durante el período del 31 de Enero de 1951 al 9 de Noviembre de 1974.

Revisión de estudios sobre sismos significativos recientes

Al hacer una revisión sobre los sismos más importantes en Lima en los últimos años, nos vemos con la realidad que no han ocurrido sismos importantes desde 1974, y los registros de los sismos de mediana intensidad no se encuentran disponibles.

Debido a estas razones, se han utilizado los sismos de 1960, 1966 y 1974 en el análisis de la respuesta sísmica en el área de estudio.

A continuación se mencionan los datos más importantes de estos sismos:

Fecha	Profundidad (Km)	Magnitud Ms	Región Afectada
17 Oct. 1966	38	7.5	Norte de Lima
31 May. 1970	71.1	7.9	Norte de Lima
03 Oct. 1974	13	7.5	Lima y Sur de Lima

3.3.2. Tectónica y sismotectónica de la región central occidental del Perú

La actividad sísmica en nuestro país está gobernada por ciertos rasgos tectónicos característicos, entre los cuales tenemos: la actividad de la Cordillera de los Andes, la fosa marina, y los sistemas de fallas; estos rasgos tectónicos deben su origen a la interacción entre las placas de Nazca y la Continental. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968). Esta teoría establece que la litósfera se encuentra dividida, formando una especie de mosaico de sectores rígidos, conocidos como placas, los cuales se mueven entre sí con desplazamientos promedio de algunos centímetros por año.

La Placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm por año y se encuentra con la Placa de Nazca en su extremo occidental, constituido por la costa Sudamericana del Pacífico. Por otro lado, la Placa de Nazca crece de la cadena meso-oceánica

del Pacífico Oriental y avanza hacia el Este con una velocidad de aproximadamente de 5 a 10 cm por año, subyaciendo debajo de la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 12 cm por año (Berrocal et al, 1975).

Según el lugar donde se originan los sismos, se han identificado las siguientes zonas Estos son:

- La zona de subducción de interfase poco profunda.
- La zona de subducción profunda de la placa oceánica debajo del Perú Central (intraplaca).
- La zona de corteza continental de la Placa Sudamericana.

En la Figura 3.3, se ilustra los sismos según su origen.

Tectonismo de los andes peruanos

La cadena andina es el rasgo tectónico más evidente. Su orogénesis es un producto de la interacción de las placas litosféricas, cuyo desarrollo está todavía vigente. La convergencia de la Placa de Nazca y la Sudamericana da como resultado una deformación dentro de la Litósfera continental.

El régimen de esfuerzo regional tectónico parece ser predominantemente compresional, normal a las líneas de la Costa y a la dirección de las Cordilleras.

La parte occidental del área de estudio está constituida por varias unidades de diferentes grados de deformabilidad, debido a su diferente litología y época de formación. La unidad de deformación Precambriana no presenta actividad sísmica, mientras que la unidad de deformación Paleozoica presenta actividad sísmica de profundidad superficial a intermedia, tal como en la zona de Huaytapallana cerca de Huancayo, en Cusco y en Abancay.

La deformación en la corteza se caracteriza por fallas inversas, de rumbo predominantemente Norte a Nor-Noroeste en los Andes, que buzan con bajo ángulo sea al Sur-Oeste o al Nor-Este.

El sistema de fallas subandino, localizado a lo largo del flanco Oriental de los Andes, representa la parte más oriental de esta deformación de la corteza. El contacto de la unidad de deformación SupraTerciaria con las unidades más antiguas está asociado con este sistema de fallas normales e inversas.

Otro rasgo importante en la unidad Andina lo constituye las deposiciones volcánicas que son antiguas hacia el Sur (Deza y Carbonell, 1978).

La fosa marina

La fosa marina indica de Norte a Sur y paralelo al litoral costero el límite de contacto entre la placa de Oceánica y la Continental. Este límite tiene la forma de una fosa de gran extensión, la misma que alcanza profundidades de hasta 8000 m. Esta fosa está formada por sedimentos que han sido depositados sobre rocas pre-existentes.

Los sistemas de fallas

Los diferentes sistemas de fallas que se distribuyen en la zona continental se han formado como un efecto secundario de la colisión de la placa oceánica con la placa continental. Este proceso generó la presencia de plegamientos y fracturas en la corteza terrestre. Los sistemas de fallas mayormente se localizan en el altiplano y en la región subandina de Norte a Sur, así como también en los pies de las cordilleras o nevados y entre los límites de la Cordillera Occidental y la zona costera.

3.3.3. Fuentes sísmicas

Se han considerado 4 de las 20 fuentes sismogénicas propuestas para el Perú (Castillo, 1993), debido a que son las que influenciarán principalmente la sismicidad del distrito de Ventanilla. Dichas fuentes son: F3, F4, F15, F16. Estas fuentes pertenecen al mecanismo de subducción y son entre superficiales e intermedias. La distribución de los sismos y la delimitación de las fuentes se ilustran en las Figuras 3.4 y 3.5, que se muestran al final de este capítulo.

Los parámetros de recurrencia sísmica de cada una de estas fuentes, han sido actualizados con información sismológica obtenida del catálogo sísmico del Proyecto SISRA (1985) hasta el año 1992 con los datos verificados publicados por el ISC (Internacional Seismological Center) y actualizados hasta el año 2003 con el Catálogo Sísmico del IGP y del NEIC (Alva, 2004).

Las coordenadas de las fuentes sismogénicas utilizadas se muestran en las Tablas 3.1 y 3.2. Asimismo, los parámetros de las fuentes se muestran en las Tablas 3.3 y 3.4.

3.3.4. Leyes de atenuación utilizadas

3.3.4.1. Ley de atenuación de Casaverde y Vargas (1992)

Las leyes de atenuación que se utilizan en la práctica de la evaluación del peligro sísmico en el país, han sido propuestas por Casaverde y Vargas (1992), con registros de 10 sismos peruanos.

La característica de esta ley es que depende de la distancia R , y la magnitud M .

$$a = 68.7e^{0.8M_s} (R + 25)^{-1}$$

Donde : M_s = Magnitud del sismo
 R = distancia hipocentral (Km)

3.3.4.2. Ley de atenuación de Youngs, Chiou, Silva, y Humprey (1997)

El estado del arte en la elaboración de leyes de atenuación en el mundo está variando tendiendo a tomar en cuenta métodos más sofisticados para analizar la regresión de los datos, y desarrollando leyes de atenuación no lineales. En una publicación del Seismological Research Letter de Enero-Febrero de 1997, Youngs et al, publican una investigación donde proponen leyes de atenuación con datos de sismos de subducción.

Esta ley propuesta tiene como característica que ha sido hallada aplicando el modelo de regresión de efectos aleatorios de Abrahamson y Youngs (1992), el cual equivale al análisis de regresión de 2 grados (Brillinger y Preisler, 1985; Joyner y Boore, 1993).

La base de datos usada, es decir los parámetros sísmicos de cada evento (localización epicentral, profundidad focal, magnitud, y mecanismo focal) fueron cuidadosamente verificados. La magnitud fue llevada a una sola escala para la comparación, y los eventos considerados fueron de magnitud mayor o igual a 5. Asimismo, los datos fueron excluidos si la calidad del tiempo historia de aceleraciones registrado fue pobre o si un tramo del movimiento principal no se registró. Los

datos provienen principalmente de sismos ocurridos en Japón, México, Chile, y Perú (en este último sobre la base de 11 sismos).

Se propusieron leyes de atenuación para roca y suelo

En Roca:

$$\ln(y) = 0.2418 + 1.414M + C_1 + C_2(10 - M)^3 + \dots \\ + C_3 \ln(r_{rup} + 1.7818e^{0.554M}) + 0.00607H + 0.3846Z_r$$

$$\text{Desviación estándar} = C_4 + C_5M$$

En Suelo:

$$\ln(y) = -0.6687 + 1.438M + C_1 + C_2(10 - M)^3 + \dots \\ + C_3 \ln(R + 1.097e^{0.617M}) - 0.00648H + 0.3643Z_r$$

$$\text{Desviación estándar} = C_4 + C_5M$$

Donde:

y es la aceleración espectral en g.

C_1 , C_2 , C_3 , C_4 y C_5 son constantes obtenidos en la regresión.

H la profundidad focal (Km)

M La magnitud de momento

r_{rup} distancia más cercana a la ruptura (Km)

z_r tipo de origen, 0 para sismos interfase, y 1 para sismos intraplaca.

La ventaja de esta Ley es que las constantes han sido obtenidas para aceleraciones espectrales en diferentes períodos; por lo tanto, pueden ser utilizadas para

determinar el espectro de peligro uniforme. El cual representa a la respuesta del suelo en superficie de las aceleraciones que se esperarán en los diferentes sistemas de 1 grado de libertad para un nivel de peligro uniforme.

3.4. Cálculo del peligro sísmico

3.4.1. Programa RISK

Se ha empleado el Programa Risk propuesto por McGuire (1976), para evaluar el Peligro Sísmico en Ventanilla. Mediante el uso de este programa se busca hallar el valor de las aceleraciones máximas esperadas, para un nivel de riesgo escogido (probabilidad de excedencia) según las solicitaciones del área o estructura a analizar; y para un período de retorno correspondiente, según la ecuación:

$$RISK(\%) = 1 - e^{\frac{-t_{op}}{T_a}}$$

Donde:

t_{op} = es el tiempo de vida útil para el cual ha sido construida la estructura.

T_a = es el período de retorno de un sismo dado con aceleración "a".

El análisis se realizará para un punto dentro del distrito de Ventanilla, que caracterizará todo el sector del distrito. La ubicación de este punto viene dada por las siguientes coordenadas: Longitud 77.12° W y Latitud 11.87° S.

Los resultados del Programa Risk se muestran en el Anexo I.

Los períodos de retorno y sus riesgos respectivos se muestran en la Tabla 3.5. Se ha asumido $t_{op}= 50$ años.

3.4.2. Programa RISK para aceleraciones espectrales

Se ha realizado el Análisis de peligro Sísmico con un Programa que sigue la metodología propuesta por Cornell, la cual ha sido adecuada en este estudio para ingresar la Ley de Atenuación propuesta por Youngs.

En el Anexo II se presentan los resultados del análisis con este programa.

En la Tablas 3.6 Y 3.7, se muestran la aceleraciones máximas resultantes del análisis con este Programa, para roca y suelo respectivamente.

Al hacer las comparaciones entre los valores de aceleración máxima obtenidas por el Programa RISK y las obtenidas con el Programa para aceleraciones espectrales se observa que la aceleración máxima en éste último programa es mucho menor cuando se considera Roca, mientras que en el caso de Suelos, los resultados están bastante cercanos (Para $T_r= 475$ años; $a = 0.58$ g mediante RISK, y $a = 0.52$ g mediante el programa para aceleraciones espectrales). Esto último tiene sentido, ya que los resultados del programa Risk son para depósitos de suelos firmes y no para roca, por lo tanto las comparaciones deben hacerse en suelo y no en roca.

La variación en los resultados se debe a la concepción entre las leyes de atenuación; mientras que la ley de atenuación de Casaverde está hecha sólo sobre la base de 10 sismos peruanos,

la ley de Youngs está hecha sobre la base de sismos distribuidos en todo el cinturón de fuego, incluidos los sismos peruanos.

3.4.3. Discusión de resultados

1. Se ha realizado el análisis para un tiempo de exposición sísmica de 50 años, debido a que este período es aceptable para viviendas y construcciones de mediana importancia, que son las que se encuentran mayoritariamente en el distrito.
2. La ley de atenuación utilizada en el programa Risk es la de Casaverde y Vargas (1992), hallada sobre la base de sismos peruanos de subducción, ya que por la localización del distrito (limita con el litoral), los sismos que afectarán preponderantemente al área analizada serán los de subducción.
3. Las aceleraciones máximas encontradas en el programa RISK para una probabilidad de excedencia del 10 % son del orden de 580 gals, lo cual significa que existe una probabilidad del 10 % de exceder el valor del parámetro aceleración 0.58 g, en un período de exposición sísmica de 50 años. Esta aceleración es un valor elevado comparado con los sismos importantes que Lima ha soportado en sus últimos años.
4. En los resultados del Programa RISK para aceleraciones espectrales, la aceleración para el período espectral de cero es la correspondiente a la máxima aceleración del suelo. El valor que se ha obtenido para Suelo es del orden de 0.52 g lo cual es aceptable al compararlo con la aceleración obtenida por el programa RISK (0.58 g). Esto es debido a que los registros sísmicos obtenidos (estaciones acelerográficas), se encuentran sobre suelo firme y no en roca. Monroy et al (2003)

presentan valores de aceleraciones espectrales esperados para Lima, señalando un valor de aceleración máxima de 0.4 g para un período de retorno de 475 años. Las diferencias con los valores reportados en este estudio pueden deberse a los catálogos sísmicos actualizados y a los parámetros definidos en base a éstos.

5. Las diferencias entre los resultados de ambos análisis pueden deberse a que la ley de atenuación propuesta por Youngs está hecha sobre la base de sismos de muchos países que siguen el mecanismo de subducción, mientras que la ley de atenuación de Casaverde sólo está hecha sobre la base de sismos peruanos, los cuales parecen tener un comportamiento particular, y no atenuar tanto como los sismos pertenecientes a otras regiones.
6. Otra de las causas que podrían llevar a valores relativamente menores de la aceleración, es que la ley de atenuación de Youngs, ha sido hecha para sismos con magnitudes mayores a 5, lo cual restringe el aporte que pudieran dar las magnitudes menores a este valor.

3.5. Espectros de peligro uniforme

Los espectros de Peligro Uniforme proveen una distribución de aceleraciones para períodos espectrales, con una misma tasa de excedencia o período de retorno, lo que equivale a una distribución uniforme del peligro en todo el desarrollo del espectro.

Estos espectros han sido calculados, realizando un análisis probabilístico del valor esperado de la aceleración espectral para cada período. El análisis consiste en hallar las tasas de excedencia para un juego de aceleraciones ingresadas, de modo que se pueda construir una curva de período de retorno versus aceleración, de la cual se pueda determinar el

valor de la aceleración espectral esperada para un nivel de peligro requerido.

Las tasas de excedencia son calculadas sumando los efectos de la combinación de distancias y magnitudes.

En la Figura 3.6 se muestra el espectro de aceleraciones en Suelo para un período de retorno de 475 años (10% de probabilidad de excedencia en 50 años). En esta misma Figura se ha ingresado la aceleración espectral hallada según el código de diseño Sismorresistente para un suelo tipo I S1 que corresponde a un suelo firme. Se observa que la máxima aceleración se presenta para un período espectral de 0.2 s, y será del orden de 1.2 g. Esto último quiere decir que para estructuras que tengan ese mismo período de vibración, la respuesta del suelo provocará que los efectos se incrementen (aceleraciones). También se observa que la curva del peligro uniforme está por encima de la curva de la Norma en todo su desarrollo, haciéndose más próxima en el período de 1.75 s.

La Figura 3.7 muestra el espectro de peligro uniforme normalizado a la máxima aceleración para suelo, para un período de retorno de 475 años, conjuntamente con los espectros de respuesta de los sismos de 1966, 1970 y 1974 en sus dos componentes.

Se observa que la curva de peligro uniforme encaja con la forma de los espectros de respuesta de los sismos en la zona de períodos cortos es está por encima de éstos en la zona de períodos largos mostrando la influencia de sismos de mayores magnitudes y del período de retorno de estos eventos considerados en el espectro de peligro uniforme.

TABLA 3.1

COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LAS FUENTES DE SUBDUCCION SUPERFICIALES Y DE LAS FUENTES CONTINENTALES

FUENTES	COORDENADAS GEOGRAFICAS (°)			
FUENTE 3	-81.17	-09.00	-79.27	-07.90
	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE 4	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53

TABLA 3.2

COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LAS FUENTES DE SUBDUCCION INTERMEDIAS Y PROFUNDAS

FUENTES	COORDENADAS GEOGRAFICAS (°)			
FUENTE 15	-79.80	-08.13	-77.17	-06.53
	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
FUENTE 16	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40

TABLA 3.3**PARAMETROS SISMICOS UTILIZADOS EN EL PROGRAMA RISK**

FUENTE	Ms				PROF. (KM)
	Mmin	Mmax	BETA	TASA	
F3	3.5	8.0	1.11	6.79	40
F4	4.0	8.2	1.24	2.88	40
F15	3.8	7.2	1.00	1.51	130
F16	4.0	7.2	1.41	2.52	115

TABLA 3.4**PARAMETROS SISMICOS UTILIZADOS EN EL PROGRAMA RISK PARA ACCELERACIONES ESPECTRALES**

FUENTE	M _w				PROF. (KM)
	Mmin	Mmax	BETA	TASA	
F3	4.3	8.2	1.57	7.57	40
F4	4.7	8.4	1.73	3.00	40
F15	4.5	7.0	1.39	1.66	130
F16	4.7	7.0	1.90	2.53	115

Tabla 3.5. Resultados del Programa RISK

Período de Retorno (años)	Riesgo (%)	Aceleración Máxima (g)
75	49	0.31
100	39	0.34
150	28	0.40
225	20	0.46
300	15	0.51
475	10	0.58
975	5	0.73

Tabla 3.6. Resultados del Programa Risk para aceleraciones espectrales Roca

Período de Retorno (años)	Riesgo (%)	Aceleración Máxima (T=0 s) (g)
75	49	0.15
100	39	0.18
150	28	0.22
225	20	0.25
300	15	0.28
475	10	0.33
975	5	0.43

**Tabla 3.7. Resultados del Programa Risk para
aceleraciones espectrales
Suelo**

Período de Retorno (años)	Riesgo (%)	Aceleración Máxima (T = 0 s) (g)
75	49	0.25
100	39	0.29
150	28	0.34
225	20	0.40
300	15	0.44
475	10	0.52
975	5	0.65

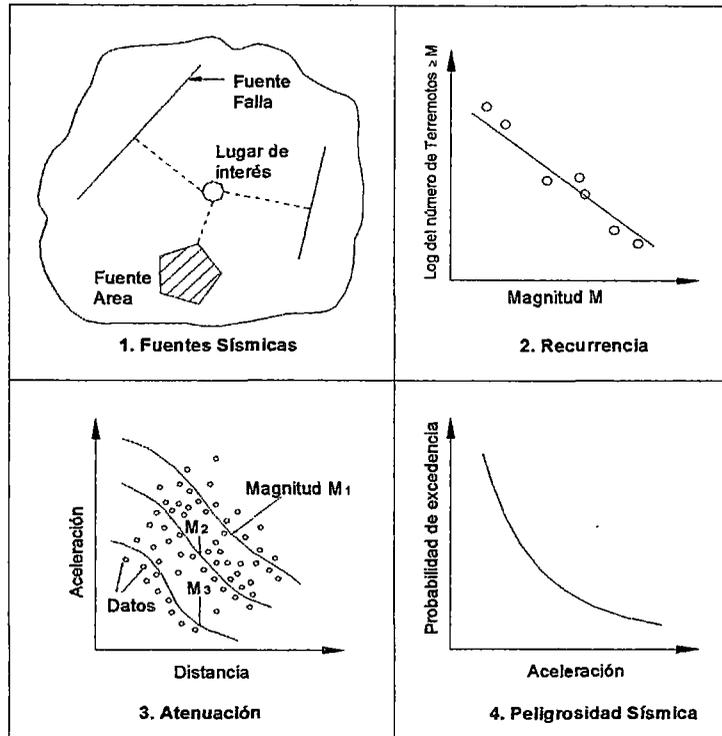


Figura 3.1. Pasos del método Probabilístico
(Ref. González de Vallejo, 2002)

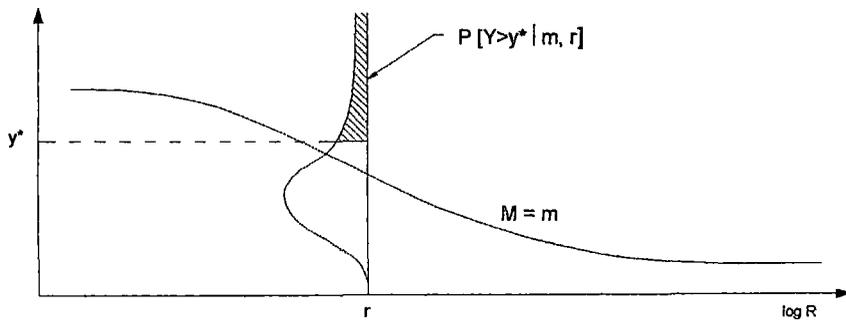


Figura 3.2. Probabilidad condicional de excedencia de un valor particular del parámetro de movimiento del suelo para una magnitud y distancia dada.
(Ref. Kramer, 1996)

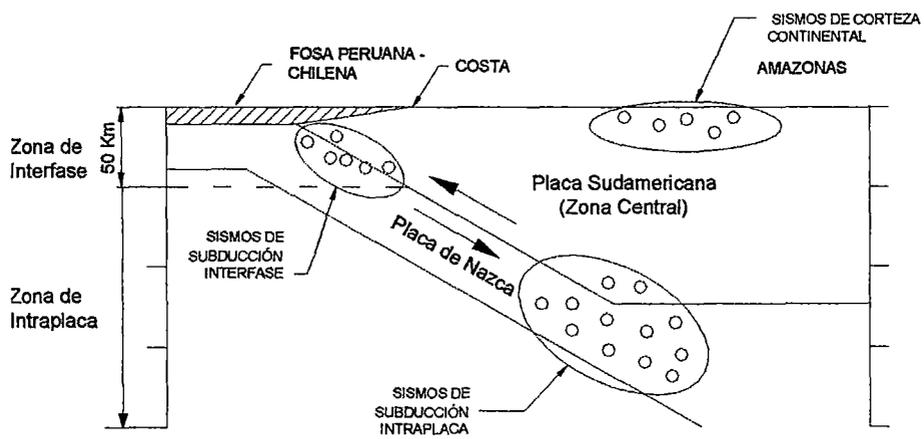


Figura 3.3. Tipos de sismos según su origen

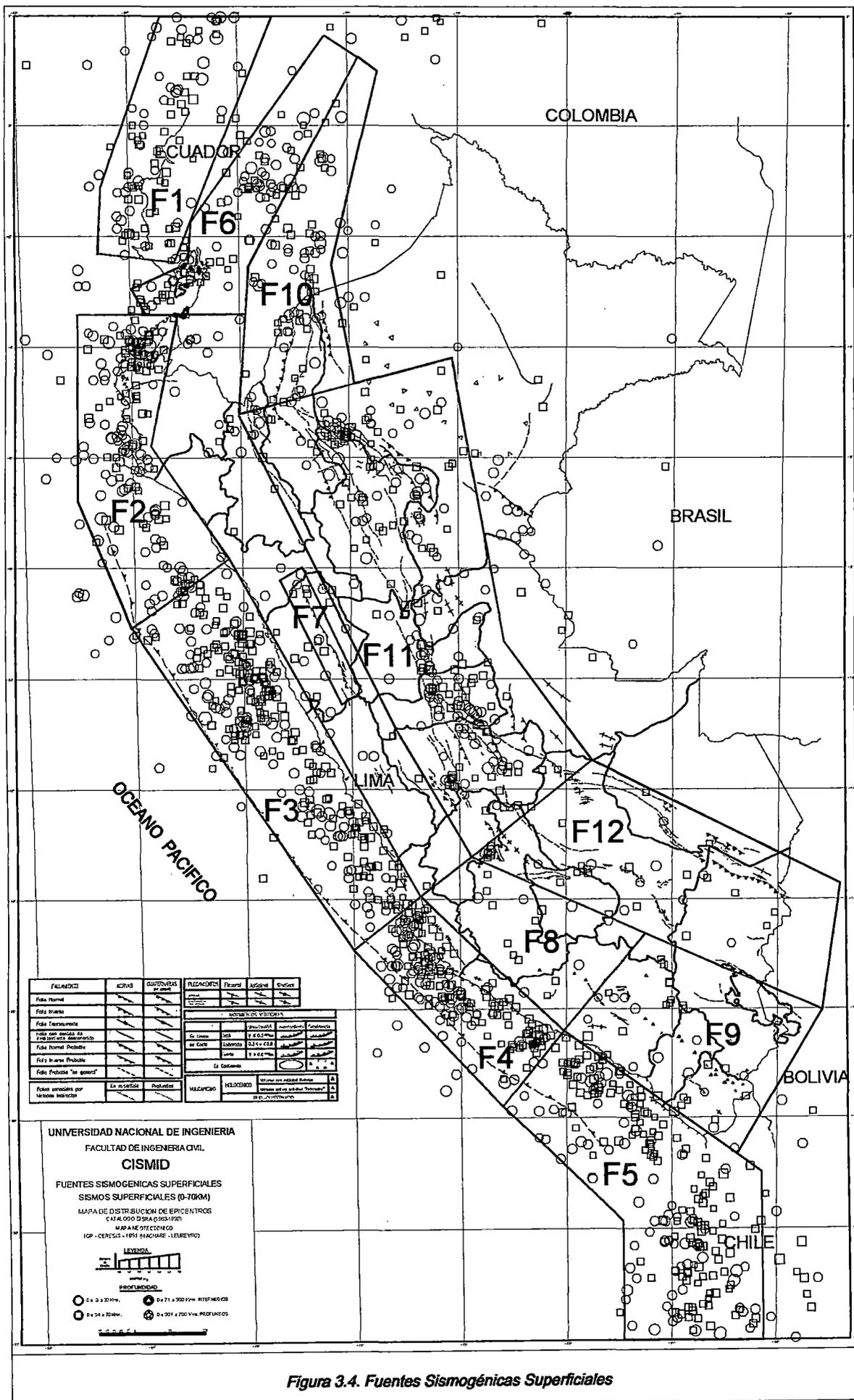


Figura 3.4. Fuentes Sismogénicas Superficiales

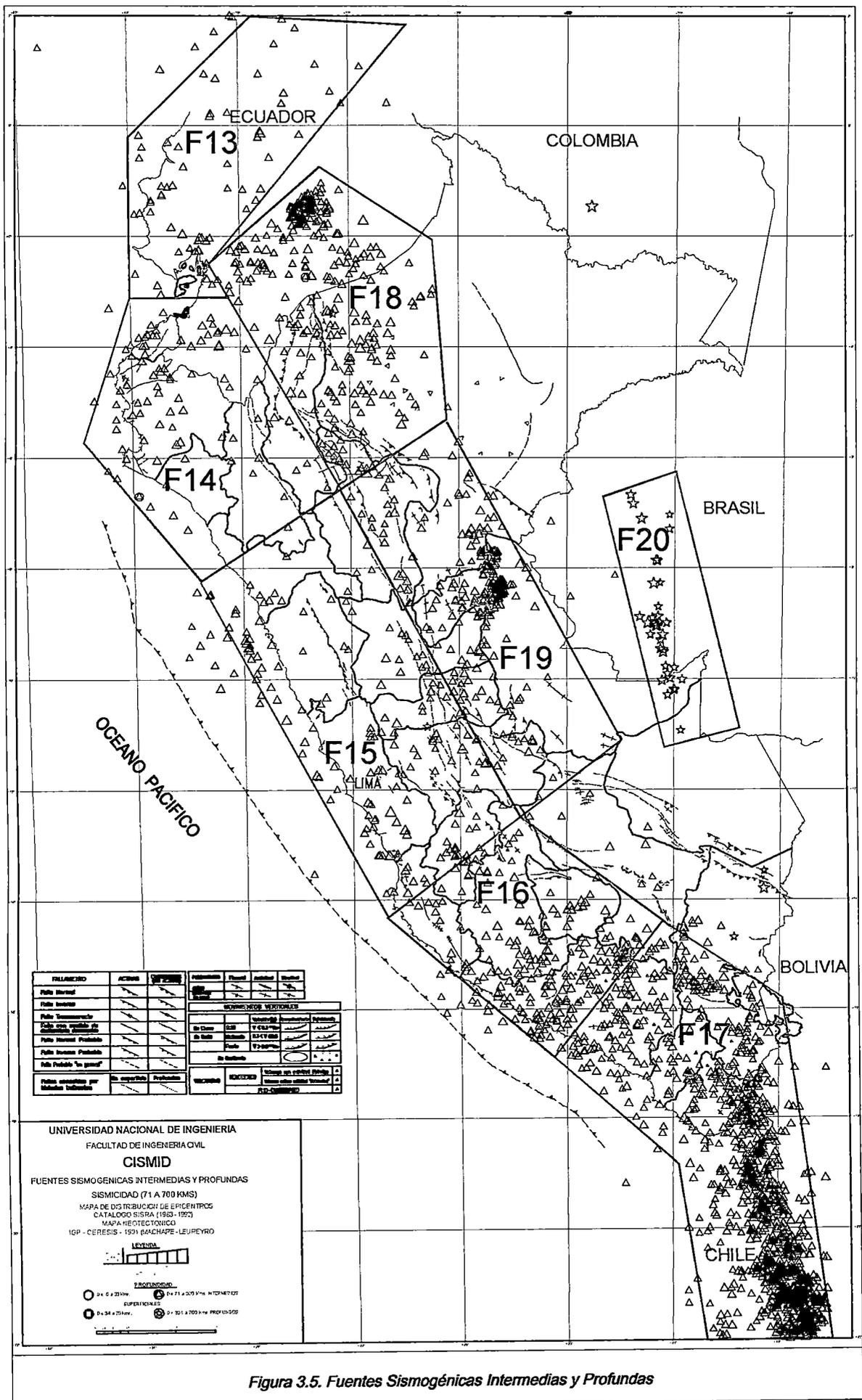


Figura 3.5. Fuentes Sismogénicas Intermedias y Profundas

COMPARACIÓN DE ACELERACIONES ESPECTRALES (Tr=475 años)

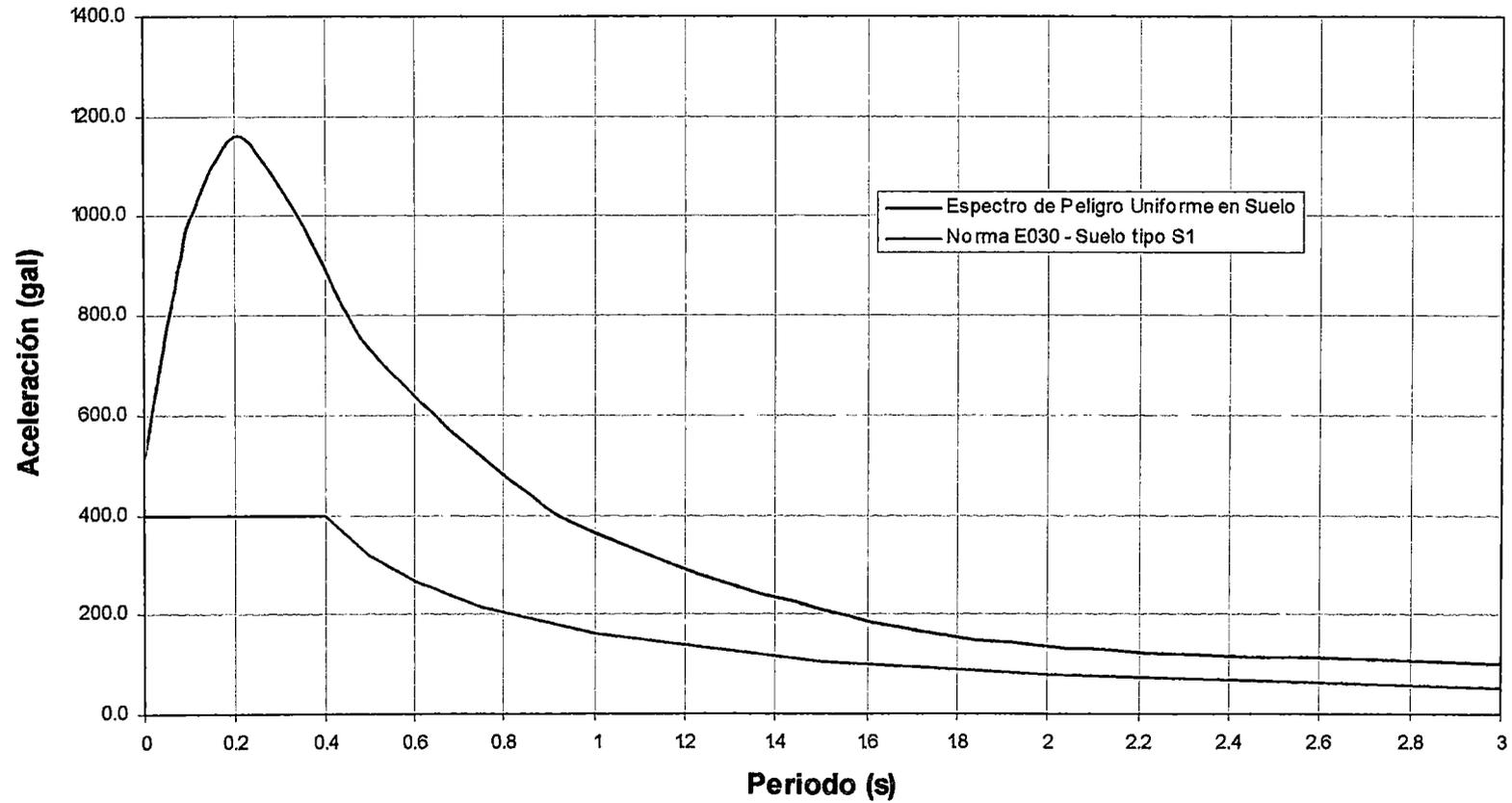


Figura 3.6. Aceleraciones Espectrales en Suelo Firme

COMPARACIÓN ENTRE LOS ESPECTROS DE RESPUESTA DE LOS SISMOS EN LIMA Y DEL PELIGRO UNIFORME

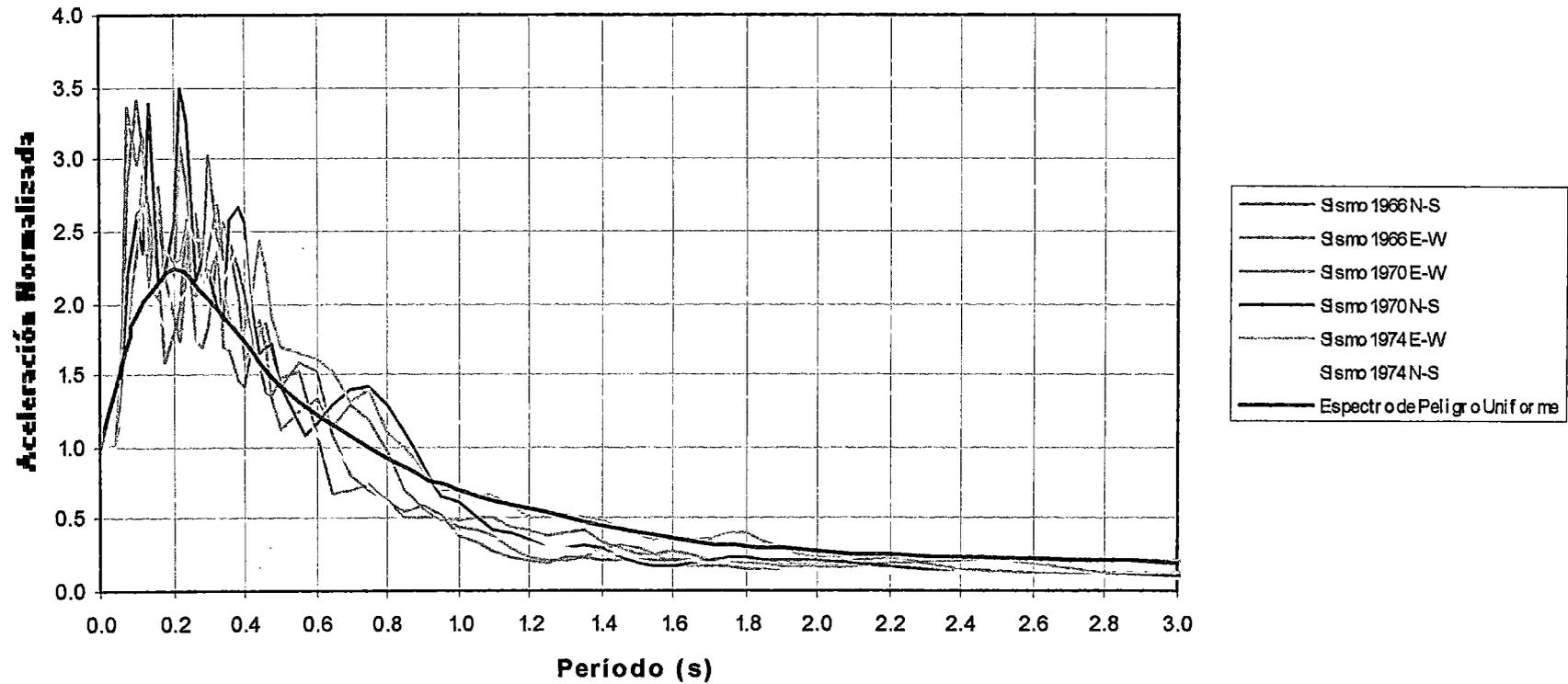


Figura 3.7. Comparación entre los espectros de respuesta de diversos sismos y el peligro uniforme

CAPÍTULO 04

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.1. Introducción

El estudio de Mecánica de Suelos para este trabajo comprendió en principio la recopilación de la información existente, y la realización de un programa de exploraciones en los lugares con escasa información.

Se llevaron a cabo ensayos estándar de Laboratorio identificándose las características del suelo, con ello se trazaron perfiles, a partir de los cuales fue posible describir los tipos de suelos y su distribución en el distrito.

Adicionalmente, se calculó la capacidad portante en los suelos que predominan en el distrito, para un mismo tipo de cimentación, con el fin de comparar las capacidades de carga de estos suelos, y hacer recomendaciones para la elección del tipo de cimentación.

4.2. Exploración de campo

Se utilizaron los estudios previamente realizados por distintos consultores, y por el Laboratorio Geotécnico del CISMID.

Adicionalmente a los estudios recopilados; el Laboratorio Geotécnico del CISMID, realizó exploraciones de campo en los lugares donde no se contaba con información geotécnica. El programa de exploraciones constó de 03 calicatas de una profundidad promedio de 3.00 m; y 04 sondeos entre SPT y CP, con una profundidad entre 1.90 y 3.35 m.

La información básica de los estudios recopilados y realizados se encuentra en las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3. Los registros de los estudios recopilados y realizados se encuentran en el Anexo III, las fotografías se muestran en el Anexo IX y su distribución en el distrito en el Anexo X Plano 03.

4.2.1. Excavación de calicatas

Se realizó la excavación de 03 calicatas a cielo abierto, de las cuales se obtuvieron muestras alteradas para su posterior análisis en laboratorio. La descripción de las calicatas se presenta a continuación:

La calicata C01 está ubicada en el AA.HH Mi Perú, está conformada por arena medianamente suelta, la cual pudo ser explorada hasta una profundidad máxima de 3.20 m, ya que las paredes daban señales de inestabilidad en el momento del muestreo.

La calicata C02 está ubicada entre las calles Las Begonias y Héroes del Pacífico, y está conformada por grava limosa hasta la profundidad de 1.10 m subyaciendo a este estrato una arena limosa de alta compacidad, con mediana humedad, hasta la profundidad explorada de 2.60m.

La calicata C03 está ubicada entre la Av. Venus y la calle el Dorado en la Urb. Naval, y presenta un estrato de grava limosa pobremente gradada, en estado medianamente compacto, húmeda, que continúa hasta la profundidad explorada de 3.0 m.

En ninguna de las calicatas se encontró la presencia de nivel freático.

4.2.2. Ensayos SPT

Se realizó la auscultación de 04 sondajes entre ensayos SPT y Cono Peck, esta última se realizó en los terrenos muy rígidos.

En la exploración con el SPT, se utilizó el muestreador de caña partida, obteniéndose muestras alteradas que fueron remitidas al laboratorio para su clasificación.

La descripción de los sondajes realizados se presentan a continuación:

El sondaje P01 se realizó entre la Av. Bolivia y el Jr. Pachacútec. Al encontrarse cercana a las estribaciones rocosas de las partes altas se encontró un estrato superficial de arena limosa pobremente gradada de 2.45 m de profundidad. Esta se divide en un primer estrato de 1.45 m con $N=12$; y otro hasta 2.45 m con $N=20$, debajo de este estrato se encontró una grava limosa de 0.20m, producto de la meteorización de la roca, a esta profundidad se observó rechazo en el ensayo de Cono Peck.

El sondaje P02 se encuentra a 100 m de los surtidores de agua potable del distrito, está conformado por estratos de arena limosas cuya compacidad aumenta con la profundidad, presentando un valor $N=60$ para una profundidad de 1.45 m. Debajo de esta profundidad se realizó el ensayo de cono Peck, encontrándose un valor $N=123$ hasta la profundidad explorada de 1.90 m.

El sondaje P03 se encuentra en la zona Industrial de Ventanilla, en este sondaje se encuentra un relleno superficial de arena, grava y restos de basura hasta una profundidad de 0.20 m, debajo de este estrato se encuentra una grava de alta compacidad, por lo que se procedió a realizar el ensayo del cono Peck hasta la profundidad de 2.60 m, donde se encontró un $N= 64$.

El sondaje P04 se encuentra en el Parque del Ovalo de la Av. Pedro Beltrán, el primer estrato que presenta es un relleno de 0.50 m de espesor, seguidamente presenta una arena limosa con gravas, donde se realizó el ensayo del Cono Peck hasta la

profundidad de 1.55 m, luego se continuó en el mismo tipo de suelo con el ensayo SPT hasta 2.0 m, encontrándose un valor de $N = 27$ para esta profundidad. Debajo de esta capa se encontró un estrato más firme de gravas donde se realizó el ensayo del cono Peck, obteniéndose un valor de $N = 50$ y 65 para los próximos 0.30 m hasta donde llegó la auscultación.

4.3. Ensayos de laboratorio

Las pruebas se llevaron a cabo en el Laboratorio Geotécnico del CISMID, donde para los fines del proyecto se ejecutaron ensayos de granulometría según la Norma ASTM D421, y de límites de consistencia según la Norma ASTM D4318, en las 10 muestras de suelos obtenidas de las exploraciones de campo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran en el Anexo IV.

4.4. Perfil estratigráfico

En el área del distrito se trazaron 5 perfiles, A-A, B-B, C-C, D-D, E-E; para obtener la información geotécnica de los suelos del distrito. En el Anexo V se muestra su conformación estratigráfica y en el Anexo X Plano 03 se muestra su distribución en el distrito.

La descripción de los perfiles se presenta a continuación:

El perfil A – A, comprende el área ubicada en la parte oriental media del distrito (Urb. Antonia Moreno de Cáceres, Urb. Naval). En este sector existe presencia de material coluvial, que varía desde gravas pobremente gradadas a bien gradadas, hasta la profundidad explorada de 5.00 m, conteniendo un alto porcentaje de sales y sulfatos los cuales disminuyen conforme aumenta la profundidad. Este material posee una compacidad media, siendo en general un material competente. Sin embargo, en

algunas zonas se encuentran cementados con sales solubles, habiéndose reportado problemas de asentamientos por la lixiviación de estos cementantes.

El perfil B-B caracteriza la parte sur del distrito, comprende la zona denominada Pampa de los perros, el cual está sobre depósito coluvial. Superficialmente se observa un material de relleno conformado por arena limosa con restos de basura de aproximadamente hasta 1.10 m de profundidad. Por debajo de este material predominan las gravas angulosas desde pobremente gradadas a bien gradadas, con algunas intercalaciones de arena pobremente gradada, la compacidad tanto de la arena como de la grava es alta hasta la profundidad explorada de 10 m. Este material se clasifica como competente para la cimentación de edificaciones.

Los perfiles C-C y E-E caracterizan la zona norte del distrito. (AA.HH. Pachacútec, Loma de los cerros, Keiko Sofía, etc). Geomorfológicamente se ha reconocido esta zona como depósitos eólicos, los estudios utilizados para el trazo de los perfiles dan cuenta de esto. La profundidad de estos depósitos es variable ya que cubren grandes formaciones geológicas (cerros), que en algunos sectores quedan al descubierto. Los depósitos eólicos están formados predominantemente por arena mal gradada y arena limosa, hasta la profundidad explorada de 5.00 m. La compacidad de la arena es semisuelta hasta aproximadamente 1.50 m haciéndose más densa con la profundidad. En la zona oeste, principalmente, se han encontrado presencia de sales.

En el perfil D-D que cubre la zona este del distrito, se identifican 02 depósitos superficiales, un de depósito eólico (AA.HH. Mi Perú); y otro coluvial (Zona Industrial, Urb. Naval). El primero está conformado por arena pobremente gradada con limo, con una compacidad medianamente suelta hasta la profundidad explorada de 3.20 m. La segunda, está conformada por gravas limosas de compacidad media hasta la profundidad explorada de 3.00 m.

4.5. Delimitación del área de estudio por tipos de suelos

La información generada fue procesada en un sistema de información geográfica, con el cual se elaboraron mapas de distribución de suelos a diferentes profundidades. En el Plano 05 del Anexo X se observa que el terreno de cimentación en las diferentes áreas del distrito está conformado de la siguiente manera:

1. **Arenas Eólicas:** Se presentan en la zona Norte del distrito, éstas se encuentran cubriendo las formaciones rocosas, y han sido acumuladas por la acción del viento. Su potencia es variable, hasta la profundidad explorada de 5.70 m los estudios dan cuenta de la continuidad del depósito. Superficialmente estos depósitos se encuentran en estado suelto y su compacidad aumenta con la profundidad. Hay presencia de costras de sales en los primeros metros de profundidad.
2. **Gravas Coluviales:** Se localizan en la parte central del distrito (Ciudad Satélite, Antonia Moreno de Cáceres, Pampa de los Perros), formando depósitos de origen coluvial. Las gravas son angulares con matriz de arena y limo. En algunos de estos sectores se han presentado problemas de lixiviación.
3. **Suelos Pantanosos:** Se encuentran en la parte central oeste del distrito, está conformada por arenas limosas y suelos orgánicos con nivel freático superficial, presentando características desfavorables para cimentaciones superficiales. A pesar de las condiciones desfavorables, en la actualidad estos suelos han sido poblados, presentándose problemas de afloramiento de agua y fallas en las estructuras. Esta área ha sido declarada como reserva ecológica.
4. **Depósitos Marinos:** Se localiza en la mayor parte de la zona del litoral, están constituidos por suelos arenosos saturados y sueltos, con características mecánicas desfavorables para la cimentación de

estructuras, y en los cuales se puede presentar el fenómeno de licuación durante sismos de moderada intensidad.

4.6. Determinación de la capacidad portante del terreno para edificaciones de interés social.

Se determinó la capacidad portante del terreno en los distintos tipos de suelos para un solo tipo de cimentación, en este caso se analizó una zapata aislada, con un ancho de 1.00 m, desplantada a una profundidad entre 1.00 a 1.50 m, que representa mejor a las edificaciones de interés social.

El análisis de cimentaciones se presenta en el VI. La teoría de cimentaciones expone que debe haber dos condiciones para asegurar la estabilidad de una cimentación, estas son:

1. El asentamiento del suelo debe ser menor que el máximo asentamiento permisible según el tipo de estructura.
2. La cimentación debe ser segura contra la falla de corte del suelo que la soporta.

El análisis de la capacidad de carga se realizó con la teoría de capacidad de carga de Terzaghi en 02 zonas.

Zona de Arenas Eólicas

Comprende las inmediaciones del Proyecto Especial y Proyecto Piloto Ciudad Pachacútec (zona nor-oeste del distrito), el cual está conformado por el depósito cuaternario de arenas eólicas.

Habiéndose encontrado que podría ocurrir una falla por punzonamiento a partir de las propiedades del suelo de cimentación (Figuras 4.1 y 4.2), se realizó el análisis de la capacidad portante con los factores de capacidad de carga corregidos, para una zapata aislada desplantada a una

profundidad de 1.40 m, encontrándose un valor de $Q_{adm} = 0.60 \text{ Kg/cm}^2$. Se verificó también que el asentamiento total sea menor que 1 pulg., para esta condición se encontró un $Q_s = 0.90 \text{ Kg/cm}^2$. (Figura 4.3).

Se eligió el valor de 0.60 Kg/cm^2 para asegurar que no se produzca una falla local por corte y el asentamiento sea menor a 1 pulg.

Debido a la poca homogeneidad de compacidades en este suelo arenoso, se recomienda conectar las zapatas de modo que se eviten asentamientos diferenciales, lo cual podría conllevar a fallas en la estructura. Adicionalmente, se recomienda evitar el aniego en el suelo de cimentación, ya que el agua produciría un efecto densificador, induciendo al suelo a asentamientos mayores que los considerados en el diseño.

Zona de Gravas Coluviales

Esta zona se ha dividido en dos sectores; el Sector 1 corresponde al AA.HH. Pampa de los Perros o Parque Porcino, el cual está conformado por gravas coluviales medianamente densas; y el Sector 2 que comprende la Urb. Antonia Moreno de Cáceres, la cual está conformada por gravas coluviales entre baja y medianamente densas con presencia de sales y sulfatos.

Sector 1

Estudios en este tipo de suelo han señalado que la falla que ocurrirá es por corte general, por lo que se realizó el análisis de capacidad portante en este tipo de falla para una zapata aislada de ancho $B = 1.00 \text{ m}$, desplantada a 1.20 m de profundidad, encontrándose una capacidad portante admisible de 3.30 Kg/cm^2 .

El asentamiento de la cimentación se calculó en función a la teoría elástica (Lambe y Witman, 1969), obteniéndose un valor de 0.42 cm, que es menor al asentamiento máximo permisible de 1 pulg.

Por lo tanto, la capacidad de carga en este sector es de 3.3 Kg/cm^2 .

Sector 2

En este sector el Laboratorio Geotécnico del Cismid en el año 1989 realizó ensayos de placa para el: “Estudio Geotécnico de Cimentación de Siete Centros Educativos Iniciales y una Posta Sanitaria”. En el análisis de la capacidad de carga de la zapata cuadrada de 1m de ancho, desplantada a 1.20 m de profundidad se han tomado los resultados del estudio antes mencionado.

Según el método empírico del Comité francés de Mecánica de Suelos el valor de la capacidad de carga es el que corresponde a un asentamiento de 3 pulg. La curva de carga que se utilizó fue la correspondiente al CEI4-EP3, por ser la que acumuló mayor asentamiento. De esta curva se obtuvo el valor de capacidad portante de 2.8 kg/cm^2 .

Se verificó que el asentamiento producido por esta carga para las condiciones de la cimentación considerada sean menores a las permisibles, obteniéndose un asentamiento de 1.72 cm. Por lo que queda verificado el valor de capacidad portante previamente obtenido.

Cabe resaltar que en estos suelos se han reportado problemas de lixiviación por las sales y sulfatos cementantes, especialmente en las zonas cercanas a los taludes y en las partes altas. Por ello, se recomienda conectar las cimentaciones para evitar los asentamientos diferenciales que podrían ocurrir por el lavado de sales; también se debe evitar la presencia de agua en las cimentaciones.

Se recomienda eliminar los primeros 0.50 m utilizar Cemento Tipo V para evitar la corrosión y cubrir el acero de refuerzo de las cimentaciones.

TABLA 4.1. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA RECOPIADA - DISTRITO DE VENTANILLA

ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	Prof. (m)	Coordenadas		Fecha
				X	Y	
E01	Estudios Sismológicos, Geológicos y de Mecánica de Suelos para el Complejo Pesquero del Centro	En el extremo Norte de la Playa de Ventanilla, a unos 26 Km al NE de Lima	17.00	263718	8689374	Jun-78
E02	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores A-II-5,6	4.50	264024	8691169	Jun-90
E03	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores A-I-5,6,7,8/A-II-1,2,3,4/B-IV/A-III-1,2,3,4	4.50	264141	8690583	Jun-90
E04	Levantamiento Topográfico y Estudio de Suelos con fines de cimentación	MZ MI- Sector E; AH Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	3.00	264710	8690770	Mar-00
E05	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores C-IV-1a,1b,2,3,4,5; C-VII-3,4,5; D- VIII-1,2,3,4; C	4.50	264871	8690781	Jun-90
E06	Estudio de Suelos para el C.E. Primario - Secundario del Sector A Ciudad Pachacutec	Zona de expansión urbano marginal de la Ciudad Pachacutec	3.00	265455	8691457	Mar-00
E07	Estudio de Suelos con fines de cimentación CEE Ciudad Pachacutec	En el sector central del programa de vivienda Pachacutec, en el sector D, colindante con B	3.00	265738	8691128	Oct-00
E08	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores C-VII-1,2	4.50	265738	8669706	Jun-90
E09	Ampliación del anexo del CE N°5121	Sector D - Ciudad Pachacutec / Manzana "P"	4.00	265957	8691128	Jun-90
E10	Estudio de Suelos con fines de cimentación para el C.E. 5117 "Jose Potocarrero Rebaza"	Coop. Kawachi - Ciudad Pachacutec	2.50	266067	8689683	Mar-00
E11	Estudio de suelos con fines de cimentación C.E. N°5077 "José Faustino Sánchez Carrión"	Intersección de la Av. Bahía Azul y Av. Grau	3.00	267006	8690653	Feb-00
E12	Estudio de Suelos con fines de Cimentación C.E. N° 5123	A.H. Las Lomas (Por el Norte con la calle 3, por el Sur con la calle 31, este e33, oe e23)	3.00	267165	8692403	Feb-00
E13	Estudio de Suelos C.E. Keiko Sofia	Entre las calles Las Águilas y el Jr. El Tucán. Alt. Km. 37.5 Pan. Norte	2.00	267235	8691940	Oct-98
E14	Estudio de Mecánica de Suelos del CEI Los Olivos de la Paz	A.H. Los Olivos de la Paz Intersección calles Finlandia, Inglaterra y Bélgica	5.80	267702	8690056	Feb-00
E15	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores G-XV-4,G-XV-5, H-XVI-2,3,4; J-XXI-1,2,3; Zona Industrial	3.20	267334	8688843	Jun-90
E16	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores G-XIV-1,2,3,4; PARQUE SECTOR "G", H-XVI-1	5.00	268246	8690015	Jun-90
E17	Proyecto Especial Ciudad Pachacutec	Sectores G-XIV-1,2,3,4; PARQUE SECTOR "G", H-XVI-1	5.50	268095	8689148	Jun-90
E18	E.M.S.F.C. del Reservoirio apoyado RP3 y R2A de las Obras Generales de agua potable	El reservoirio RP-3 AH "Las Terrazas" (Cumbre del cerro), R2A AH "Jardín del Licenciado"	0.80	267683	8687081	Jun-00
E19	Obras Generales de Alcantarillado Esquema Kumamoto y Anexos, Tunel para el paso de tubería	Lomas de los cerros	0.90	267957	8686389	Dic-02
E20	Obras Generales de Alcantarillado Esquema Kumamoto y Anexos, Tunel para el paso de tubería	Parte Litoral y hacia el lado de la carretera	2.00	268024	8686383	Dic-02
E21	E.M.S.F.C. de Reservoirio apoyado R-3a de las obras generales de agua potable	En la cumbre de una pequeña elevación, en el A.H. Los Licenciados	0.80	268014	8685832	Jun-02
E22	Estudio Geotécnico Construcción de un reservoirio apoyado	Urb. Los Proceres - Ventanilla - Ciudad Satélite	2.00	269257	8686418	May-94
E23	Construcción Policlínico en la Urb. Antonia Moreno de Cáceres	Urb. Antonia Moreno de Cáceres (entre la Av. Gonzales Ganoza, Pasaje VI y calle 2)	5.00	268638	8685132	Ago-99
E24	Estudio Geotécnico Siete Centros Educativos y 1 Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Cáceres (CEI N°1)	4.00	268722	8685007	Ago-89
E25	Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Cáceres (CEI N°2)	4.00	269011	8684867	Ago-89
E26	Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Cáceres (CEI N°3)	4.00	269310	8684729	Ago-89
E27	Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Cáceres (CEI N°4)	1.00	269436	8684588	Ago-89
E28	Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Cáceres (CEI N°5)	4.00	269812	8684491	Ago-89

ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	Prof. (m)	Coordenadas		Fecha
				X	Y	
E29	Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Caoceres (CEI N°6)	4.00	270129	8684376	Ago-89
E30	Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria	Ciudad Antonia Moreno de Caoceres (CEI N°7)	4.00	270227	8684581	Ago-89
E31	Estudio Definitivo de Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado	Margen derecha de la Av. Nestor Gambeta // Cámara de Control	2.00	268408	8684292	Dic-02
E32	Estudio Definitivo de Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado	Cámara de Control (Coop. Vivienda Montecarlo)	2.00	268359	8683971	Dic-02
E33	Estudio Definitivo de Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado	Margen derecha de la Av. Nestor Gambeta // Cámara de Control	2.00	268478	8683815	Dic-02
E34	Estudio Definitivo de Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado	Reservorio 1 (ladera del cerro A.H. Kenji Fujimori), Reservorio2 (A.H: heroes del cenepa)	0.50	268819	8683992	Dic-02
E35	Estudio Definitivo de Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado	Margen derecha de la Av. Nestor Gambeta // Reservorio 2 (AH Heroes del Cenepa)	0.80	268624	8683626	Dic-02
E36	Ampliación de la refinería La Pampilla	Refinería La Pampilla (zona norte)	10.00	267592	8681395	Jul-80
E37	Ampliación de la refinería La Pampilla	Refinería La Pampilla (zona sur)	8.00	267665	8680727	Jul-80
E38	Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado	Av. Chillón/Av. Nestor Gambeta (OPP-5)	2.00	267986	8679566	Mar-01
E39	Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado	Av. Central (Parque Porcino) OPP-19	2.50	269448	8681800	Mar-01
E40	Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado	Av. Central (Parque Porcino) OPP-18	2.40	269427	8680431	Mar-01
E41	Estudio de Suelos para diseño de Cimentaciones Central Termoelectrica a Gas Natural	a 1.5Km al Este del cruce Carretera Ventanilla y Chillón	10.00	269329	8679556	Oct-92
E42	Estudio de suelos Estación Terminal Ventanilla - Callao	Av. Del Bierzo (ex Chillón), a 56 m de la int. Con el Jr. Puno	10.00	269640	8679089	Nov-02
E43	Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado	Av. Chillón/Av. Central (OPP-4)	2.20	269790	8679011	Mar-01
E44	Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado	Cantera Unicon (OPP3)	2.50	271064	8678551	Mar-01

Nota:

E.M.S.F.C.: Estudio Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación

TABLA 4.2. INFORMACIÓN CALICATAS EJECUTADAS - DISTRITO DE VENTANILLA (CISMID - 2003)

CALICATA	NOMBRE DE ESTUDIO	Dirección	Nivel Freático (m)	Prof. (m)	Coordenadas		Fecha
					X	Y	
C01	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	Jr. Ayacucho Mz D1 A.H. MI Perú	-	3.20	268505	8688461	Abr-03
C02	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	cruce calle las Begonias y Av. Héroes del Pacífico	-	2.60	269701	8687205	Abr-03
C03	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	Urb. Naval - cruce Av. Venus y calle Dorado	-	3.00	268037	8685247	Abr-03

TABLA 4.3. INFORMACIÓN DE SONDAJES SPT Y CP- DISTRITO DE VENTANILLA (CISMID - 2003)

SONDAJE	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	Nivel Freático (m)	Prof. (m)	Coordenadas		Fecha
					X	Y	
P01	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	cruce Av. Bolivia con Jr. Pachacutec - A.H. Los Cedros 5to sector	-	3.35	267817	8691214	Abr-03
P02	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	a 100m de los Surtidores de Agua Potable - Pachacutec	-	1.90	267476	8689016	Abr-03
P03	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	entre calle Luis Bancharo, calle Nicolas Copernico y Av. Revolución	-	2.60	268432	8687318	Abr-03
P04	Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 distritos de Lima y Callao	Av. Pedro Beltran, Parque Ovalo	-	2.30	269608	8687144	Abr-03

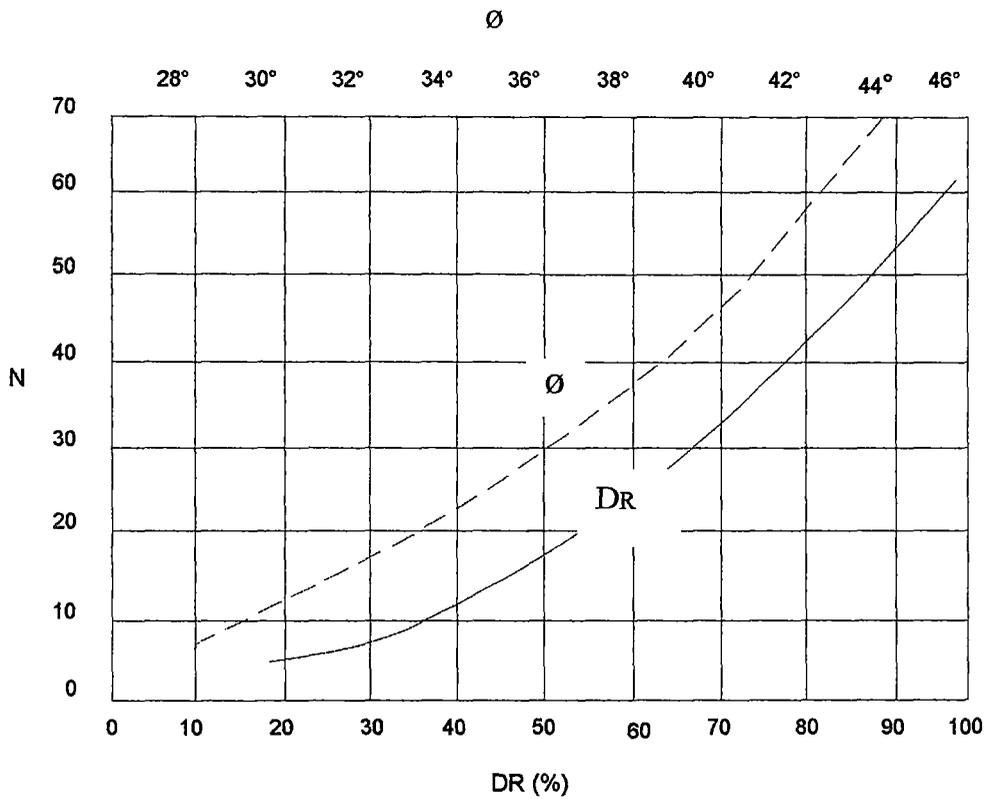


Figura 4.1. Correlaciones $N - DR$ y $N - \phi$ (Aporte de Terzaghi y Peck)

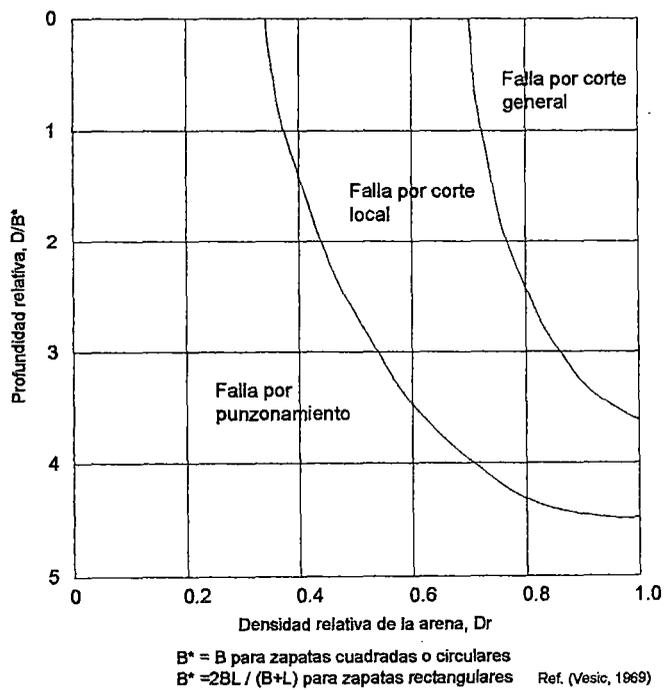


Figura 4.2. Formas Típicas de Falla en Arena

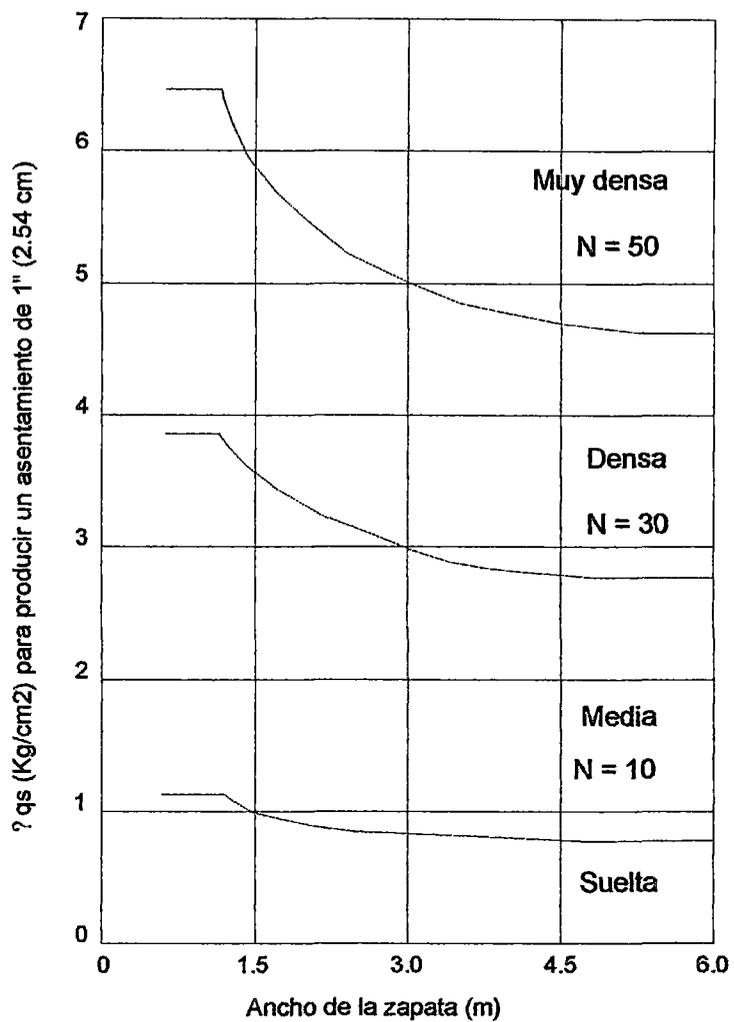


Figura 4.3. Asentamientos de zapatas deducidos de la penetración estándar N. (Según Terzaghi y Peck, 1948)

CAPÍTULO 05

ESTUDIO DE DINÁMICA DE SUELOS

5.1. Introducción

La dinámica de suelos es la ciencia que permite evaluar las características dinámicas del área en interés, debido a perturbaciones naturales y causadas por la actividad humana.

En el distrito de Ventanilla, se han realizado ensayos de microtrepidaciones, para medir la vibración natural del suelo y obtener los parámetros del movimiento sísmico (períodos y amplificaciones). Las que representarán las características de vibración del distrito para pequeñas deformaciones. Identificándose sectores con períodos de vibración altos, por tratarse de un gran depósito de arenas.

Adicionalmente, se realizó un análisis de efecto de sitio en este sector para analizar las amplificaciones que podrían ocurrir ante eventos sísmicos de diferentes magnitudes. Para finalmente realizar comparaciones entre los períodos obtenidos por las microtrepidaciones y los hallados por el análisis de efecto de sitio.

Se obtienen los espectros en superficie con los resultados del análisis de efecto local, y modelando el sismo de entrada con el espectro propuesto por Youngs et al.

5.2. Evaluación de las características dinámicas de los suelos

Se llevaron a cabo ensayos de microtrepidaciones en el distrito, para conocer los valores de los parámetros dinámicos que nos ayudarán a conocer el comportamiento del terreno ante un evento sísmico.

5.2.1. Descripción del equipo de medición de microtrepidaciones

El equipo de medición de microtrepidaciones es el GEODAS-10, desarrollado por la empresa TOKYO SOIL RESEARCH Co, Ltd., el CISMID adquirió este equipo en el año 2001. El equipo cuenta con las siguientes características:

- a) 16 canales de entrada, cada uno tiene un convertidor A/D individual con resolución 24bit y alta velocidad de muestreo.
- b) Sensores de sensibilidad 1V, los cuales permiten registrar las vibraciones ambientales del terreno producidas por fuentes naturales o artificiales.
- c) Computadora portátil, PC Toshiba SS-3480 PADS60P1N8M. CPU Pentium III 600MHz. RAM 64MB. Disco duro 12 GB.
- d) Software de procesamiento:
 - Wave: permite visualizar en tiempo real y grabar el registro de las mediciones en forma digital.
 - Spectrum: Permite leer los registros de campo y obtener los espectros de Fourier, así como determinar las relaciones espectrales H/V propuesto por Nakamura.

En la Figura 5.1 se muestra las partes de equipo y en la Figura 5.2 se señala las partes que constituyen el sistema de adquisición de datos del mismo.

5.2.2. Procedimiento del ensayo

- El equipo es transportado hacia el lugar de medición, donde se busca el lugar adecuado para la colocación de los sensores, este debe ser plano y en lo posible libre de humedad, los sensores deben seguir una orientación según el Norte magnético.

- Seguidamente, los sensores son conectados al equipo de medición. Antes de tomar el registro, se configura las características del equipo y los detalles de la visualización en pantalla.
- Se procede a tomar el registro controlando el tiempo de medición, el cual dependiendo de la claridad del registro varía entre 2 a 3 minutos, a menudo cuando hay interferencias se toma un registro mas largo para poder cortar los tramos inadecuados.
- En gabinete, se realiza la conversión de los datos de formato binario a ASCII.
- Con el software spectrum, se revisan las relaciones espectrales y el espectro de Fourier, y como una primera aproximación se obtienen los periodos predominantes del suelo.

5.2.3. Medición de microtrepidaciones en el distrito de Ventanilla

Se realizó la medición de la vibración natural del suelo, obteniéndose los parámetros dinámicos (período predominante y factor de amplificación), en 32 puntos distribuidos en el distrito.

Para la elección de los lugares de medición se buscó en lo posible que cuenten con información geotécnica que corroborase los parámetros obtenidos de las mediciones de microtrepidaciones.

Para fines prácticos, los lugares que se prefirieron para la medición fueron parques, con poco tránsito.

La ubicación de los puntos de medición se encuentra en la Tabla 5.1, y su distribución sobre el distrito se encuentra en el Anexo X Plano 04.

En el Anexo IX se presentan las impresiones fotográficas de los momentos de la medición en algunos de los lugares considerados.

5.2.4. Evaluación e interpretación de las mediciones

A partir de los registros de vibración obtenidos en campo, se obtienen las relaciones de espectros de respuesta H/V y los espectros de Fourier, de los cuales es posible identificar el valor del período predominante de vibración natural del suelo así como la amplificación del mismo.

El método que propone Nakamura , también llamado H/V (1989), permite identificar los períodos fundamentales de los registros tomados por los microtemores, a partir del cociente de las componentes horizontales del registro en superficie entre la componente vertical. La finalidad del método original es eliminar el efecto de las ondas superficiales, ya que considera que son simplemente ruido, todo con el objetivo de obtener un “resultado directamente relacionado con la función de transferencia para ondas S”.

Cabe mencionar que el procesamiento de las señales puede realizarse en cualquier software de análisis matemático que realice la transformada de Fourier. En este trabajo se hecho uso del MatLab versión 6.5 para el procesamiento de los registros de velocidades, obteniendo la transformada de Fourier y la Relación Espectral H/V. De acuerdo al tipo de suelo se ha realizado la elección ya sea del espectro de Fourier o de la relación espectral H/V, para la determinación del período natural de vibración.

En el Anexo VII se muestran las gráficas de H/V y Fourier, con sus respectivos datos de ubicación y valores de períodos encontrados.

5.2.5. Discusión de resultados

Las relaciones espectrales H/V presentaron un comportamiento definido en los sectores de suelo arenoso, mostrando una curva con un pico máximo para el cual se podía obtener claramente su valor de período correspondiente. Este comportamiento que se encontró en las mediciones en campo en suelo arenoso va de acuerdo con la teoría que respalda el uso de estas relaciones espectrales (Teoría de Nakamura).

En los otros tipos de suelos la forma de las relaciones o espectros de Fourier no fueron tan definidos, observándose en algunos casos más de un solo pico, sin embargo, con la información geotécnica, se pudo identificar el valor de período que correspondía a ese tipo de suelo.

Como se observa en el Anexo X Plano 04, los valores de los períodos de vibración aumentan en el sentido de Sur a Norte, conforme se encuentran suelos más blandos como las arenas sueltas y en sentido de Este a Oeste conforme se encuentre el nivel freático más superficial y estemos más cercanos a la acción del mar.

Se ha encontrado una zona en el sector Noroeste del distrito con alto período de vibración, lo cual podría conllevar a amplificaciones importantes, por ello será necesario realizar un análisis de efecto de sitio en este depósito.

5.3. Aplicación de las teorías de amplificación dinámica

Las teorías de amplificación se aplican para conocer el comportamiento dinámico de un depósito de suelo en particular, dicho análisis, es comúnmente llamado análisis del “efecto de sitio” o “efecto local”. Normalmente se desarrolla en lugares donde se considere que el depósito de suelo presentará condiciones desfavorables ante un evento sísmico; y no se tenga registro de los parámetros de movimiento del suelo debido a sismos.

Estas condiciones fueron identificadas en un depósito de suelos arenosos en el sector noroeste del distrito.

5.3.1. Métodos de evaluación del efecto local

Para realizar la evaluación del efecto local se han desarrollado metodologías unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales. En el presente estudio se ha aplicado el método unidimensional.

Aunque se debería considerar la no linealidad del suelo, la cual es la condición más realista; en este caso se ha modelado ésta con un sistema lineal equivalente.

El análisis consiste en llevar un registro tiempo historia de aceleraciones obtenido en afloramiento de roca o suelo firme hacia la base del depósito. Como siguiente paso este registro es trasladado a través del depósito de suelo hacia la superficie, para obtener los parámetros del movimiento del suelo (Figura 5.3), estos valores están en función a los parámetros dinámicos del depósito y las características del registro de entrada.

Una función importante para el análisis es la “función de transferencia”, la cual es el factor que predice el comportamiento dinámico del depósito en la superficie.

Para fines prácticos se obtienen valores de la amplificación a partir de esta función.

5.3.2. Teoría de la propagación unidimensional de ondas de corte

Esta teoría postula que la respuesta de un depósito de suelo es causada predominantemente por ondas SH que se propagan verticalmente desde la roca subyacente (Figura 5.4), la cual conjuntamente con el depósito de suelo se consideran infinitamente horizontales (Kramer, 1996).

5.3.3. Descripción del programa SHAKE

Schnabel P., Lysmer J. y Seed H. (1972), desarrollaron un Programa de computadora para el Análisis de Respuesta Sísmica de Depósitos con capas horizontales sometidos a fuerzas sísmicas, al que llamaron: “SHAKE”.

Con el paso de los años se han hecho cambios en el programa original con el fin de que simplifique y acelere el análisis e interpretación de la respuesta sísmica del suelo. Es así como en el año 1999, la compañía EduPro Civil Systems, Inc. introdujo el programa EduShake versión 1.1, que es la versión Estudiantil del Programa Proshake.

En la investigación se utilizó el Programa Shake.

5.3.4. Análisis de perfiles representativos del suelo

Los perfiles de suelo analizados pertenecen a 02 sondeos realizados en el Sector Noroeste del distrito, realizados para el Proyecto: “Estudios Sismológicos, Geológicos y de Mecánica de Suelos para el Complejo Pesquero del Centro”.

Estos sondeos corresponden a los pozos 08 y 12 (con 35 y 25 m de profundidad respectivamente), donde se realizaron los ensayos Penetración Standard y el ensayo geofísico Up-hole, con el que se obtuvo los parámetros dinámicos de los estratos de suelo que conforman el depósito.

Estos pozos presentan arenas de origen eólico y marino, cuya compacidad aumenta con la profundidad, y el nivel freático se encuentra a 3 m de la superficie del terreno.

Cabe resaltar que según la velocidad de ondas de corte del último estrato de los depósitos de suelo, no se habría llegado aún a la roca, sino que se trataría de un suelo con alta compacidad, un suelo firme, por lo que se consideró una profundidad de 10 m para este estrato, llegándose a una profundidad de 45 m en el Pozo 08 y de 35 m en el Pozo 12.

5.3.5. Análisis de la respuesta dinámica de los perfiles

Se analizaron los pozos 08 y 12, con los sismos de entrada del año 1966, 1970 y 1974, escalados a 0.10, 0.20, 0.30, y 0.40 g. Los espectros de respuesta de estos sismos se muestran en la Figura 5.5.

Los datos de entrada se encuentran en el Anexo VIII. Las curvas de módulo de corte y amortiguamiento para los materiales

considerados en el análisis, se muestran en las Figuras 5.6, 5.7 y 5.8.

El análisis se ha realizado independientemente para cada Pozo, hallándose los promedios de las relaciones espectrales (cociente del espectro de respuesta en la superficie del depósito con el espectro en la base), para los sismos ya señalados para cada valor de aceleración máxima. Estas relaciones se muestran en la Figura 5.9 (a), (b), (c) y (d) para el Pozo 08; y en la Figura 5.10 (a), (b), (c), y (d) para el Pozo 12.

Para el Pozo 08, en la Figura 5.11 se puede observar que las relaciones espectrales para los sismos escalados a 0.10 y 0.20 g siguen un comportamiento diferente que para los de 0.30 y 0.40 g, los primeros presentan una amplificación de 2.70 para períodos comprendidos entre 0.50 a 0.70 s, los últimos presentan una amplificación máxima del orden de 2.5 para períodos comprendidos entre 0.7 a 1.0 s.

Para el Pozo 12, en la Figura 5.12 se puede observar que las relaciones espectrales para sismos de 0.10 y 0.20 g, presentan una amplificación máxima de 2.80 para períodos comprendidos entre 0.40 a 0.60 s, y para los sismos escalados a 0.30 y 0.40 g presentan una amplificación del orden de 2.4 para períodos comprendidos entre 0.60 a 1.00 s.

Finalmente, las Figuras 5.11 y 5.12, se promediaron para obtener un Perfil de suelo Representativo. Se separaron las relaciones espectrales para sismos de 0.10 y 0.20 g con respecto a los de 0.30 y 0.40 g, debido a que observaron comportamientos diferentes, y se trazaron las envolventes para estos sismos.

En las Figuras 5.13 (a) y (b). Se puede observar que para los sismos de 0.10 y 0.20 g, ocurrirá una amplificación de 2.65 para

períodos en el rango de 0.50 a 0.65 s, y para los sismos de 0.30 y 0.40g ocurrirá una amplificación del orden de 2.4 para períodos en el rango de 0.75 a 0.9 s.

Es importante mencionar, que las curvas de relaciones espectrales tienden a tener mayores periodos conforme el sismo sea de mayor aceleración. Este comportamiento se explica por las mayores deformaciones cortantes que sufren los suelos ante sollicitaciones sísmicas mayores y por ende, mayor deformación inelástica.

5.3.6. Comparación de resultados de períodos de suelo calculados y medidos

Las mediciones de microtrepidaciones en esta zona del distrito (NorOeste), han dado valores de periodos naturales de vibración del orden de 0.50 a 0.70 s.

En el análisis de efecto de sitio se han encontrado valores similares de período para los sismos de 0.10 y 0.20 g, mientras que para los sismos de 0.30 y 0.40 g, los períodos se incrementan hasta llegar a un máximo de 0.90 s.

Cabe resaltar que aún cuando los períodos medidos con los ensayos de microtrepidaciones han sido afectados por la acción externa del oleaje marino, éstos reflejan un comportamiento predominantemente elástico, debido al bajo nivel de deformaciones cortantes al que es impuesto el suelo.

Los resultados hallados son coherentes con el comportamiento esperado de los suelos ante las diferentes sollicitaciones sísmicas a las que podría estar expuesto.

5.4. Espectros de respuesta en superficie

El espectro de respuesta en superficie se obtiene al considerar que una señal en roca sufre una amplificación que corresponde a las características del depósito de suelo.

En este análisis se ha considerado como espectro en la base del depósito, al espectro de respuesta para aceleraciones espectrales que se ha obtenido en el cálculo del peligro uniforme en Roca para un período de retorno de 475 años y $t_{op} = 50$ años.

Este espectro (Figura 5.14), se normalizó a la aceleración máxima del suelo, para obtener un espectro normalizado en roca (Figura 5.15).

La amplificación del depósito de suelo se ha obtenido del análisis de efecto de sitio realizado previamente y de donde se obtuvo dos comportamientos definidos. El primero para pequeñas deformaciones, lo que equivale a sismos de 0.1 y 0.2 g; y el segundo para sismos de grandes deformaciones; es decir, los sismos de 0.3 y 0.4 g. Figuras 5.13 (a) y (b). Para el análisis se evaluaron las envolventes de las amplificaciones para los períodos de $T = 0, 0.075, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.75, 1, 2, 3$ s.

Finalmente, el espectro de respuesta normalizado en superficie es el resultado del producto del espectro de respuesta normalizado en roca (Peligro uniforme) con las relaciones espectrales (del análisis del efecto de sitio).

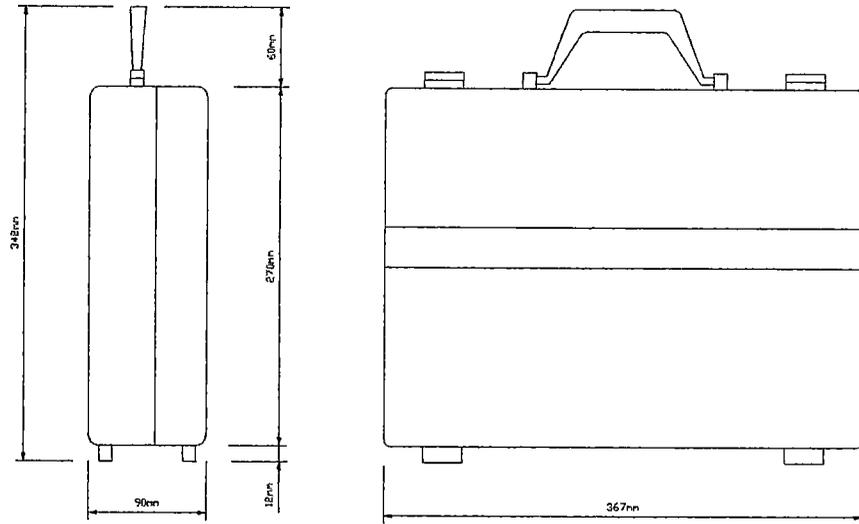
Los espectros de respuesta normalizados en superficie resultantes de este análisis se muestran en la Figura 5.16. Estos espectros hallados pueden interpretarse como el factor de amplificación sísmica del suelo respecto a la aceleración máxima del mismo, y pueden utilizarse como espectros de

diseño para el lugar particular donde fue analizado el efecto de sitio, en este caso, en la zona nor-oeste del distrito.

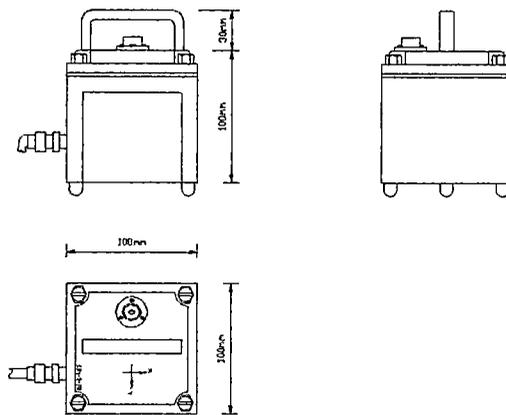
Se puede observar que para sismos de 0.1 y 0.2 g, el factor de amplificación toma valores hasta un máximo de 3.7, y los máximos valores se desarrollan para períodos comprendidos entre 0.2 a 0.6 s, mientras que para sismos de 0.3 y 0.4 g, el factor de amplificación llega a un máximo de 2.9, y el rango de máximas amplificaciones se desarrolla para períodos comprendidos entre 0.2 a 0.75 s.

TABLA 5.1. INFORMACIÓN ENSAYOS DE MICROTREMORES EJECUTADOS - DISTRITO DE VENTANILLA

PUNTO	DIRECCIÓN	PERÍODO	Coordenadas	
			X	Y
M01	Jr. Puno (a una cuadra de la Av. Chillón)	0.07	269459.8	8679017.3
M02	Entre la Av. Central y Av. Arequipa (zona 8)	0.16	269810.8	8680234.1
M03	Av. Central zona 3	0.18	269416.6	8681709.9
M04	Av. 05 de Abril cuadra 01 (altura del km 7.5 carretera a Ventanilla)	0.14	268341.5	8683731.9
M05	Intersección del Pasaje Garretón y Av. Marcos Calderón (sector 1-Ciudadela Antonio Moreno de Cáceres).	0.22	268726.3	8684985.8
M06	Intersección Calle 39 y 36 (sector 5 Ciudadela Antonio Moreno de Cáceres).	0.16	269934.9	8684392.7
M07	entre MZ G1 Y MZ G SECTOR VI Urb. Antonia Moreno de Cáceres	0.12	270178.3	8684695.8
M08	Parque Tumbes - Ciudad Satélite - Alt. Calle 3	0.25	268521.5	8686431.7
M09	Pque. Jesús Dulanto (entre calle 14 , 15, y las begonias) Ciudad Satélite	0.19	269087.0	8686832.8
M10	Pqua. 09 de febrero - Urb. Ventanilla Alta	0.18	269895.5	8686970.9
M11	Pque. Santo Domingo Savio - ventanilla Alta	0.16	270346.2	8686302.7
M12	Calle Sixto Villanueva cdra. 2 A.H. Hijos de Ventanilla	0.11	269962.7	8686303.9
M13	Av. Heroes del Pacifico - Asociacion de vivienda Sta. Rosa- entrada Mina Incastone	0.10	269907.0	8687912.4
M14	Mina Incastone (Latitud 11°51.56' Longitud 77°08.35')		270310.7	8687729.1
M15	Frente a la Pampilla (latitud : 11°55.52' longitud : 77°07.66'	0.19	268049.3	8680465.7
M16	calle Pablo Bonner dra. 2 Zona Industrial	0.20	268434.9	8687456.5
M17	Cruce Av. Arequipa y Av. Ayacucho (A.H. Mi Perú)	0.27	268519.7	8688294.3
M18	Cruce Av. Trujillo y Av. Víctor Raúl (A.H. Mi Perú)	0.35	268012.9	8688692.0
M19	Av. Madre de Dios entre MZ N2 y MZ F8 (A.H. Mi Perú)	0.21	269260.4	8688505.6
M20	Cruce Av. Playa Hermosa y Av. Copacabana (A.H. Lampa de Oro)	0.17	269600.6	8690783.7
M21	Cruce calle 1 con Av. 1 (A.H. Villa los Reyes)	0.23	269008.4	8691346.2
M22	Cruce Av. Bolivia con Jr. Uruguay (A.H. Los Cedros)	0.23	267964.2	8691165.1
M23	Entre la Mz F3 y MZ E6 (A.H. Las Lomas)	0.32	267011.1	8692358.9
M24	Av. cabo Blanco entre MZ Q y MZ Q1 Pachacutec	0.33	266340.3	8691220.5
M25	Cruce Av. Cabo Blanco y calle 41 - Sector A - Grupo 1 - Pachacutec	0.32	264606.0	8691592.5
M26	Av. Pesquero latitud 11°49.45', longitud 77°09.02'	0.30	265397.7	8690647.1
M27	Paradero Cruce, latitud 11°50.55', longitud 77°08.98' - Parte baja de Ventanilla	0.50	265503.8	8689558.1
M28	Playa Costa Azul - Detrás de los Humedales de Ventanilla	0.70	264971.5	8686670.1
M29	Cruce Av. Torre Tagle y General Sta. Cruz (A.H. Defensores de la Patria)	0.35	267077.5	8686208.3
M30	Parque Sedapal entre NZ T6 y T7- 3er. Sector Urb. Angamos	0.15	267807.1	8685513.1
M31	cruce pasaje 22 y pasaje 17 Parque N°17 Urb. Angamos 2do. Sector	0.20	268257.1	8684687.7
M32	cruce pasaje B3 y pasaje 26	0.12	268062.9	8683821.4



MALETÍN DEL EQUIPO



SENSORES DEL EQUIPO

Figura 5.1. Equipo de Medición de Microtremores GEODAS-10

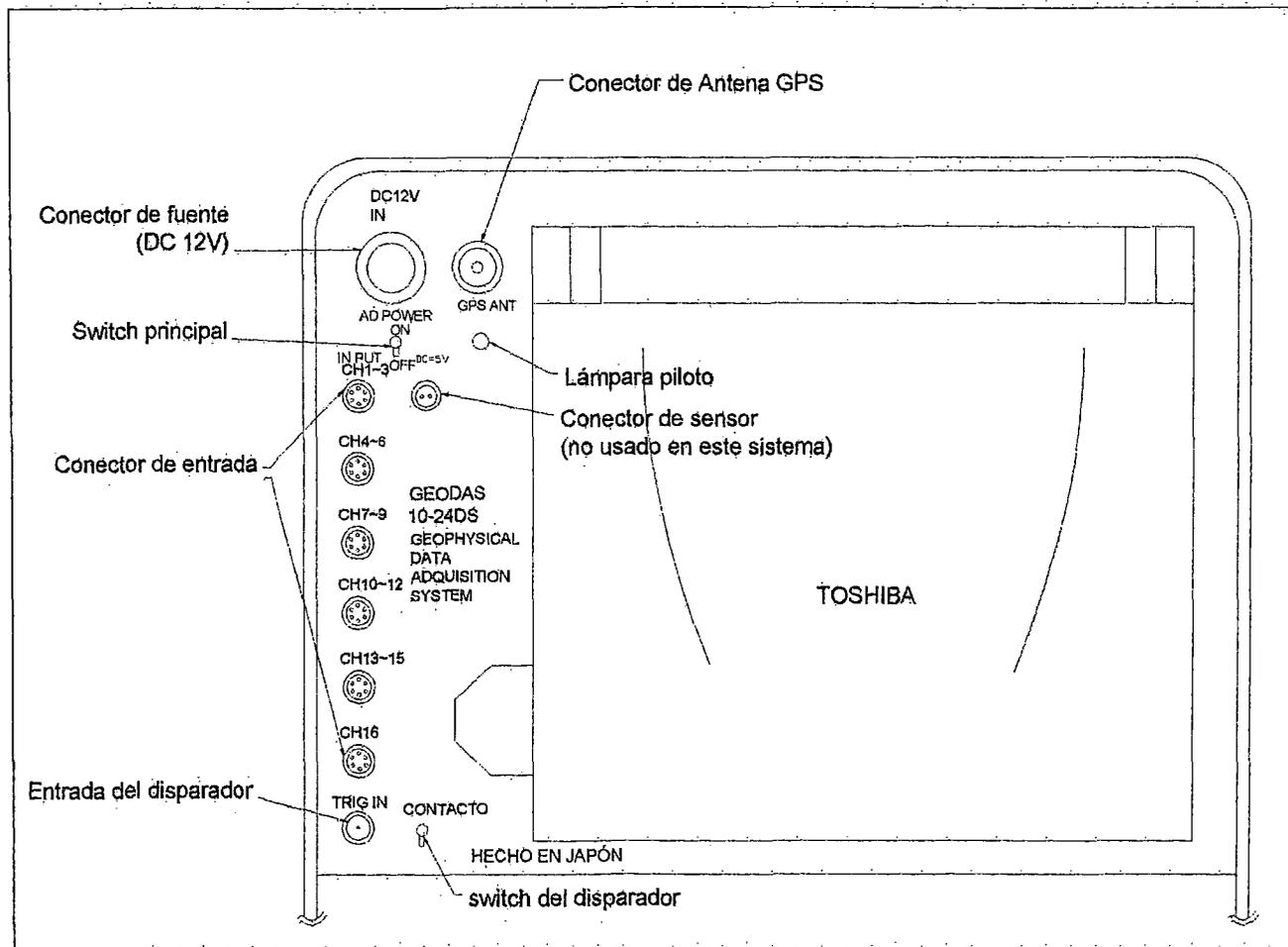


Figura 5.2. Panel de Control del equipo de Medición de Microtremors GEODAS-10

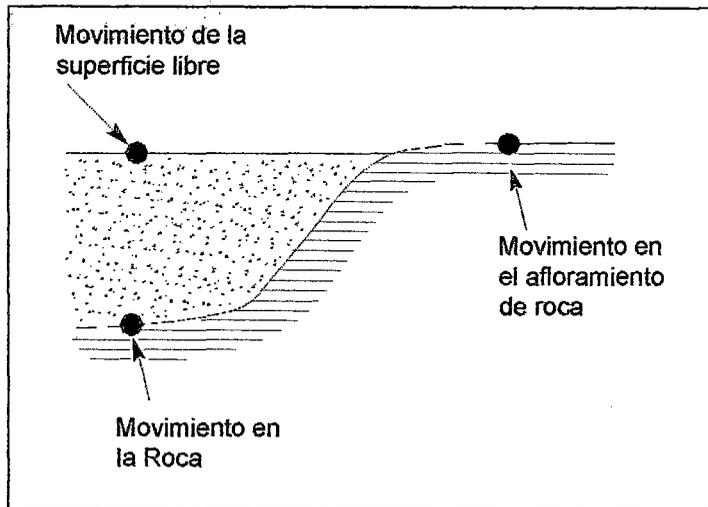


Figura 5.3. Nomenclatura de la respuesta del terreno
 (Ref. Kramer, 1996)

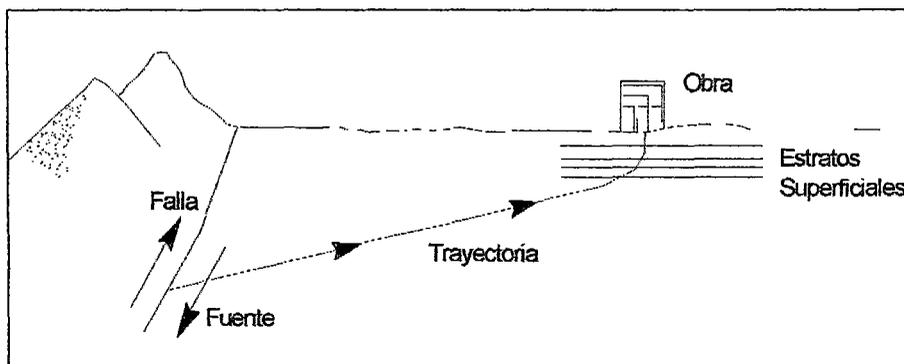


Figura 5.4. Proceso de refracción
 (Ref. Kramer, 1996)

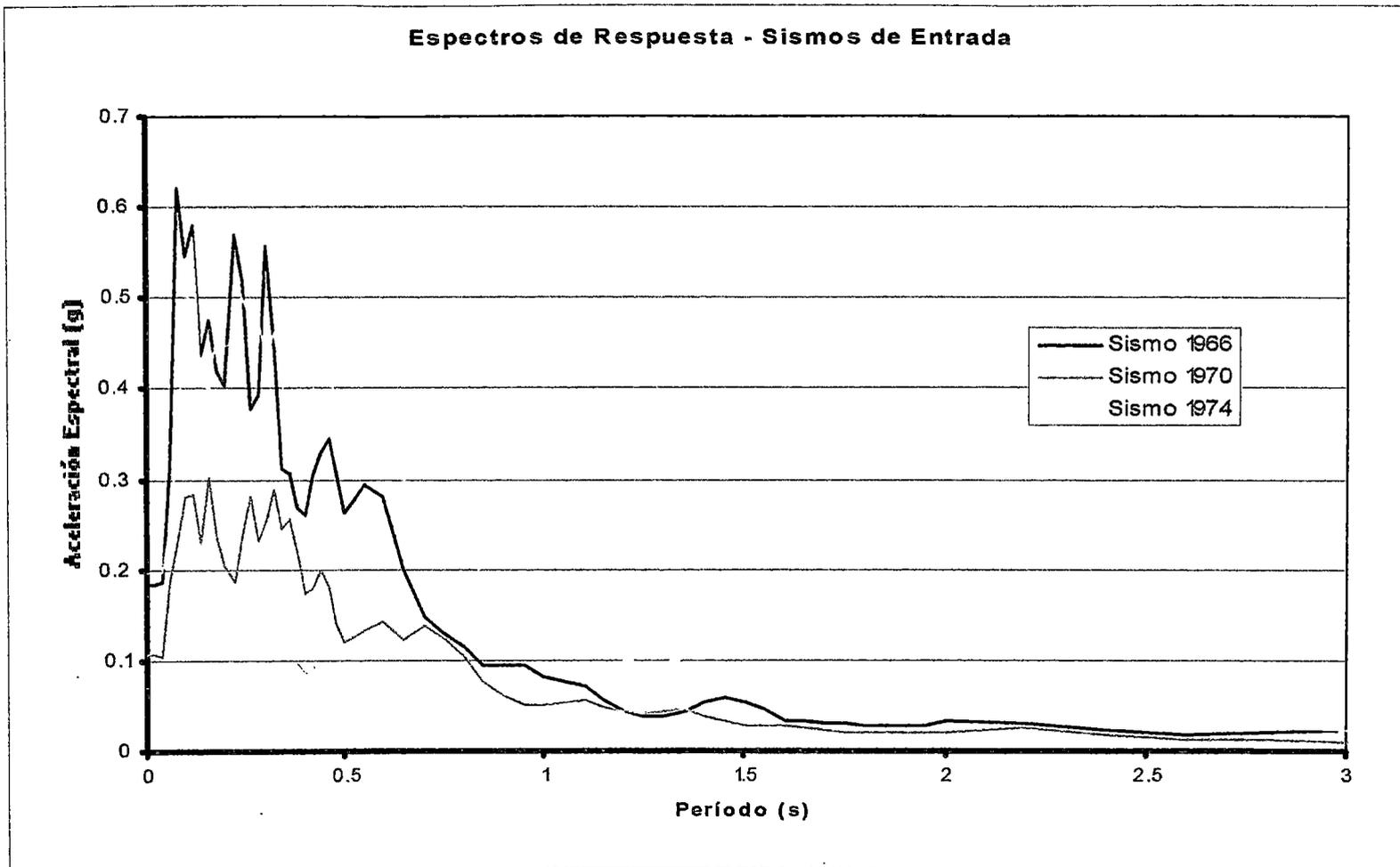


Figura 5.5. Espectros de respuesta de los sismos de entrada

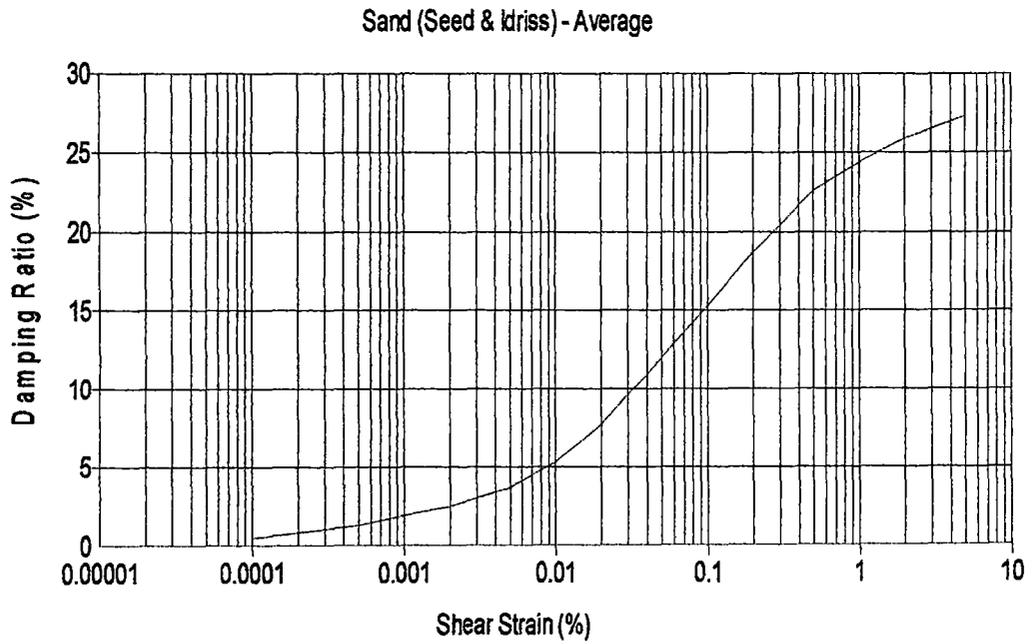
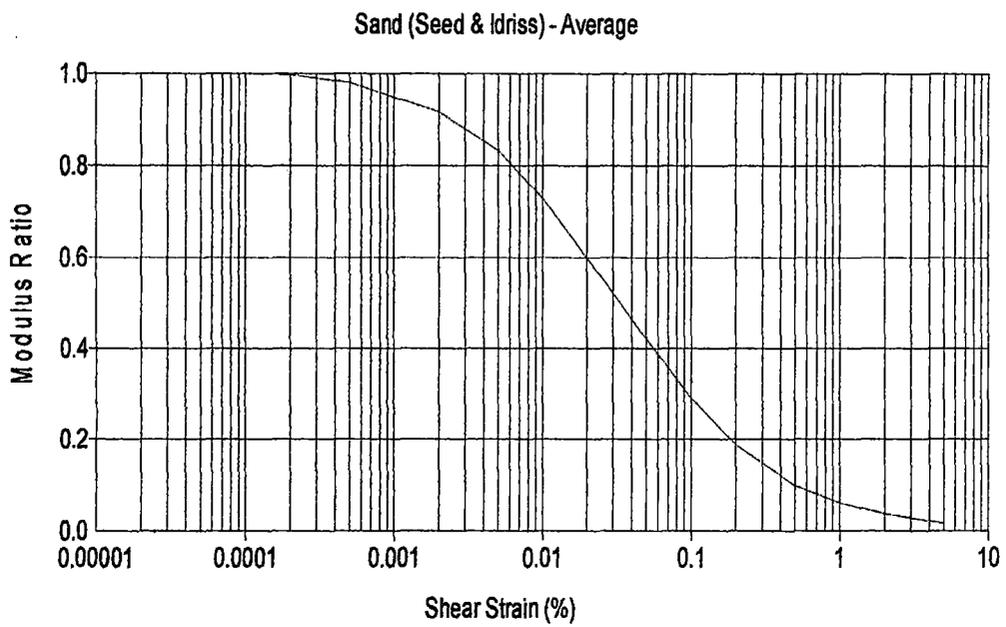


Figura 5.6. Curvas de Módulo de Corte y Amortiguamiento para Arenas

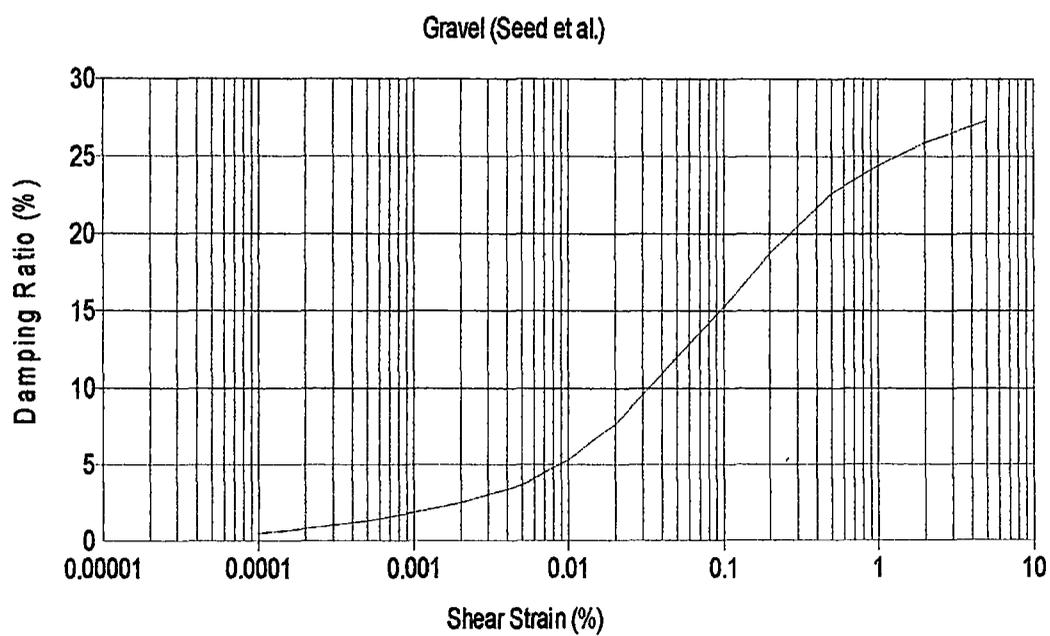
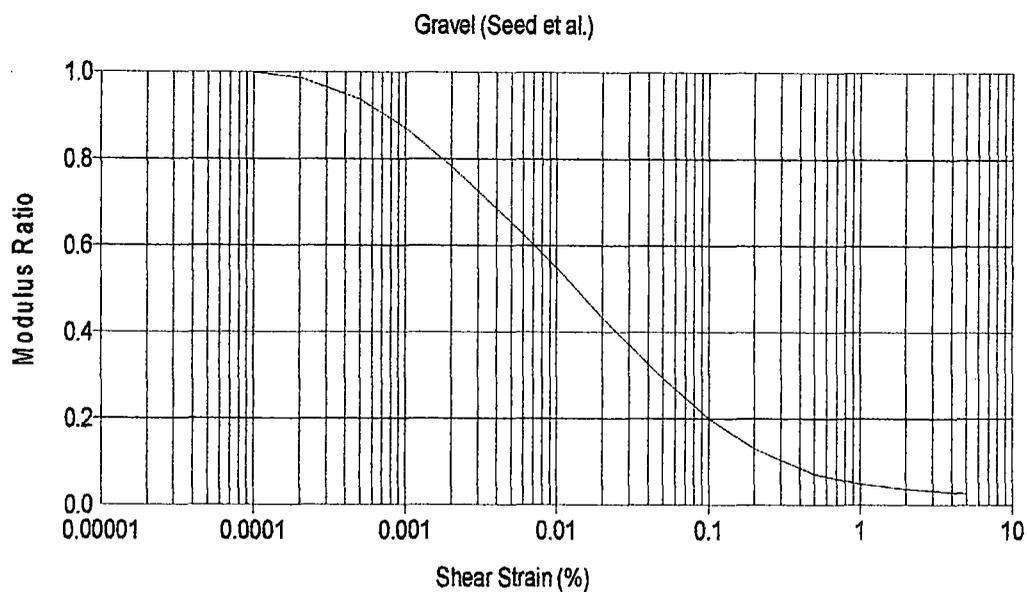


Figura 5.7. Curvas de Módulo de Corte y Amortiguamiento para Gravas

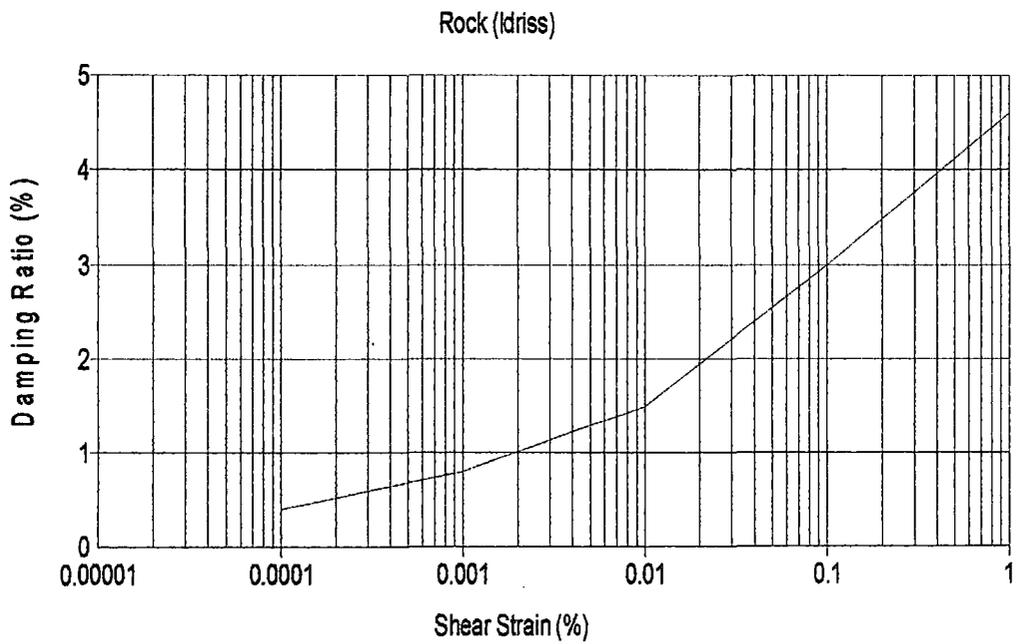
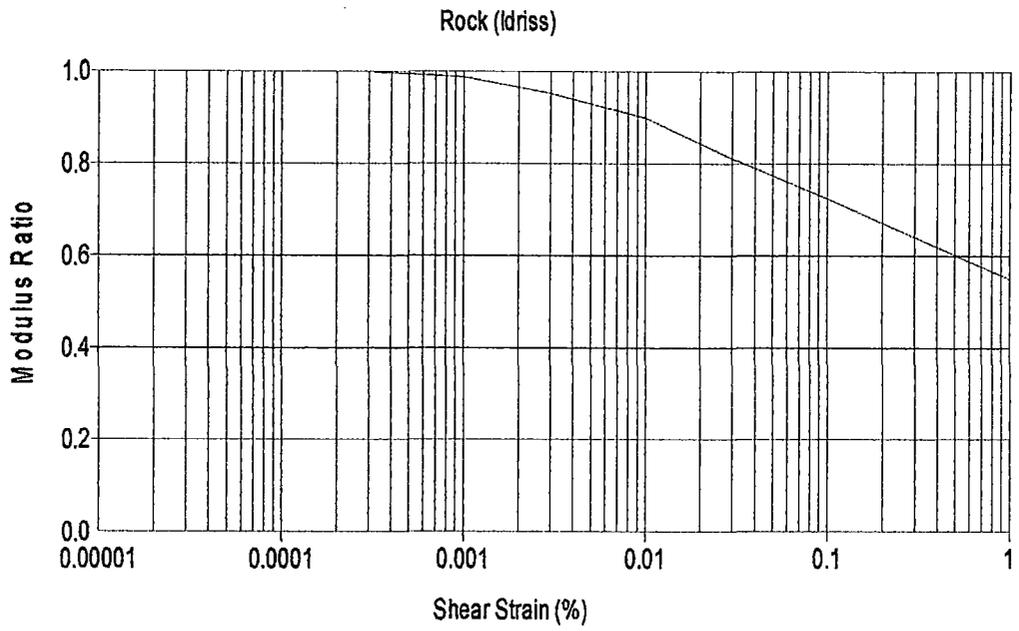
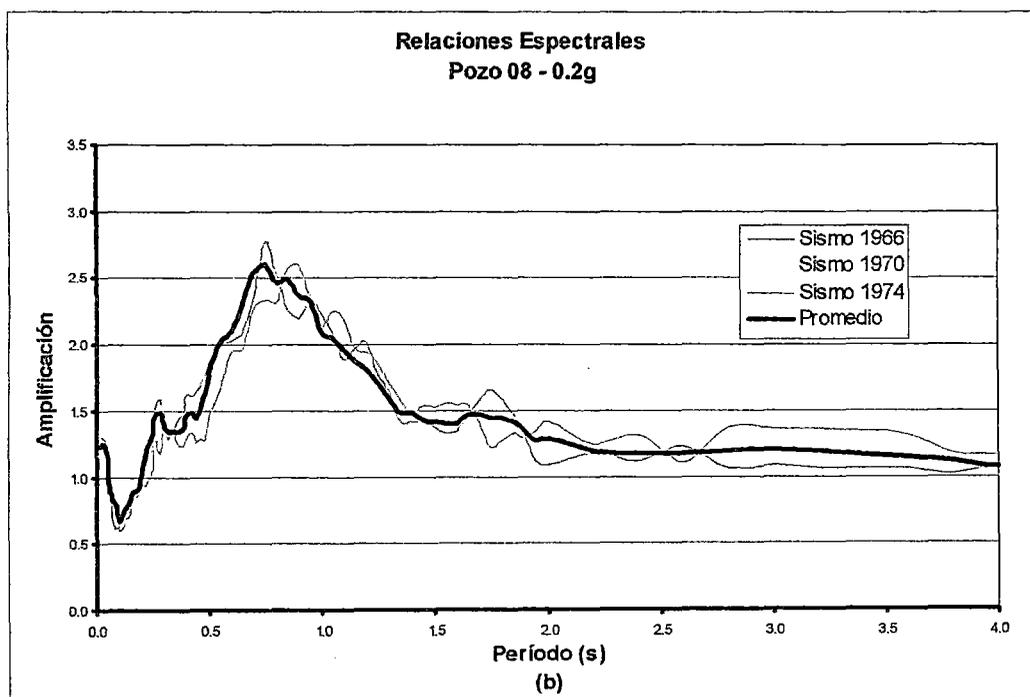
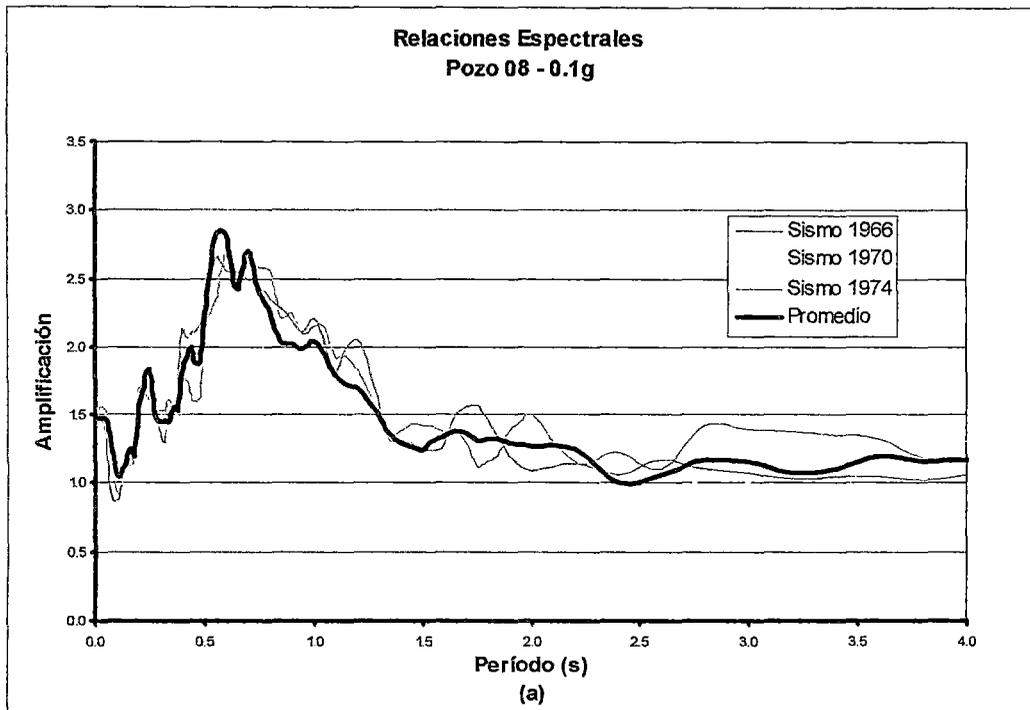
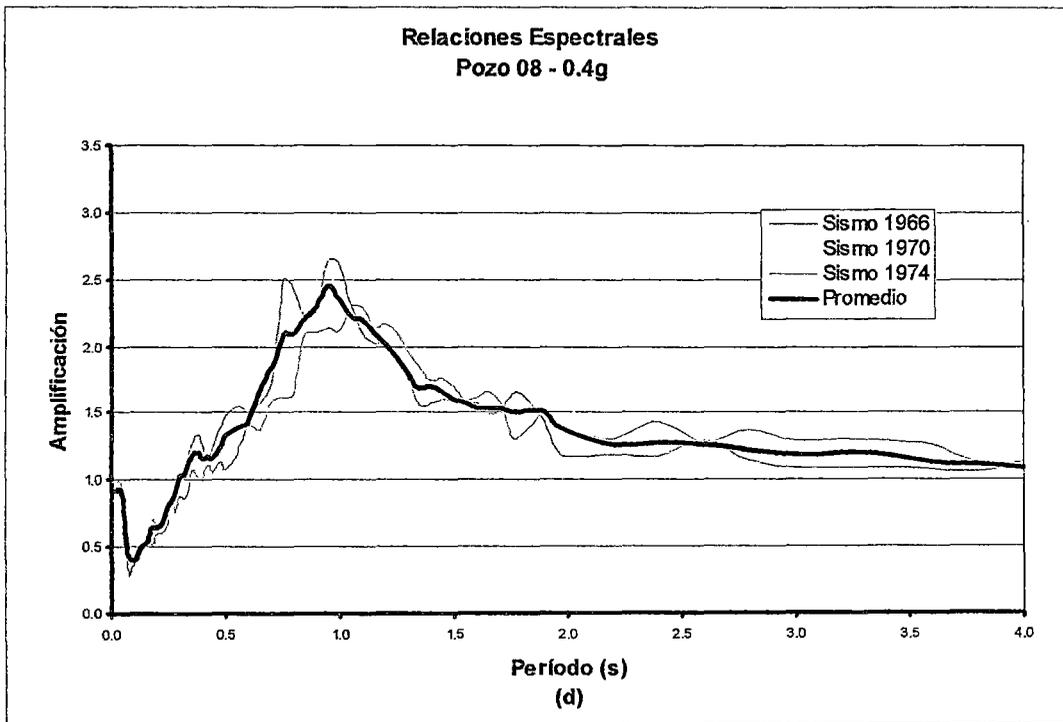
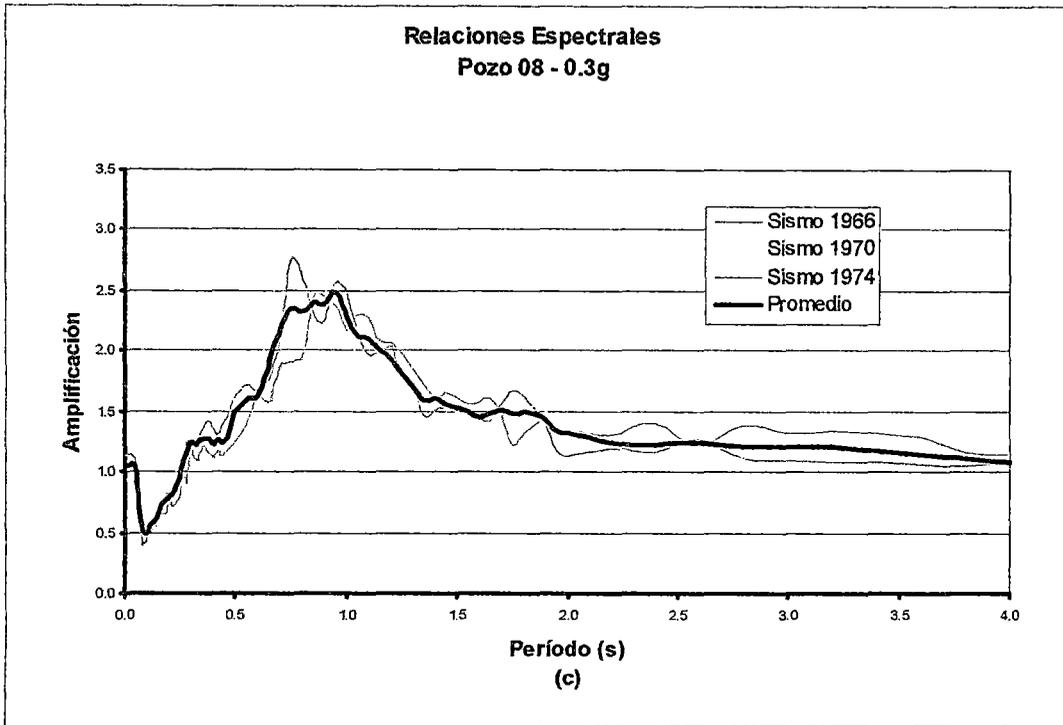


Figura 5.8. Curvas de Módulo de Corte y Amortiguamiento para Roca



*Figura 5.9. Relaciones espectrales del Pozo 08
(a) Escalado a 0.1g; (b) Escalado a 0.2g*



*Figura 5.9. Relaciones espectrales del Pozo 08
(c) Escalado a 0.3g; (d) Escalado a 0.4g*

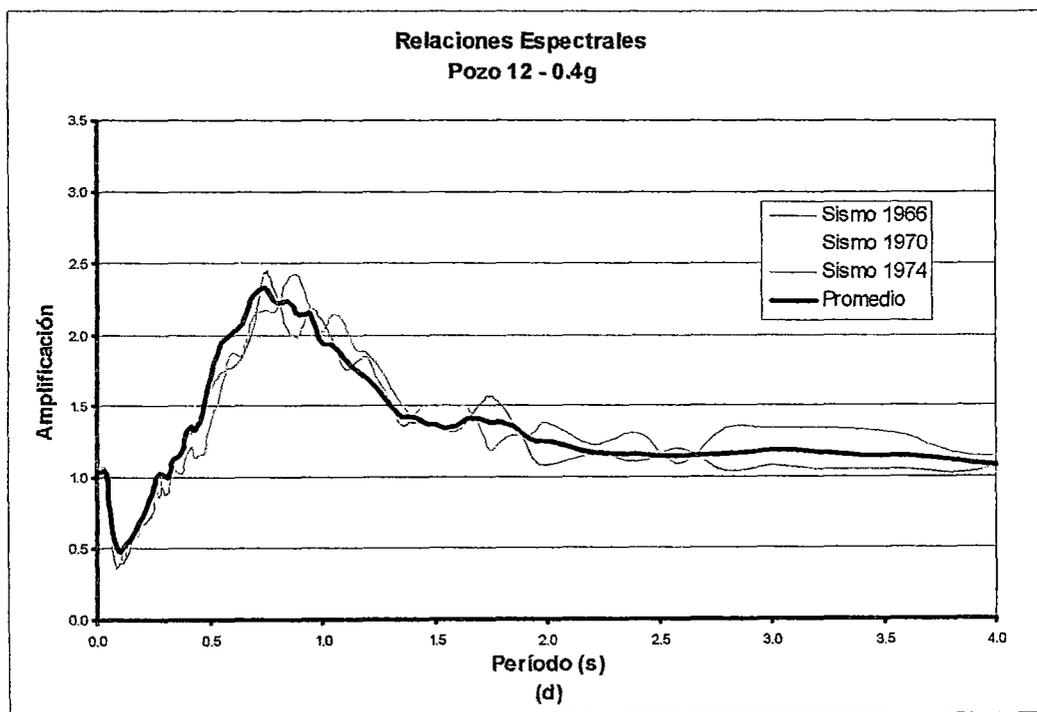
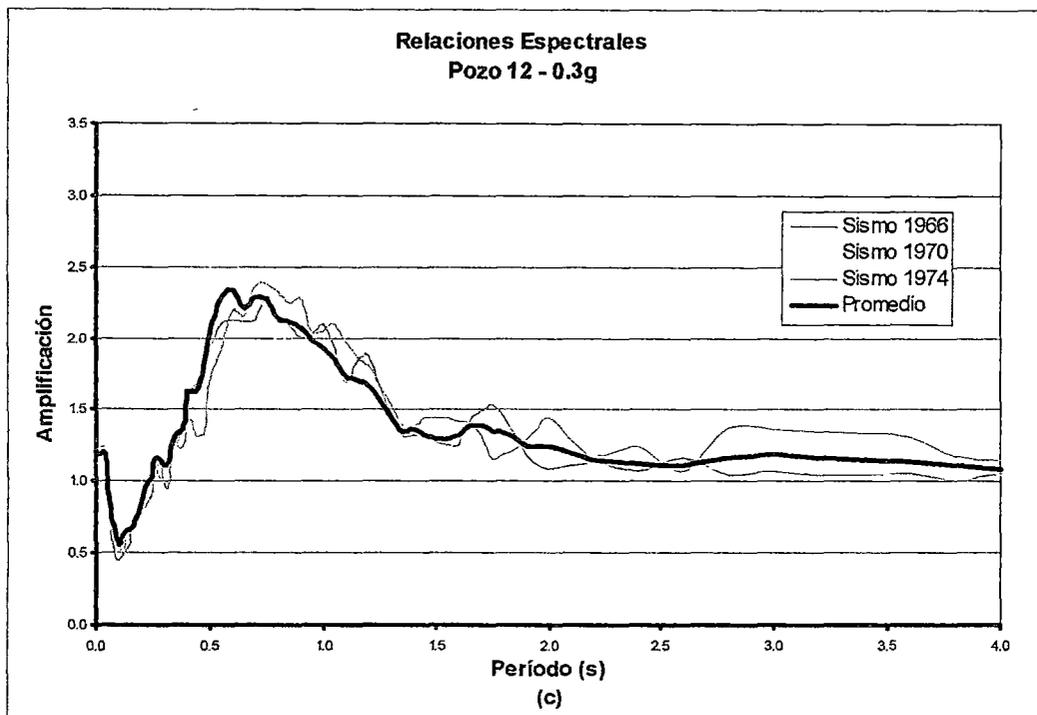
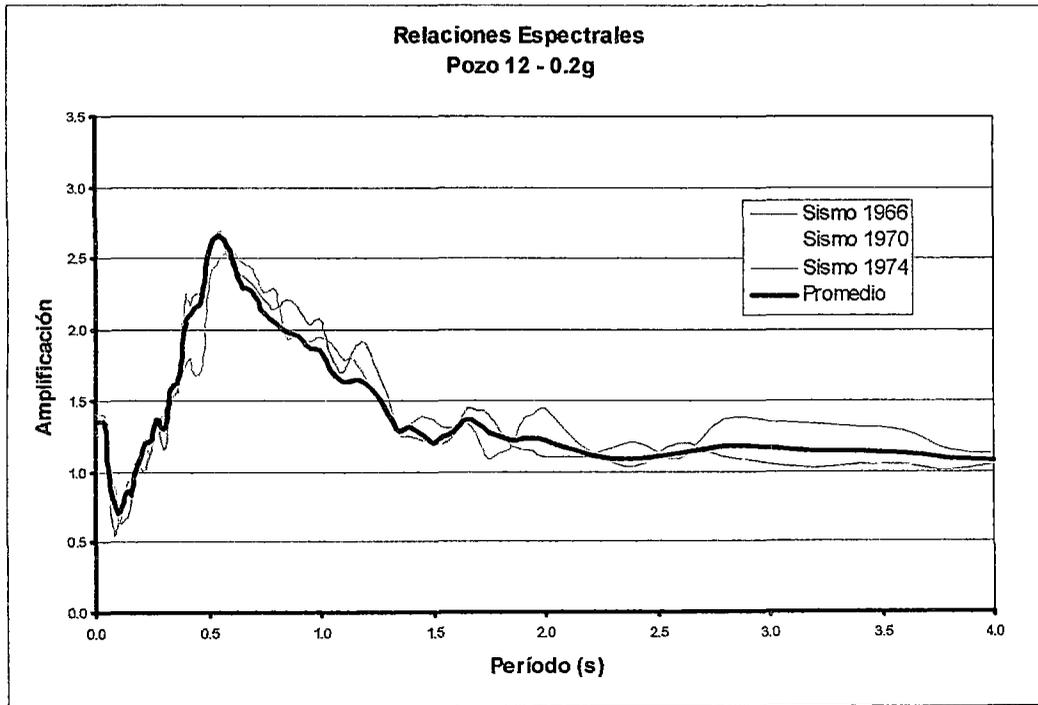
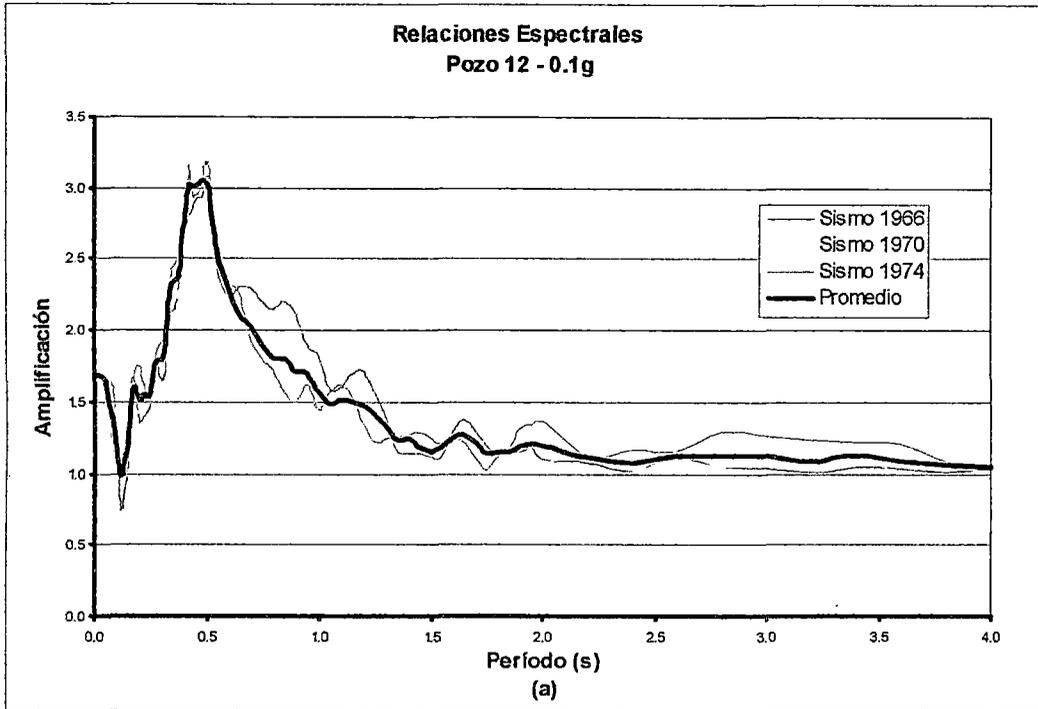


Figura 5.10. Relaciones espectrales del Pozo 12
(c) Escalado a 0.3g; (d) Escalado a 0.4g



*Figura 5.10. Relaciones espectrales del Pozo 12
(a) Escalado a 0.1g; (b) Escalado a 0.2g*

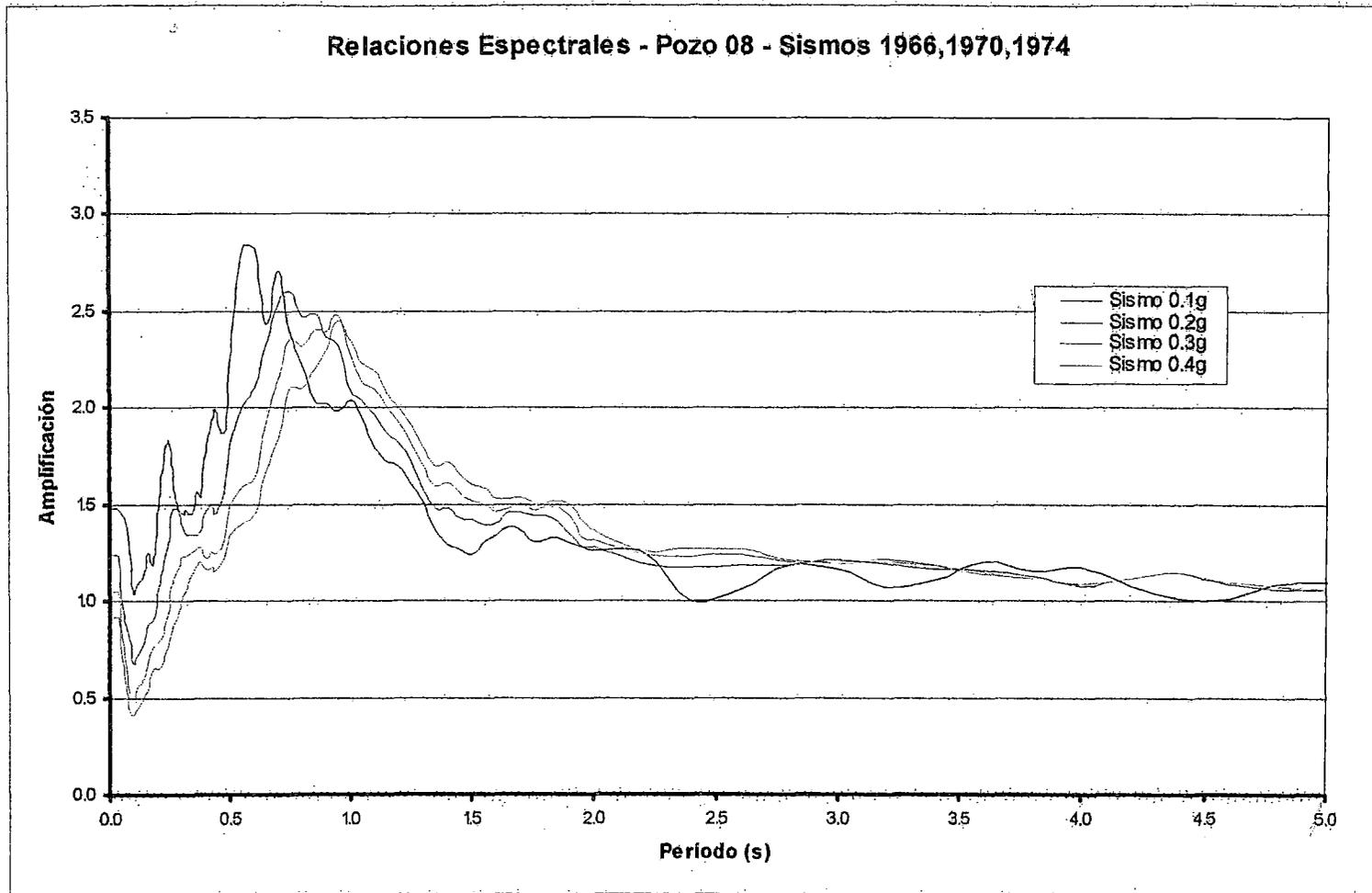


Figura 5.11. Relaciones espectrales – Pozo 08, para sismos escalados a 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 g

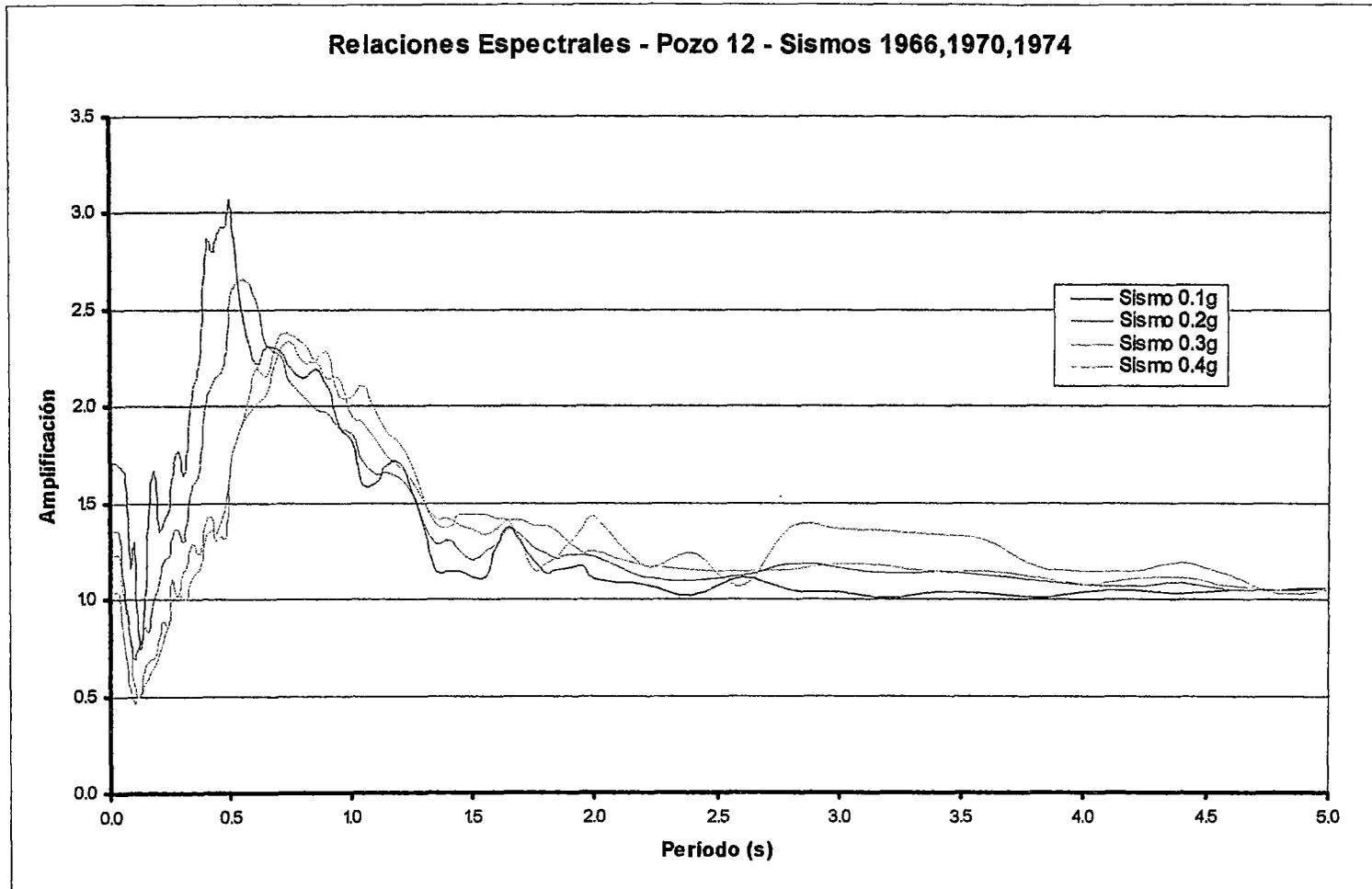


Figura 5.12. Relaciones espectrales – Pozo 12, para sismos escalados a 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 g

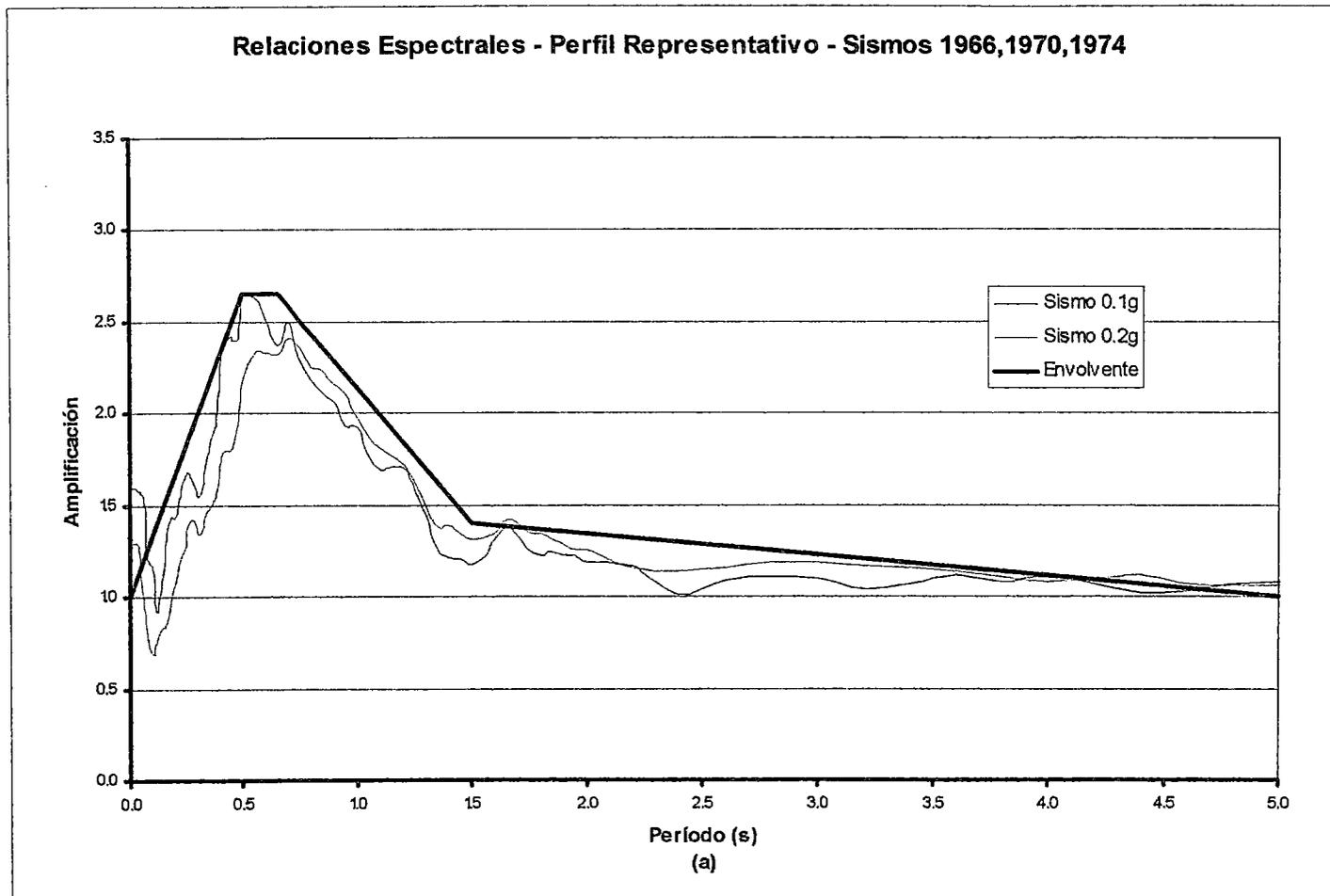


Figura 5.13. (a) Envolverte de las Relaciones Espectrales para un perfil representativo - Sismos de 0.1 y 0.2 g

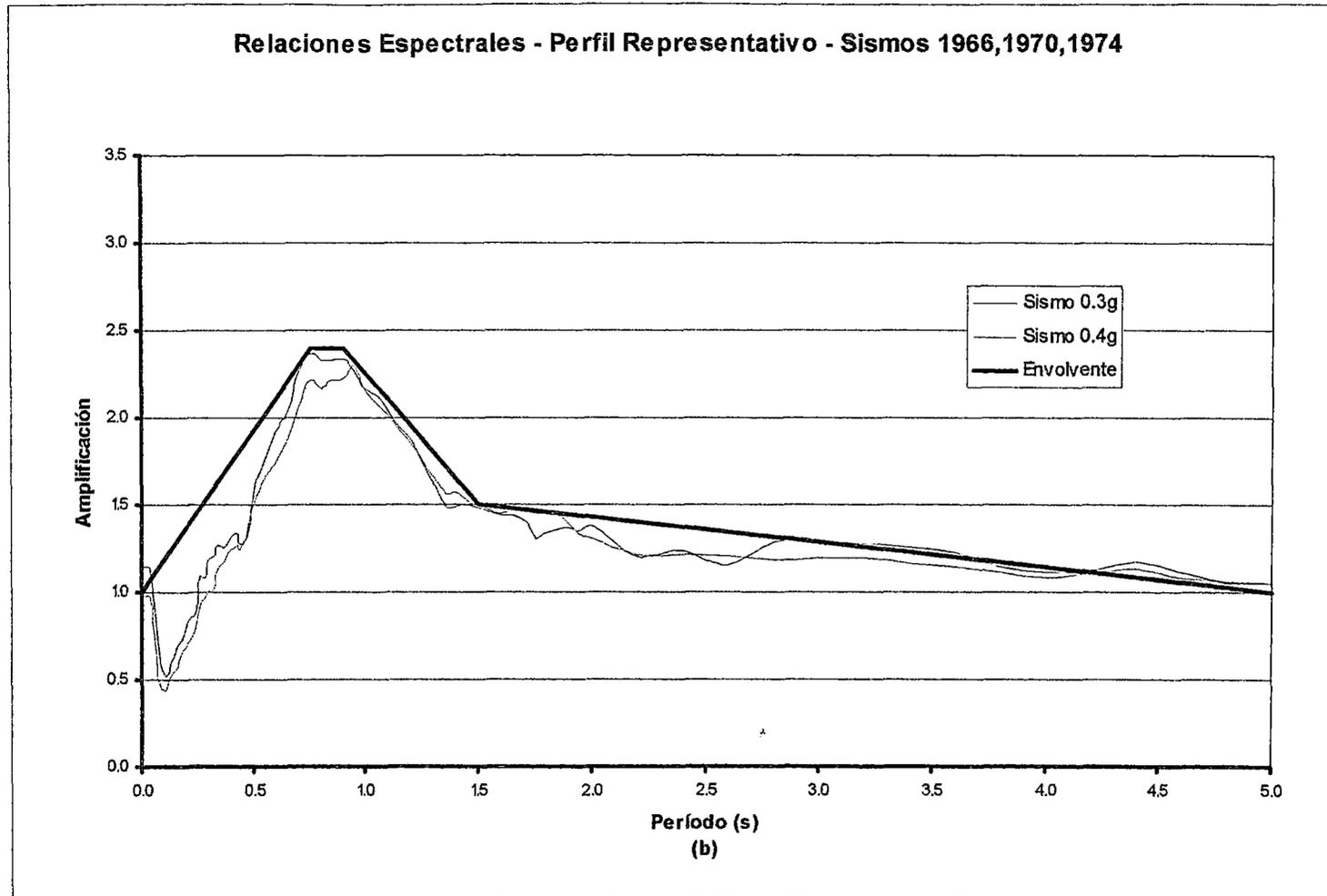


Figura 5.13. (b) Envolverte de las Relaciones Espectrales para un perfil representativo - Sismos de 0.3 y 0.4 g

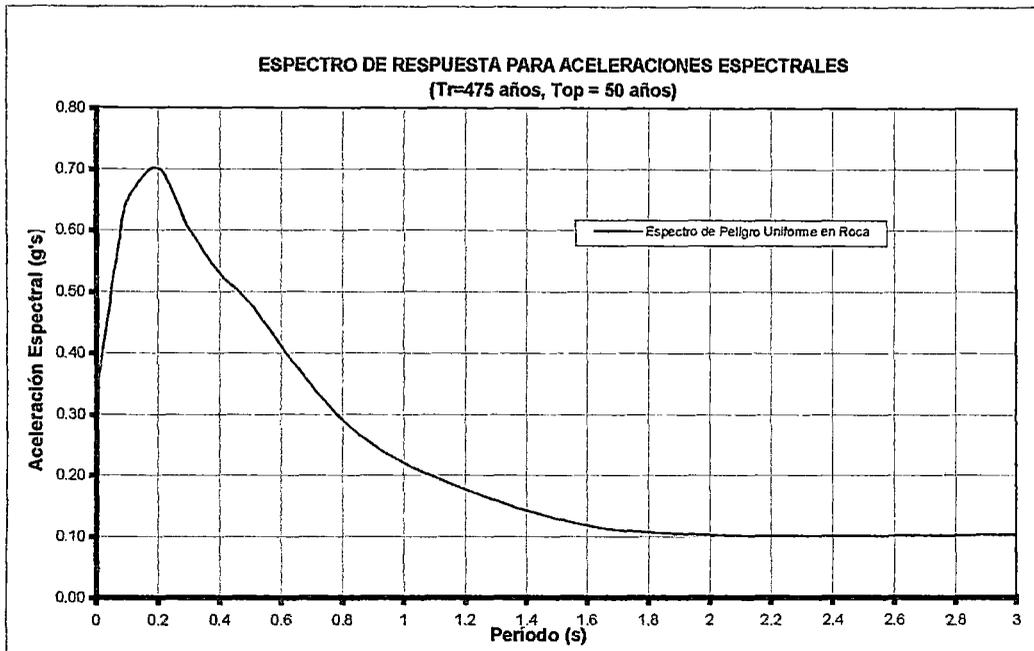


Figura 5.14. Espectros de Respuesta en Roca (Peligro Uniforme)

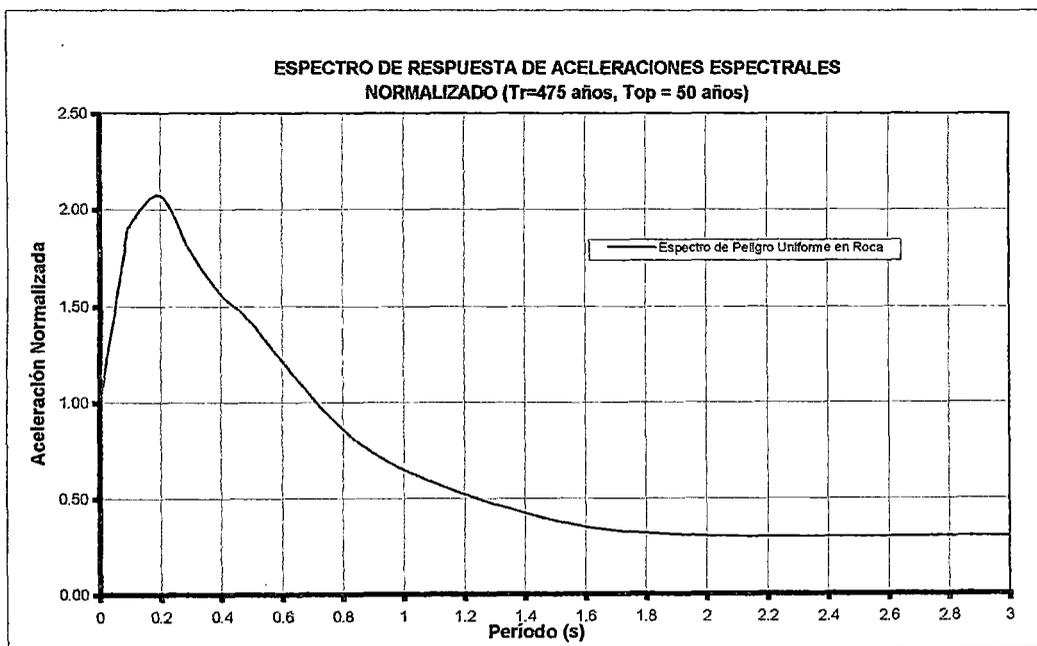


Figura 5.15. Espectros de Respuesta Normalizado en Roca (Peligro Uniforme)

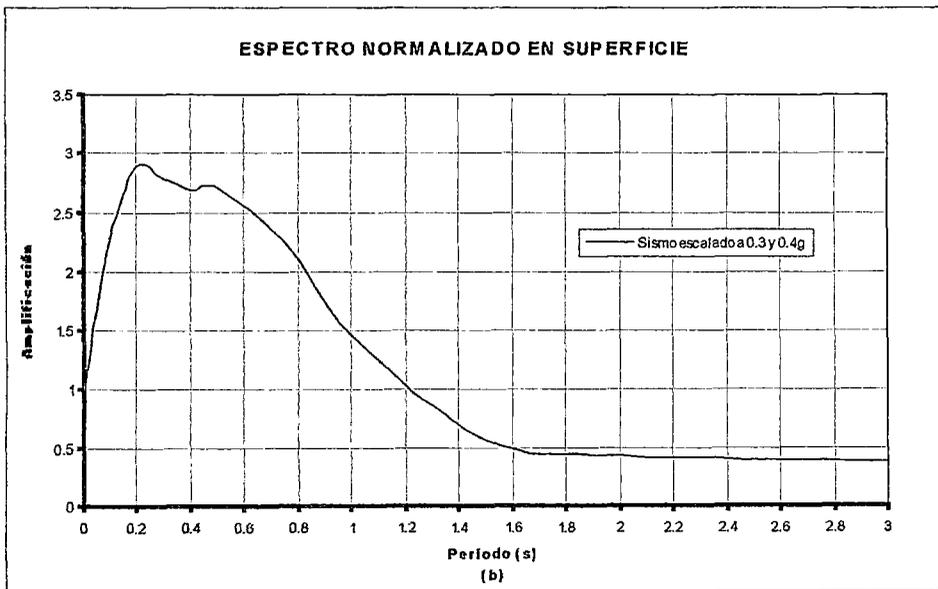
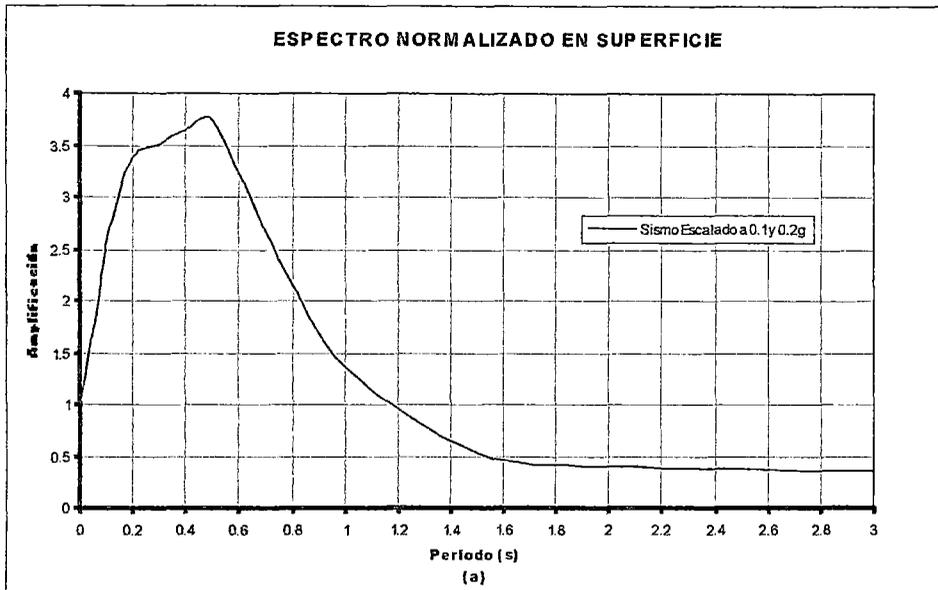


Figura 5.16. Espectros de Respuesta Normalizados en Superficie
 (a) sismos de 0.1 y 0.2g (b) sismos de 0.3 y 0.4g

CAPÍTULO 06

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE VENTANILLA

6.1. Introducción

De los resultados del estudio de la Mecánica de Suelos en el Capítulo 04, se delimitó el área del distrito por tipos de suelo describiendo sus características. En este capítulo se complementó esta delimitación con el Análisis de Capacidad de Carga desarrollada también en el Capítulo 04, obteniéndose una zonificación geotécnica del área en estudio.

De manera similar, a partir de los resultados del Estudio de Dinámica de Suelos en el Capítulo 05, se delimitaron zonas con características dinámicas similares.

Finalmente, los resultados de la zonificación geotécnica y dinámica se integraron en un Plano de Zonificación Geotécnica Sísmica, en el cual se describe las características estáticas y dinámicas del suelo, así como también se proponen los espectros de respuesta en superficie o los parámetros sísmicos del Reglamento Nacional de Construcciones (RNC Norma - E030, 2003) para el diseño en esta zona.

6.2. Características geotécnicas en condiciones estáticas

En el Capítulo 04 se había hecho una delimitación por tipo de Suelos, la cual se complementó con el Análisis de capacidad de carga, obteniéndose la zonificación geotécnica por tipo de suelos (Anexo X Plano 05).

Zona I

Corresponden a los mejores suelos encontrados en el distrito. Están conformadas por gravas de origen coluvial. Las gravas son angulares con matriz de arena y limo. La capacidad portante de cimentaciones convencionales de viviendas de interés social en esta zona es de 3.30 Kg/cm². En los suelos de la Urb. Antonia Moreno de Cáceres se han presentado problemas de lixiviación lo cual ha reducido la capacidad portante de cimentaciones de viviendas de interés social hasta en 2.8 Kg/cm².

Se encuentran presentes en la parte central del distrito (Ciudad Satélite, Antonia Moreno de Cáceres, Pampa de los Perros).

Zona II

Corresponden a suelos intermedios, conformados por arenas eólicas que cubren las formaciones geológicas de la Zona Norte, con una profundidad variable. Superficialmente estos depósitos se encuentran en estado suelto y su compacidad aumenta con la profundidad. Hay presencia de costras de sales en los primeros metros de profundidad. La capacidad portante promedio de cimentaciones convencionales de viviendas de interés social es de 0.60 Kg/cm².

Zona III

Lo conforman los suelos con condiciones geotécnicas desfavorables para la cimentación superficial. Esta conformada por arenas limosas y suelos orgánicos con nivel freático superficial. A pesar de las condiciones desfavorables, en la actualidad estos suelos han sido poblados, presentándose problemas de afloramiento de agua y fallas en las estructuras. Se encuentran en la parte central oeste del distrito. Esta área ha sido declarada reserva ecológica.

Zona IV

Son los peores suelos desde el punto de vista geotécnico. Están constituidos por suelos arenosos saturados y sueltos, con características mecánicas desfavorables para la cimentación de estructuras, y en los cuales se puede presentar el fenómeno de licuación durante sismos de moderada intensidad. Se localizan en la mayor parte de la zona del litoral.

6.3. Características dinámicas de los suelos de fundación

A partir de los valores de períodos encontrados con los ensayos de microtrepidaciones y el análisis del efecto de sitio, realizados en el Capítulo 05, se han delimitado zonas agrupándolas en rangos de períodos que definen un comportamiento dinámico característico. (Anexo X Plano 06)

Las zonas se mencionan a continuación:

Zona I

Con períodos entre 0.1 a 0.3 s, comprende los depósitos coluviales conformados por gravas limosas producto de la meteorización de los cerros, que presentan un comportamiento de suelo rígido.

Zona II

Con períodos entre 0.3 a 0.5 s, comprende los depósitos eólicos de la zona noroeste y parte de la zona de depósitos de gravas. A grandes deformaciones el período aumenta hasta 0.8 s. Para esta zona se espera que las amplificaciones a nivel de superficie sean del orden de 3.7 para pequeñas deformaciones y del orden de 2.9 para grandes deformaciones.

Zona III

Con períodos entre 0.5 a 0.7 s, comprende la zona de los pantanos. La presencia de agua en estos suelos incrementa su comportamiento flexible.

Zona IV

Comprende los depósitos marinos, con períodos mayores a 0.7 s, que fueron registrados en la parte costera del distrito. Estos valores confirman las características dinámicas más desfavorables de los suelos encontrados en este distrito.

En conclusión, los períodos de vibración natural aumentan de norte a sur, ya que en el norte se encuentran los suelos arenosos; y de este a oeste, debido a la presencia de los pantanos, los depósitos marinos saturados sobre la costa, y el oleaje del mar.

6.4. Zonificación geotécnica sísmica del distrito de Ventanilla

A partir del comportamiento dinámico de los suelos y sus propiedades mecánicas, se establecieron 4 zonas, las mismas que se mencionan en el Código de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones (Norma E-030, 2003). En el Anexo X Plano 07 se muestra su delimitación.

Zona I

Se ha clasificado esta zona como la mejor desde el punto de vista geotécnico sísmico. Está conformado por depósitos de suelos coluviales, provenientes de las laderas de los cerros circundantes, con una capacidad de carga de entre 2.60 a 3.30 Kg/cm² para cimentaciones convencionales de interés social. El comportamiento dinámico de la zona es favorable (rígido), presenta poca vibración, el rango de períodos se encuentra entre

0.10 a 0.30 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S = 1.0$ y el período natural del suelo es $T_s = 0.4$ s, correspondiendo a un suelo tipo 1 de la norma sismorresistente peruana. Se encuentra en la parte sur este y central del distrito.

Zona II

El suelo es un estrato de arena que cubre las formaciones rocosas del noroeste del distrito, con espesor variable, y capacidad de carga de 0.60 Kg/cm^2 para cimentaciones convencionales de viviendas de interés social. Los períodos de vibración de esta zona son de 0.3 a 0.5 s aumentando hacia el oeste. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es $S = 1.2$ y el período natural del suelo es $T_s = 0.6$ s, correspondiendo a un suelo tipo 2 de la norma sismorresistente peruana.

Zona III

Esta zona comprende los depósitos de arenas eólicas de gran espesor y sueltas del sector noroeste del distrito. También se ha considerado a los depósitos marinos a lo largo de la costa conformada por arena saturada. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se ha considerado que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona sea $S = 1.4$ y el período natural del suelo es $T_s = 0.9$ s, correspondiendo a un suelo tipo 3 de la norma sismorresistente peruana. Sin embargo, su comportamiento dinámico a nivel de superficie se podría evaluar de los espectros en superficie, los que señalan una amplificación de 3.7 para pequeñas deformaciones (con períodos entre 0.2 a 0.6 s) y de 3.0 para grandes deformaciones (con períodos entre 0.2 a 0.75 s).

Zona IV

Corresponde a los peores suelos desde el punto de vista geotécnico sísmico. Están conformados por suelos pantanosos y depósitos de arenas sueltas de gran espesor que se ubican en la parte litoral del distrito. Los períodos predominantes son mayores a 0.7 s (debido a la acción del mar), por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo tipo 4 de la norma sismorresistente peruana (caso especial), asignándoles un factor de amplificación sísmica $S = 1.6$ y un período natural de $T_s = 1.2$ s.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1. El distrito de Ventanilla no contaba con información técnica sobre el grado de peligro a la que estaban expuestas sus edificaciones. Mediante este estudio se ha podido delimitar 4 zonas de menor a mayor grado de amenaza sísmica, haciéndose recomendaciones en la cimentación de las edificaciones. Tal y como se pretendió desde el inicio de la investigación se ha desarrollado un espectro de peligro uniforme para el distrito.**
- 2. Mediante el estudio de geología y geomorfología, se puede concluir que el distrito se encuentra entre depósitos cuaternarios, y las formaciones geológicas más antiguas de Lima, y la mayoría está comprendida por rocas volcánicas y sedimentarias, como es el caso del Volcánico Ancón, y la Formación Ventanilla.**
- 3. Los rasgos geomorfológicos han sido modelados por procesos de geodinámica externa, tales como el oleaje marino, que ha erosionado los acantilados y a la vez a conllevado a la formación de playas y el cordón litoral; y la acción eólica, que ha cubierto las formaciones geológicas presentes con arenas provenientes de las playas.**
- 4. Hace aproximadamente 30 años que no se produce un sismo de gran magnitud en Lima y teniendo en cuenta que la mayor parte del distrito de Ventanilla ha sido poblada en un tiempo menor al señalado, y sin un plan de ordenamiento territorial o una evaluación de los niveles de sismicidad del suelo, en este distrito podrían producirse grandes desastres en las construcciones más vulnerables. Por ello es importante el conocer y aplicar los resultados de este estudio sísmico que ha sido desarrollado para el distrito.**

5. Debido a que los registros sísmicos confiables datan de años recientes (1960) comparados con los períodos de recurrencia de los sismos importantes, se puede concluir que la sismicidad de Lima es poco conocida. A esta limitación se suma la escasa instrumentación (acelerógrafos) sobretodo en las zonas periféricas de Lima como es el distrito de Ventanilla, por lo que se recomienda implementar de acelerógrafos al distrito.
6. En el Análisis de Peligro sísmico, se utilizaron dos leyes de atenuación, la de Casaverde (1992) y la de Youngs et al (1997); ambas para sismos de subducción. En este estudio se ha adaptado el Programa RISK, siguiendo la metodología propuesta por Cornell (1992), para que se pueda ingresar la Ley de atenuación propuesta por Youngs et al (1997). Esta Ley permite obtener espectros de respuesta de aceleraciones con un mismo nivel de peligro. Estos espectros han sido llamados espectros de peligro uniforme.
7. Los resultados obtenidos muestran valores de aceleración menores para la Ley de Youngs, esto podría deberse a que esta ley tiene como base de datos los registros sísmicos de muchos países incluyendo los sismos peruanos; mientras que la Ley de Casaverde, sólo está sobre la base de sismos peruanos, los que han mostrado una baja atenuación. Asimismo, podría deberse a que la Ley de Youngs sólo considera registros sísmicos mayores a cinco, lo cual limita los aportes que podrían dar los sismos de menor magnitud a la tasa de excedencia.
8. Al comparar las aceleraciones esperadas para un período de retorno de 475 años, y un tiempo de exposición de 50 años, con los dos programas. Se obtuvo que los valores son cercanos cuando se analiza el peligro Uniforme en Suelo, esto se deba a que las estaciones acelerográficas de donde se obtiene los parámetros sísmicos que se utilizan en el programa Risk están sobre suelo firme y no sobre roca.

9. Al comparar el espectro de aceleraciones en Suelo con el espectro de la Norma (Z) se observa que la primera es mayor en todo su desarrollo, haciéndose más cercana en el periodo espectral de 1.75 s. También se concluye que las curvas de espectros normalizados de los sismos pasados, encajan con la forma del espectro de aceleraciones hallada con el análisis de peligro uniforme en la zona de períodos cortos, mientras que se encuentra por encima en la zona de períodos largos, representando la influencia de sismos de mayores magnitudes y del período de retorno de éstos eventos considerados en el espectro de peligro uniforme.
10. La ventaja de utilizar un espectro de peligro uniforme es que para un mismo nivel de peligro (evento sísmico) se puede obtener cuales serían las aceleraciones máximas a nivel de suelo que se presentarían en sistemas de diferentes grados de libertad con un mismo amortiguamiento. Estos valores serían los más recomendables para diseñar.
11. Los tipos de suelos hallados en el distrito son gravas y arenas principalmente, las arenas están formando depósitos eólicos, marinos y pantanos. Los suelos en la mayor parte del distrito presentan sales debido a la cercanía del mar. Estas sales han llevado a problemas de lixiviación, por lo que se debe realizar ensayos de reconocimiento de sales y sulfatos, y en caso que las cantidades halladas sobrepasen los límites deberá usarse cemento Tipo V, y evitarse la presencia de agua.
12. A partir del análisis de capacidad de carga, se concluye que la cimentación deberá ser conectada, ya sea vigas de cimentación, o losas de cimentación, y la profundidad mínima de desplante deberá ser de 1.40m en arenas y de 1.20m en grava. Se deberá evitar que la cimentación se desplante parte en suelo arenoso y otra parte en suelo firme (roca), para evitar los asentamientos diferenciales.

13. Los valores de los periodos de vibración natural en el distrito aumentan en sentido Sur a Norte y Este a Oeste, debido al aumento de la compacidad de los suelos superficiales en esta dirección.
14. Los resultados del análisis de efecto local para el depósito de arenas en la zona Norte del distrito, muestran que para sismos de baja aceleración (0.1 y 0.2g), las amplificaciones máximas se desarrollan para períodos espectrales bajos. En contraste, para sismos de mayor aceleración máxima(0.3 y 0.4g), las amplificaciones máximas se dan para períodos mayores. Esto podría deberse a que para sismos pequeños el suelo conserva su comportamiento elástico, mientras que para sismos grandes debido a la gran liberación de energía, el suelo ha sufrido una degradación y ha entrado a la fase inelástica, aumentando el valor de sus períodos iniciales.
15. Se ha comprobado que los períodos obtenidos de las microtrepidaciones, y los hallados con el análisis de efecto de sitio para pequeños sismos, son del mismo orden.
16. En el análisis de espectro en superficie, se encontró que para sismos pequeños (0.1 y 0.2g) las amplificaciones serían del orden de 3.7 para periodos comprendidos entre 0.2 a 0.6s; mientras que para sismos más severos (0.3 y 0.4g) las amplificaciones serían de 3.0 para períodos comprendidos entre 0.2 y 0.75g. Los resultados obtenidos son los espectros de respuesta en suelo normalizados, para el diseño de estructuras deberá considerarse un factor de amplificación dinámica.
17. Se puede observar que los valores de amplificación son considerablemente mayores que los parámetros de amplificación que propone la Norma (factor de suelo S desde 1.0 a 1.6), esto se debe a que en este análisis se está

considerando el efecto del depósito de suelo arenoso, que presenta características flexibles.

18. La zonificación geotécnica sísmica señala 04 zonas que han sido clasificadas según los tipos de suelos que señala la Norma de Diseño Sismorresistente E030, y el orden en que han sido descritos van de suelo con menor amenaza sísmica a suelo con mayor amenaza sísmica; la primera presenta el mejor suelo con características dinámicas favorables (rígido) y se encuentran en gran parte del distrito. La segunda zona agrupa los suelos intermedios (arenas), con un comportamiento dinámico favorable. La tercera zona comprende los suelos flexibles, está conformada por los depósitos de arenas más sueltas, con capacidades portantes bajas, por lo que se recomienda conectar las cimentaciones, presentan períodos altos de vibración; y última zona, clasificada como zona de suelos especiales, comprende los pantanos y los depósitos marinos que por acción del mar presentan altos períodos de vibración, y que por la presencia de agua y sales son inadecuados para cimentar.
19. EL espectro de Peligro Uniforme representaría el comportamiento dinámico del terreno a nivel de suelo firme. Este espectro deberá ser amplificado a nivel de superficie de acuerdo a las condiciones propias de cada zona para ser usado como espectro de diseño.
20. En el presente estudio, sólo para la zona 03 ha sido posible elaborar un espectro con estas características, el cual se recomienda como espectro de diseño. Para las otras zonas se deberá realizar similares análisis y obtener un espectro de peligro uniforme a nivel de superficie. Debido a que en la actualidad no se cuenta con la información suficiente para elaborar estos espectros se recomienda utilizar los espectros de diseño correspondientes a la Norma E030.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alva, J. (2002). Dinámica de Suelos. Ed. Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil – Sección de Postgrado. Perú.
2. Braja, D. (1992). Principles of Soil Dynamics (Pws-Kent Series in Engineering). Ed. Thomson – Engineering. Estados Unidos.
3. Casaverde, L. (1969). “Riesgo Sísmico del departamento de Lima”. Perú.
4. Castillo, J. y Alva, J. (1993). Peligro Sísmico en el Perú. VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones. Perú.
5. González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. (2002). Ingeniería Geológica. Ed. Prentice Hall. España.
6. Herráiz, M. (1997). Conceptos Básicos de Sismología para Ingenieros. Ed. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.
7. Huamán, C. (1991). Tesis de Grado “Microzonificación Sísmica de la Punta y el Callao”. Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Civil. Perú.
8. Kramer, S. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Ed. Prentice Hall. Estados Unidos.
9. Lambe, W. y Whitman, R. (2001). Mecánica de Suelos. Ed. Limusa. México.
10. Lermo, J. (1992). Tesis de Maestría “Observaciones de Microtremores en México y su Aplicación en la Ingeniería Sísmica”. Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Ciencias. México.

11. Mc Guire, R. (1976), "FORTRAN Computer Program for Seismic Risk Análisis", Open-File Report 76-67, United States Department of the Interior Geological Survey.
12. Ministerio de Energía y Minas (1992). Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chancay. Perú.
13. Monroy, M., Bolaños, A., Muñoz, A. y Blondet, M. (2003). Espectros de Peligro Sísmico Uniforme. XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil – Iquitos. Perú.
14. Monroy, M., Bolaños, A., Muñoz, A. y Blondet, M. (2003). Demandas Sísmicas con Peligro Sísmico Uniforme en el Perú. Universidad Católica. Perú.
15. Municipalidad distrital de Ventanilla – ONG Alternativa (1999). Plan de Gestión para el manejo integral de residuos sólidos del distrito de Ventanilla. Ed. Centro de Investigación Social y Educación Popular – Alternativa. Perú.
16. Norma Técnica Peruana NT-E050. Suelos y Cimentaciones. Perú.
17. Norma Técnica Peruana NT-E030. Diseño Sismorresistente. Perú.
18. Pestana, J. (2004). Seismic Hazard Análisis Probabilistic Methods. Elementos de la Ingeniería Sísmica Geotécnica Curso Corto, Guayaquil, Ecuador.
19. Porturas, F. (1974). Tesis de Grado "Estudio Sedimentológico de la Playa de Ventanilla". Departamento de Geología - Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
20. Sarriá, A. (1990). Ingeniería Sísmica. Ed. Uniandes. Colombia.

21. Schnabel P., Lysmer J. y Seed H. (1972). "SHAKE: A Computer program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites", Earthquake Engineering Research Center, Report N.EERC 72-12, College of Engineering, University of California, Berkeley – California.
22. Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables en el Perú (1513-1974). Instituto de Geología y Minería. Boletín N° 3 – Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica. Perú.
23. Tavera, H. y Buforn, E. (1998). Sismicidad y sismotectónica del Perú. Física de la Tierra, N° 10, pág. 187-219. Perú.
24. Young, R., Chiou, S., Silva, W. y Humprey, J. (1997). Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes. Seismological Research Letters. Volume 68, Number 1. January/February.

ANEXOS

ANEXO I

RESULTADOS DEL PROGRAMA RISK

PELIGRO SISMICO VENTANILLA F.Sub. F3 F4 F15 F16

20 0 1
 10 4.61 5.30 5.70 5.99 6.21 6.40 6.55 6.68 6.80 6.91
 0.0133 0.0100 0.0067 0.0044 0.0033 0.0021 0.0010 0.0000
 4.23 0.80 -1.00 0.60 25.00 0.00 100000.00 0.00
 4 1 1 1 1 1 1
 0 1.0000 3.5000 8.0000 1.1100 6.7900 40.0000
 0 1.0000 4.0000 8.2000 1.2400 2.8800 40.0000
 0 1.0000 3.8000 7.2000 1.0000 1.5100 130.0000
 0 1.0000 4.0000 7.2000 1.4100 2.5200 115.0000
 0 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
 1
 -81.17 -09.00 -79.27 -07.90
 -77.00 -14.80 -75.84 -13.87
 -77.00 -14.80 -75.84 -13.87
 -74.16 -17.87 -73.00 -16.53
 -79.80 -08.13 -77.17 -06.53
 -76.38 -14.30 -73.86 -12.46
 -76.38 -14.30 -73.86 -12.46
 -73.28 -16.87 -71.21 -14.40
 1 1 -77.12 -11.87

1 PELIGRO SISMICO VENTANILLA F.Sub.F3 F4 F15 F16

NSTEP =2000 JCALC = 0 JPRNT = 1

LISTA DE INTENS. EXAMINADAS 4.61 5.30 5.70 5.99 6.21 6.40
(CONTINUACION) 6.55 6.68 6.80 6.91

RIESGOS DESEADOS .0133 .0100 .0067 .0044 .0033 .0021 .0010 .0000

DATOS DE ATENUACION C1 C2 C3 SIGMA RZERO RONE AAA BBB
4.23 .80 -1.00 .60 25.00 .00 100000.00 .00

NUMERO DE FUENTES 4

NUMERO DE SUBFUENTES EN FUENTES 1 1 1 1

FUENTE	L/S	COEF	M0	M1	BETA	TASA/AN	PROF.
1	0	1.00	3.50	8.00	1.1100	6.7900	40.0000
2	0	1.00	4.00	8.20	1.2400	2.8800	40.0000
3	0	1.00	3.80	7.20	1.0000	1.5100	130.0000
4	0	1.00	4.00	7.20	1.4100	2.5200	115.0000

(SISM. FONDO) 0 .00 .00 .00 .0000 .0000 .0000

INDICADOR DE COORDENADAS = 1
0=CARTESIANAS, 1=GEOGRAFICAS

X1	Y1	X2	Y2
X3	Y3	X4	Y4

FUENTE 1 COORDENADAS DE SUBFUENTE -81.17 -9.00 -79.27 -7.90
FUENTE 1 COORDENADAS DE SUBFUENTE -77.00 -14.80 -75.84 -13.87

FUENTE 2 COORDENADAS DE SUBFUENTE -77.00 -14.80 -75.84 -13.87
FUENTE 2 COORDENADAS DE SUBFUENTE -74.16 -17.87 -73.00 -16.53

FUENTE 3 COORDENADAS DE SUBFUENTE -79.80 -8.13 -77.17 -6.53
FUENTE 3 COORDENADAS DE SUBFUENTE -76.38 -14.30 -73.86 -12.46

FUENTE 4 COORDENADAS DE SUBFUENTE -76.38 -14.30 -73.86 -12.46
FUENTE 4 COORDENADAS DE SUBFUENTE -73.28 -16.87 -71.21 -14.40

FUENTE 1 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 155885.0
FUENTE 1 AREA TOTAL 155885.0

FUENTE 2 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 77900.9
FUENTE 2 AREA TOTAL 77900.9

FUENTE 3 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 259880.0
FUENTE 3 AREA TOTAL 259880.0

FUENTE 4 SUBFUENTE 1 AREA EXACTA 136109.9
FUENTE 4 AREA TOTAL 136109.9

RESULTADOS PARA LUGAR -77.12 -11.87

INTENSIDAD:	4.61	5.30	5.70	5.99	6.21	6.40	6.55	6.68	6.80	6.91
ANTILOG(INTENSIDAD):	100.48	200.34	298.87	399.41	497.70	601.85	699.24	796.32	897.85	1002.25
FUENTE 1 E(NO/AÑO):	.128E+00	.337E-01	.134E-01	.634E-02	.339E-02	.189E-02	.115E-02	.735E-03	.475E-03	.312E-03
FUENTE 2 E(NO/AÑO):	.123E-01	.166E-02	.377E-03	.108E-03	.373E-04	.138E-04	.598E-05	.278E-05	.133E-05	.656E-06
FUENTE 3 E(NO/AÑO):	.153E-01	.191E-02	.407E-03	.111E-03	.368E-04	.131E-04	.551E-05	.249E-05	.116E-05	.559E-06
FUENTE 4 E(NO/AÑO):	.232E-02	.121E-03	.143E-04	.245E-05	.568E-06	.147E-06	.474E-07	.171E-07	.644E-08	.257E-08
(SISM.FONDO) E(NO/AÑO):	.000E+00									
TOD. FUENTES E(NO/AÑO):	.158E+00	.374E-01	.142E-01	.656E-02	.346E-02	.191E-02	.117E-02	.740E-03	.477E-03	.314E-03
TODAS FUENTES RIESGO:	.146E+00	.367E-01	.141E-01	.654E-02	.346E-02	.191E-02	.116E-02	.740E-03	.477E-03	.314E-03
RIESGOS:	.01330	.01000	.00670	.00440	.00330	.00210	.00100			
INTENSIDAD:	5.72	5.83	5.98	6.13	6.22	6.37	6.59			
ANTILOG(INTENSIDAD):	305.84	340.44	395.73	457.89	505.13	584.07	730.44			

FIN DEL PROBLEMA

ANEXO II

**RESULTADOS DEL PROGRAMA RISK PARA
ACELERACIONES ESPECTRALES**

**INGRESO DE DATOS – PROGRAMA RISK PARA ACCELERACIONES
ESPECTRALES**

*****PELIGRO SISMICO DE LA CIUDAD DE LIMA *****
*****ZONA DE INTERES LIMA*****

COORDEST=1
-77.12 -11.87

NACEL=10
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

*****LISTADO DE FUENTES SISMICAS*****
*****ZONA DE INTERES LIMA*****

NFUENTES=4

FUENTE=F3
Mmin=4.3 Mmax=8.2 B=1.57 Lo=7.57 D=40 tipo=1
coord=4
-81.17 -09.00
-79.27 -07.90
-77.00 -14.80
-75.84 -13.87

FUENTE=F4
Mmin=4.7 Mmax=8.4 B=1.73 Lo=3.00 D=40 tipo=1
coord=4
-77.00 -14.80
-75.84 -13.87
-74.16 -17.87
-73.00 -16.53

FUENTE=F15
Mmin=4.5 Mmax=7.0 B=1.39 Lo=1.66 D=130 tipo=1
coord=4
-79.80 -08.13
-77.17 -06.53
-76.38 -14.30
-73.86 -12.46

FUENTE=F16
Mmin=4.7 Mmax=7.0 B=1.90 Lo=2.53 D=115 tipo=1
coord=4
-76.38 -14.30
-73.86 -12.46
-73.28 -16.87
-71.21 -14.40

Relaciones de Atenuación en Suelo
NPERIODOS=12

Periodo	C1	C2	C3	C4	C5
0.000	0.000	0.0000	-2.329	1.45	-0.1
0.075	2.400	-0.0019	-2.697	1.45	-0.1
0.100	2.516	-0.0019	-2.697	1.45	-0.1
0.200	1.549	-0.0019	-2.464	1.45	-0.1
0.300	0.793	-0.0020	-2.327	1.45	-0.1
0.400	0.144	-0.0020	-2.230	1.45	-0.1
0.500	-0.438	-0.0035	-2.140	1.45	-0.1
0.750	-1.704	-0.0048	-1.952	1.45	-0.1
1.000	-2.870	-0.0066	-1.785	1.45	-0.1
1.500	-5.101	-0.0114	-1.470	1.50	-0.1
2.000	-6.433	-0.0164	-1.290	1.55	-0.1
3.000	-6.672	-0.0221	-1.347	1.65	-0.1
4.000	-7.618	-0.0235	-1.272	1.65	-0.1

Relaciones de Atenuación en Roca
NPERIODOS=12

Periodo	C1	C2	C3	C4	C5
0.000	0.000	0.0000	-2.552	1.45	-0.1
0.075	1.275	0.0000	-2.707	1.45	-0.1
0.100	1.188	-0.0011	-2.655	1.45	-0.1
0.200	0.722	-0.0027	-2.528	1.45	-0.1
0.300	0.246	-0.0036	-2.454	1.45	-0.1
0.400	-0.115	-0.0043	-2.401	1.45	-0.1
0.500	-0.400	-0.0048	-2.360	1.45	-0.1
0.750	-1.149	-0.0057	-2.286	1.45	-0.1
1.000	-1.736	-0.0064	-2.234	1.45	-0.1
1.500	-2.634	-0.0073	-2.160	1.50	-0.1
2.000	-3.328	-0.0080	-2.107	1.55	-0.1
3.000	-4.511	-0.0089	-2.033	1.65	-0.1

**SALIDA – PROGRAMA RISK PARA ACELERACIONES ESPECTRALES
(En Suelo)**

*****CALCULO DEL PELIGRO SISMICO*****
TASA DE ACELERACIONES *****

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.000

100.00	0.0810732
200.00	0.0227522
300.00	0.0092000
400.00	0.0044304
500.00	0.0023751
600.00	0.0013717
700.00	0.0008374
800.00	0.0005339
900.00	0.0003526
1000.0	0.0002398

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.075

100.00	0.1456943
200.00	0.0532414
300.00	0.0262065
400.00	0.0148155
500.00	0.0091044
600.00	0.0059237
700.00	0.0040206
800.00	0.0028202
900.00	0.0020315
1000.0	0.0014960

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.100

100.00	0.1689051
200.00	0.0640566
300.00	0.0324403
400.00	0.0187844
500.00	0.0117874
600.00	0.0078136
700.00	0.0053933
800.00	0.0038416
900.00	0.0028065
1000.0	0.0020938

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.200

100.00	0.2284440
200.00	0.0884972
300.00	0.0455834
400.00	0.0268013
500.00	0.0170583
600.00	0.0114584
700.00	0.0080076
800.00	0.0057699
900.00	0.0042609
1000.0	0.0032110

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.300

100.00	0.2166472
200.00	0.0804164
300.00	0.0401437
400.00	0.0230090
500.00	0.0143290
600.00	0.0094422
700.00	0.0064858
800.00	0.0046005
900.00	0.0033485
1000.0	0.0024897

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.400

100.00	0.1804320
200.00	0.0626063
300.00	0.0297363
400.00	0.0163616
500.00	0.0098366
600.00	0.0062825
700.00	0.0041954
800.00	0.0029001
900.00	0.0020612
1000.0	0.0014990

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.500

100.00	0.1370310
200.00	0.0443192
300.00	0.0200145
400.00	0.0105690
500.00	0.0061330
600.00	0.0037958
700.00	0.0024635
800.00	0.0016589
900.00	0.0011507
1000.0	0.0008180

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.750

100.00	0.0809105
200.00	0.0225574
300.00	0.0091373
400.00	0.0044110
500.00	0.0023680
600.00	0.0013674
700.00	0.0008335
800.00	0.0005298
900.00	0.0003485
1000.0	0.0002357

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 1.000

100.00	0.0438522
200.00	0.0104905
300.00	0.0037809
400.00	0.0016545
500.00	0.0008153
600.00	0.0004362
700.00	0.0002481
800.00	0.0001481
900.00	0.0000919
1000.0	0.0000589

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 1.500

100.00	0.0135416
200.00	0.0025271
300.00	0.0007586
400.00	0.0002874
500.00	0.0001259
600.00	0.0000610
700.00	0.0000319
800.00	0.0000177
900.00	0.0000103
1000.0	0.0000062

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 2.000

100.00	0.0061508
200.00	0.0010026
300.00	0.0002757
400.00	0.0000983
500.00	0.0000411
600.00	0.0000192
700.00	0.0000098
800.00	0.0000053
900.00	0.0000030
1000.0	0.0000018

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 3.000

100.00	0.0019641
200.00	0.0002919
300.00	0.0000782
400.00	0.0000278
500.00	0.0000118
600.00	0.0000056
700.00	0.0000029
800.00	0.0000016
900.00	0.0000009
1000.00	0.0000006

**SALIDA – PROGRAMA RISK PARA ACELERACIONES ESPECTRALES
(En Roca)**

*****CALCULO DEL PELIGRO SISMICO*****
***** TASA DE ACELERACIONES *****

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.000

100.00	0.0364536
200.00	0.0085149
300.00	0.0030026
400.00	0.0012944
500.00	0.0006323
600.00	0.0003371
700.00	0.0001919
800.00	0.0001151
900.00	0.0000719
1000.0	0.0000465

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.075

100.00	0.0835272
200.00	0.0256665
300.00	0.0110802
400.00	0.0056205
500.00	0.0031473
600.00	0.0018876
700.00	0.0011916
800.00	0.0007831
900.00	0.0005317
1000.0	0.0003709

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.100

100.00	0.0981122
200.00	0.0313281
300.00	0.0139323
400.00	0.0072444
500.00	0.0041431
600.00	0.0025305
700.00	0.0016231
800.00	0.0010816
900.00	0.0007435
1000.0	0.0005244

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.200

100.0	0.1115272
200.00	0.0363083
300.00	0.0164226
400.00	0.0086700
500.00	0.0050261
600.00	0.0031070
700.00	0.0020141
800.00	0.0013549
900.00	0.0009390
1000.0	0.0006671

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.300

100.00	0.0898168
200.00	0.0274670
300.00	0.0118717
400.00	0.0060399
500.00	0.0033922
600.00	0.0020390
700.00	0.0012889
800.00	0.0008473
900.00	0.0005749
1000.0	0.0004004

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.400

100.00	0.0738664
200.00	0.0214190
300.00	0.0089069
400.00	0.0043908
500.00	0.0024000
600.00	0.0014084
700.00	0.0008712
800.00	0.0005615
900.00	0.0003741
1000.0	0.0002562

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.500

100.00	0.0629132
200.00	0.0174729
300.00	0.0070411
400.00	0.0033827
500.00	0.0018084
600.00	0.0010406
700.00	0.0006324
800.00	0.0004011
900.00	0.0002633
1000.00	0.0001778

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 0.750

100.00	0.0305848
200.00	0.0069899
300.00	0.0024352
400.00	0.0010377
500.00	0.0005005
600.00	0.0002630
700.00	0.0001474
800.00	0.0000869
900.00	0.0000533
1000.0	0.0000339

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 1.000

100.00	0.0152679
200.00	0.0028772
300.00	0.0008677
400.00	0.0003287
500.00	0.0001435
600.00	0.0000691
700.00	0.0000359
800.00	0.0000197
900.00	0.0000114
1000.0	0.0000068

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 1.500

100.00	0.0052471
200.00	0.0007831
300.00	0.0002033
400.00	0.0000692
500.00	0.0000278
600.00	0.0000126
700.00	0.0000062
800.00	0.0000033
900.00	0.0000018
1000.0	0.0000011

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 2.000

100.00	0.0021652
200.00	0.0002779
300.00	0.0000664
400.00	0.0000214
500.00	0.0000083
600.00	0.0000037
700.00	0.0000018
800.00	0.0000009
900.00	0.0000005
1000.0	0.0000003

TASAS PARA EL PERIODO ESPECTRAL DE = 3.000

100.00	0.0004033
200.00	0.0000424
300.00	0.0000092
400.00	0.0000028
500.00	0.0000011
600.00	0.0000005
700.00	0.0000002
800.00	0.0000001
900.00	0.0000001
1000.00	0.0000000

ANEXO III

REGISTROS DE SONDAJES



REGISTRO RECOPIADO

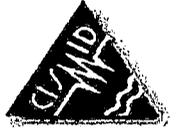
Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
 Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
 Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
 Ubicación : En el extremo Norte de la Playa de Ventanilla, a unos 26 Km al NE de Lima
 Referencia : Estudios Sismológicos, Geológicos y de Suelos para el Complejo Pesquero del Centro
 Fecha : Junio, 1978

Código : E 01
 Profundidad Total (m) : 16.50
 Nivel Freático (m) : N. A.
 Cota Absoluta : —
 Revisado : Dr. ZAB
 Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 01

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0								10	20	30	40	50
2	4.50	—	SP-SM		—	—	Arena pobremente gradada, grano medio a fino, las partículas finas que acompañan a las arenas se han identificado como limos inorgánicos no plásticos, se encontró restos de caparzones de fauna fósil. Vs = 180 m/s - 200 m/s, Vp = 400 m/s - 500 m/s					
6	3.00	—	GP		—	—	Lentes de grava que consiste en granos y fragmentos chicos de rocas de origen generalmente ígneo, empacadas por arena. Vs = 320 m/s - 700 m/s, Vp = 850 m/s - 900 m/s					
12	9.00	—	Roca		—	—	Roca extrusiva, constituyentes del zócalo rocoso, se han identificado como peroclásticas, definidas como brechas, que se encuentran intercaladas con lavícos de tipo Andesítico. Vs = 670 m/s - 875 m/s, Vp = 1860 m/s - 2000 m/s					
18												

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
 Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
 Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
 Ubicación : Sectores A-II-5,6
 Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
 Fecha : Junio, 1990

Código : E 02
 Profundidad Total (m) : 4.50
 Nivel Freático (m) : N. A.
 Cota Absoluta : —
 Revisado : Dr. ZAB
 Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 02

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0.0								10	20	30	40	50
0.0 - 2.0	2.00	—	SP-SM		0.5	1.31	Arena limosa pobremente gradada, de grano fino a muy fino, ligeramente húmedo, compacta, estratificada, color marrón, presenta intercalaciones de cal en forma masiva					
2.0 - 4.5	2.50	—	SP		0.5	1.38	Arena pobremente gradada de grano fino, TM 0.43 mm, ligeramente húmedo, compacta, color marrón					

—○— SPT —△— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
 Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
 Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
 Ubicación : Sectores A-I-5,6,7,8/A-II-1,2,3,4/B-IV/A-III-1,2,3,4
 Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
 Fecha : Junio, 1990

Código : E 03
 Profundidad Total (m) : 4.50
 Nivel Freático (m) : N. A.
 Cota Absoluta : —
 Revisado : Dr. ZAB
 Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 03

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5	1.50	—	SP		0.3	1.36	Arena pobremente gradada de grano fino, ligeramente húmedo, compacta, estable, con presencia superficial de raicillas, color marrón grisáceo						
1.0													
1.5													
2.0													
2.5													
3.0	3.00	—	SP		0.4	1.33	Arena pobremente gradada de grano fino, ligeramente húmedo, compacta, estable, estratificada, color marrón grisáceo						
3.5													
4.0													
4.5													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
 Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
 Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
 Ubicación : MZ M1- Sector E; AH Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
 Referencia : Levantamiento Topográfico y Estudio de Suelos con fines de cimentación
 Fecha : Marzo, 2000

Código : E 04
 Profundidad Total (m) : 3.00
 Nivel Freático (m) : N. A.
 Cota Absoluta : —
 Revisado : Dr. ZAB
 Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 04

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
0.0								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5													
1.0													
1.5	3.00	—	SP		—	—	El suelo esta conformado por un estrato de arena fina pobremente gradada, suelta y seca, mezclada con este material se observa restos de conchas marinas desintegradas (manchas Blancas)						
2.0													
2.5													
3.0													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
 Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
 Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
 Ubicación : Sectores C-IV-1a,1b,2,3,4,5; C-VII-3,4,5; D-VIII-1,2,3,4; C
 Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
 Fecha : Junio, 1990

Código : E 05
 Profundidad Total (m) : 4.50
 Nivel Freático (m) : N. A.
 Cota Absoluta : —
 Revisado : Dr. ZAB
 Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 05

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5	1.50	—	SP-SM		0.5	1.32	Arena pobremente gradada de grano medio a fino, seca, suelta, inestable, con incrustaciones de gránulos de arena cementados con sal, color marrón grisáceo						
1.0													
1.5													
2.0	1.20	—	SP		0.5	1.32	Arena pobremente gradada de grano fino, ligeramente húmedo, densa, estable, color marrón grisáceo, contiene 3% de finos no plásticos						
2.5													
3.0													
3.5	1.80	—	SP		0.9	1.40	Arena de grano fino, pobremente gradada, ligeramente húmedo, densa, estable, color marrón grisáceo, contiene 2% de finos no plásticos						
4.0													
4.5													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
 Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
 Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
 Ubicación : Zona de expansión urbano marginal de la Ciudad Pachacutec
 Referencia : Estudio de Suelos para el C.E. Primario - Secundario del Sector A Ciudad Pachacutec
 Fecha : Marzo, 2000

Código : E 06
 Profundidad Total (m) : 3.00
 Nivel Freático (m) : N. A.
 Cota Absoluta : —
 Revisado : Dr. ZAB
 Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 06

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0.0								10	20	30	40	50
0.60	—	—	SM		—	—	Arena fina semi compacta, de baja humedad, algo deleznable, color beige, ligeramente limosa, con algunas intercalaciones, presencia de restos de conchuelas y raicillas					
1.60	—	—	SP-SM		1.4	1.63	Arena fina, color beige, densa, con intercalaciones de gravillas, concreciones calcáreas o sulfatos, baja humedad					
0.80	—	—	SP-SM		0.7	1.67	Arena fina, color beige a gris, algo deleznable, con intercalaciones de puntos blancos, bajo contenido de humedad.					



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : En el sector central del programa de vivienda Pachacutec, en el sector D, colindante con B
Referencia : Estudio de Suelos con fines de cimentación CEE Ciudad Pachacutec
Fecha : Octubre, 2000

Código : E 08
Profundidad Total (m) : 3.60
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 07

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.20	—	SP-SM		—	—	Arena eólica suelta					
0.5	0.50	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, la antigua superficie estuvo conformada por una capa vegetal, la cual ha sido cubierta por los nuevo transportes eólicos de arena					
1.0												
1.5												
2.0	2.30	—	SP-SM		—	1.36	Arena de grano medio uniforme, compacto, en las que se distinguen la presencia de limo en menor cuantía, adicionalmente se distinguen partículas marinas de color blanco, testificando la presencia marina en tiempos geológicos anteriores					
2.5												
3.0												



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Sectores C-VII-1,2
Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
Fecha : Junio, 1990

Código : E 08
Profundidad Total (m) : 4.50
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : ---
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 08

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5	1.30	—	SP		0.5	1.37	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, suelta, seca, color marrón grisáceo, de forma sub angular, con intercalaciones de conchuelas de origen morrena, contiene 5% de finos no plásticos						
1.0													
1.5	0.50	—	SP		0.4	1.30	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, estable, con intercalaciones de gránulos de arena cementada con sal, color marrón grisáceo						
2.0													
2.5													
3.0	2.70	—	SP		0.4	1.35	Arena pobremente gradada, de origen eólico, estable, ligeramente húmedo de grano fino a medio, densa, seca, color marrón grisáceo						
3.5													
4.0													
4.5													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Sector D - Ciudad Pachacutec / Manzana "P"
Referencia : Ampliación del anexo del CEN°5121
Fecha : Junio, 1990

Código : E 09
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 09

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5	1.30	—	SP		—	—	Arena de grano medio a fino, color beige, con puntos blanquecinos de yeso, seca, no plástico, deleznable, en estado suelto						
1.0													
1.5	0.90	—	SP		0.7	—	Arena de grano medio a fino, pobremente gradada, color beige ligeramente amarillento, seca, no plástico, deleznable, con presencia de gravillas aisladas, en estado firme, material fino de 2% a 4.5%						
2.0													
2.5	1.00	—	SP		1.6	—	Arena de grano medio a fino, pobremente gradada, color beige amarillento, seca, no plástico con presencia de gravillas aisladas, en estado firme a muy firme con 4.1% a 4.3% de finos						
3.0													
3.5	0.80	—	SP-SM		1.7	—	Arena de grano medio a fino, pobremente gradada, ligeramente limosa, en estado muy firme a denso, seco						
4.0													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Coop. Kawachi - Ciudad Pachacutec
Referencia : Estudio de Suelos con fines de cimentación para el C.E. 5117 "Jose Potocarrero Rebaza"
Fecha : Marzo, 2000

Código : E 10
Profundidad Total (m) : 2.50
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : --
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 10

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
0.0								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5													
1.0													
1.5	2.50	--	SP		--	--	Arena fina limosa pobremente gradada, color gris claro, no plástico, sin cohesión						
2.0													
2.5													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Intersección de la Av. Bahía Azul y Av. Grau
Referencia : Estudio de suelos con fines de cimentación C.E. N°5077 "José Faustino Sánchez Carrión"
Fecha : Febrero, 2000

Código : E 11
Profundidad Total (m) : 3.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 11

Table with columns: Profundidad (m), Espesor del estrato (m), Muestra obtenida, Clasificación SUCS, Simbología Gráfica, Resultados de campo (H. N. %, D. N. g/cm³), Descripción, ENSAYO DE PENETRACIÓN (Gráfica de N, Número de golpes / 30 cm, 10 20 30 40 50, SPT, CP). Rows show data for depths 0.80m and 2.20m.



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : A.H. Las Lomas (Por el Norte con la calle 3, por el Sur con la calle 31, este c33, oe c23)
Referencia : Estudio de Suelos con fines de Cimentación C.E. N° 5123
Fecha : Febrero, 2000

Código : E 12
Profundidad Total (m) : 3.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 12

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0.0								10	20	30	40	50
0.5	1.00	—	SM		—	—	Arena fina, suelta, seca, color beige					
1.5	1.00	—	SM		—	1.55	Arena fina, semi suelta, seca, color beige oscuro					
2.5	1.00	—	SP-SM		—	—	Arena media a fina, semi suelta, seca, color beige, con presencia de salitre					
3.0												



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Entre las calles Las Águilas y el Jr. El Tucán. Alt. Km. 37.5 Pan. Norte
Referencia : Estudio de Suelos C.E. Keiko Sofía
Fecha : Octubre, 1998

Código : E 13
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 13

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0												
0.2												
0.4	0.80	—	SP-SM		—	—	Arena fina a media, con aisladas gravillas angulosas de TM 1 cm, suelto, con lentes delgados blancuecinos (yeso)					
0.6												
0.8												
1.0												
1.2	0.90	—	SP		—	1.65	Arena media, semi compacta, con partícula cementadas, blanda					
1.4												
1.6												
1.8	0.10	—	SM		0.7	—	Arena limosa fina, no plástica, color beige claro, dura					
2.0	0.20	—	SP		—	—	Arena media semi compacta, plomizo, seca con partículas cementadas de 1 cm en promedio					

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : A.H. Los Olivos de la Paz Intersección calles Finlandia, Inglaterra y Bélgica
Referencia : Estudio de Mecánica de Suelos del CEI Los Olivos de la Paz
Fecha : Febrero, 2000

Código : E 14
Profundidad Total (m) : 5.70
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 14

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0	0.30	—	R		—	—	Material removido, conformado por arena pobremente gradada, color beige, no plástico, en estado suelto						— SPT — CP
1.0	1.70	—	SM		18.5	—	Arena fina, pobremente gradada, color beige claro, poco húmedo, no plástico, en estado de compactación suelto superficialmente, compactación media a mayor profundidad						
2.0	2.00	—	SM		0.7	—	Arena fina, pobremente gradada, color beige claro, poco húmedo, no plástico, en estado de compactación suelto superficialmente, compactación media a mayor profundidad						
4.0	1.70	—	SM		—	—	Arena fina, pobremente gradada, color beige claro, poco húmedo, no plástico, en estado de compactación suelto superficialmente, compactación media a mayor profundidad						
6.0													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Sectores G-XV-4, G-XV-5, H-XVI-2,3,4; J-XXI-1,2,3; Zona Industrial
Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
Fecha : Junio, 1990

Código : E 15
Profundidad Total (m) : 3.20
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : ---
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 15

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5	1.00	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, suelta, seca, marrón plomizo						
1.0	0.60	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, medianamente densa, seca, marrón plomizo						
2.0	1.60	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, densa, seca, marrón plomizo						
3.0													
3.5													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Sectores G-XIV-1,2,3,4; PARQUE SECTOR "G", H-XVI-1
Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
Fecha : Junio, 1990

Código : E 16
Profundidad Total (m) : 5.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 16

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0	0.30	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, suelta, seca, color marrón	—○— SPT —▲— CP					
0.5													
1.0	1.50	—	SP			—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, medianamente densa, seca, color marrón plumizo					
1.5													
2.0	0.70	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, medianamente densa, húmeda, color marrón						
2.5													
3.0													
3.5	2.50	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino, densa, húmedo, color marrón						
4.0													
4.5													
5.0													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Sectores G-XIV-1,2,3,4; PARQUE SECTOR "G", H-XVI-1
Referencia : Proyecto Especial Ciudad Pachacutec
Fecha : Junio, 1990

Código : E 17
Profundidad Total (m) : 5.50
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 17

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, suelta, seca, color plomo					
1.0	2.20	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino a medio, medianamente densa, seca, color marrón plumizo					
3.0	0.80	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, medianamente densa, seca a ligeramente húmedo, color marrón					
4.0	2.00	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, de grano fino, densa, ligeramente húmedo, color marrón plumizo					
5.0												
6.0												

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : El reservorio RP-3 AH "Las Terrazas" (Cumbre del cerro), R2A AH "Jardín del Licenciado"
Referencia : E.M.S.F.C. del Reservorio apoyado RP3 y R2A de las Obras Generales de agua potable
Fecha : Junio, 2000

Código : E 18
Profundidad Total (m) : 0.80
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 18

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0				XXXXXX								
0.1				XXXXXX								
0.2				XXXXXX								
0.3				XXXXXX								
0.4				XXXXXX								
0.5	0.80	—	Roca	XXXXXX	—	—	Roca carbonatada de grano grueso, color gris verdoso, compuesta de calcita. En la superficie se nota de color arcilloso, ligeramente terroso rosado. La roca esta profundamente fracturada. Continúa roca sana					
0.6				XXXXXX								
0.7				XXXXXX								
0.8				XXXXXX								
0.9												
1.0												

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Lomas de los cerros
Referencia : Alcantarillado Esquema Kumamoto y Anexos, Tunnel para el paso de tubería
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 19
Profundidad Total (m) : 0.90
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 19

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0				XXXXXX								
0.1				XXXXXX								
0.2				XXXXXX								
0.3				XXXXXX								
0.4				XXXXXX								
0.5	0.90	—	Roca	XXXXXX			Superficialmente presenta roca volcánica (Bracha Andesítica), muy intemperizada en formación de suelo. Continúa roca intemperizada, poco sana					
0.6				XXXXXX								
0.7				XXXXXX								
0.8				XXXXXX								
0.9				XXXXXX								
1.0												

—○— SPT —△— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Parte Litoral y hacia el lado de la carretera
Referencia : Alcantarillado Esquema Kumamoto y Anexos, Tunnel para el paso de tubería
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 20
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : ---
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 20

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.2	0.60	—	R				Relleno conformado por plásticos aislados, con matriz arenosa y grava angulosa						
0.4													
0.6													
0.8													
1.0													
1.2													
1.4	1.40	—	SP				Suelo arenoso de grano medio a grueso, con presencia de gravillas aisladas y grava angulosa de 3ª a 4ª, no plástico, mediana humedad, color beige, en estado semi compacto						
1.6													
1.8													
2.0													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : En la cumbre de una pequeña elevación, en el A.H. Los Licenciados
Referencia : E.M.S.F.C. de Reservorio apoyado R-3a de las obras generales de agua potable
Fecha : JUNIO, 2002

Código : E 21
Profundidad Total (m) : 0.80
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 21

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0				XXXXXX								
0.1				XXXXXX								
0.2				XXXXXX								
0.3				XXXXXX								
0.4	0.80	—	Roca	XXXXXX	—	—	Roca ígnea extrusiva, llamada Andesita, la cual se encuentra de mediana a intensamente diaclasada					
0.5				XXXXXX								
0.6				XXXXXX								
0.7				XXXXXX								
0.8				XXXXXX								
0.9												
1.0												

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Urb. Los Proceres - Ventanilla - Ciudad Satélite
Referencia : Estudio Geotécnico Construcción de un reservorio apoyado
Fecha : Mayo, 1994

Código : E 22
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 22

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.10	—	L		—	—	Losa de concreto	—○— SPT —▲— CP				
0.2	0.10	—	GP-GM		3.1	—	Grava mal gradada con limo, 61% de grava TM 2 ^a , 32% de arena, 8% de bolonería TM 4 ^a , húmeda, beige amarillento, compacto					
0.4												
0.6	0.80	—	Roca		0.2	—	Macizo rocoso muy alterado, oxidado y fracturado, color gris verdoso amarillento, seco 30% de bolones TM 4 ^a , 6% de finos (AnW4)					
0.8												
1.0												
1.2												
1.4												
1.6	1.00	—	Roca		0.2	2.66	Roca volcánica andesita, se encuentra con un grado de alteración moderado. La fragmentación es en bloques que varía desde 6 cm a 320 cm (AnW2)					
1.8												
2.0												



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Urb. Antonia Moreno de Cáceres (entre la Av. Gorzales Ganoza, Pasaje VI y calle 2)
Referencia : Construcción Policlínico en la Urb. Antonia Moreno de Cáceres
Fecha : Agosto, 1999

Código : E 23
Profundidad Total (m) : 5.00
Nivel Freático (m) : N.A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 23

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.15	—	R		—	—	Relleno conformado por grava con matriz de arena limosa	—○— SPT —▲— CP				
0.5	0.60	—	GW-GM		—	—	Gravas con partículas angulosas, planas bien gradada de TM 6°, matriz de arena limosa, semi compacto					
1.0	0.15	—	ML		—	—	Lente limo arenoso, beige claro, no plástico					
1.5	1.45	—	GP-GM		4.0	2.17	Grava de forma plana angulosa TM 6°, semi compacto, seco, matriz de arena limosa, no plástica					
2.0	0.20	—	ML		—	—	Lente limo arenoso, beige claro, no plástico					
3.0	1.20	—	GP-GM		—	—	Grava de forma angulosa TM 6°, semi compacto, seco, matriz de arena limosa, no plástica					
4.0	4.05	—	SP-SM		—	—	Arena fina limosa con gravillas TM 1°, beige					
4.5	5.00	—	GP-GM		—	—	Grava de forma plana angulosa TM 6°, semi compacto, seco, matriz de arena limosa, no plástica					
5.0												



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Cáceres (CEI N°1)
Referencia : Estudio Geotecnico Siete Centros Educativos y 1 Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 24
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 24

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN											
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm 10 20 30 40 50											
0.0																			
0.50	—	—	SM		3.3	—	Arena limosa, seca, semi suelta, gravas en 20%, TM 4ª forma angular, amarillento												
1.00	1.20	—	GP-GM		0.6	—	Grava limosa, matriz de arena, poco compacto, gravas en 78%, TM 10ª en 5%, forma angular y alargada, finos en 6%, color beige.												
2.00	1.00	—	GP-GM		1.4	—	Grava limosa, color marrón claro, humedad baja, compacidad media, 525% de grava, TM 2ª, 10% de finos.												
3.50	1.30	—	GP		1.9	—	Grava arenosa, bajo contenido de humedad, compacidad baja, TM en 3%, forma angular y alargada, 78 % de gravas, 3% de finos												
4.00																			

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Caceres (CEI N°2)
Referencia : Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 25
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 25

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.20	—	GM		1.2	—	Grava limosa suelta, 60% de grava, 24% de finos	—○— SPT —▲— CP				
0.5	0.55	—	GP-GM		0.5	—	Grava limosa, color beige, poco compacta, 42% grava, TM 8" en 5%, Finos 7%					
1.0	1.00	—	SM		0.7	—	Arena limosa, media compacta, 40% grava, 12% finos					
2.0	1.00	—	GW-GM		0.5	—	Grava limosa, angular, matriz de arena fina, 70% de grava, TM 4" en bajo porcentaje, 5% de finos					
3.0	1.25	—	GP-GM		0.7	—	Grava limosa angular, TM 10" en forma aislada, 10% de finos, color beige, poco compacta					
4.0												



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Caceres (CEI N°3)
Referencia : Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 26
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 26

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm 10 20 30 40 50	
0.0	0.50	—	GM		1.9	—	Grava limosa, beige, seca, semi compactad, 43% de grava, TM 3', 22% finos, angular en 25%	SPT CP	
0.5	1.00	—	GP-GM		0.8	—	Grava limosa, beige, seca, semi compactad, capas cementadas con sales, 57% de grava angular y plana, 8% de finos.		
1.5	1.00	—	GP-GM		0.7	—	Grava limosa, de forma angular, 56% de grava TM 11', 9% de finos.		
2.5	1.50	—	GP-GM		0.6	—	Grava limosa, marrón seca, de forma angular, 49% de grava TM 11', 6% de finos.		
3.5									
4.0									



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Caceres (CEI N°4)
Referencia : Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 27
Profundidad Total (m) : 1.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : ---
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 27

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.1	0.20	—	GM		1.3	—	Grava limosa TM 2½", color beige claro, 36% de finos						
0.2													
0.3													
0.4													
0.5													
0.6	0.80	—	Roca		—	—	Roca fracturada, buena dureza, color marrón						
0.7													
0.8													
0.9													
1.0													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Caceres (CEI N°5)
Referencia : Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 28
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 28

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5	0.80	—	GP-GM		1.1	—	Material de relleno limoso, marrón, semi compacto, 75% de grava TM 4*, 8% de finos						
1.0	1.00	—	GM		1.7	—	Grava limosa, bajo contenido de humedad, poco compacto, 67% de grava, TM 8* en 5%, finos 13%						
2.0	0.45	—	GP-GM		2.1	—	Grava limosa, bajo contenido de humedad, poco compacto, 67% de grava, TM 8* en 5%, finos 13%						
2.5	1.00	—	GP-GM		1.1	—	Grava limosa, bajo contenido de humedad, color beige, compacidad media a baja, 65% de grava, TM 10* en 5%, finos 7%						
3.5	0.75	—	GP		1.2	—	Grava limosa, bajo contenido de humedad, color beige, compacidad media a baja, 65% de grava, TM 10* en 5%, finos 7%						
4.0													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Caceres (CEI N°6)
Referencia : Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 29
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 29

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm 10 20 30 40 50	
0.0	0.60	—	GP-GM		1.6	—	Grava limosa poco compacto, 65% de grava de TM 3", regular humedad por filtraciones, color marrón, finos 12%	○ SPT ▲ CP	
0.5	0.80	—	GW-GM		1.2	—	Grava limosa poco compacto, 65% de grava de TM 1½", regular humedad por filtraciones, color marrón, finos 12%		
1.0	0.30	—	GP-GM		0.7	—	Grava arenosa TM 12" en 15%, color marrón claro, finos en 5%		
1.5	1.00	—	GW-GM		1.4	—	Grava limosa, grava menor de 3" en 68%, TM 13" en 5%, color marrón claro, poco compacto, finos en 8%		
2.0	1.30	—	GP-GM		1.9	—	Grava limosa, poco compacta, gravas menores de 3" en 70%, TM 13" en 5%, angulares, color marrón claro, finos en 10%		
2.5									
3.0									
3.5									
4.0									



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Ciudad Antonia Moreno de Caceres (CEI N°7)
Referencia : Estudio de Cimentación de 7 Centros Educativos y una Posta Sanitaria
Fecha : Agosto, 1989

Código : E 30
Profundidad Total (m) : 4.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 30

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
	0.45	—	GM		1.3	—	Grava limosa, baja compactación, color amarillento, finos en 25%						
0.5													
	1.00	—	GM		0.9	—	Grava limosa, baja humedad, media compacta, gravas menores de 3" en 58%, TM 13", 5% de finos color beige						
1.5													
	1.00	—	GP-GM		0.9	—	Grava limosa, baja humedad, media compacta, gravas menores de 3" en 55%, formas angulares, finos en 9%, color marrón claro.						
2.5													
	1.55	—	GP-GM		0.6	—	Grava limosa, baja humedad, media compacta, gravas menores de 3" en 55%, formas angulares, finos en 9%, color marrón claro.						
3.5													
4.0													
4.5													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Margen derecha de la Av. Nestor Gambeta // Cámara de Control
Referencia : Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado para el AH de la margen derecha
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 31
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 31

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.2													
0.4	0.60	—	R		—	—	Relleno conformado por suelo arenoso, color beige, medianamente húmedo, con presencia de partículas de plásticos y madera, estado semi compacto						
0.6													
0.8													
1.0													
1.2													
1.4	1.40	—	SP		—	—	Suelo arenoso de grano fino, color beige, medianamente húmedo, semi compacto, no plástico, con presencia de gravillas angulosas en poco porcentaje						
1.6													
1.8													
2.0													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Cámara de Control (Coop. Vivienda Montecarlo)
Referencia : Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado para el AH de la margen derecha
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 32
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 32

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.2	0.40	—	R		—	—	Relleno conformado por suelo arenoso, color beige, medianamente húmedo, con presencia de partículas de plásticos y madera, estado semi compacto						
0.4													
0.6													
0.8													
1.0													
1.2	1.60	—	SP		—	—	Suelo arenoso de grano fino; color beige, medianamente húmedo, semi compacto, no plástico, con presencia de gravillas angulosas en poco porcentaje						
1.4													
1.6													
1.8													
2.0													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Margen derecha de la Av. Nestor Gambeta // Cámara de Control
Referencia : Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado para el AH de la margen derecha
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 33
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 33

Table with columns: Profundidad (m), Espesor del estrato (m), Muestra obtenida, Clasificación SUCS, Simbología Gráfica, Resultados de campo (H. N. %, D. N. g/cm³), Descripción, ENSAYO DE PENETRACIÓN (Gráfica de N, Número de golpes / 30 cm, 10 20 30 40 50, SPT, CP). Rows describe soil layers at depths 0.0-0.20m, 0.2-0.40m, and 0.6-1.40m.



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Reservorio 1 (ladera del cerro A.H. Kenji Fujimori), Reservorio2 (A.H: heroes del cenepa)
Referencia : Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado para el AH de la margen derecha
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 34
Profundidad Total (m) : 0.50
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 34

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.1													
0.2													
0.3	0.50	—	GM		—	—	Suelo conformado superficialmente por detritus de roca fracturada e intemperizada. Continúa Roca Andesita fracturada						
0.4													
0.5													
0.6													
0.7													
0.8													
0.9													
1.0													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Margen derecha de la Av. Nestor Gambeta // Reservorio 2 (AH Heroes del Cenepa)
Referencia : Obras Generales de Agua Potable y Alcantarillado para el AH de la margen derecha
Fecha : Diciembre, 2002

Código : E 35
Profundidad Total (m) : 0.80
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 35

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0												
0.1												
0.2												
0.3												
0.4	0.80	—	GM		—	—	Suelo conformado superficialmente por detritus de roca fracturada e intemperizada, seco, con poca matriz de arena limosa. Continúa Roca Andesita fracturada					
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1.0												

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Refinería La Pampilla (zona norte)
Referencia : Ampliación de la refinería La Pampilla
Fecha : Julio, 1980

Código : E 36
Profundidad Total (m) : 10.00
Nivel Freático (m) : 4.10
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 36

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0								10	20	30	40	50
1												
2												
3												
4												
5	10.00	—	GP		—	—	Arena de grano fino, color marrón seco, con gravas angulosas de ¼" a 2" en un 40%, piedras grandes TM 6" en forma aislada, lentes de arena limosa					
6												
7												
8												
9												
10												



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Refinería La Pampilla (zona sur)
Referencia : Ampliación de la refinería La Pampilla
Fecha : Julio, 1980

Código : E 37
Profundidad Total (m) : 7.90
Nivel Freático (m) : 4.00
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 37

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN
					H. N. %	D. N. g/cm ³		
0.0	0.20	—	R		—	—	Relleno	Gráfica de N Número de golpes / 30 cm 10 20 30 40 50 —○— SPT —△— CP
1.0	1.80	—	OL		—	—	Arcilla orgánica de color marrón, medio húmedo, medio compacto, con gravas redondeadas y aisladas	
2.0	0.50	—	ML		—	—	Limo arcilloso orgánico de color crema, húmedo, medio compacto	
3.0	0.60	—	SM		—	—	Arena fina algo limoso orgánico, color verde amarillento, bien húmedo, medio compacto	
4.0	1.00	—	ML		—	—	Limo arcilloso de color gris oscuro, bien húmedo, medio compacto	
5.0	1.05	—	CL		—	—	Arcilla de color verde, bien húmedo, lentes de turba, blando.	
6.0	1.65	—	ML		—	—	Limo arenoso de color marrón, bien húmedo, presencia de conchuelas	
7.0	1.10	—	SM		—	—	Arena de grano medio, limoso, color verde petróleo, presencia de gravillas y conchuelas, pequeños lentes de turba de color negro	
8.0								



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Av. Chillón/Av. Nestor Gambeta (OPP-5)
Referencia : Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado
Fecha : Marzo, 2001

Código : E 38
Profundidad Total (m) : 2.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 38

Table with columns: Profundidad (m), Espesor del estrato (m), Muestra obtenida, Clasificación SUCS, Simbología Gráfica, Resultados de campo (H. N. %, D. N. g/cm³), Descripción, ENSAYO DE PENETRACIÓN (Gráfica de N, Número de golpes / 30 cm). Includes data for two soil layers: 'Arena limosa con grava angular' and 'Grava arenosa bien gradada'.



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Av. Central (Parque Porcino) OPP-19
Referencia : Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado
Fecha : Marzo, 2001

Código : E 39
Profundidad Total (m) : 2.50
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 39

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
0.0								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5													
1.0													
1.5	2.50	—	GW				Suelo coluvial arenoso con fragmento de gravilla angular (Cascajo de 1 cm a 10 cm), seco, denso						
2.0													
2.5													

—○— S P T —▲— C P



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Av. Central (Parque Porcino) OPP-18
Referencia : Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado
Fecha : Marzo, 2001

Código : E 40
Profundidad Total (m) : 2.40
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 40

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5													
1.0													
1.5	2.40	—	GW		—	—	Suelo coluvial arenoso con gravilla angular (Cascajo de 1.10 cm), seco, denso						
2.0													
2.5													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : a 1.5Km al Este del cruce Carretera Ventanilla y Chillón
Referencia : Estudio de Suelos para diseño de Cimentaciones Central Termoelectrónica a Gas Natural
Fecha : 1992

Código : E 41
Profundidad Total (m) : 10.00
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 41

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0													
1.10	—	—	R		—	—	Relleno conformado por arena fina con basura						
0.30	—	—	GW		—	—	Grava arenosa bien gradada, densa, seca, plomo claro, TM 4°						
2.60	—	—	SP		—	—	Arena fina, densa, seca color marrón claro, con bolsones de grava angular y lentes pequeños de limo no plásticos con carbonatos						
4							Rellen o conformado por arena fina con basura						
1.00	—	—	SM		—	—	Arena limosa, medio suelto, V1 = 350 m/s						
5													
5.00	—	—	GP		—	—	Material aluvional compacto o rocas intemperizadas V2= 700 m/s						
10													



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Av. Del Bierzo (ex Chillón), a 56 m de la int. Con el Jr. Puno
Referencia : Estudio de suelos Estación Terminal Ventanilla - Callao
Fecha : Noviembre, 2002

Código : E 42
Profundidad Total (m) : 10.00
Nivel Freático (m) : N.A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 42

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0	0.70	—	R		—	—	Relleno de grava arenosa limosa, medianamente densa, seca, marrón, piedras angulares TM 6", restos de basura	SPT CP				
1	0.40	—	SM		—	—	Arena fina a gruesa, cementada, densa, seca, marrón plumizo					
2	1.10	—	GP		—	—	Grava arenosa pobremente gradada, medianamente densa, marrón plumizo, con piedras y bolones angulosos de TM 7"					
3	0.80	—	SP		—	—	Arena fina a gruesa, medianamente densa, seca, marrón plumizo, piedras y bolones angulares TM 8",					
4	0.50	—	GP		—	—	Grava arenosa pobremente gradada, medianamente densa, ligera humedad, plomo, con piedras angulosas de TM 3½"					
5	1.00	—	GP		—	—	Grava arenosa pobremente gradada, densa, ligera humedad, plomo, con piedras angulosas de TM 3½"					
6	2.50	—	GP		—	—	Grava arenosa pobremente gradada, densa, ligera humedad, plomo, con piedras angulosas de TM 2½"					
7	0.90	—	GP		—	—	Grava arenosa pobremente gradada, densa, ligera humedad, marrón plumizo, con piedras angulosas de TM 2½"					
8	0.90	—	SP		—	—	Arena fina a gruesa pobremente gradada, densa, ligera humedad, marrón plumizo, con piedras angulosas de TM 4"					
9	0.80	—	GP		—	—	Grava arenosa pobremente gradada, densa, ligera humedad, marrón plumizo, con piedras angulosas de TM 4"					
10	0.40	—	SP		—	—	Arena pobremente gradada, densa, ligera humedad, marrón plumizo.					



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucía Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Av. Chillón/Av. Central (OPP-4)
Referencia : Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado
Fecha : Marzo, 2001

Código : E 43
Profundidad Total (m) : 2.20
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 43

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
								10	20	30	40	50	
0.0													
0.40	—	—	ML		—	—	Limo arenoso, con fragmentos de roca, seco, compacto						
0.5	0.30	—	SM		—	—	Arena limosa con fragmentos de roca de 1 cm a 10cm, seca, dura, suelo coluvial.						
0.20	—	—	SP		—	—	Arena media fina, limpia, poco densa						
1.0	0.40	—	CH		—	—	Caliche, fragmentos angulosos de roca y arena cementada, material denso						
1.5	0.20	—	SM		—	—	Arena limosa con fragmentos pequeños y angulosos de roca, seca, dura						
0.30	—	—	CH		—	—	Caliche, duro, fuerte (Cementado)						
2.0	0.40	—	GW		—	—	Arena limosa con fragmentos angulosos de roca, seca, dura (Densa), suelo coluvial (Cascajo)						
2.5													

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO RECOPIADO

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Cantera Unicon (OPP3)
Referencia : Mejoramiento y Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado
Fecha : Marzo, 2001

Código : E 44
Profundidad Total (m) : 2.50
Nivel Freático (m) : N. A.
Cota Absoluta : —
Revisado : Dr. ZAB
Fecha de Revisado : Mayo, 2003

CALICATA E 44

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.30	—	ML		—	—	Limo arcilloso con arena, color grisáceo, húmedo, baja plasticidad, contiene raicillas					
0.5												
1.0	2.20	—	GW		—	—	Grava arenosa bien gradada, color gris claro, ligeramente húmedo, densa, cantos redondeados a sub redondeados con tamaños de 1 cm a 15 cm. 5% a 6% de bolones de 25 cm a 30 cm					
1.5												
2.0												
2.5												



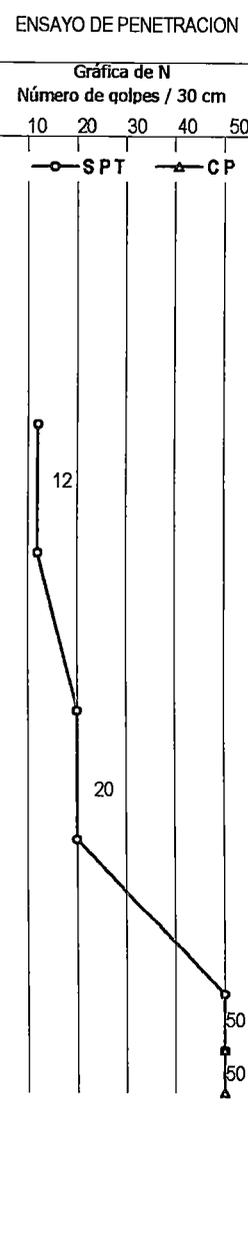
REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Cruce Av. Bolivia y Jr. Pachacutec - Los Cedro 5º Sector - Ventanilla
Fecha : 25 de abril de 2003

Prof. Total : 3.35
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ---
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

SPT P 01

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION						
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm						
								10	20	30	40	50		
0.0														
0.5	1.00	---	---											
1.0	0.45	M-1	SP-SM		3.4	---	Arena pobremente gradada con limo, color beige, compacidad suelta, húmeda.							
1.5	0.55	s/m	---				Arena pobremente gradada con limo, color beige, compacidad suelta, húmeda.							
2.0	0.45	M-2	SP-SM		2.6	---	Arena pobremente gradada con limo, color marrón a beige, compacidad media, húmeda, las paredes están estables.							
2.5	0.55	s/m	---				Arena pobremente gradada con limo, color marrón a beige, compacidad media, húmeda, las paredes están estables.							
3.0	0.20	M-3	GM		3.5	---	Grava limosa con arena, presencia de gravas angulosas y limos en estado húmedo, color marrón a beige.							
	0.15	---	---											
3.5							En el ensayo SPT; N = 50/20 cm, presenta rechazo y en el ensayo CPT; Cn = 50/2 cm, presenta rechazo.							
4.0														





REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : A 100 m de surtidores de agua potable - Pachacutec - Ventanilla
Fecha : 14 de abril de 2003

Prof. Total : 1.90
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : —
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

SPT P 02

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.10	M-1	SP		1.2	—	Arena pobremente gradada					
0.2												
0.4												
0.6	0.90	M-2	SM		1.2	—	Arena limosa, color gris, seca, grano uniforme, compacidad relativa suelta.					
0.8												
1.0												
1.2	0.45						Se realizó SPT. SPT: 14, 27, 33; N = 60.					
1.4												
1.6	0.45						Se realizó el ensayo de penetración Cono Peck. CPT: 59, 57, 66.					
1.8												
2.0												



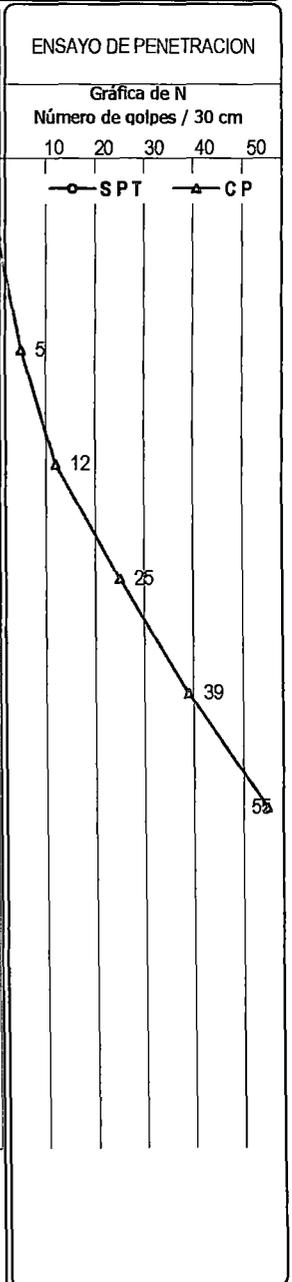
REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Calle Banquero, Calle Nicolás Copérnico y Av. Revolución - Zona Industrial - Ventanilla
Fecha : 15 de abril de 2003

Prof. Total : 2.60
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : —
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

CP P 03

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0.0	0.20	S/M	R		—	—	Relleno con material de arena con grava	10	20	30	40	50
0.5												
1.0												
1.5	2.40	—	—	—	—	—	A partir de 0.2 m se realizó ensayo Cono Peck. CPT: 2, 3, 6, 6, 11, 15, 18, 21, 21, 25, 30, 35, 48, 70, 101, 50, 64.					
2.0												
2.5												
3.0												





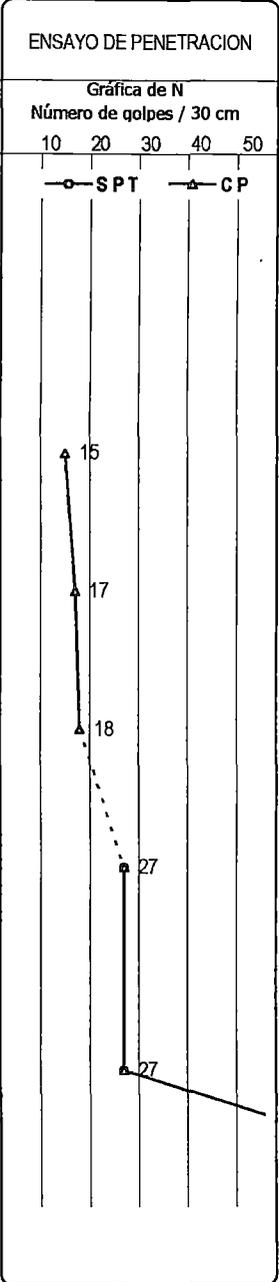
REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Av. Pedro Beltrán - Parque Ovalo - Ventanilla
Fecha : 15 de abril de 2003

Prof. Total : 2.30
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : —
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

SPT P 04

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0.0								10	20	30	40	50
0.50		S/M	R	[Symbol]	—	—	Relleno de tierra de cultivo con raíces.					
1.0	1.05	S/M	—	[Symbol]	—	—	Arena limosa con gravas. Desde 0.5 m se realizó el ensayo de Cono Peck. - CPT: 12, 9, 6, 6, 11, 10, 8.					
2.0	0.45	M-1	SM	[Symbol]	6.5	—	Arena limosa con gravas, color beige a marrón, presencia de óxidos, grava de TM ¾". - SPT: 8, 5, 22; N = 27.					
2.30	0.30	—	—	[Symbol]	—	—	A Partir de 2.0 m se realizó el ensayo de Penetración Cono Peck. Presencia de gravas y limos. - CPT: 50, 65.					
2.5												





REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Jr. Ayacucho s/n, Mz. D1 - A. H. Mi Perú - Ventanilla
Fecha : Abril, 2003

Prof. Total : 3.20
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : —
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

CALICATA C 01

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	s/m	R		—	—	Material de relleno sucio, restos de bolsas plásticas, ladrillos, concreto, raíces con matriz arenosa y gravas aisladas de 2".					
0.5					2.3	—	Arena pobremente gradada con limo, color marrón a beige, no plástico, bajo contenido de humedad, presencia de gravillas aisladas de 1", medianamente suelta.					
1.0												
1.5												
2.0	2.70	M-1	SP-SM									
2.5												
3.0												
3.5												

—○— SPT —▲— CP



REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Cruce Calle Las Begonias y Av. Héroes del Pacífico - Ventanilla - Callao
Fecha : 15 de abril de 2003

Prof. Total : 2.60
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : —
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

CALICATA C 02

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm				
0.0								10	20	30	40	50
0.5	1.10	M-1	GM		0.8	—	Grava limosa, color marrón a gris con oxido marrón amarillento de 5 cm de espesor, compacidad media, ligera humedad, grava de TM 2'	—	—	—	—	—
1.0												
1.5												
2.0	1.50	M-2	SM		3.5	—	Arena limosa con grava, color marrón claro, medio húmedo, compacidad densa, grava de TM 1'.	—	—	—	—	—
2.5												
3.0												



REGISTRO DE VERIFICACION

Tesis : Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito Ventanilla
Solicitante : Bach. Diana Lucia Calderón Cahuana
Estudio : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 10 Distritos de Lima y Callao
Ubicación : Urb. Naval - Cruce Av. Venus y Calle Dorado - Ventanilla
Fecha : 25 de abril de 2003

Prof. Total : 3.00
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ---
Operador : L. Ch.
Revisado : D. L.

CALICATA C 03

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION					
					H. N. %	D. N. g/cm³		Gráfica de N Número de golpes / 30 cm					
0.0								10	20	30	40	50	
0.0													
0.5													
1.0													
1.5	3.00	M-1	GP-GM		1.7		Grava pobremente gradada con limo y arena, color marrón beige, húmeda, fragmentos angulares, medianamente compacto, gravas de 3° a 4° en 11% TM 7°						
2.0													
2.5													
3.0													
3.5													

ANEXO IV

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : Jr. Ayacucho, Mz D1 - A. H. Mi Perú - Ventanilla - Callao
 FECHA : Abril, 2003

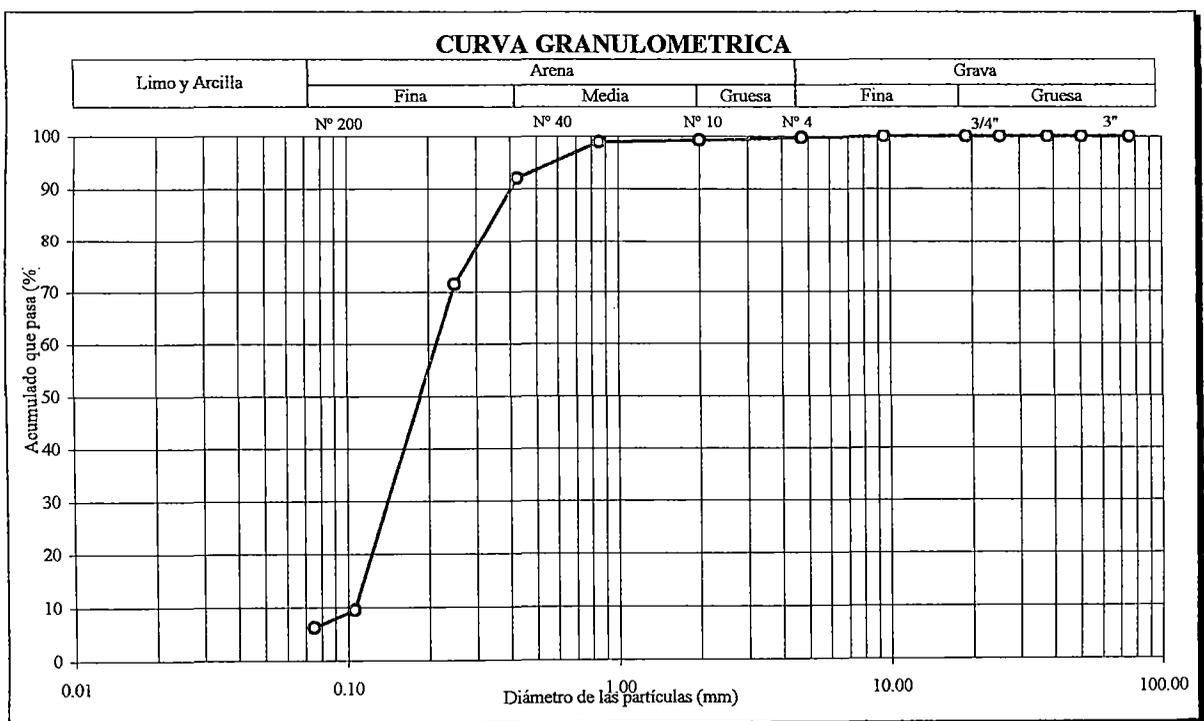
Sondaje : C01
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.50 - 3.20

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	2.3

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_l)	(%)	NP
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	---

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½"	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾"	19.05	100.0
	⅜"	9.525	100.0
	Nº 004	4.750	99.7
	Nº 010	2.000	99.3
	Nº 020	0.850	98.9
	Nº 040	0.425	92.0
	Nº 060	0.250	71.5
	Nº 140	0.106	9.5
Nº 200	0.075	6.2	

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)		2.0	
	Curvatura (C_c)		0.9	
Material	Grava (%)		0.3	
	Arena (%)		93.6	
	Limo y arcilla (%)		6.2	
Clasificación	AASHTO		A-3 (1)	
	S U C S		SP - SM	
Nombre de grupo - SUCS				
Arena pobremente gradada con limo				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
UBICACION : Cruce Calle Las Begonias y Av. Héroes del Pacífico - Ventanilla - Callao
FECHA : Abril, 2003

Sondaje : C02
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.00 - 1.10

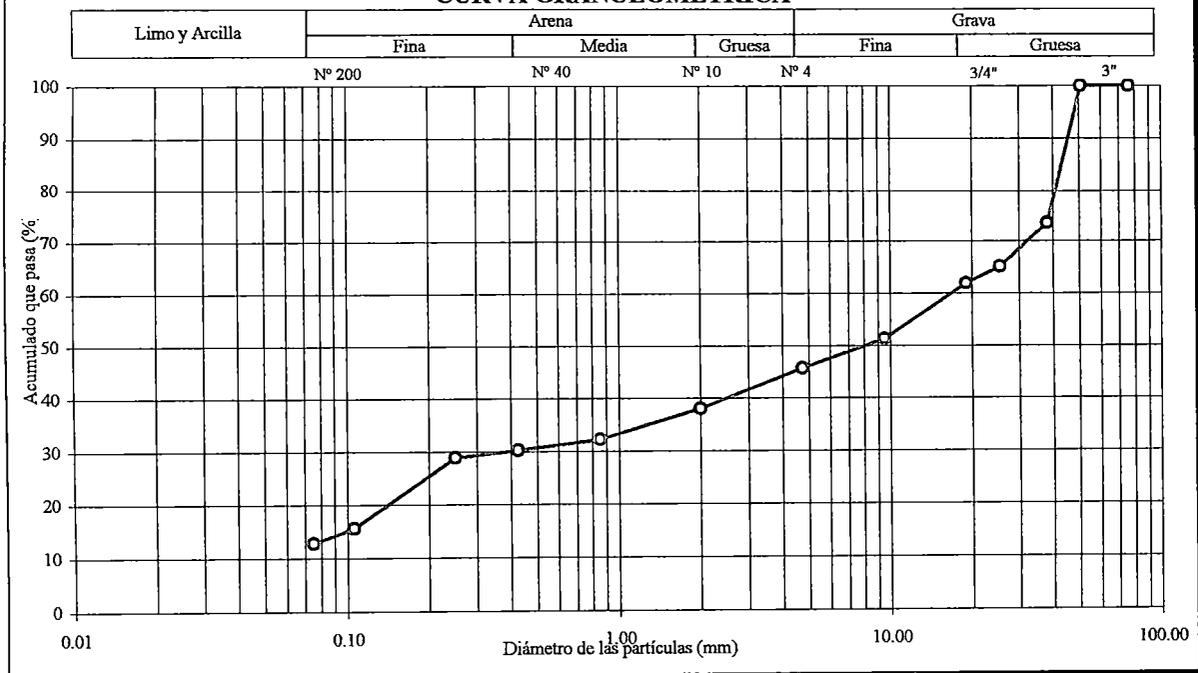
Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	0.8

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_l)	(%)	22
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 1/2 "	38.10	73.6
	1 "	25.40	65.1
	3/4 "	19.05	62.0
	3/8 "	9.525	51.3
	Nº 004	4.750	45.7
	Nº 010	2.000	38.0
	Nº 020	0.850	32.2
	Nº 040	0.425	30.2
	Nº 060	0.250	28.9
	Nº 140	0.106	15.6
Nº 200	0.075	12.8	

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coficiente	Uniformidad (C_u)	—		
	Curvatura (C_c)	—		
Material	Grava (%)	54.3		
	Arena (%)	32.9		
	Limo y arcilla (%)	12.8		
Clasificación	AASHTO	A-1b (0)		
	S U C S	GM		
Nombre de grupo - SUCS				
Grava limosa con arena				

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : Cruce Calle Las Begonias y Av. Héroes del Pacífico - Ventanilla - Callao
 FECHA : Abril, 2003

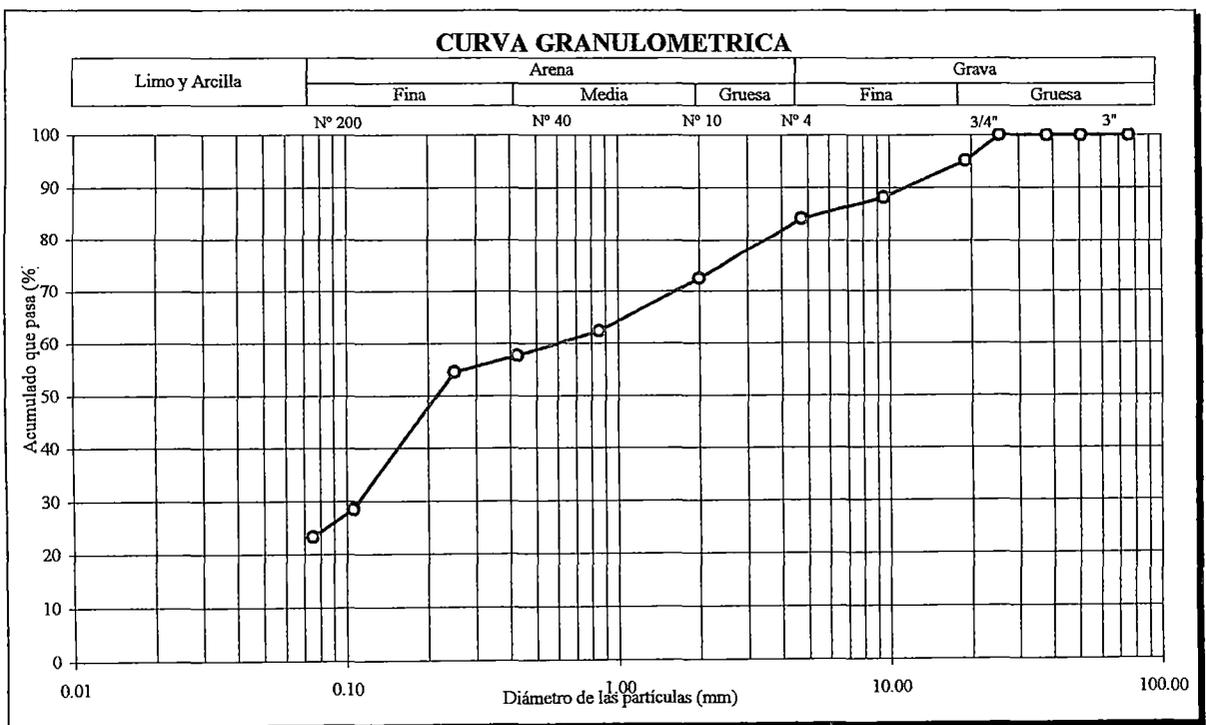
Sondaje : C02
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 1.10 - 2.60

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	3.5

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	NP
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½ "	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾ "	19.05	95.1
	⅜ "	9.525	88.1
	Nº 004	4.750	84.1
	Nº 010	2.000	72.5
	Nº 020	0.850	62.4
	Nº 040	0.425	57.7
	Nº 060	0.250	54.5
	Nº 140	0.106	28.5
Nº 200	0.075	23.4	

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	—		
	Curvatura (C_c)	—		
Material	Grava (%)	15.9		
	Arena (%)	60.7		
	Limo y arcilla (%)	23.4		
Clasificación	AASHTO	A-2-4 (0)		
	S U C S	SM		
Nombre de grupo - SUCS				
Arena limosa con grava				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
UBICACION : Urb. Naval - Cruce Av. Venus y Calle Dorado - Ventanilla - Callao
FECHA : Abril, 2003

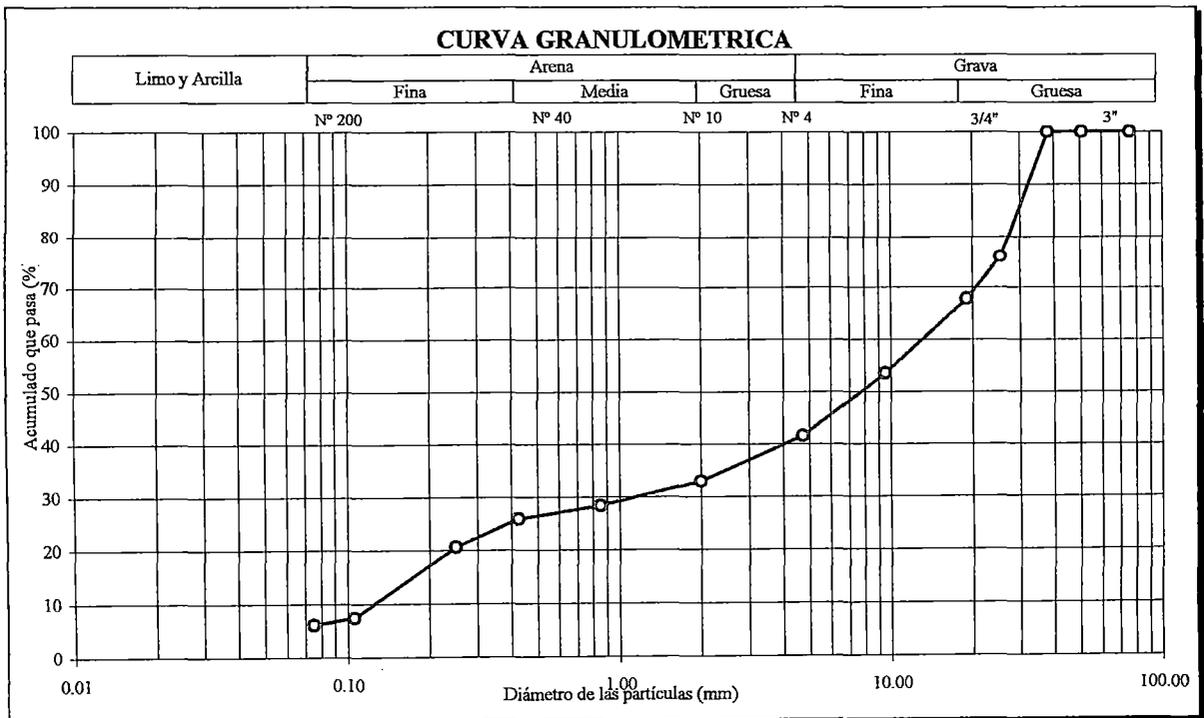
Sondaje : C03
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.00 - 3.00

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	1.7

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	19
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	--

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½ "	38.10	100.0
	1 "	25.40	76.1
	¾ "	19.05	67.9
	⅜ "	9.525	53.6
	Nº 004	4.750	41.6
	Nº 010	2.000	32.9
	Nº 020	0.850	28.4
	Nº 040	0.425	25.9
	Nº 060	0.250	20.6
	Nº 140	0.106	7.5
Nº 200	0.075	6.1	

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)		104.1	
	Curvatura (C_c)		0.8	
Material	Grava (%)		58.4	
	Arena (%)		35.5	
	Limo y arcilla (%)		6.1	
Clasificación	AASHTO		A-1a (0)	
	S U C S		GP - GM	
Nombre de grupo - SUCS				
Grava pobremente gradada con limo y arena				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : Cruce Av. Bolivia y Jr. Pachacutec - A. H. Los Cedros, 5º Sector - Ventanilla - Callao
 FECHA : Abril, 2003

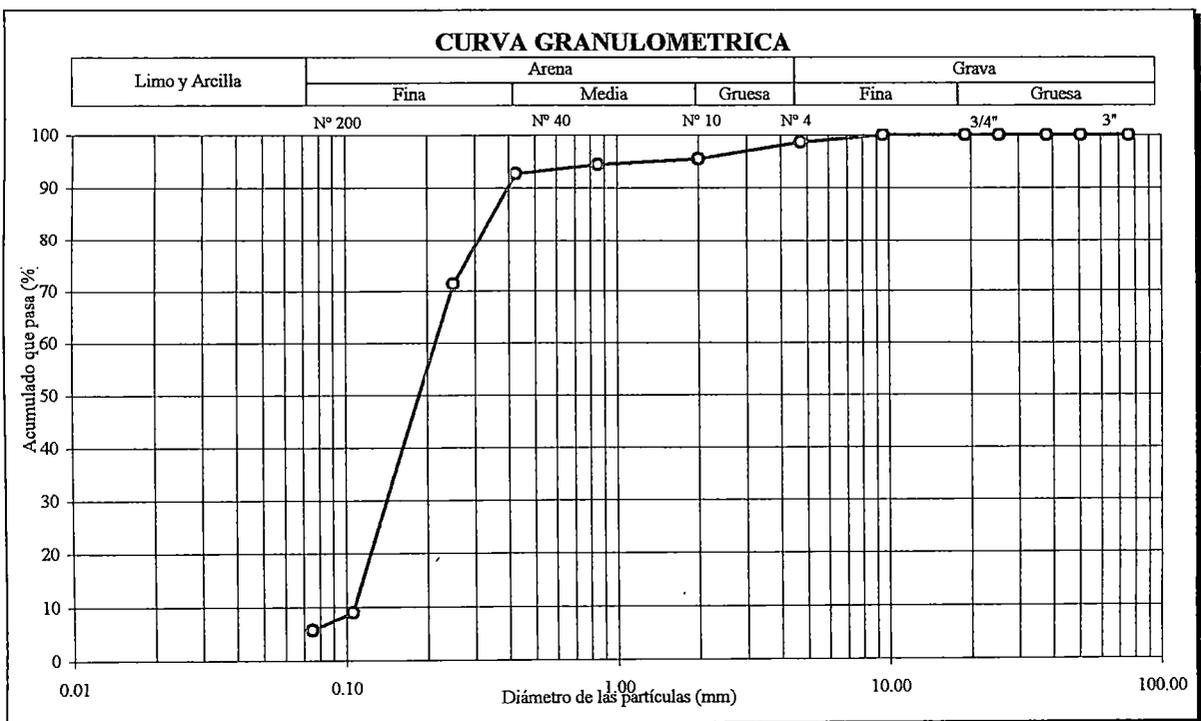
Sondaje : P01
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 1.00 - 1.45

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	3.4

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	NP
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½ "	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾ "	19.05	100.0
	⅜ "	9.525	100.0
	Nº 004	4.750	98.6
	Nº 010	2.000	95.5
	Nº 020	0.850	94.4
	Nº 040	0.425	92.7
	Nº 060	0.250	71.4
	Nº 140	0.106	9.0
Nº 200	0.075	5.7	

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	2.0		
	Curvatura (C_c)	0.9		
Material	Grava (%)	1.4		
	Arena (%)	92.9		
	Limo y arcilla (%)	5.7		
Clasificación	AASHTO	A-3 (1)		
	S U C S	SP - SM		
Nombre de grupo - SUCS				
Arena pobremente gradada con limo				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : Cruce Av. Bolivia y Jr. Pachacutec - A. H. Los Cedros, 5° Sector - Ventanilla - Callao
 FECHA : Abril, 2003

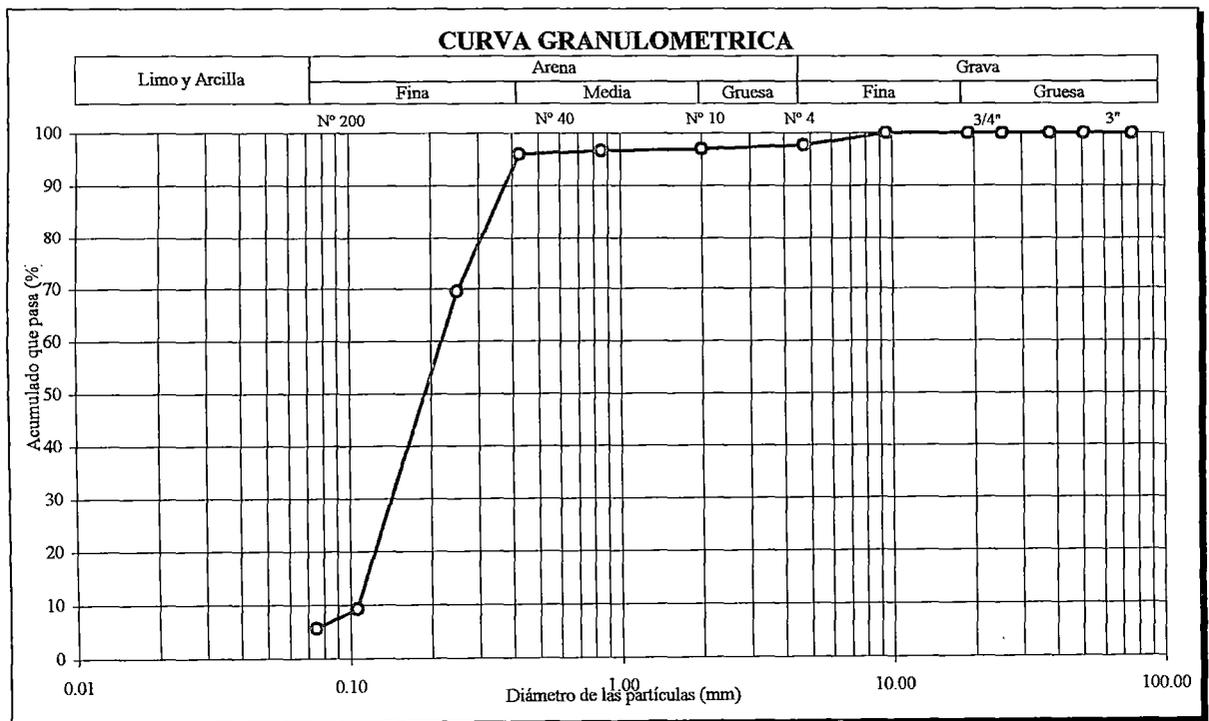
Sondaje : P01
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 2.00 - 2.45

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	2.6

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	NP
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½ "	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾ "	19.05	100.0
	⅜ "	9.525	100.0
	Nº 004	4.750	97.7
	Nº 010	2.000	97.0
	Nº 020	0.850	96.6
	Nº 040	0.425	96.0
	Nº 060	0.250	69.6
	Nº 140	0.106	9.3
	Nº 200	0.075	5.6

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	2.0		
	Curvatura (C_c)	0.9		
Material	Grava (%)	2.3		
	Arena (%)	92.1		
	Limo y arcilla (%)	5.6		
Clasificación	AASHTO	A-3 (1)		
	S U C S	SP - SM		
Nombre de grupo - SUCS				
Arena pobremente gradada con limo				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : Cruce Av. Bolivia y Jr. Pachacutec - A. H. Los Cedros, 5º Sector - Ventanilla - Callao
 FECHA : Abril, 2003

Sondaje : P01
 Muestra : M - 3
 Profundidad (m) : 3.00 - 3.20

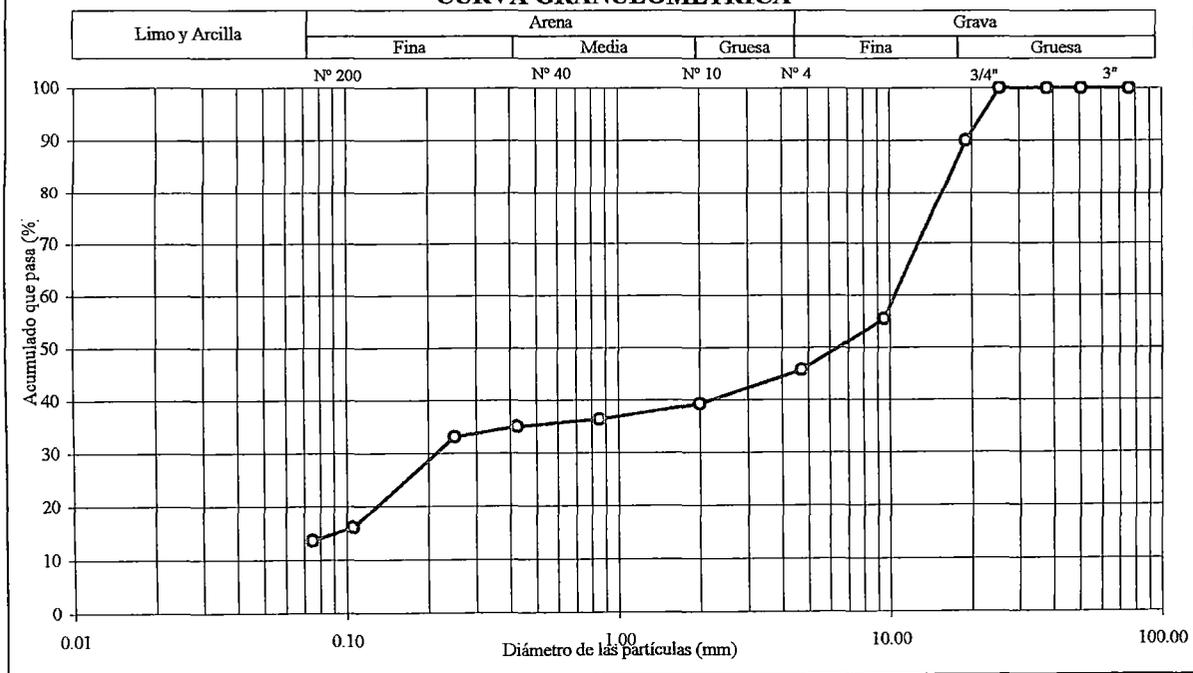
Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	3.5

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	19
Límite plástico (ω_P)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_P)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	---

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½ "	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾ "	19.05	90.0
	⅜ "	9.525	55.5
	Nº 004	4.750	45.7
	Nº 010	2.000	39.3
	Nº 020	0.850	36.3
	Nº 040	0.425	35.0
	Nº 060	0.250	33.0
	Nº 140	0.106	16.1
	Nº 200	0.075	13.7

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	---		
	Curvatura (C_c)	---		
Material	Grava (%)	54.3		
	Arena (%)	32.0		
	Limo y arcilla (%)	13.7		
Clasificación	AASHTO	A-1b (0)		
	S U C S	GM		
Nombre de grupo - SUCS				
Grava limosa con arena				

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : A 100 m de Surtidores de Agua Potable - Pachacutec - Ventanilla
 FECHA : Abril, 2003

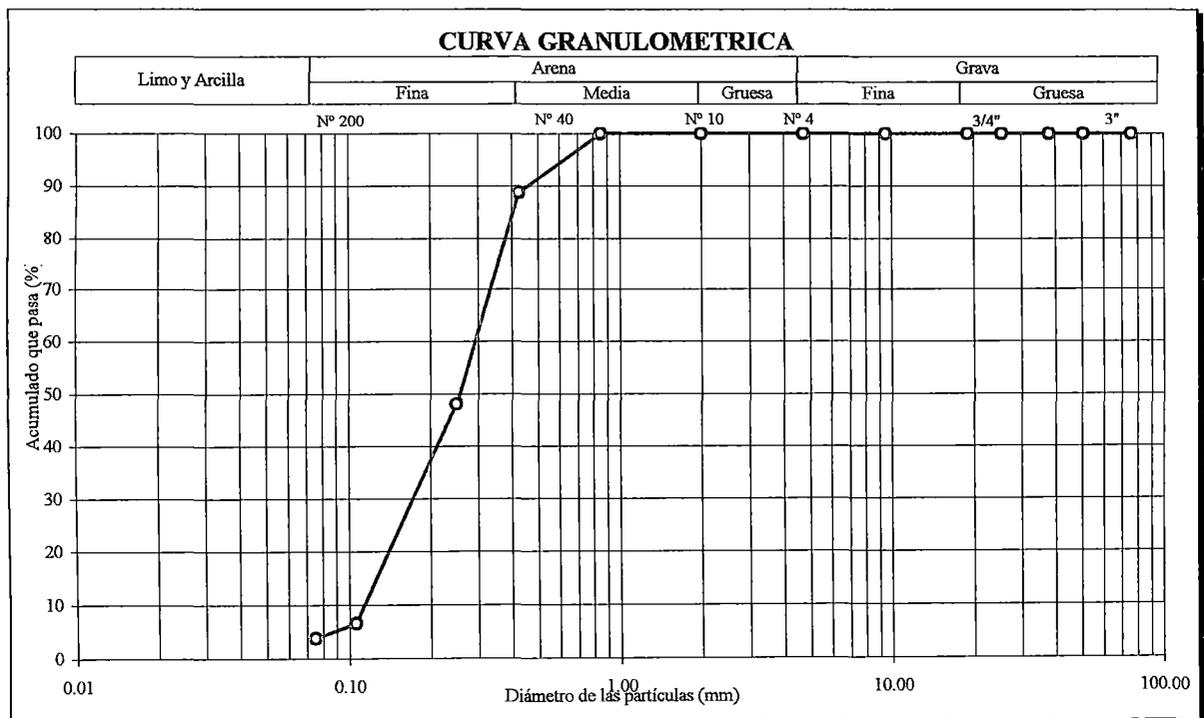
Sondaje : P02
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.00 - 0.10

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	1.2

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	NP
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½"	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾"	19.05	100.0
	⅜"	9.525	100.0
	Nº 004	4.750	100.0
	Nº 010	2.000	100.0
	Nº 020	0.850	100.0
	Nº 040	0.425	88.7
	Nº 060	0.250	48.0
	Nº 140	0.106	6.6
	Nº 200	0.075	3.8

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)		2.6	
	Curvatura (C_c)		0.9	
Material	Grava (%)		0.0	
	Arena (%)		96.2	
	Limo y arcilla (%)		3.8	
Clasificación	AASHTO		A-3 (1)	
	S U C S		SP	
Nombre de grupo - SUCS				
Arena pobremente gradada				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
 SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
 TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
 UBICACION : A 100 m de Surtidores de Agua Potable - Pachacutec - Ventanilla
 FECHA : Abril, 2003

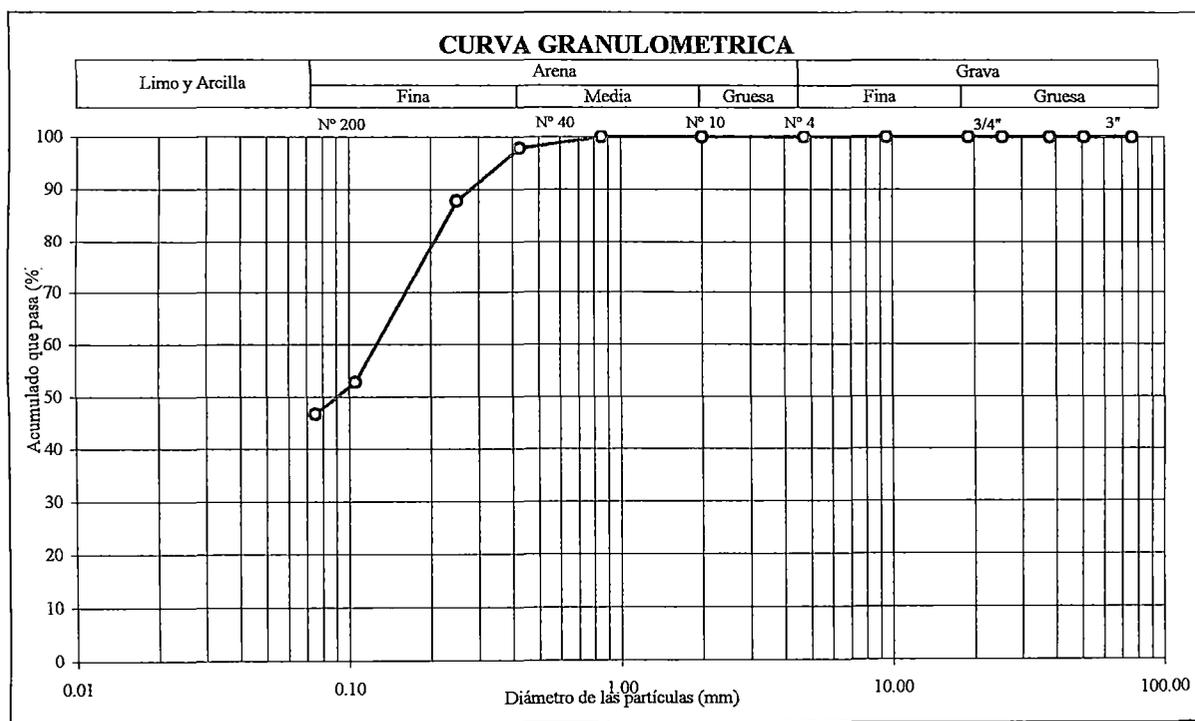
Sondaje : P02
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 0.10 - 1.90

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	1.2

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	17
Límite plástico (ω_P)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_P)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3"	76.20	100.0
	2"	50.80	100.0
	1 1/2"	38.10	100.0
	1"	25.40	100.0
	3/4"	19.05	100.0
	3/8"	9.525	100.0
	Nº 004	4.750	100.0
	Nº 010	2.000	100.0
	Nº 020	0.850	100.0
	Nº 040	0.425	97.8
	Nº 060	0.250	87.8
	Nº 140	0.106	52.8
	Nº 200	0.075	46.7

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coeficiente	Uniformidad (C_u)	—		
	Curvatura (C_c)	—		
Material	Grava (%)	0.0		
	Arena (%)	53.3		
	Limo y arcilla (%)	46.7		
Clasificación	AASHTO	A-4 (0)		
	S U C S	SM		
Nombre de grupo - SUCS				
Arena limosa				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTÉCNICO



Av. Túpac Amaru Nº 1150, Lima 25, Perú - Apartado postal 31-250, Lima 31 - Teléfono: (51-1) 482-0777 - Telefax: 482-0804 / 481-0170 - E-mail: labgeo@cismid.uni.pe

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

INFORME : LG03-055
SOLICITANTE : Bach. Diana Calderón Cahuana
TESIS : Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Ventanilla
UBICACION : Av. Pedro Beltrán - Parque Ovalo - Ventanilla - Callao
FECHA : Abril, 2003

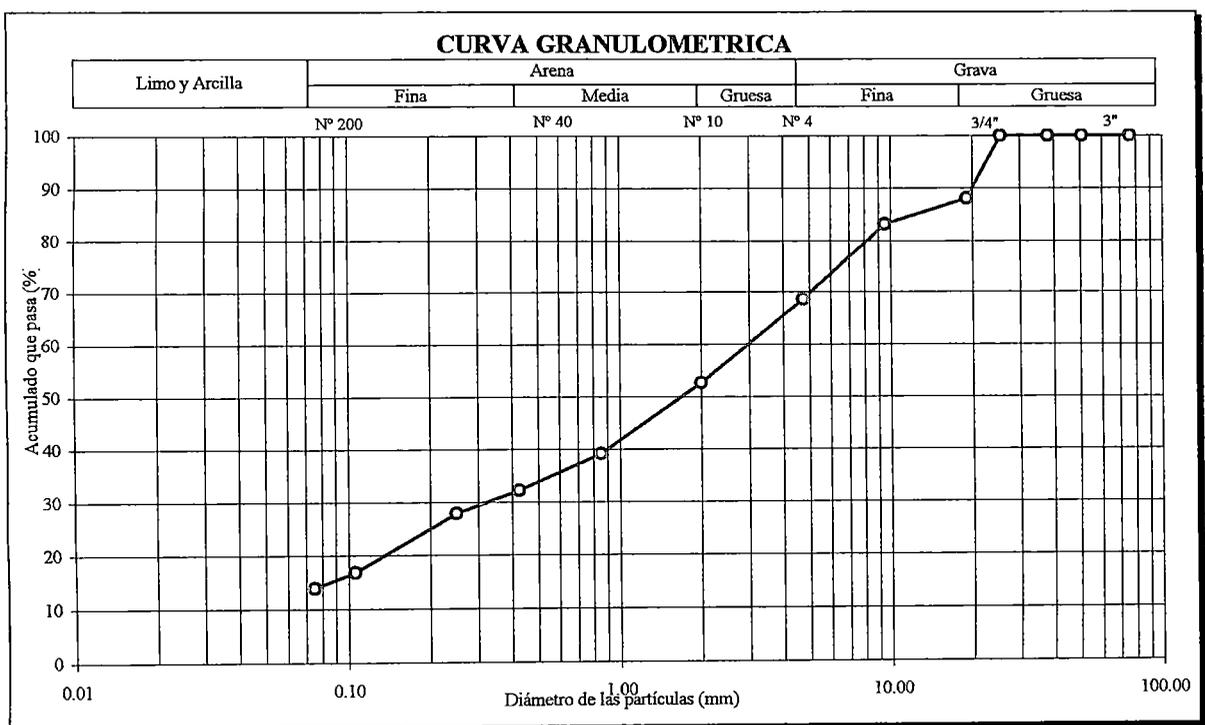
Sondaje : P04
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 1.55 - 2.00

Humedad	ASTM - D2216	
Contenido de humedad (ω)	(%)	6.5

Límites de consistencia	ASTM - D427 / ASTM - D4318	
Límite líquido (ω_L)	(%)	18
Límite plástico (ω_p)	(%)	NP
Índice de plasticidad (I_p)	(%)	NP
Límite de contracción (ω_c)	(%)	—

Granulometría por tamizado		ASTM - D422	
Acumulado que pasa	Tamiz	(mm)	(%)
	3 "	76.20	100.0
	2 "	50.80	100.0
	1 ½"	38.10	100.0
	1 "	25.40	100.0
	¾"	19.05	88.0
	⅜"	9.525	83.1
	Nº 004	4.750	68.7
	Nº 010	2.000	52.7
	Nº 020	0.850	39.1
	Nº 040	0.425	32.2
	Nº 060	0.250	27.9
	Nº 140	0.106	16.9
Nº 200	0.075	13.9	

Resultados			ASTM - D2487 / ASTM - D3282	
Coficiente	Uniformidad (C_u)	—		
	Curvatura (C_c)	—		
Material	Grava (%)	31.3		
	Arena (%)	54.8		
	Limo y arcilla (%)	13.9		
Clasificación	AASHTO	A-1b (0)		
	S U C S	SM		
Nombre de grupo - SUCS				
Arena limosa con grava				



ANEXO V

PERFILES DE SUELOS

ANEXO VI

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Zona A: Arena medianamente Suelta

Características de la Cimentación

B	1 m
H	1.4 m
c	0 kg/cm ²
Ø	29
p	1.5 Tn/m ³
FS	3

En la Figura N° 5, se verifica la ocurrencia de una falla por punzonamiento por lo que se deben de corregir los factores de capacidad de carga (Vesic).

Factores de Carga corregidos (Terzaghi)

N' _c	18.03
N' _q	7.66
N' _γ	3.76

Análisis por Corte

Capacidad de Carga por Terzaghi

Zapatas Aisladas

Quit	1.83 Kg/cm ²
Qadm	0.60 Kg/cm ²

Análisis por Asentamientos

p _{max}	1 pulg
N	7
Δq _a	0.90 Kg/cm ² Según Terzaghi y Peck, 1948 (Figura 4.3)

Capacidad Admisible Final	0.60 Kg/cm²
----------------------------------	-------------------------------

Zona B: Grava medianamente densa

Sector 1

Características de la Cimentación:

B	1 m
H	1.2 m
c	0 Kg/cm ²
Ø	33
ρ	1.9 Tn/m ³
FS	3

De acuerdo a las características del suelo, se realizará un análisis para una falla general por corte

Factores de Carga sin corrección (Terzaghi)

Nc	48.09
Nq	32.23
Nγ	31.94

Análisis por Corte

Capacidad de Carga por Terzaghi

Zapatas Aisladas

Quit	9.78 Kg/cm ²
Qadm	3.30 Kg/cm ²

Análisis por Asentamientos

Asentamientos Diferenciales

Se verificará que la carga hallada por el análisis por corte produzca un asentamiento menor a 1 pulg.

$$\rho_i = \frac{\Delta q_s B(1 - \mu^2)}{E_s}$$

Donde:

ρ_i	=	Asentamiento (cm)
μ	=	relación de Poisson
E_s	=	Módulo de elasticidad (ton/m ²)
q_s	=	esfuerzo neto transmitido (ton/m ²)
B	=	ancho de la cimentación
lp	=	factor de forma (cm/m)

Para las condiciones de la Grava encontrada, se han tomado los siguientes valores:

E_s	=	8000 ton/m ²
μ	=	0.3
lp	=	112
q_s	=	33.0 ton/m ²

ρ_i	=	0.42 cm	menor a 1 pulg
----------	---	---------	----------------

Capacidad Admisible Final	3.30 Kg/cm²
----------------------------------	-------------------------------

Sector 2

Características de la Cimentación:

Zapata cuadrada

B = 1 m

H = 1.2 m

Método Empírico

De los Ensayos del Estudio recopilado, se utilizó el correspondiente al CEI 4 - EP3, por ser el que acumuló mayor asentamiento.

Para obtener la capacidad de carga admisible se utilizó el método del comité francés de Mecánica de Suelos que indica que el valor de q_{ad} es el menor valor entre q_{03} , $2/3q_{10}$ y $1/2 q_{20}$

De los resultados de este ensayo se estima un valor de:

$$q_{ad} = 2.8 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo de Asentamientos

Existen varios métodos para determinar el asentamiento de la cimentación en base al ensayo de carga. Se aplicará el método de Bond (1961), dado por la siguiente relación:

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{D}{D_0} \right)^{n+1}$$

Donde:

ρ = asentamiento de la zapata (cm)

ρ_0 = asentamiento de la placa de carga (cm)

D = diámetro de la cimentación (m)

D_0 = diámetro de la placa de carga (m)

n = 0.45 para gravas

Según el ensayo de Placa

ρ_0 = 0.30 cm

D = 1.00 m

D_0 = 0.30 m

ρ = 1.72 cm menor a 1 pulg

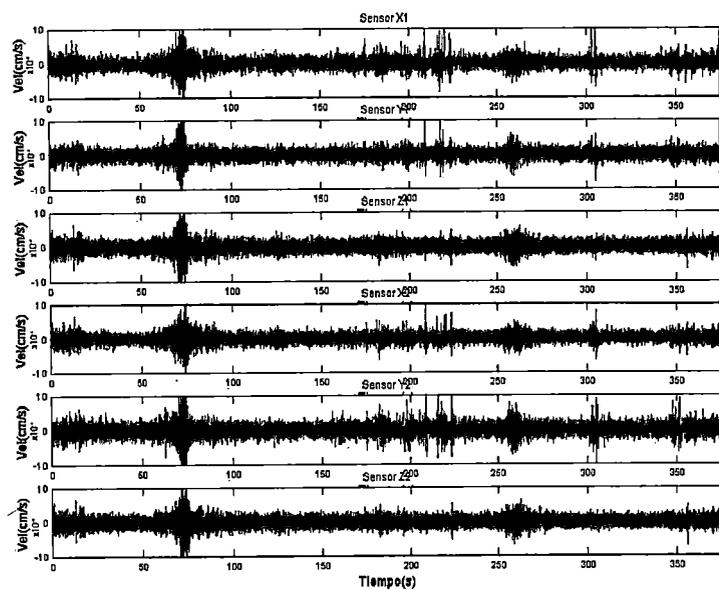
Capacidad Admisibile Final	2.80 Kg/cm2
-----------------------------------	--------------------

ANEXO VII

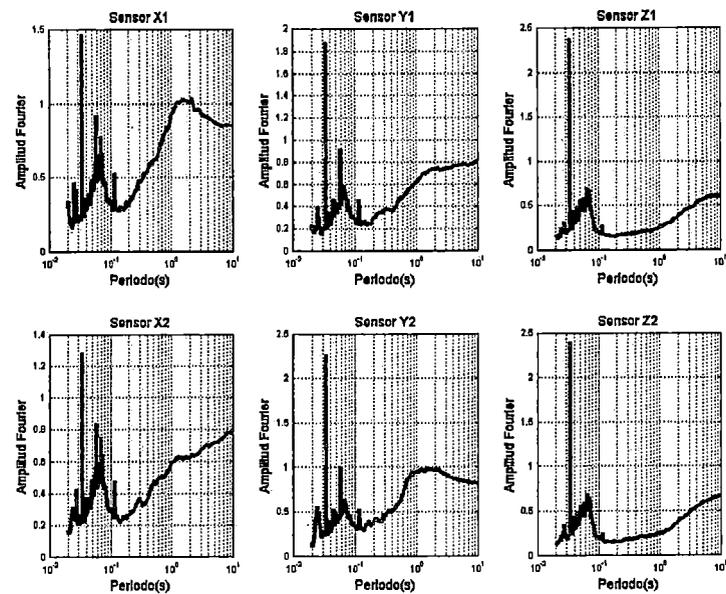
**REGISTROS, ESPECTROS DE FOURIER Y
RELACIÓN H/V**

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

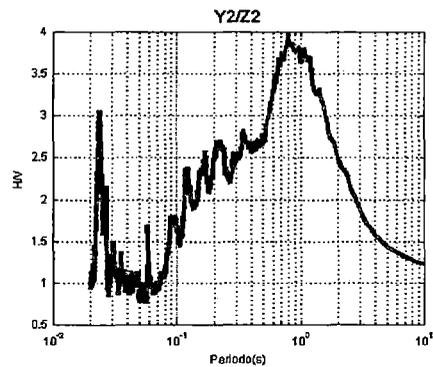
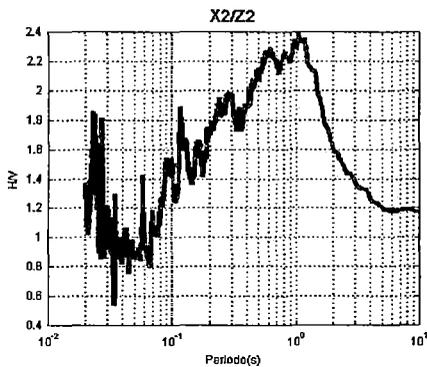
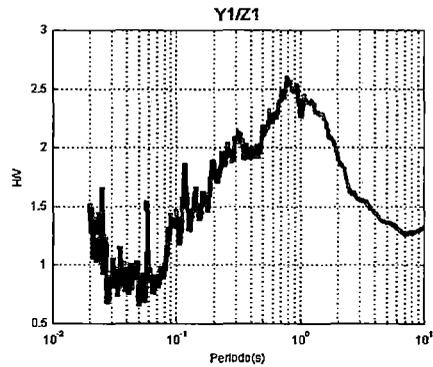
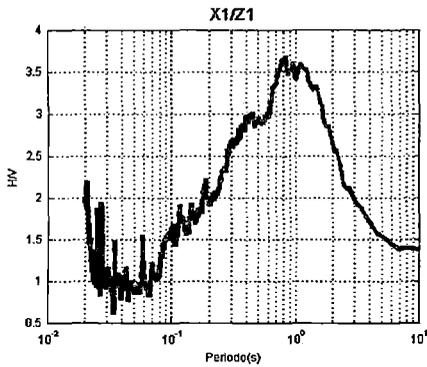


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M01
ARCHIVO	:	ven20030407_1220.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	12:20
UBICACIÓN	:	Jr. Puno 1era odra. (cerca de la Central Termoeléctrica de Ventanilla)
LONGITUD	:	12°1.99'
LATITUD	:	77°3.42'
PERIODO	:	0.07

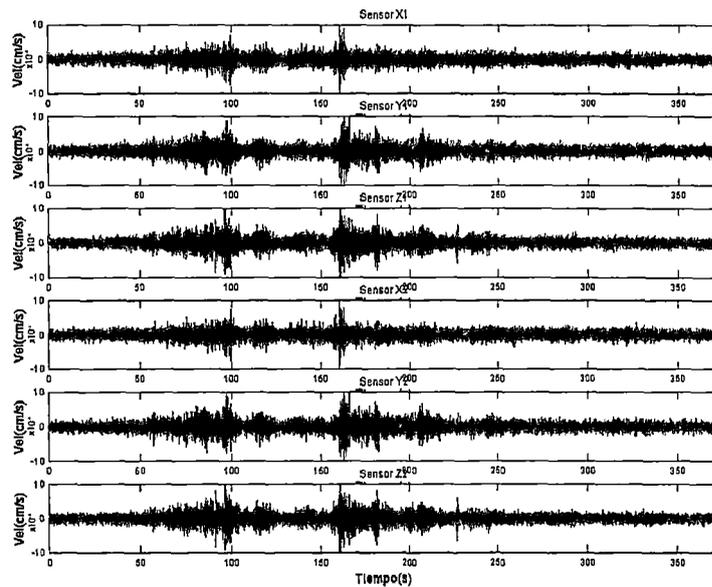
ESPECTRAL RATIO H/V



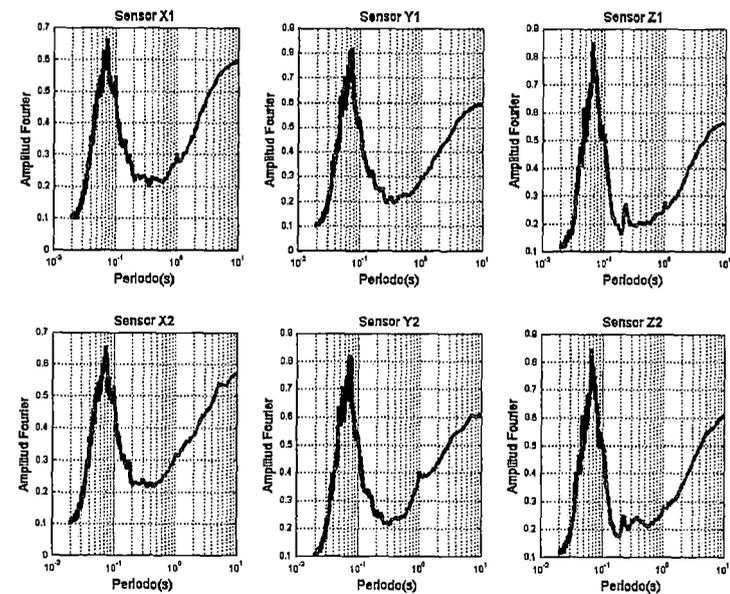
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M01
ARCHIVO	:	ven20030407_1220.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	12:20
UBICACIÓN	:	Jr. Puno 1era cdra. (cerca de la Central Termoeléctrica de ventanilla)
LONGITUD	:	12°1.99'
LATITUD	:	77°3.42'
PERIODO	:	0.07

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

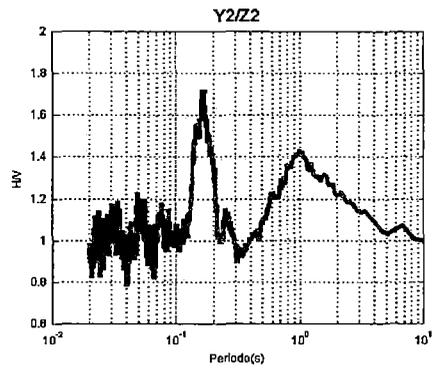
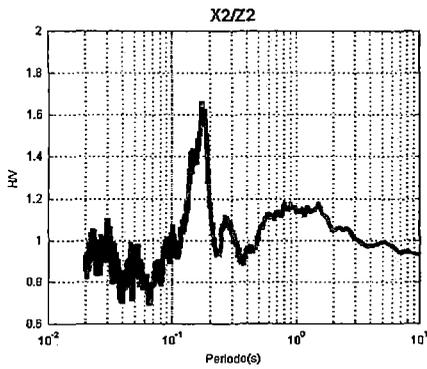
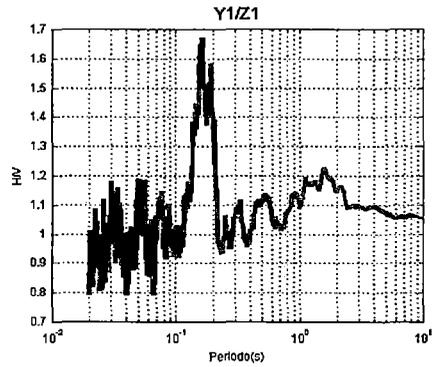
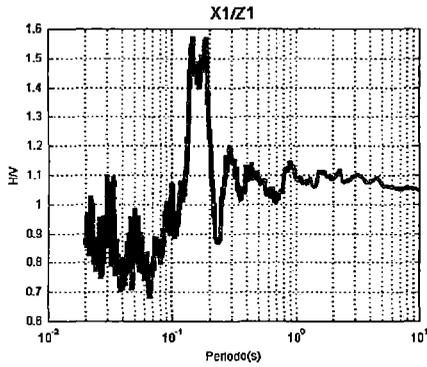


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M02
ARCHIVO	:	ven20030407_1302.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	13:02
UBICACIÓN	:	Cruce Av. Central y la Av. Arequipa
(Zona 8) LONGITUD	:	11°55.63'
LATITUD	:	77°6.69'
PERIODO	:	0.16

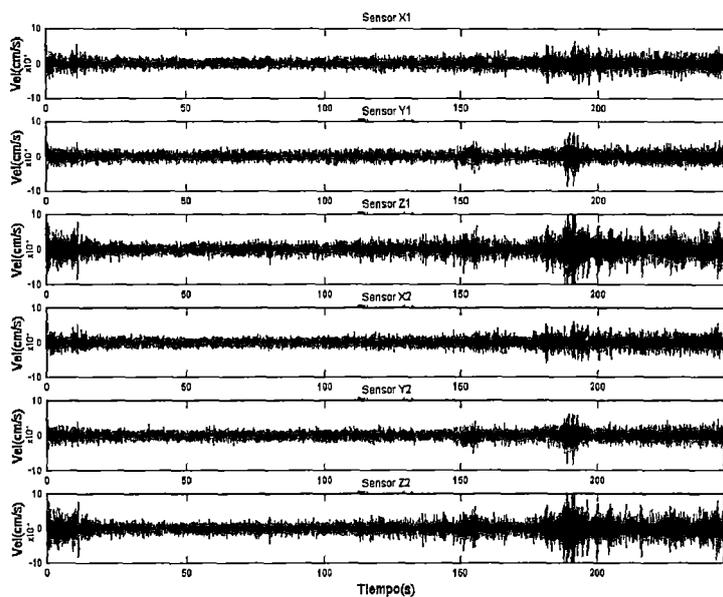
ESPECTRAL RATIO H/V



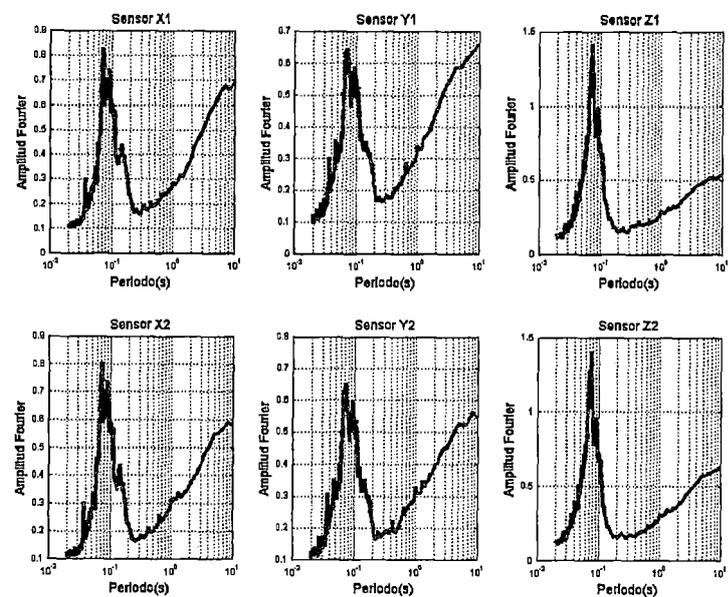
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M02
ARCHIVO	:	ven20030407_1302.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	13:02
UBICACIÓN	:	Cruce Av. Central y la Av. Arequipa (Zona 8)
LONGITUD	:	11°55.63'
LATITUD	:	77°6.69'
PERIODO	:	0.16

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

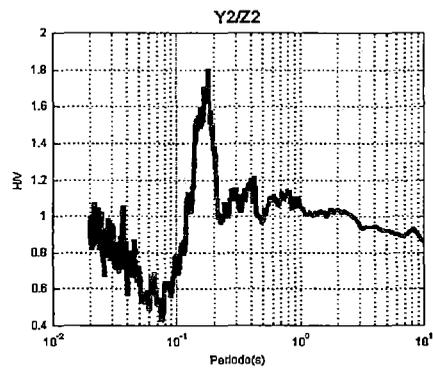
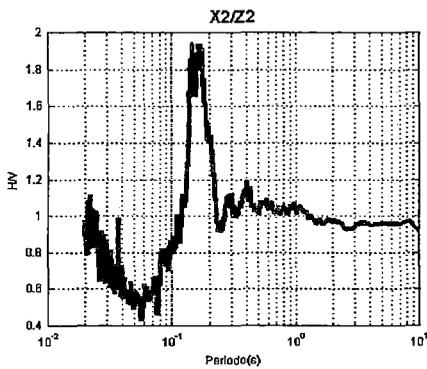
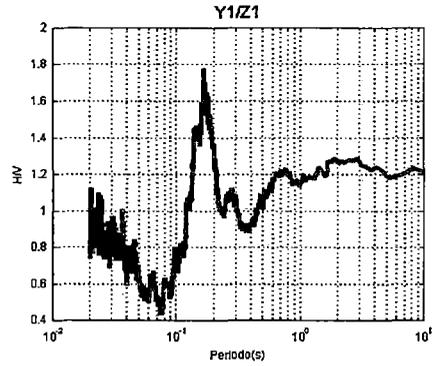
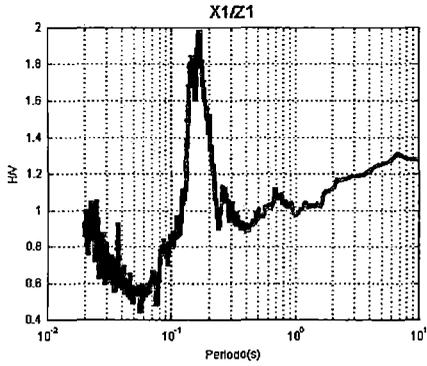


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR : VENTANILLA
PUNTO : M03
ARCHIVO : ven20030407_1336.MTD
DÍA : 07/04/03
HORA : 13:36
UBICACIÓN : Av. Central (Zona 03)
LONGITUD : 11°54.83'
LATITUD : 77°6.9'
PERIODO : 0.18

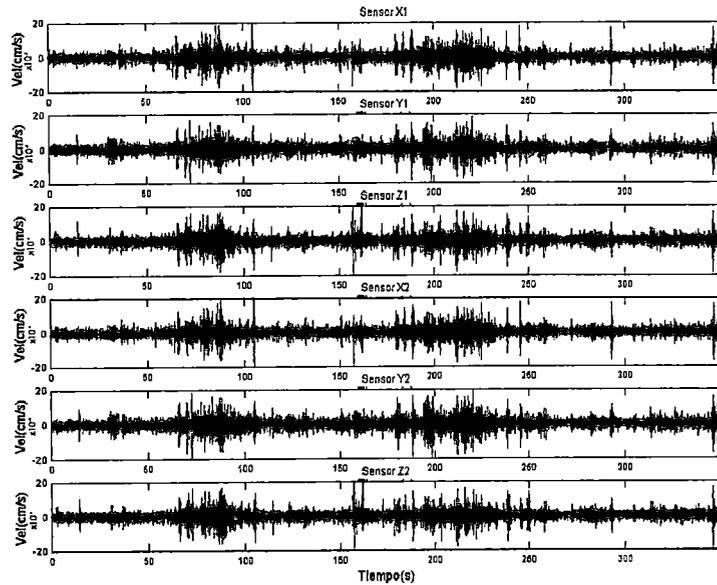
ESPECTRAL RATIO H/V



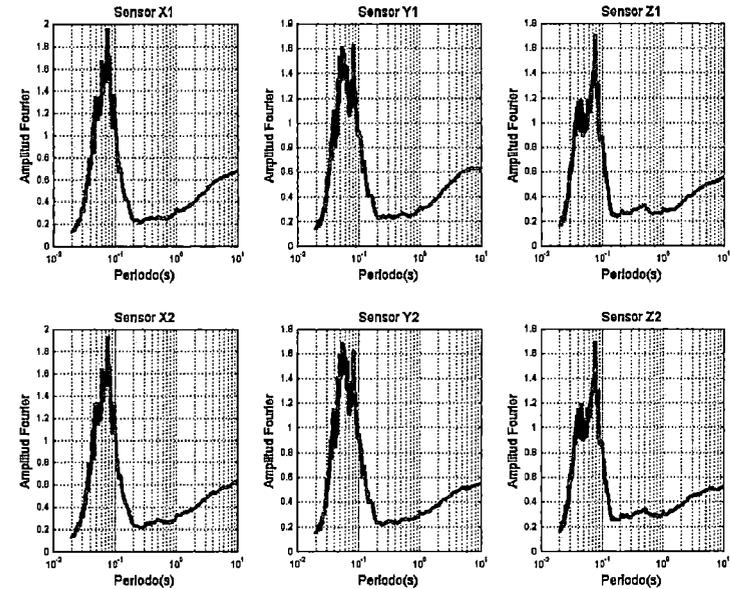
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M03
ARCHIVO	:	ven20030407_1336.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	13:36
UBICACIÓN	:	Av. Central (Zona 03)
LONGITUD	:	11°54.83'
LATITUD	:	77°6.9'
PERIODO	:	0.18

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

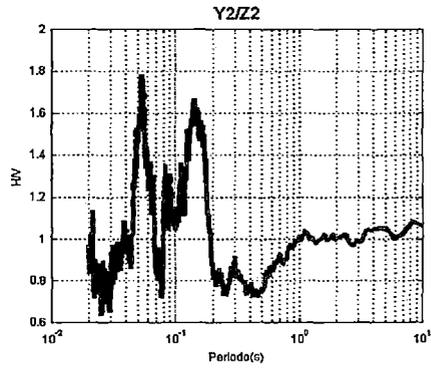
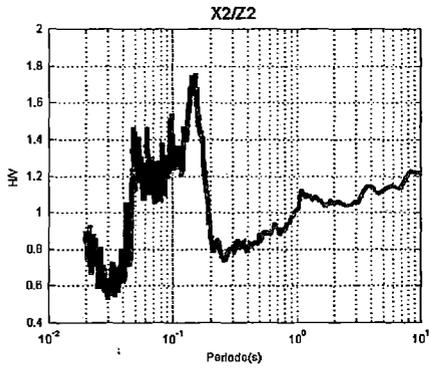
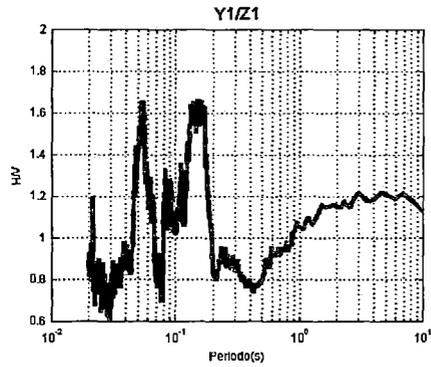
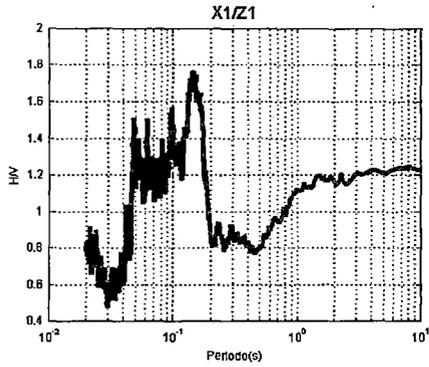


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M04
ARCHIVO	:	ven20030407_1428.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	14:28
UBICACIÓN	:	Av. 05 de Abril cdra. 02 A.H. Kenji Fujimori
LONGITUD	:	11°53.69'
LATITUD	:	77°7.45'
PERIODO	:	0.14

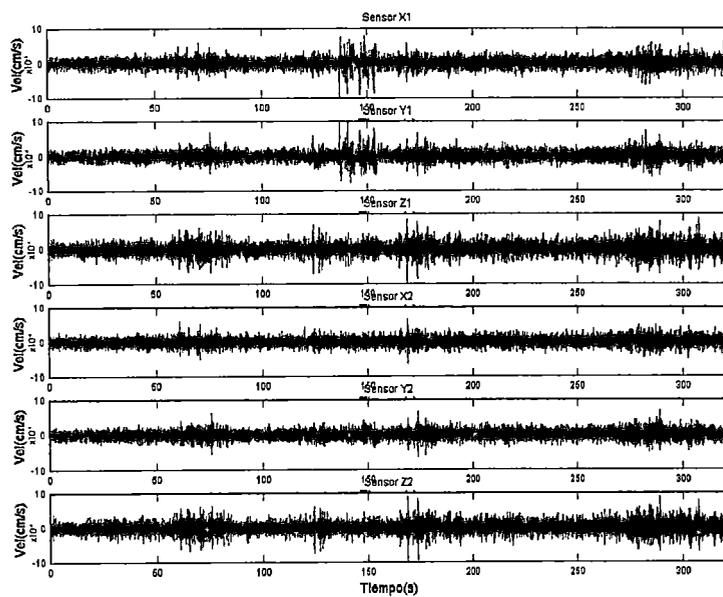
ESPECTRAL RATIO H/V



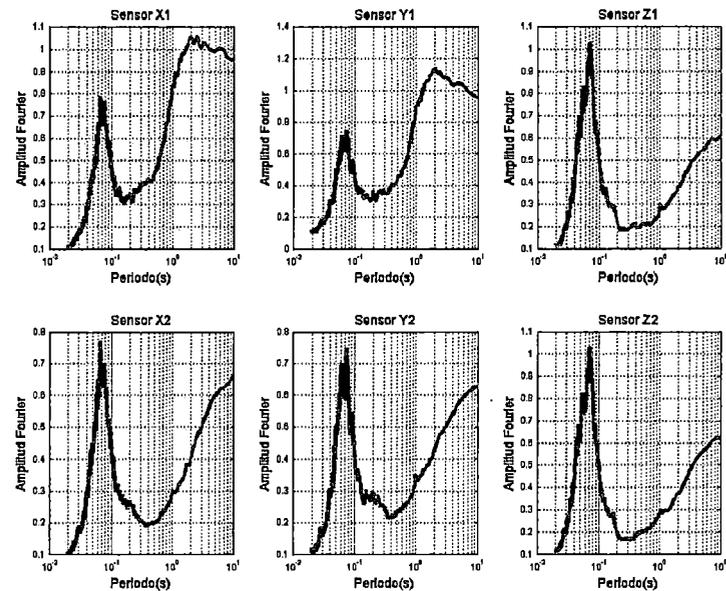
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M04
ARCHIVO	:	ven20030407_1428.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	14:28
UBICACIÓN	:	Av. 05 de Abril cdra. 02 A.H. Kenji Fujimori
LONGITUD	:	11°53.69'
LATITUD	:	77°7.45'
PERIODO	:	0.14

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

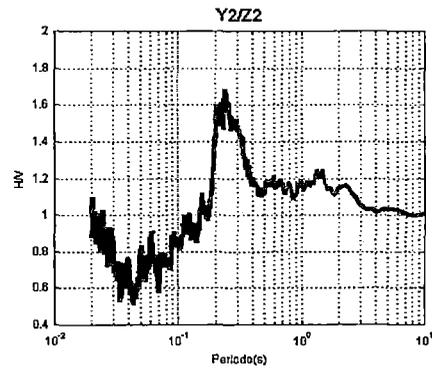
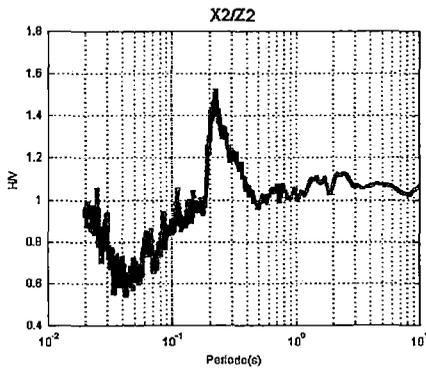
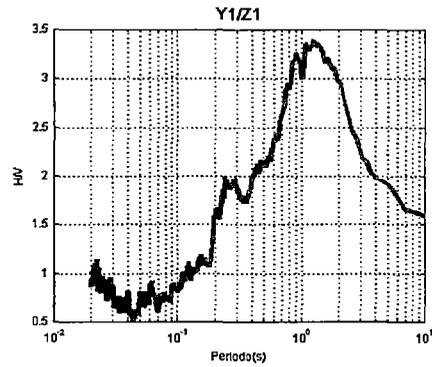
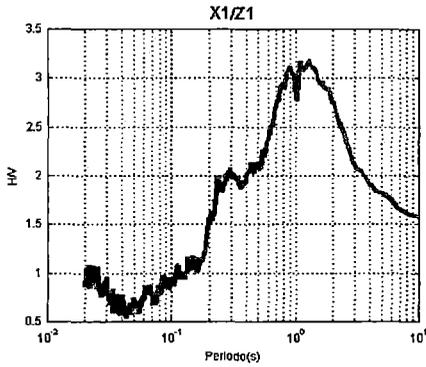


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR : VENTANILLA
PUNTO : M05
ARCHIVO : ven20030407_1554.MTD
DÍA : 07/04/03
HORA : 15:54
UBICACIÓN : Cruce Psje. Garretón con Av. Marcos Calderón
Urb. Antonia Morena de Cáceres.
LONGITUD : $11^{\circ}53.06'$
LATITUD : $77^{\circ}7.27'$
PERIODO : 0.22

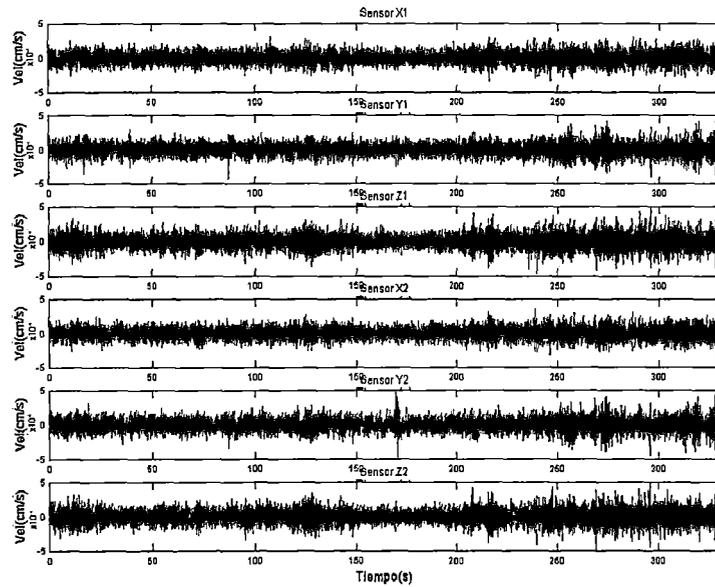
ESPECTRAL RATIO H/V



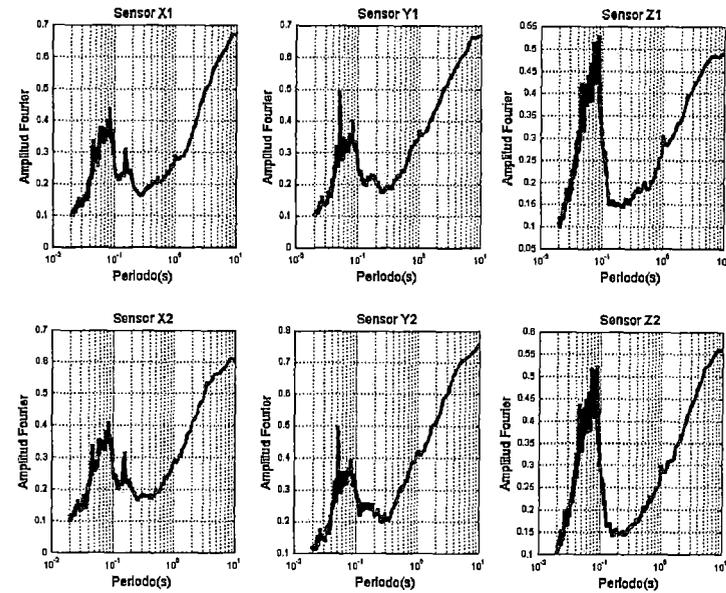
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M05
ARCHIVO	:	ven20030407_1554.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	15:54
UBICACIÓN	:	Cruce Psje. Garretón con Av. Marcos Calderón Urb. Antonia Morena de Cáceres.
LONGITUD	:	11°53.06'
LATITUD	:	77°7.27'
PERIODO	:	0.22

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

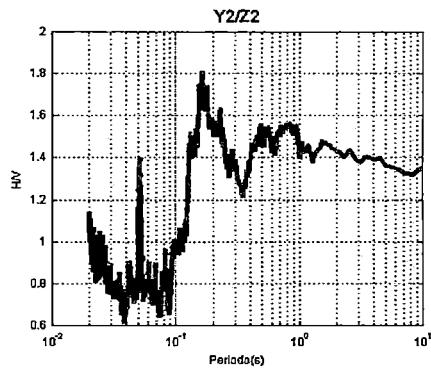
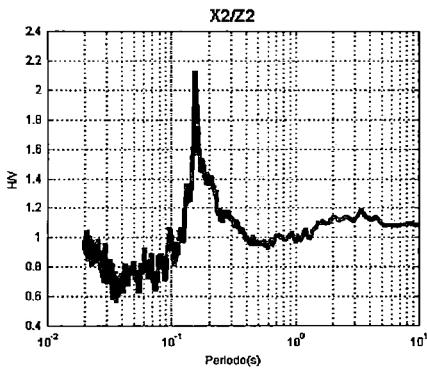
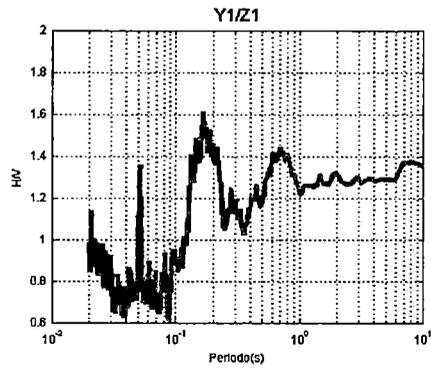
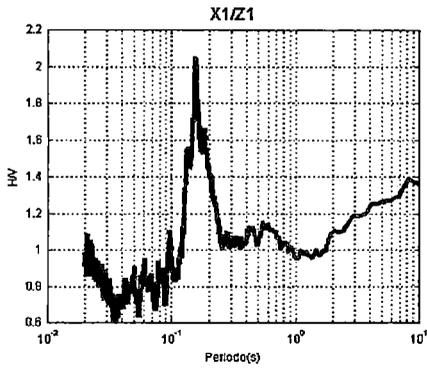


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M06
ARCHIVO	:	ven20030407_1615.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	16:15
UBICACIÓN	:	Cruce calle 39 y calle 36 (Sector V) Urb. Antonia Moreno de Cáceres
LONGITUD	:	11°53.39'
LATITUD	:	77°6.6'
PERIODO	:	0.16

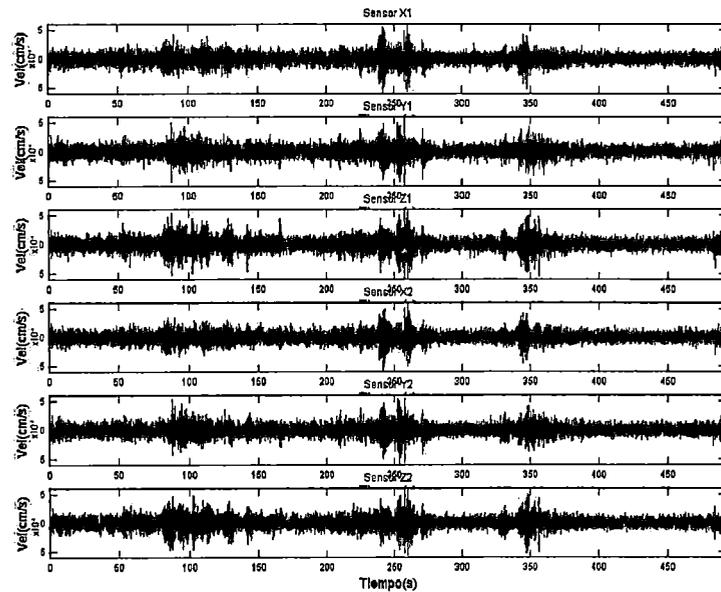
ESPECTRAL RATIO H/V



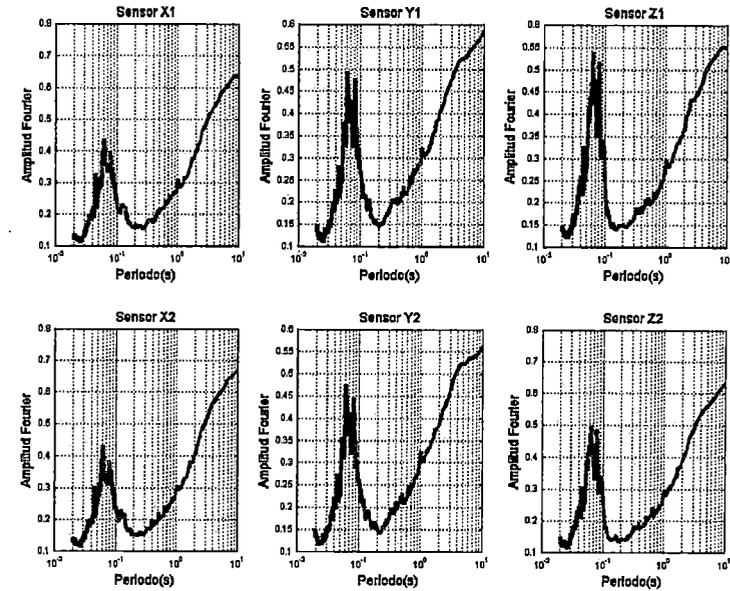
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M06
ARCHIVO	:	ven20030407_1615.MTD
DÍA	:	07/04/03
HORA	:	16:15
UBICACIÓN	:	Cruce calle 39 y calle 36 (Sector V) Urb. Antonia Moreno de Cáceres
LONGITUD	:	11°53.39'
LATITUD	:	77°6.6'
PERIODO	:	0.16

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

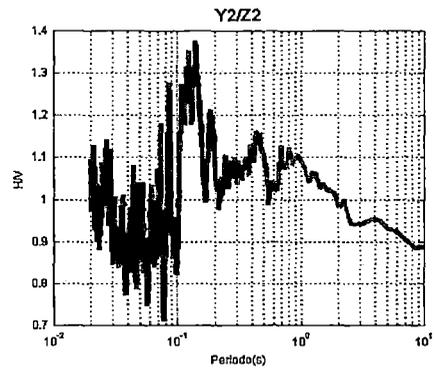
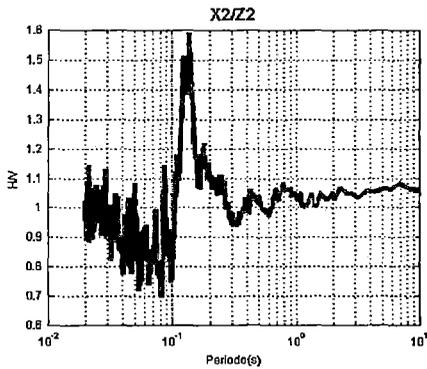
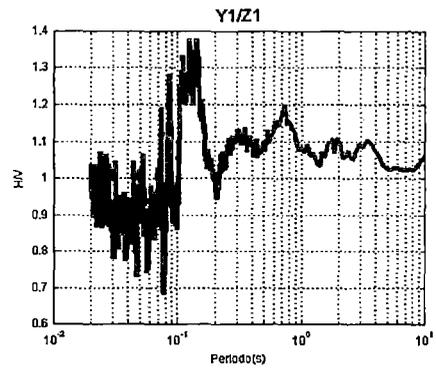
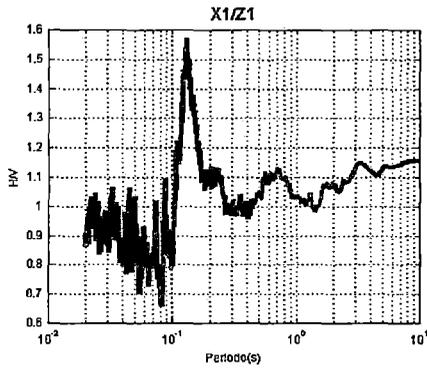


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR : VENTANILLA
PUNTO : M07
ARCHIVO : ven20030408_1126.MTD
DÍA : 08/04/03
HORA : 11:26
UBICACIÓN : entre MzG y MzG1 Urb. Antonia Moreno de Cáceres
LONGITUD : 11°53.22'
LATITUD : 77°6.46'
PERIODO : 0.12

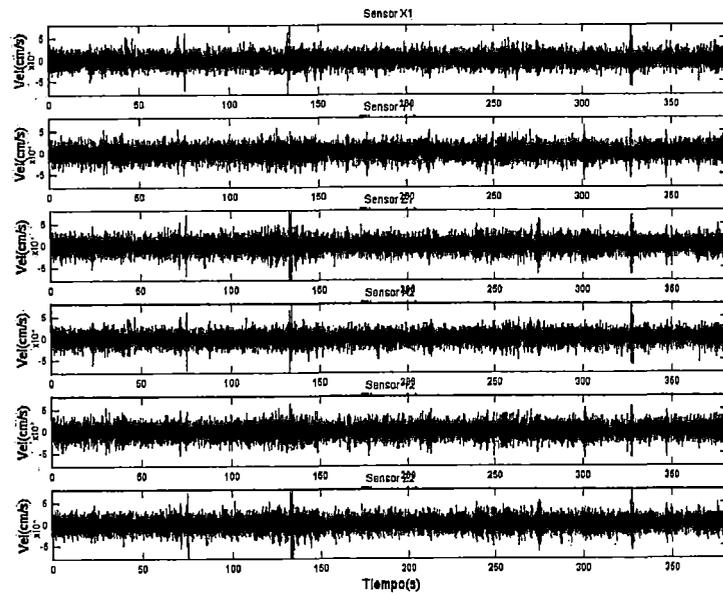
ESPECTRAL RATIO H/V



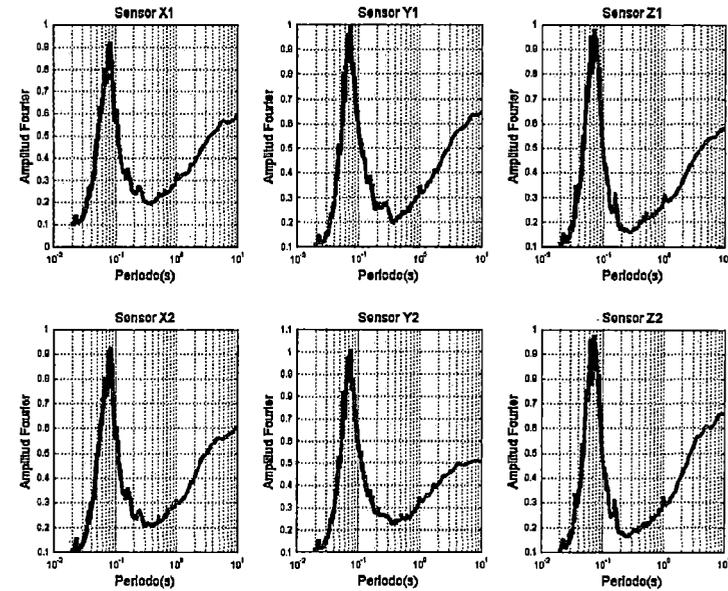
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M07
ARCHIVO	:	ven20030408_1126.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	11:26
UBICACIÓN	:	entre MzG y MzG1 Urb. Antonia Moreno de Cáceres
LONGITUD	:	11°53.22'
LATITUD	:	77°6.46'
PERIODO	:	0.12

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

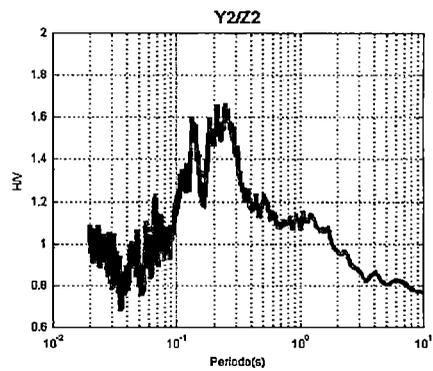
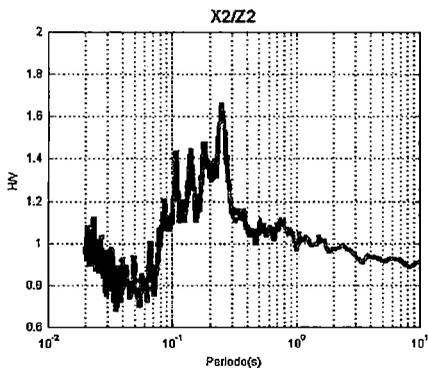
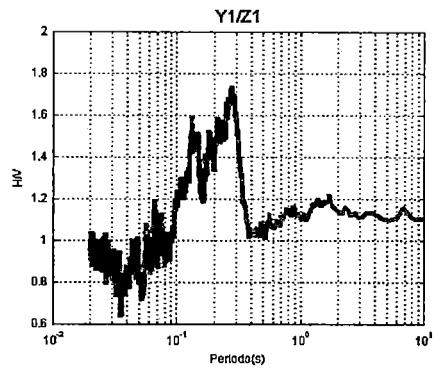
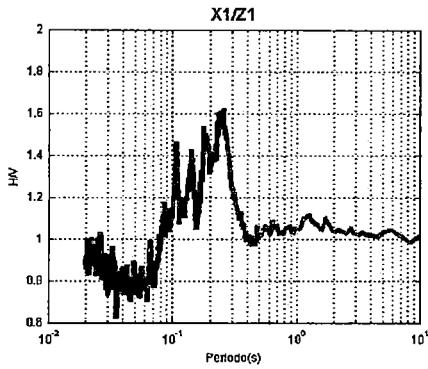


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M08
ARCHIVO	:	ven20030408_1201.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	12:01
UBICACIÓN	:	Ciudad Satélite - Pque. Tumbes
LONGITUD	:	11°52.27'
LATITUD	:	77°7.37'
PERIODO	:	0.25

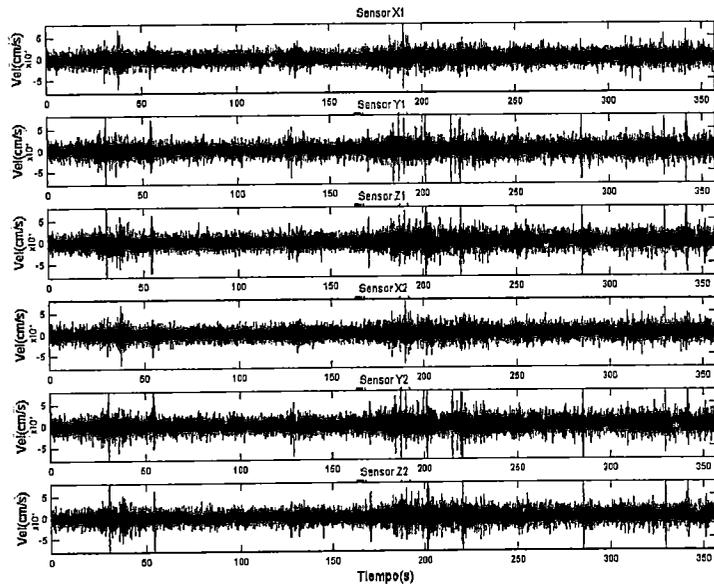
ESPECTRAL RATIO H/V



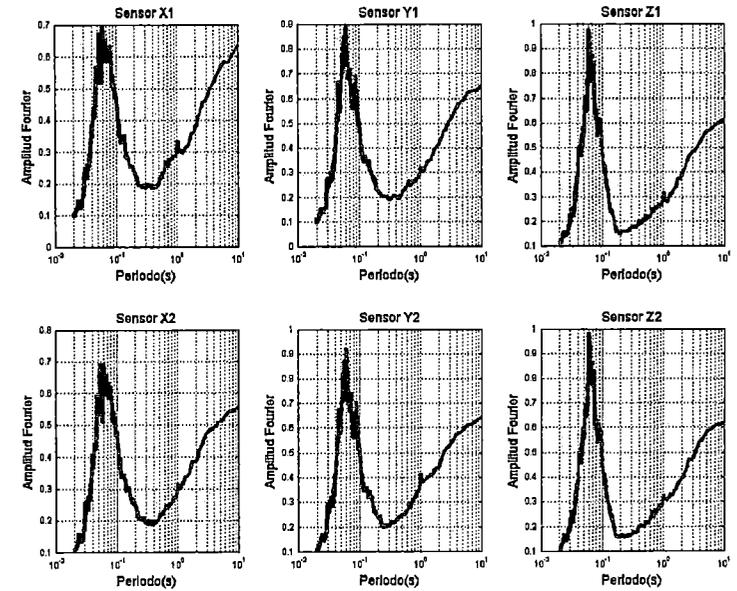
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M08
ARCHIVO	:	ven20030408_1201.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	12:01
UBICACIÓN	:	Ciudad Satélite - Pque. Tumbes
LONGITUD	:	11°52.27'
LATITUD	:	77°7.37'
PERIODO	:	0.25

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

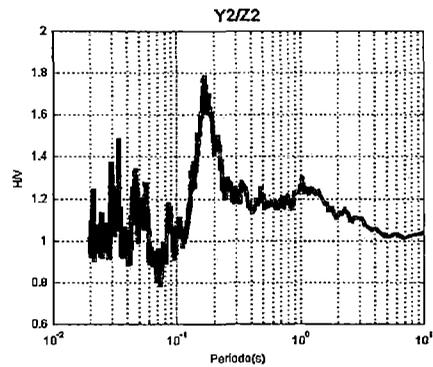
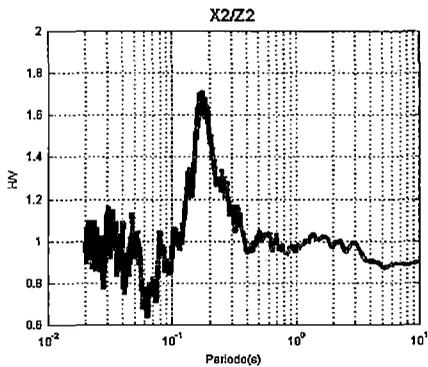
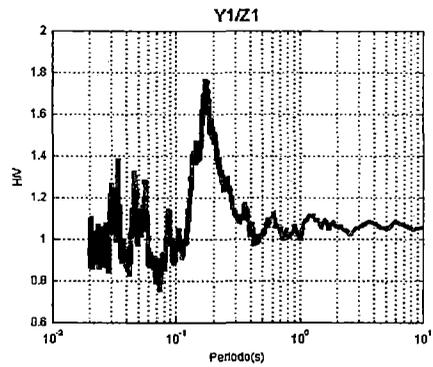
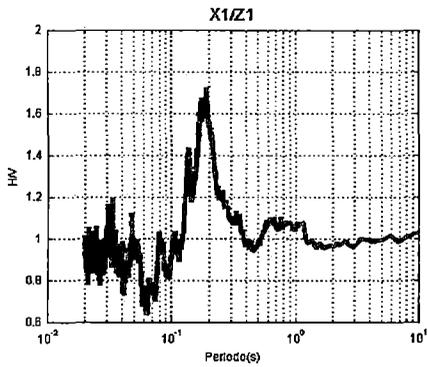


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M09
ARCHIVO	:	ven20030408_1234.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	12:34
UBICACIÓN	:	Pque. Jesús Dulanto (cruce calle 14, 15 y las Begonias) Ciudad Satélite.
LONGITUD	:	11°52.05'
LATITUD	:	77°7.05'
PERIODO	:	0.19

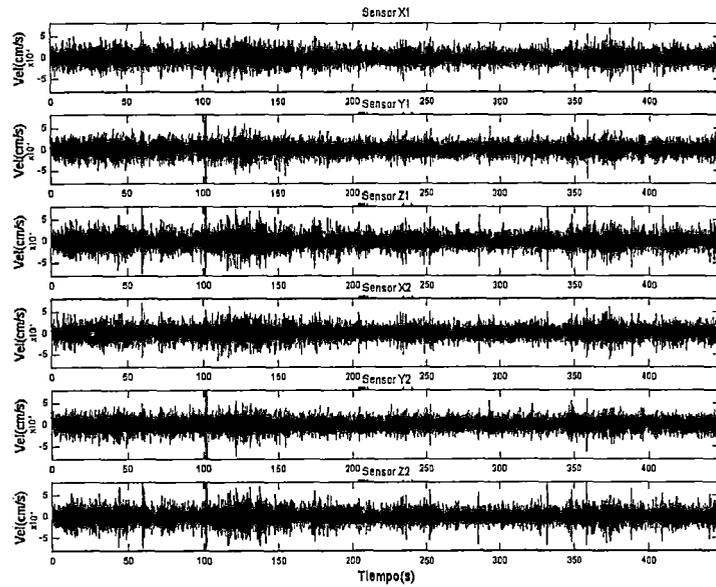
ESPECTRAL RATIO H/V



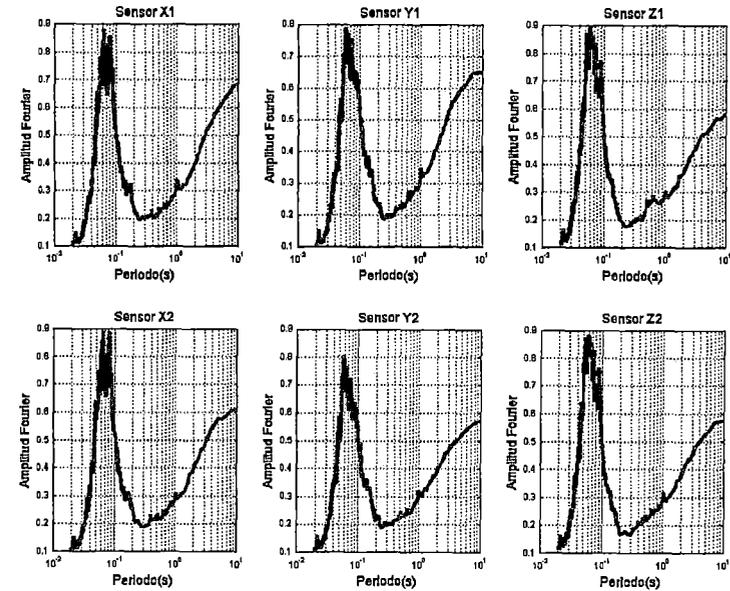
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M09
ARCHIVO	:	ven20030408_1234.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	12:34
UBICACIÓN	:	Pque. Jesús Dulanto (cruce calle 14, 15 y las Begonias) Ciudad Satélite.
LONGITUD	:	11°52.05'
LATITUD	:	77°7.05'
PERIODO	:	0.19

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

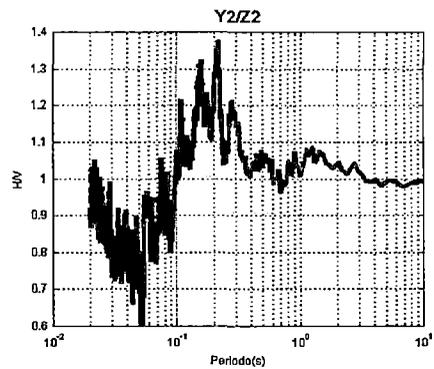
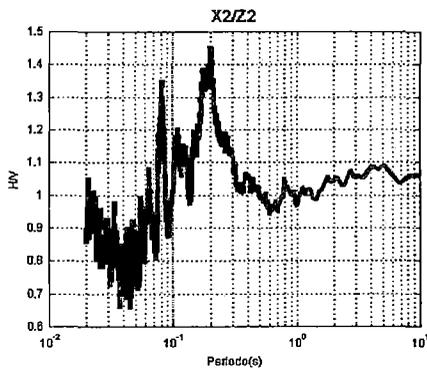
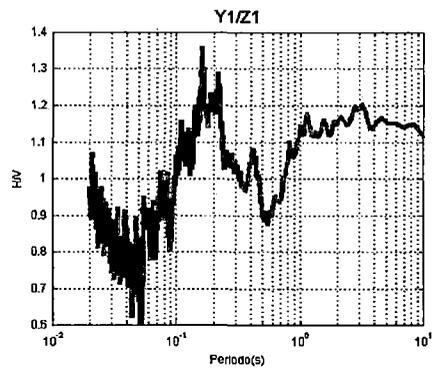
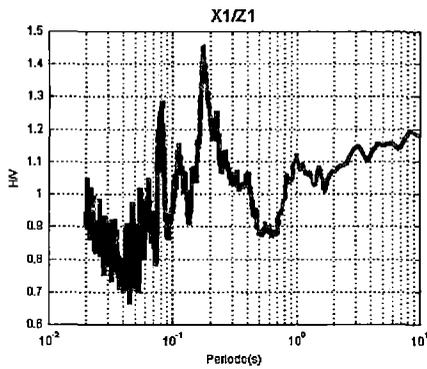


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M10
ARCHIVO	:	ven20030408_1301.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	13:01
UBICACIÓN	:	Pque. 04 de Febrero Urb. Ventanilla Alta
LONGITUD	:	11°51.98'
LATITUD	:	77°6.61'
PERIODO	:	0.18

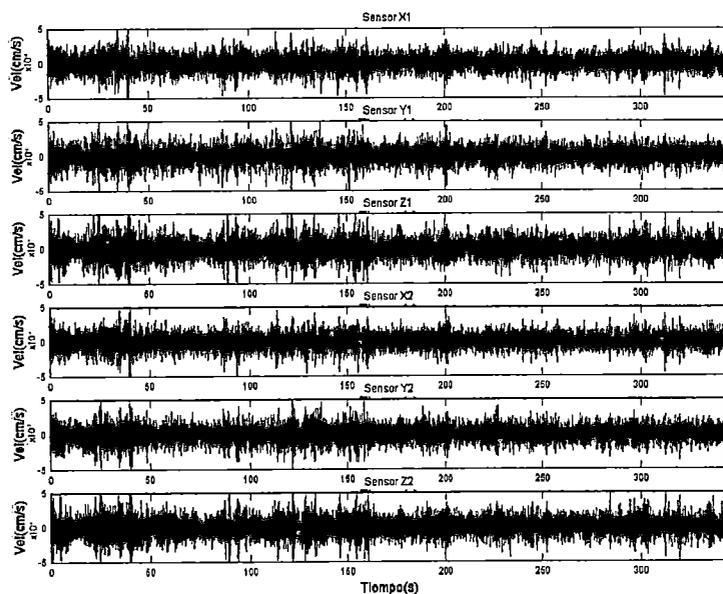
ESPECTRAL RATIO H/V



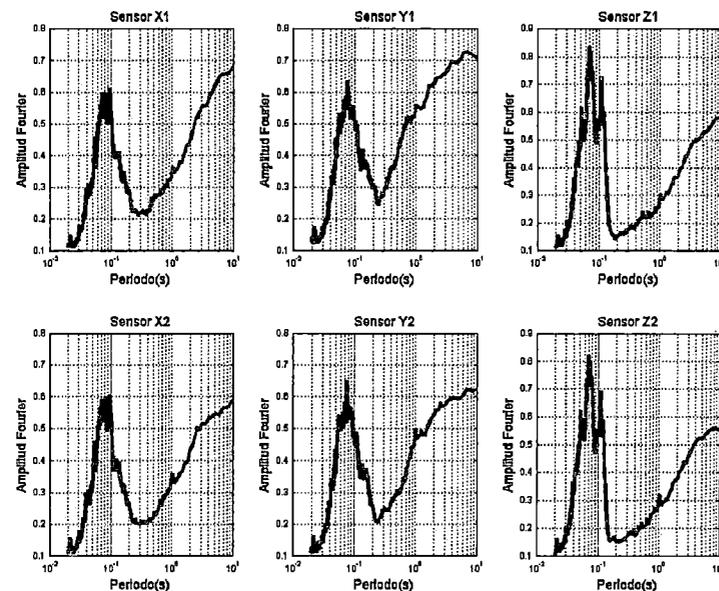
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M10
ARCHIVO	:	ven20030408_1301.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	13:01
UBICACIÓN	:	Pque. 04 de Febrero Urb. Ventanilla Alta
LONGITUD	:	11°51.98'
LATITUD	:	77°6.61'
PERIODO	:	0.18

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

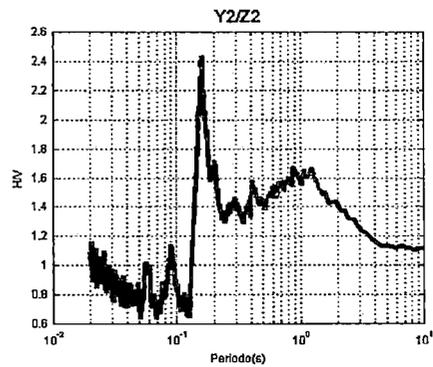
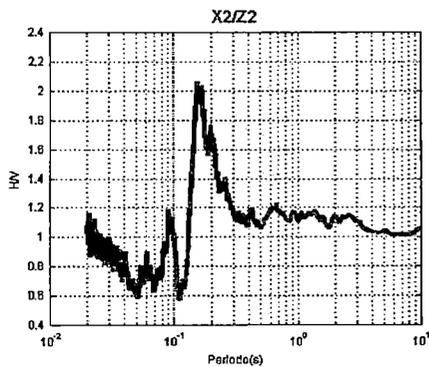
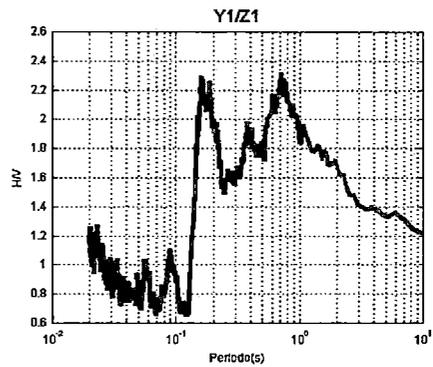
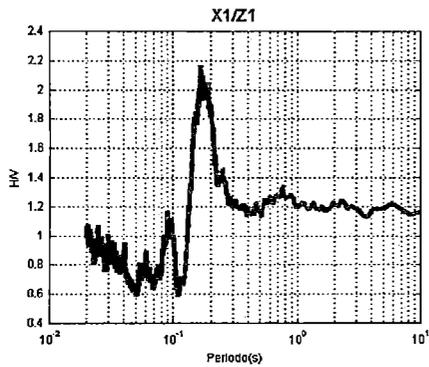


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M11
ARCHIVO	:	ven20030408_1324.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	13:24
UBICACIÓN	:	Pque. Santo Domingo Savio – Ventanilla Alta
LONGITUD	:	11°52.33'
LATITUD	:	77°6.36'
PERIODO	:	0.16

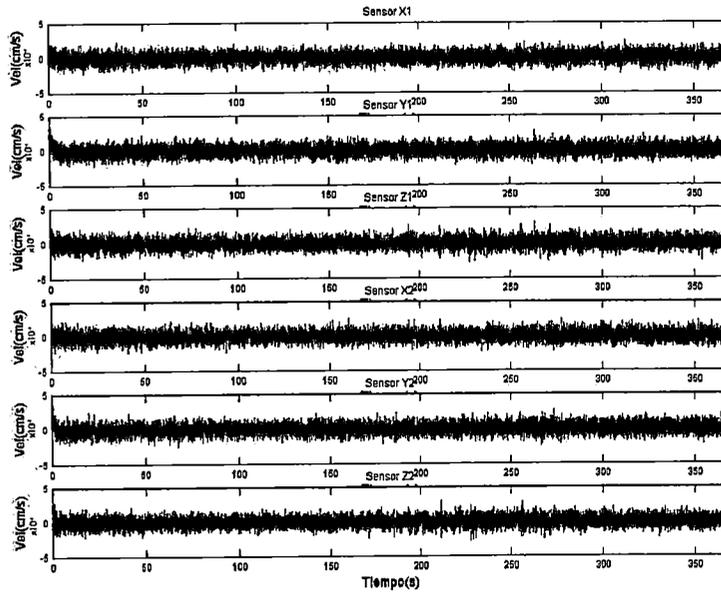
ESPECTRAL RATIO H/V



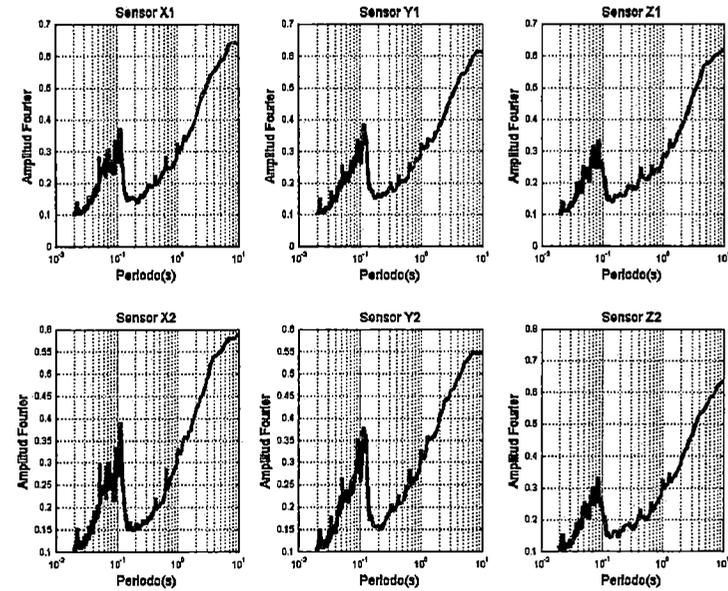
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M11
ARCHIVO	:	ven20030408_1324.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	13:24
UBICACIÓN	:	Pque. Santo Domingo Savio – Ventanilla Alta
LONGITUD	:	11°52.33'
LATITUD	:	77°6.36'
PERIODO	:	0.16

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

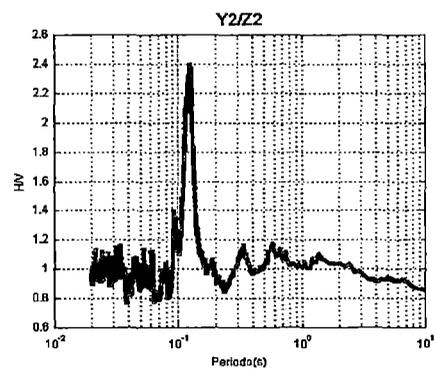
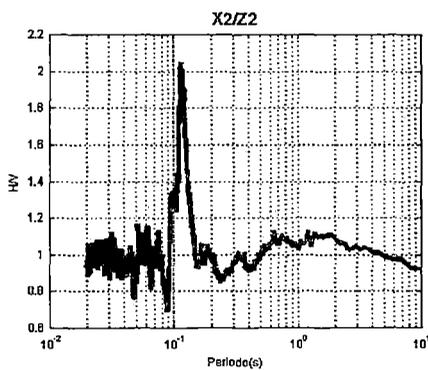
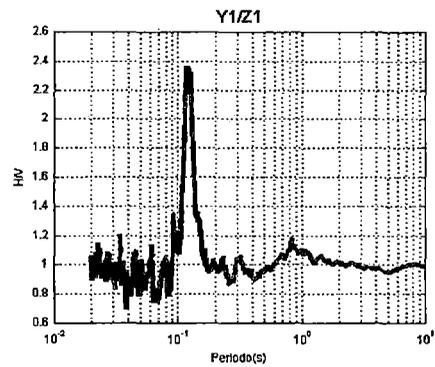
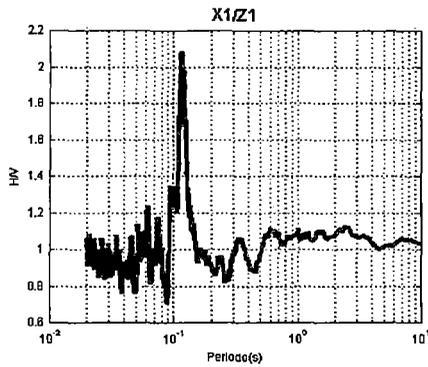


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M12
ARCHIVO	:	ven20030408_1400.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	14:00
UBICACIÓN	:	Calle Sixto Villanueva (entre la Mz. F y E) A.H. Hijos de Ventanilla
LONGITUD	:	11°52.3'
LATITUD	:	77°6.65'
PERIODO	:	0.11

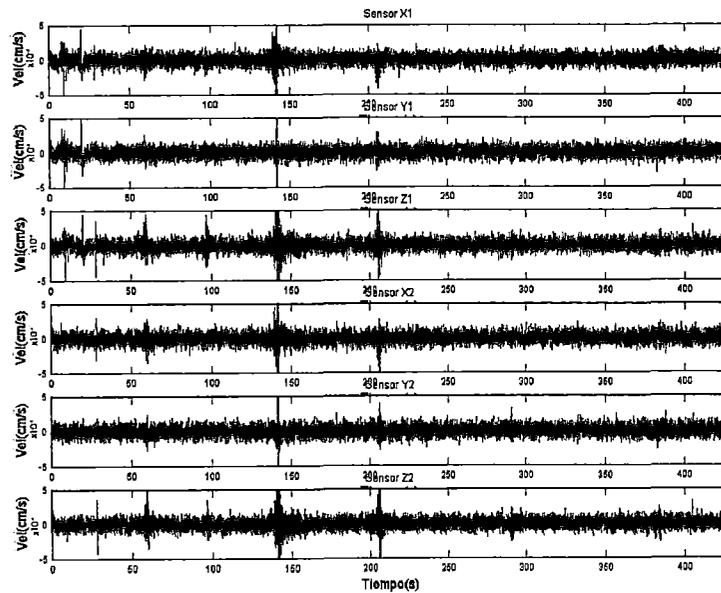
ESPECTRAL RATIO H/V



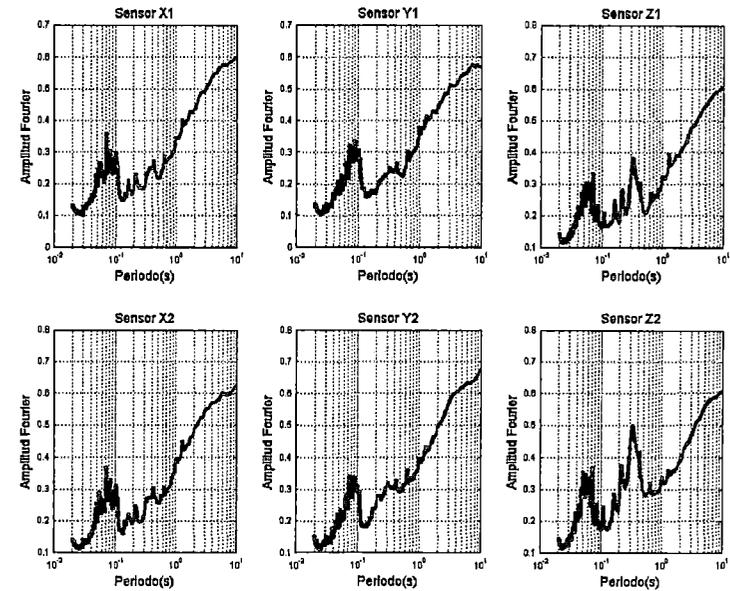
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M12
ARCHIVO	:	ven20030408_1400.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	14:00
UBICACIÓN	:	Calle Sixto Villanueva (entre la Mz. F y E) A.H. Hijos de Ventanilla
LONGITUD	:	11°52.3'
LATITUD	:	77°6.65'
PERIODO	:	0.11

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

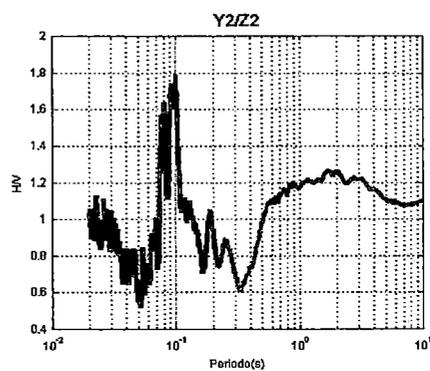
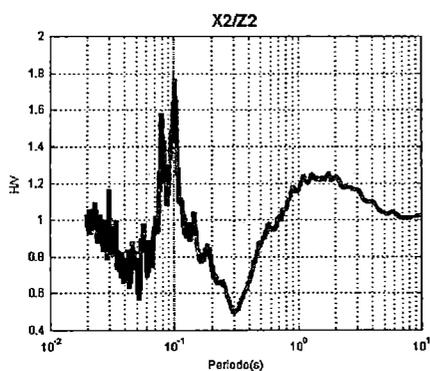
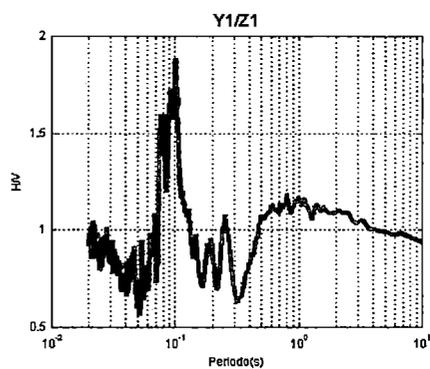
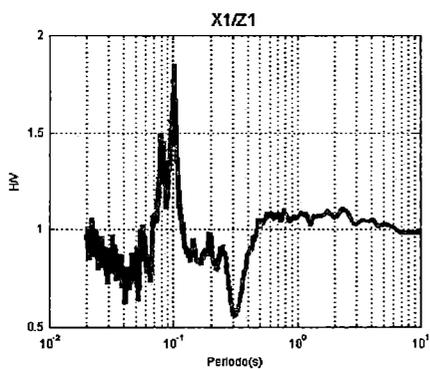


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M13
ARCHIVO	:	ven20030408_1430.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	14:30
UBICACIÓN	:	Asociación de Vivienda Sta. Rosa Cercano a la Mina Inca Stone
LONGITUD	:	11°51.48'
LATITUD	:	77°6.61'
PERIODO	:	0.10

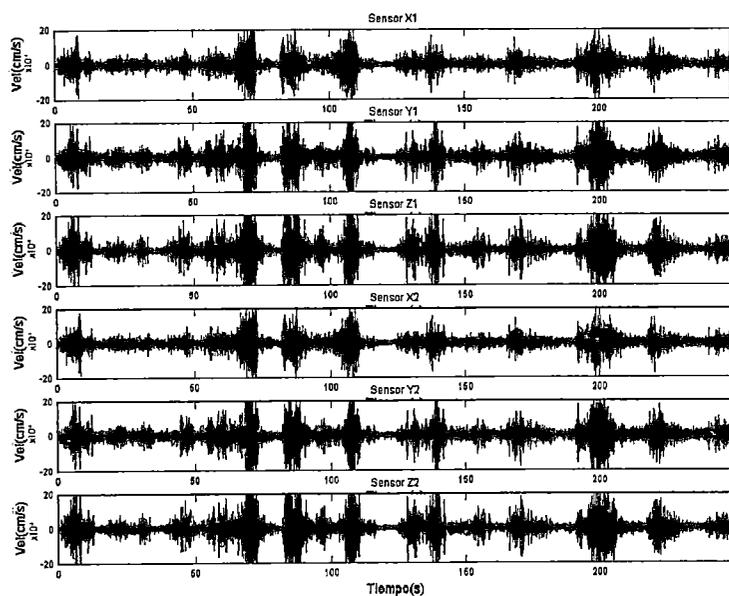
ESPECTRAL RATIO H/V



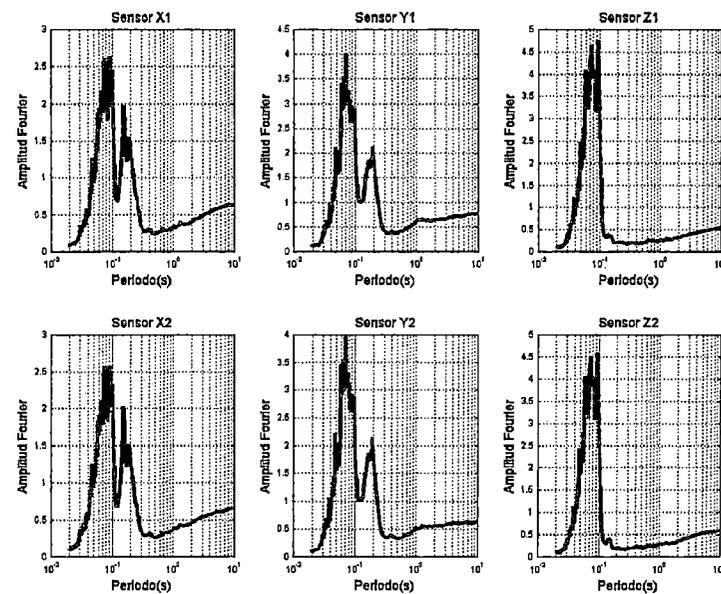
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M13
ARCHIVO	:	ven20030408_1430.MTD
DÍA	:	08/04/03
HORA	:	14:30
UBICACIÓN	:	Asociación de Vivienda Sta. Rosa Cercano a la Mina Inca Stone
 LONGITUD	 :	 11°51.48'
LATITUD	:	77°6.61'
PERIODO	:	0.10

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

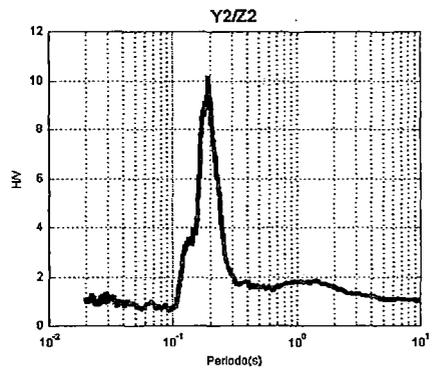
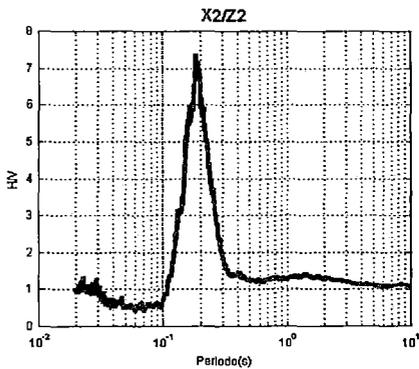
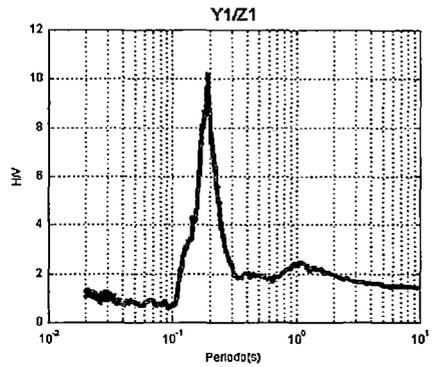
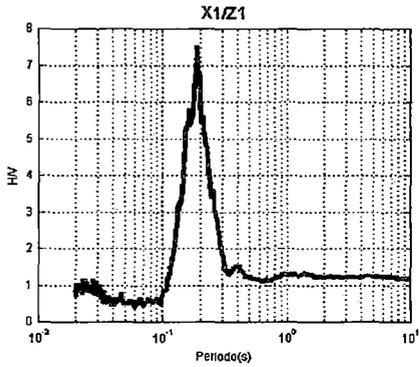


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M15
ARCHIVO	:	ven20030409_1020.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	10:20
UBICACIÓN	:	Cercano a la Refinería La Pampilla
LONGITUD	:	11°55.52'
LATITUD	:	77°7.66'
PERIODO	:	0.19

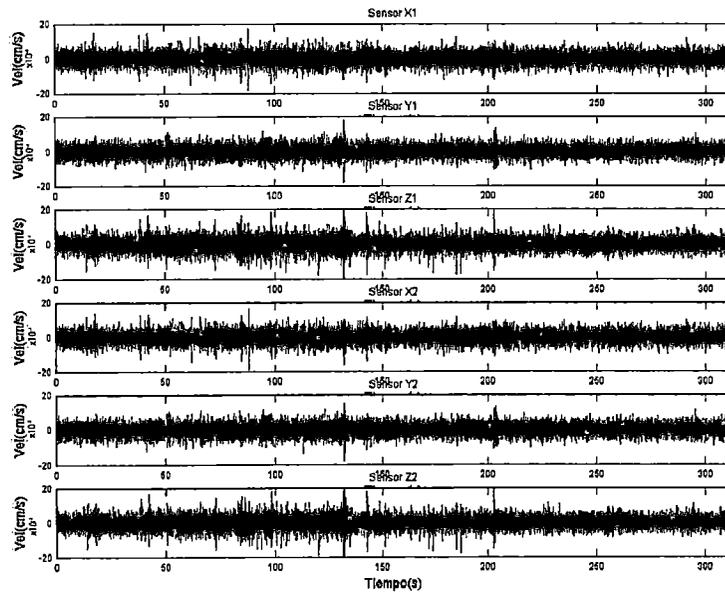
ESPECTRAL RATIO H/V



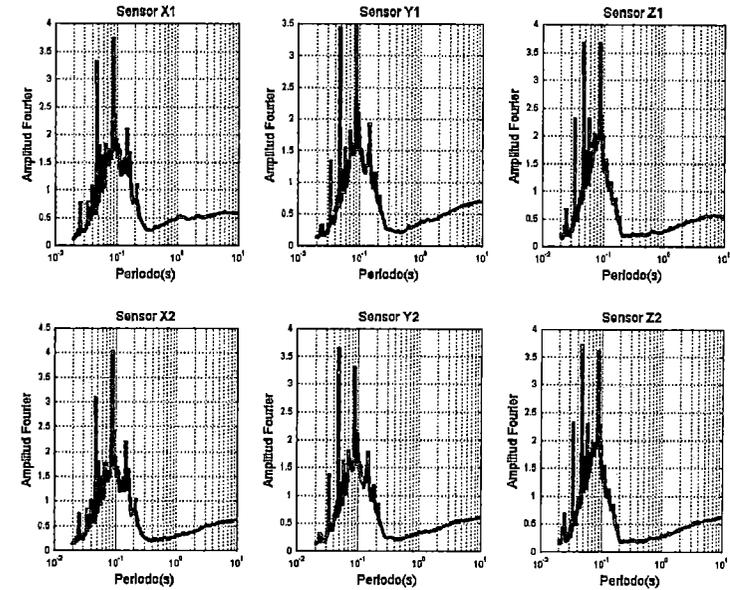
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M15
ARCHIVO	:	ven20030409_1020.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	10:20
UBICACIÓN	:	Cercano a la Refinería La Pampilla
LONGITUD	:	11°55.52'
LATITUD	:	77°7.66'
PERIODO	:	0.19

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

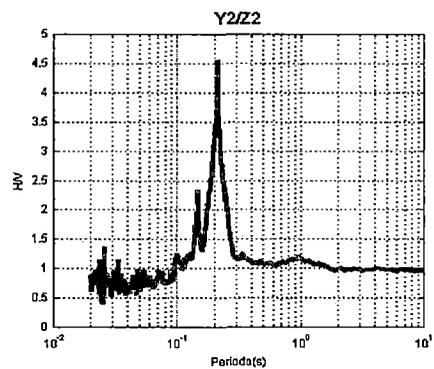
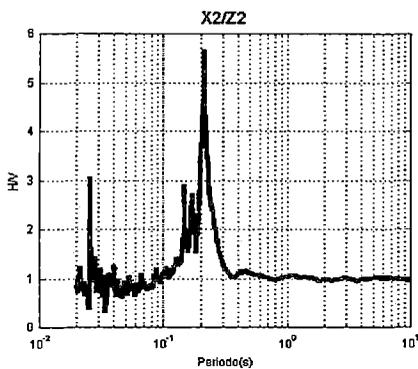
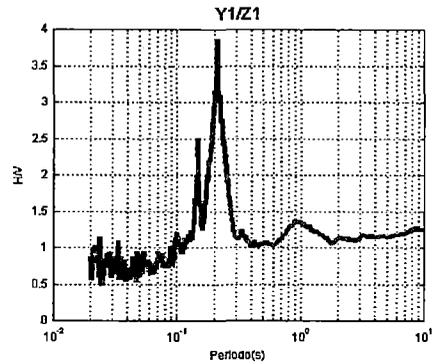
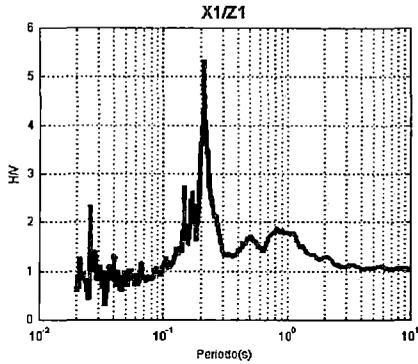


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR : VENTANILLA
PUNTO : M16
ARCHIVO : ven20030409_1046.MTD
DÍA : 09/04/03
HORA : 10:46
UBICACIÓN : Calle Pablo Bonner cdra. 2 - Zona Industrial
LONGITUD : 11°51.71'
LATITUD : 77°7.4'
PERIODO : 0.20

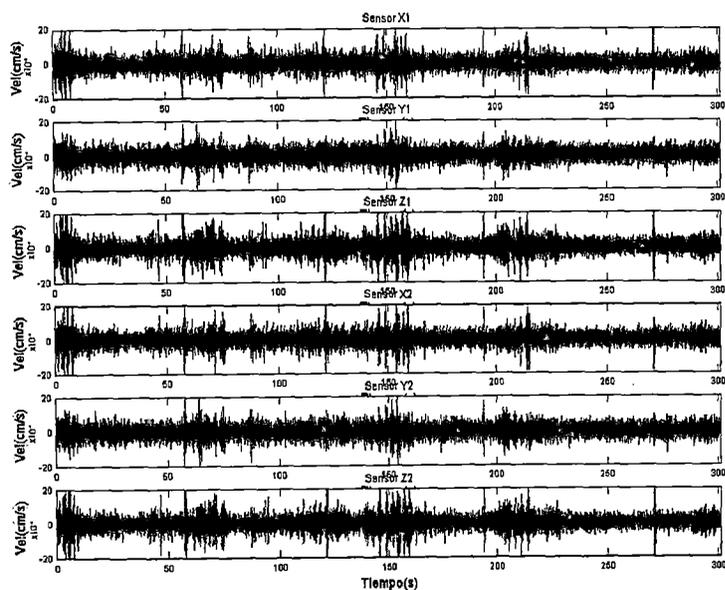
ESPECTRAL RATIO H/V



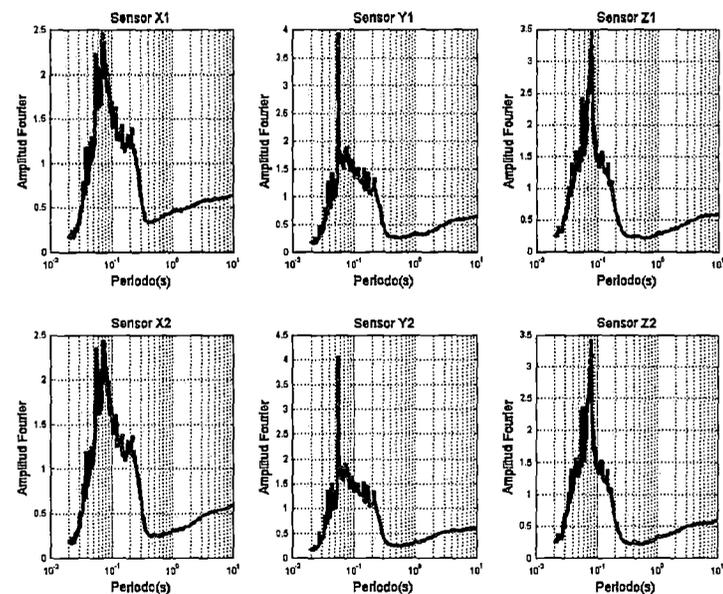
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M16
ARCHIVO	:	ven20030409_1046.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	10:46
UBICACIÓN	:	Calle Pablo Bonner cdra. 2 - Zona Industrial
LONGITUD	:	11°51.71'
LATITUD	:	77°7.4'
PERIODO	:	0.20

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

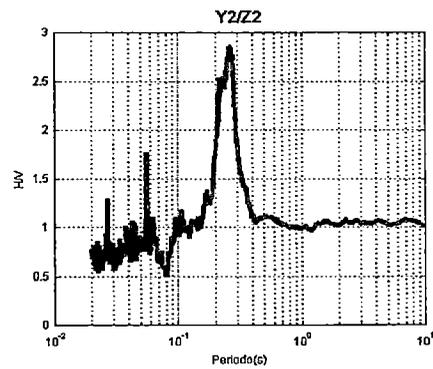
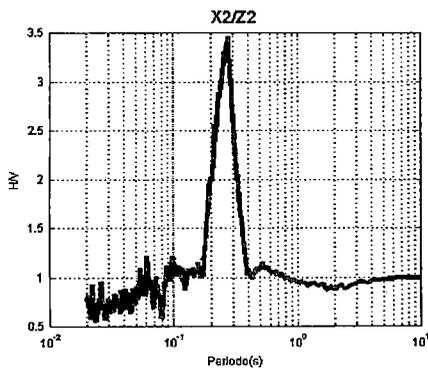
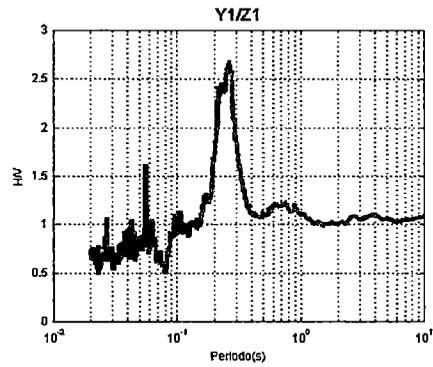
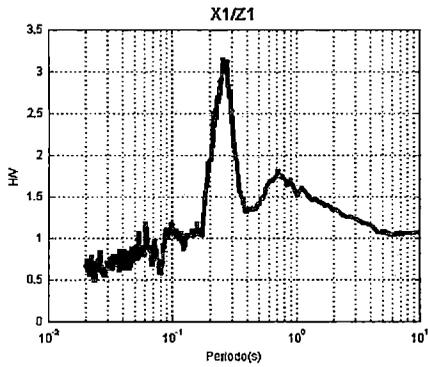


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M17
ARCHIVO	:	ven20030409_1107.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	11:07
UBICACIÓN	:	cruce Av. Ayacucho con Av. Arequipa A.H. Mi Perú
LONGITUD	:	$11^{\circ}51.26'$
LATITUD	:	$77^{\circ}7.37'$
PERIODO	:	0.27

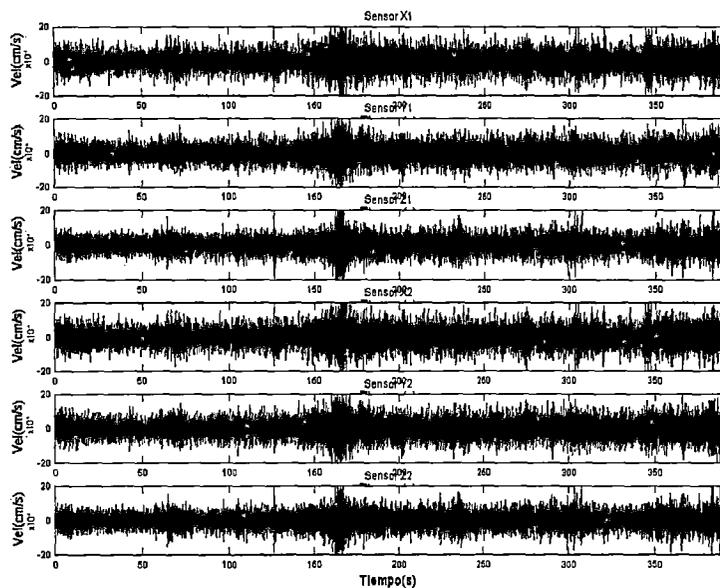
ESPECTRAL RATIO H/V



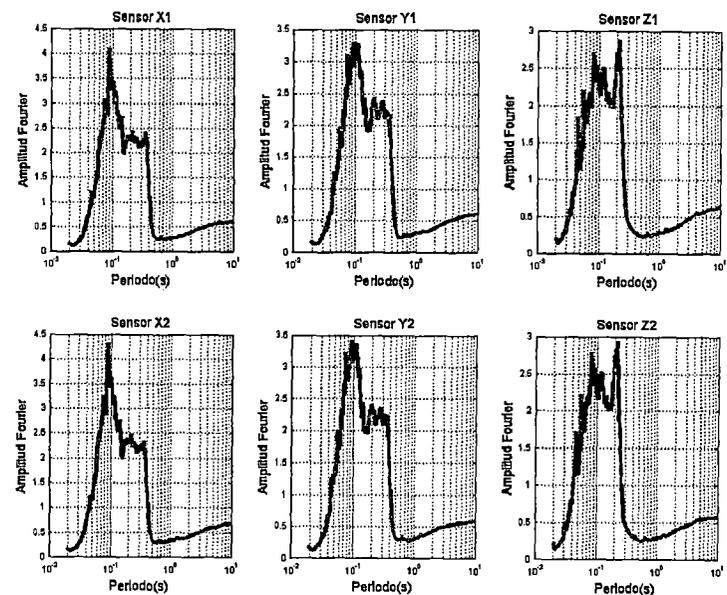
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M17
ARCHIVO	:	ven20030409_1107.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	11: 07
UBICACIÓN	:	cruce Av. Ayacucho con Av. Arequipa A.H. Mi Perú
LONGITUD	:	11°51.26'
LATITUD	:	77°7.37'
PERIODO	:	0.27

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

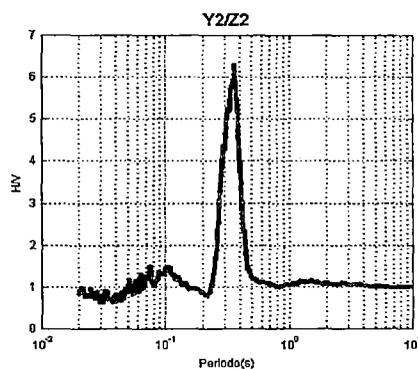
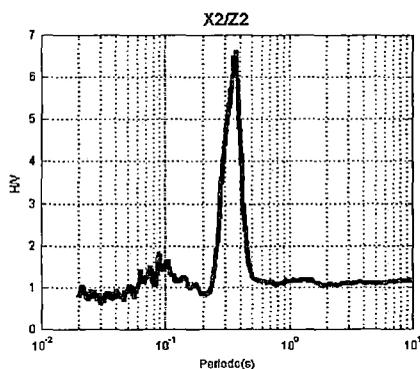
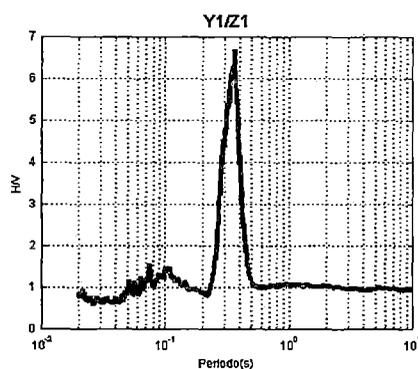
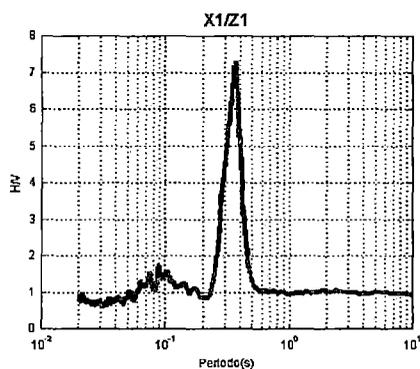


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M18
ARCHIVO	:	ven20030409_1130.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	11:30
UBICACIÓN	:	cruce Av. Trujillo y Av. Victor Raúl A.H. Mi Perú
LONGITUD	:	11°51.05'
LATITUD	:	77°7.57'
PERIODO	:	0.35

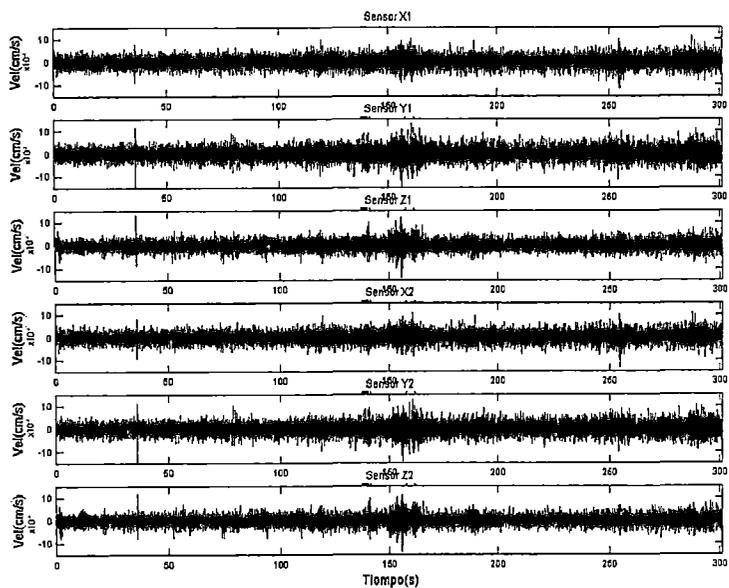
ESPECTRAL RATIO H/V



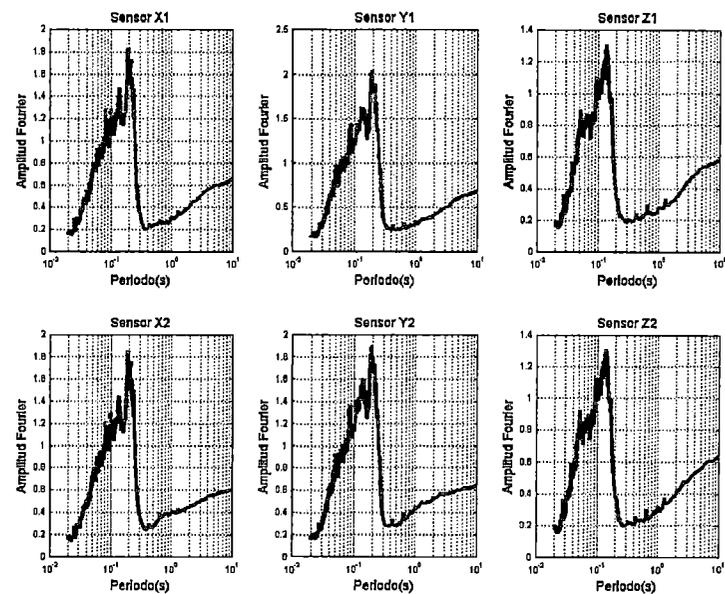
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M18
ARCHIVO	:	ven20030409_1130.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	11:30
UBICACIÓN	:	cruce Av. Trujillo y Av. Victor Raúl A.H. Mi Perú
LONGITUD	:	11°51.05'
LATITUD	:	77°7.57'
PERIODO	:	0.35

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

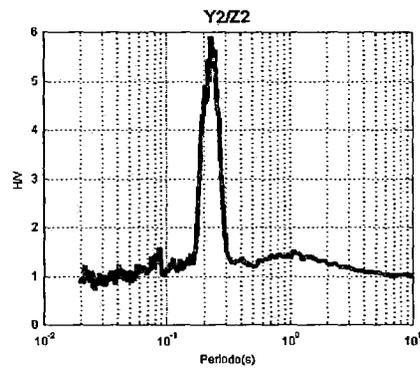
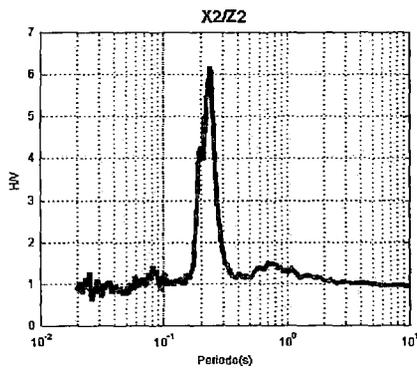
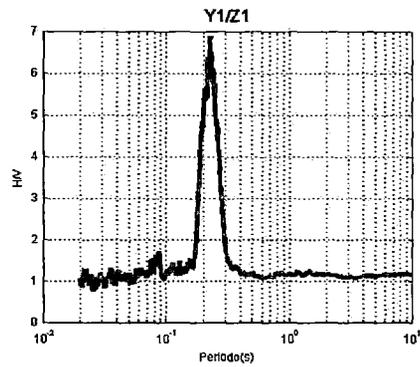
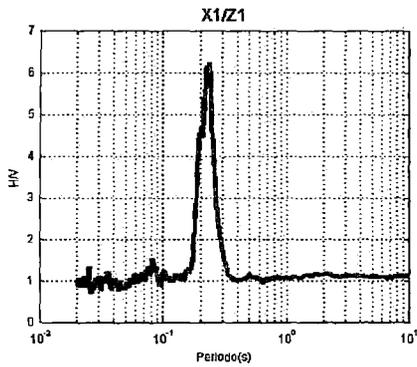


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M19
ARCHIVO	:	ven20030409_1154.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	11:54
UBICACIÓN	:	Av. Madre de Dios entre Mz. N2 y Mz.F8 A.H. Mi Perú
LONGITUD	:	11°51.14'
LATITUD	:	77°6.95'
PERIODO	:	0.21

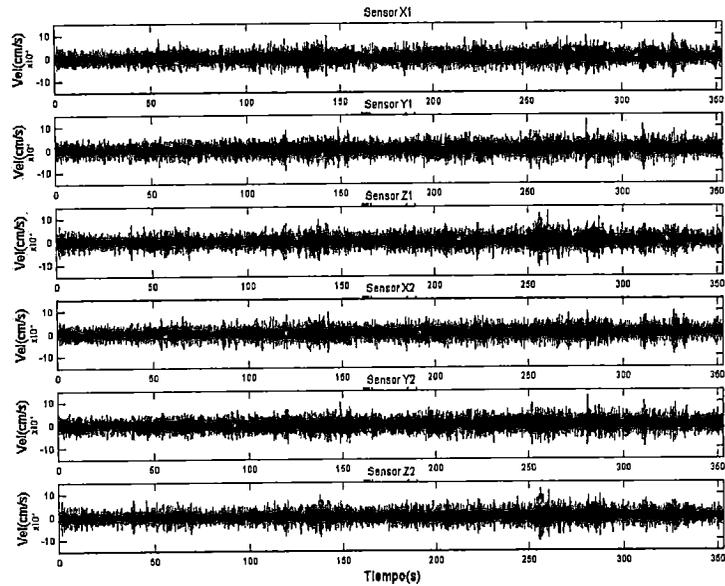
ESPECTRAL RATIO H/V



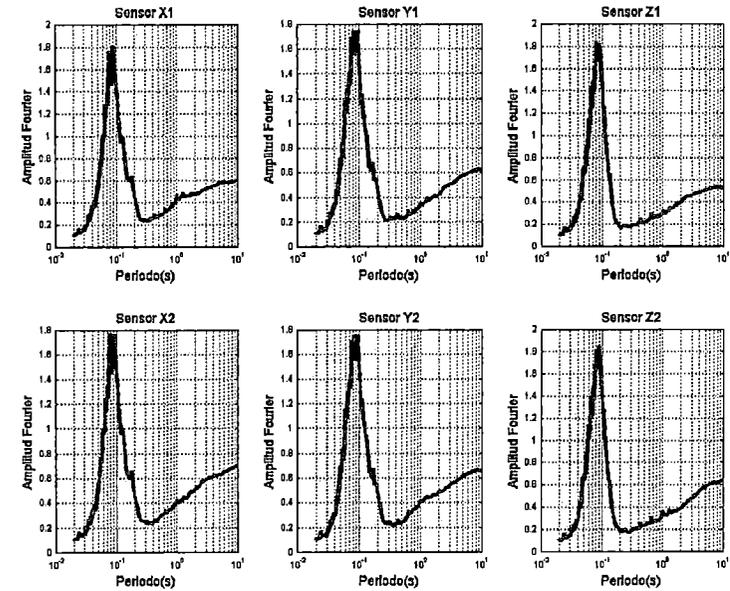
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M19
ARCHIVO	:	ven20030409_1154.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	11:54
UBICACIÓN	:	Av. Madre de Dios entre Mz. N2 y Mz.F8 A.H. Mi Perú
LONGITUD	:	11°51.14'
LATITUD	:	77°6.95'
PERIODO	:	0.21

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

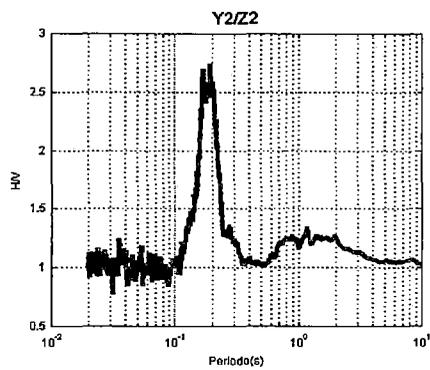
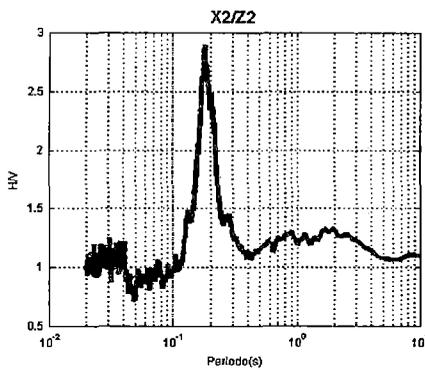
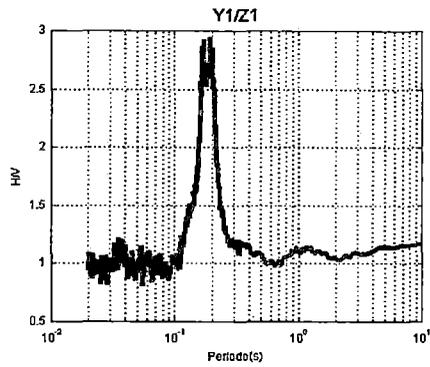
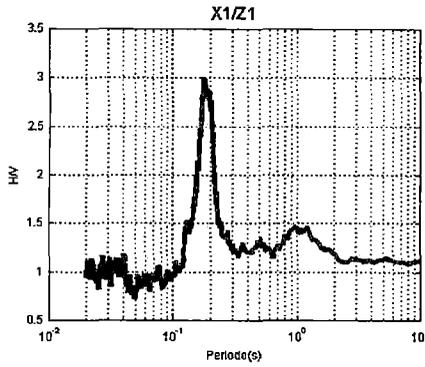


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M20
ARCHIVO	:	ven20030409_1253.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	12:53
UBICACIÓN	:	cruce Av. Playa Hermosa y Av. Copacabana A.H. Lampa de oro
LONGITUD	:	11°49,9'
LATITUD	:	77°6.76'
PERIODO	:	0.17

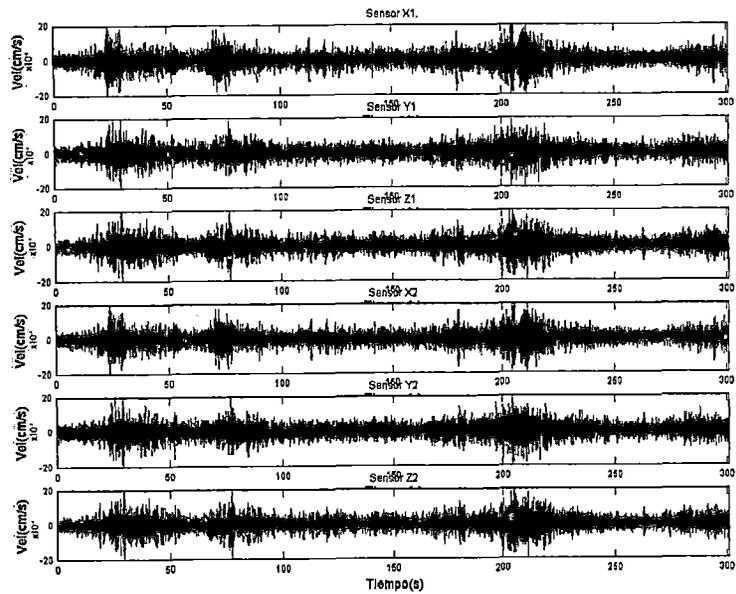
ESPECTRAL RATIO H/V



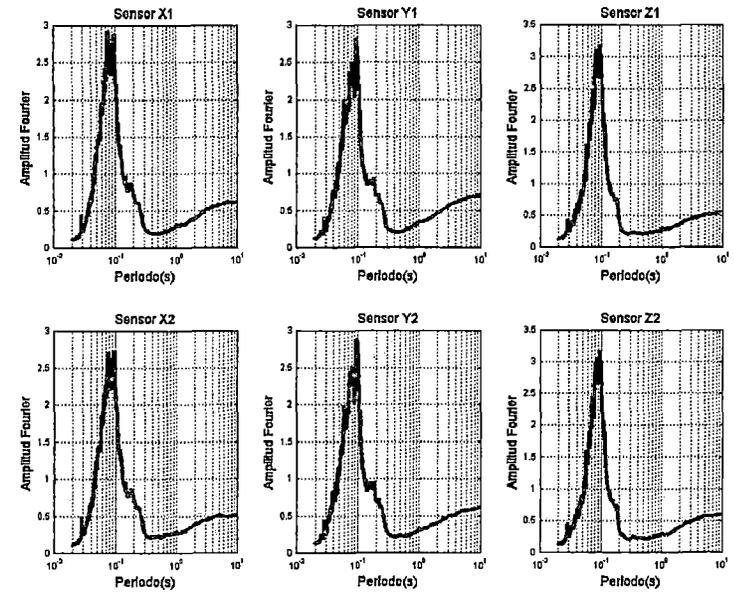
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M20
ARCHIVO	:	ven20030409_1253.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	12:53
UBICACIÓN	:	cruce Av. Playa Hermosa y Av. Copacabana A.H. Lampa de oro
LONGITUD	:	11°49.9'
LATITUD	:	77°6.76'
PERIODO	:	0.17

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

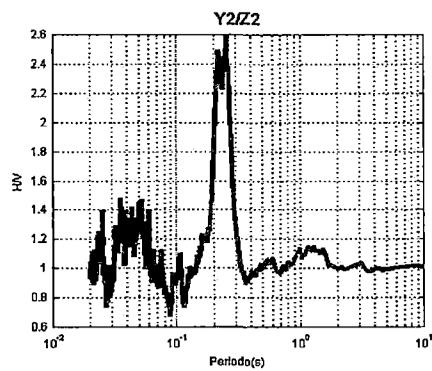
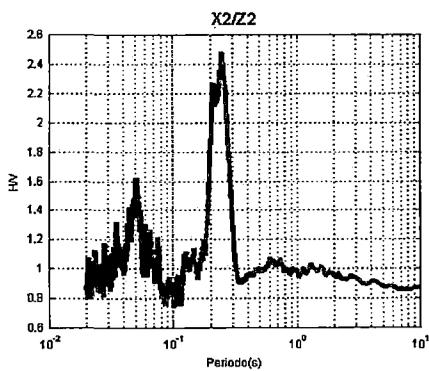
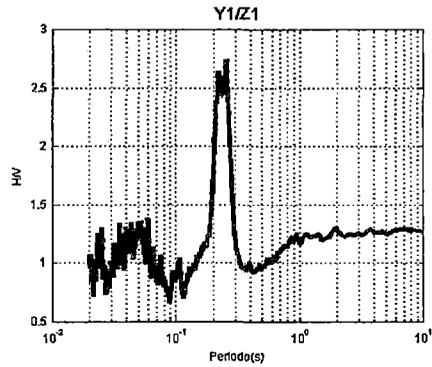
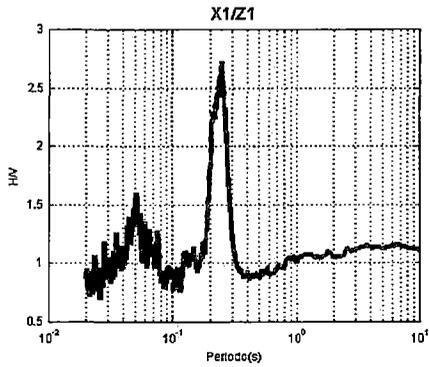


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M21
ARCHIVO	:	ven20030409_1425.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	14:25
UBICACIÓN	:	cruce calle 1 con Av. 1 A.H. Villa los Reyes
LONGITUD	:	11°49.6'
LATITUD	:	77°7.08'
PERIODO	:	0.23

ESPECTRAL RATIO H/V

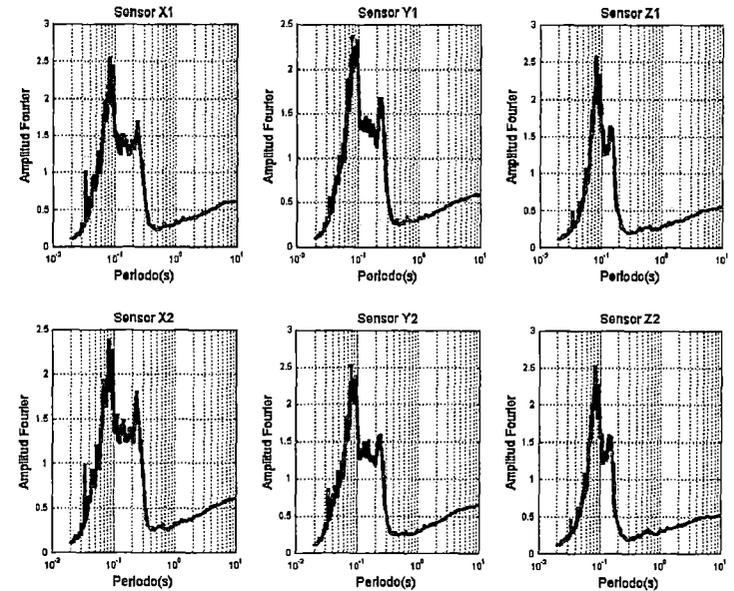
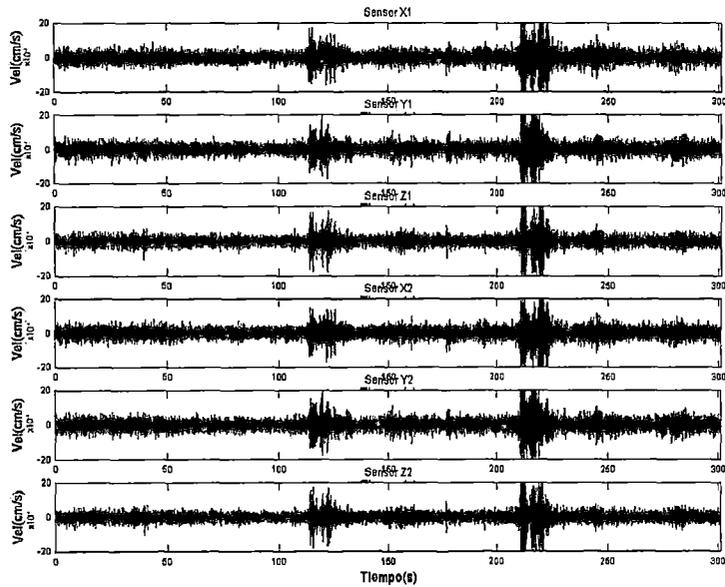


LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M21
ARCHIVO	:	ven20030409_1425.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	14:25
UBICACIÓN	:	cruce calle 1 con Av. 1 A.H. Villa los Reyes
LONGITUD	:	11°49.6'
LATITUD	:	77°7.08'
PERIODO	:	0.23

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

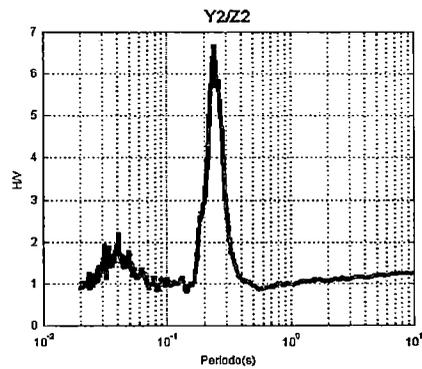
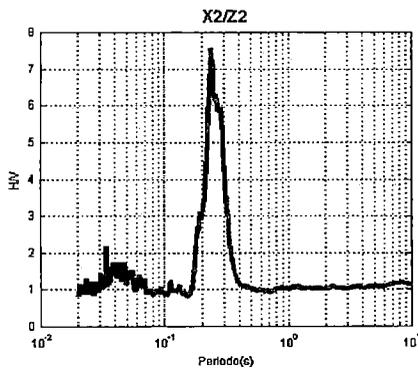
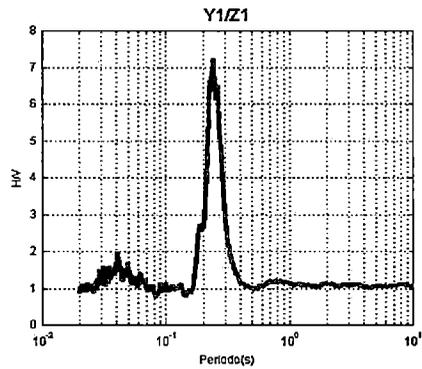
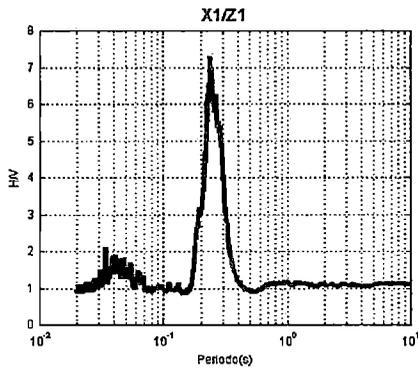
SEGMENTO DE ONDA

ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M22
ARCHIVO	:	ven20030409_1451.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	14:51
UBICACIÓN	:	cruce Av. Bolivia y Jr. Uruguay A.H. Los Cedros
LONGITUD	:	11°49.66'
LATITUD	:	77°7.63'
PERIODO	:	0.23

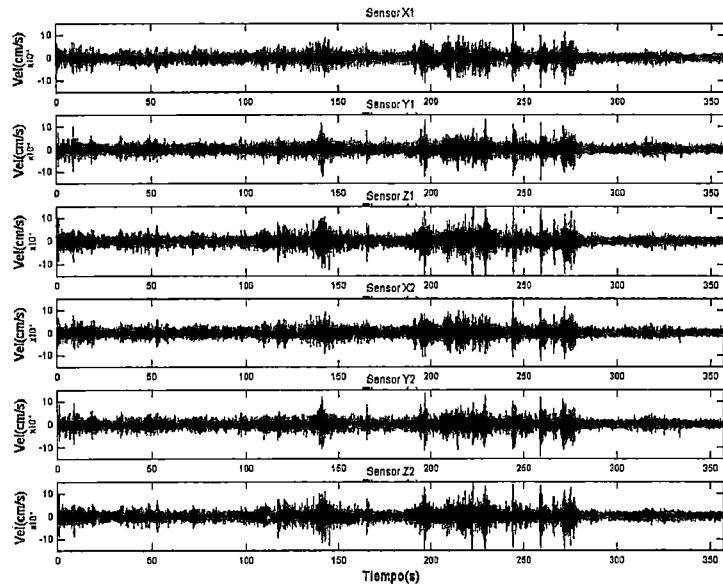
ESPECTRAL RATIO H/V



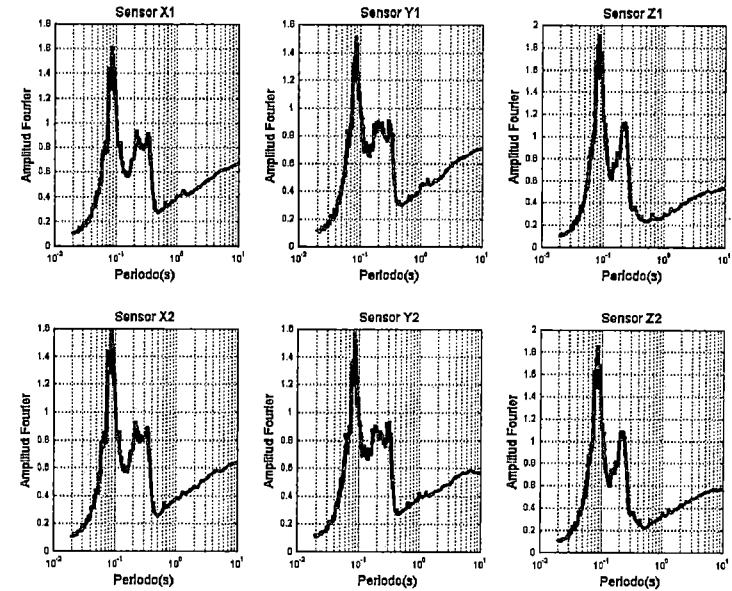
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M22
ARCHIVO	:	ven20030409_1451.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	14:51
UBICACIÓN	:	cruce Av. Bolivia y Jr. Uruguay A.H. Los Cedros
LONGITUD	:	11°49.66'
LATITUD	:	77°7.63'
PERIODO	:	0.23

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

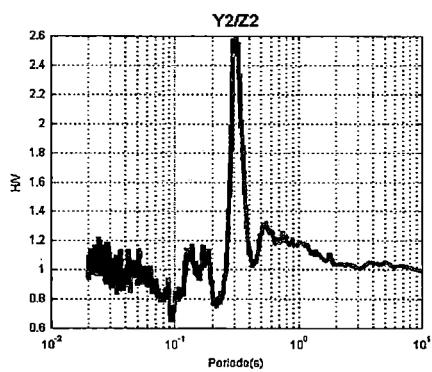
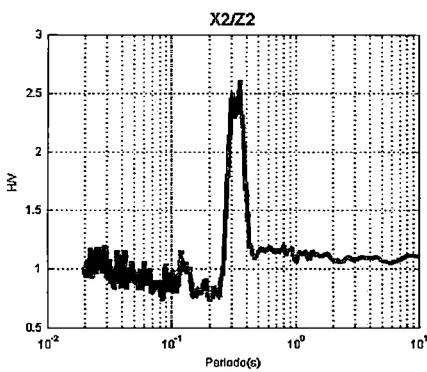
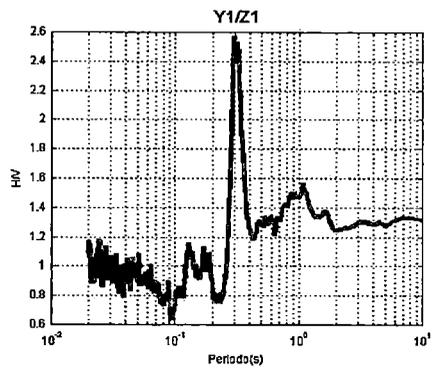
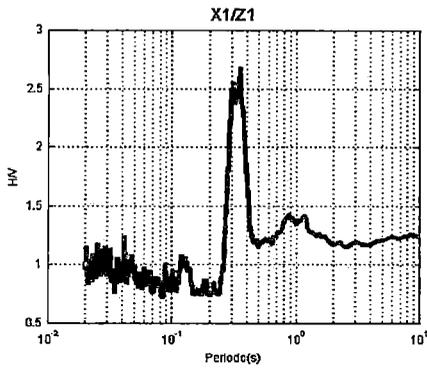


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M23
ARCHIVO	:	ven20030409_1516.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	15:16
UBICACIÓN	:	entre Mz. F3 y Mz. E6 A.H. Las Lomas
LONGITUD	:	11°49.13'
LATITUD	:	77°8.15'
PERIODO	:	0.32

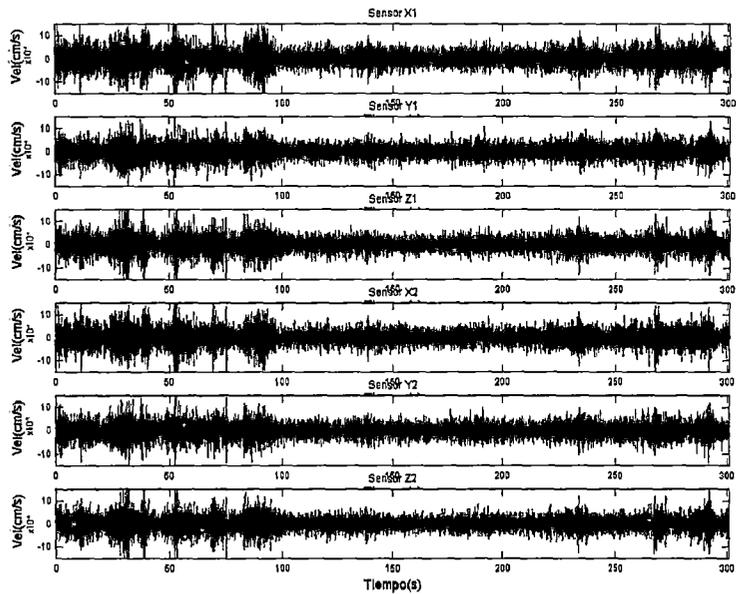
ESPECTRAL RATIO H/V



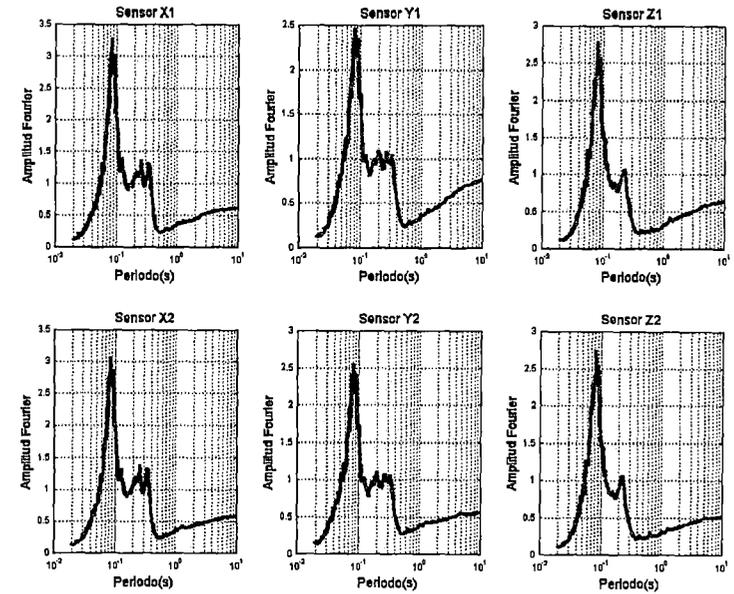
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M23
ARCHIVO	:	ven20030409_1516.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	15:16
UBICACIÓN	:	entre Mz. F3 y Mz. E6 A.H. Las Lomas
LONGITUD	:	11°49.13'
LATITUD	:	77°8.15'
PERIODO	:	0.32

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

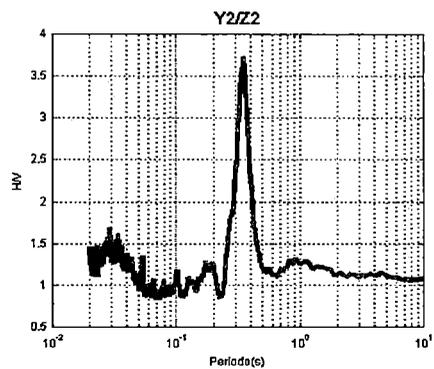
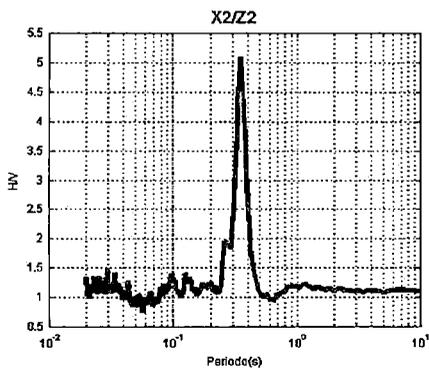
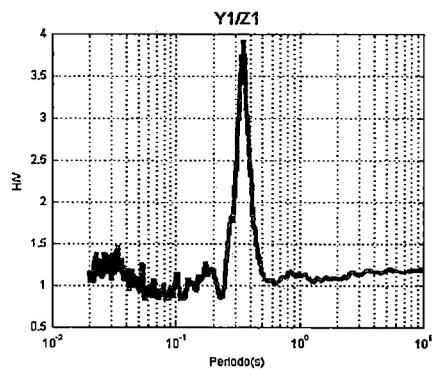
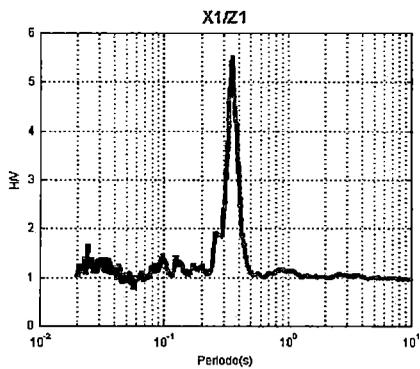


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M24
ARCHIVO	:	ven20030409_1541.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	15:41
UBICACIÓN	:	Av. Cabo Blanco entre Mz. Q y Mz. Q1 A.H. Pachacutec
LONGITUD	:	11°49.68'
LATITUD	:	77°8.52'
PERIODO	:	0.33

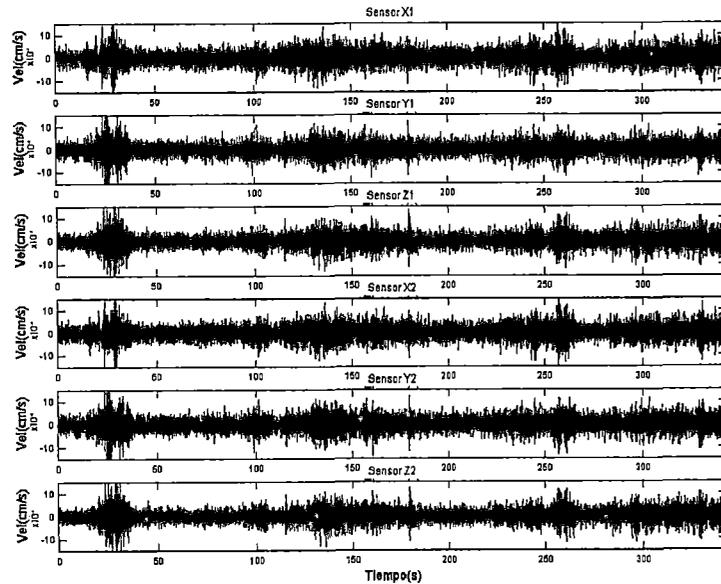
ESPECTRAL RATIO H/V



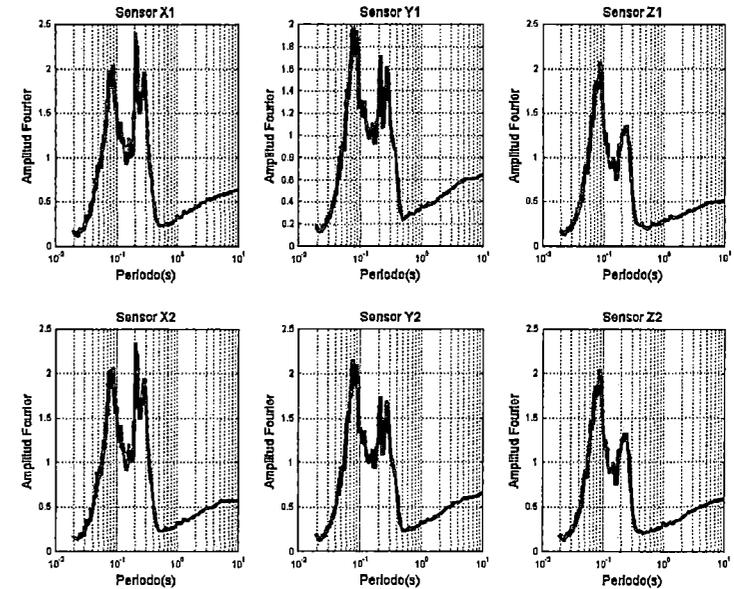
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M24
ARCHIVO	:	ven20030409_1541.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	15:41
UBICACIÓN	:	Av. Cabo Blanco entre Mz. Q y Mz. Q1 A.H. Pachacutec
LONGITUD	:	11°49.68'
LATITUD	:	77°8.52'
PERIODO	:	0.33

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

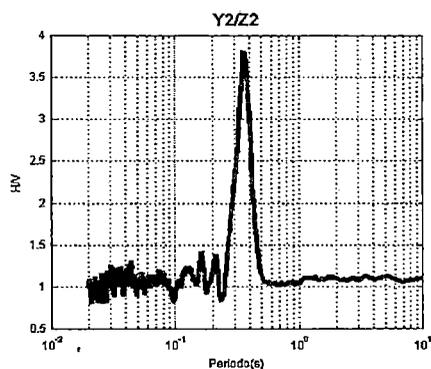
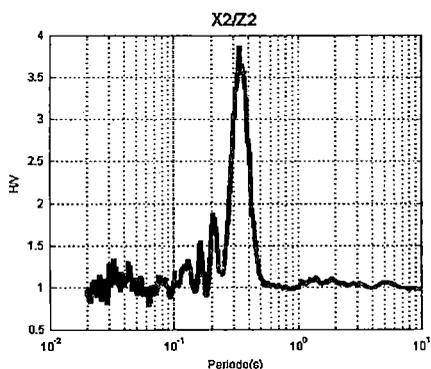
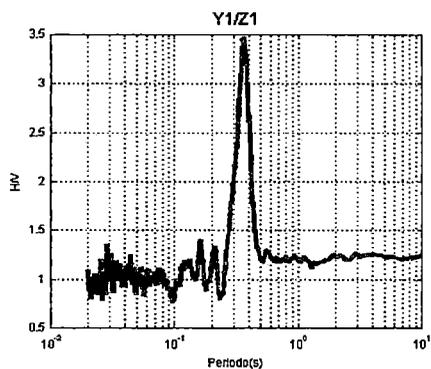
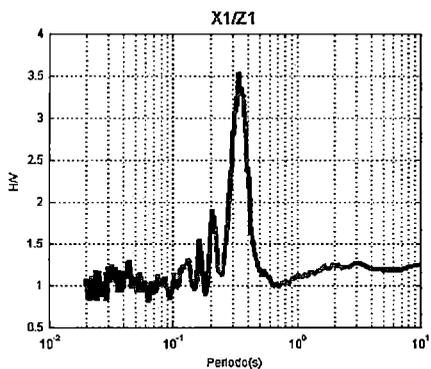


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M25
ARCHIVO	:	ven20030409_1610.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	16:10
UBICACIÓN	:	cruce Av. Cabo Blanco y calle 41 – Sector A –Grupo 1 A.H. Pachacutec
LONGITUD	:	11°49.46'
LATITUD	:	77°9.45'
PERIODO	:	0.32

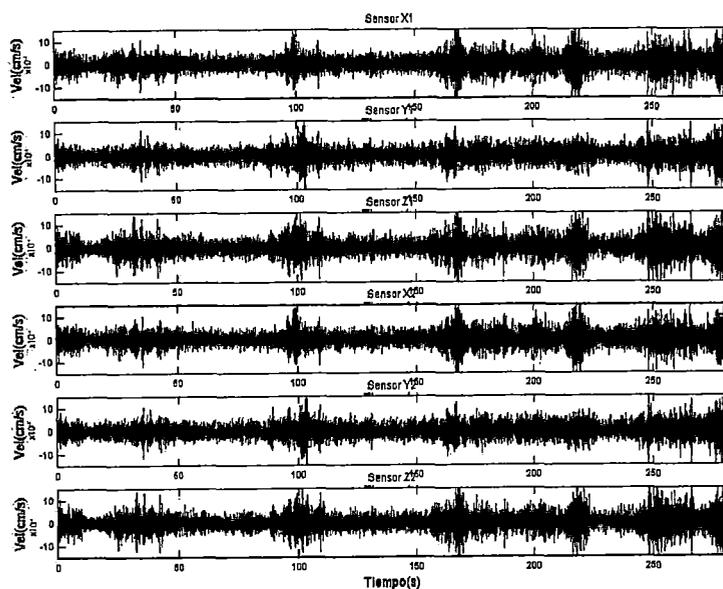
ESPECTRAL RATIO H/V



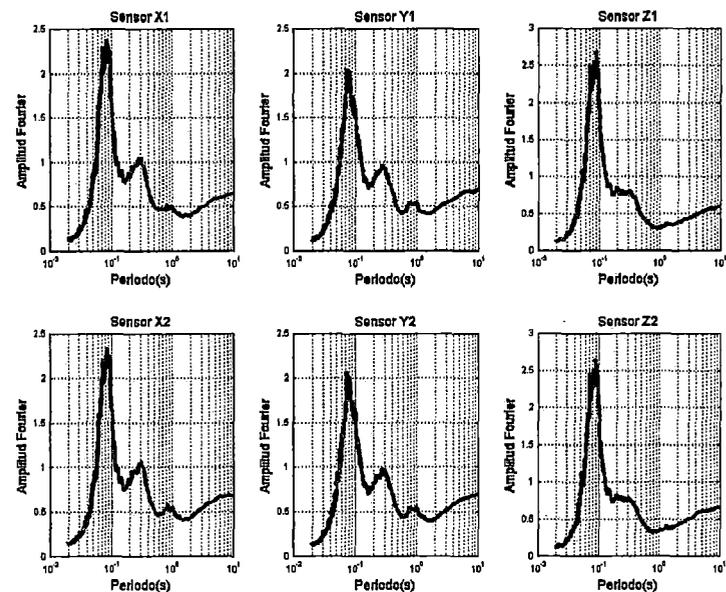
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M25
ARCHIVO	:	ven20030409_1610.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	16:10
UBICACIÓN	:	cruce Av. Cabo Blanco y calle 41 – Sector A –Grupo 1 A.H. Pachacutec
LONGITUD	:	11°49.46'
LATITUD	:	77°9.45'
PERIODO	:	0.32

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

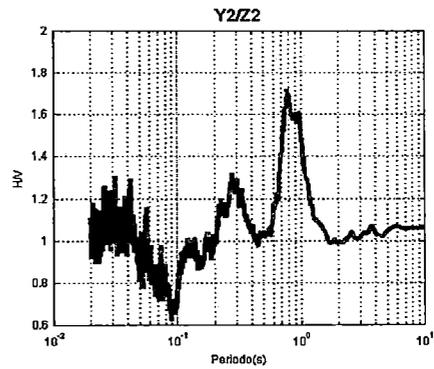
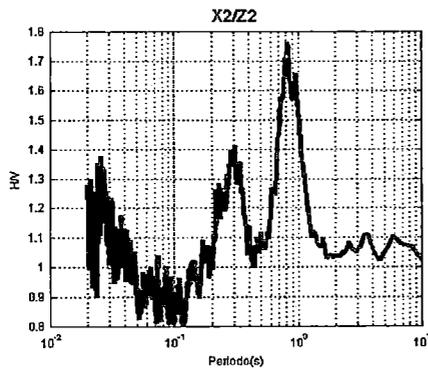
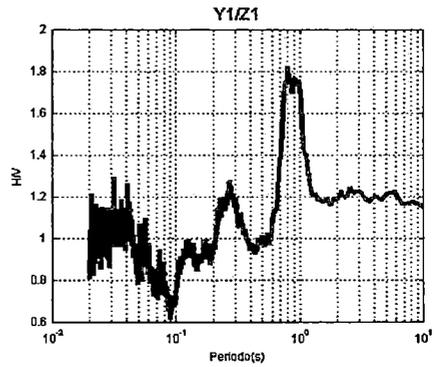
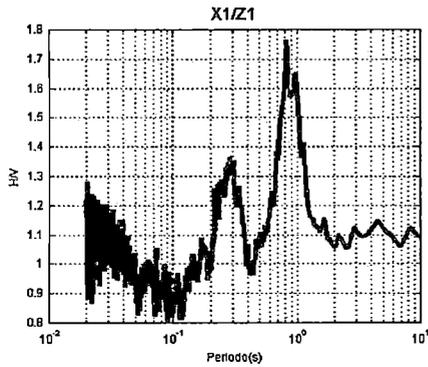


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M26
ARCHIVO	:	ven20030409_1637.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	16:37
UBICACIÓN	:	Av. Pesquero Ciudad Pachacútec
LONGITUD	:	11°49.95'
LATITUD	:	77°9.02'
PERIODO	:	0.30

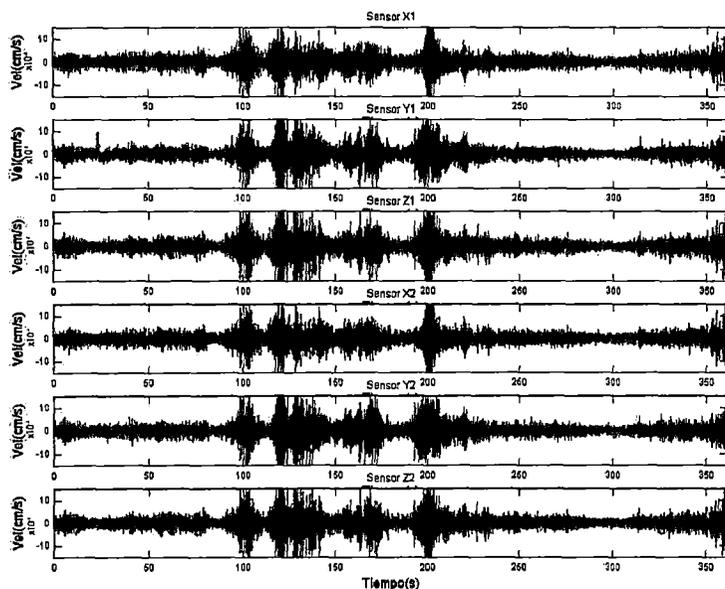
ESPECTRAL RATIO H/V



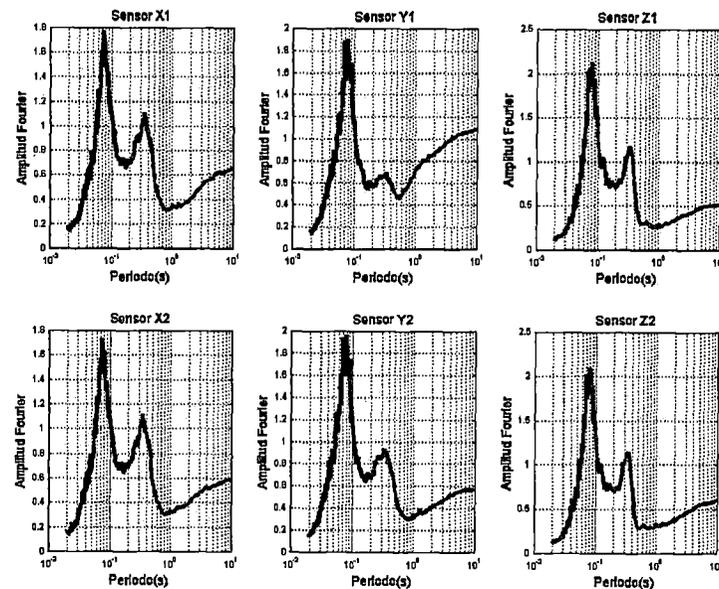
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M26
ARCHIVO	:	ven20030409_1637.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	16:37
UBICACIÓN	:	Av. Pesquero Ciudad Pachacútec
LONGITUD	:	11°49.95'
LATITUD	:	77°9.02'
PERIODO	:	0.30

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

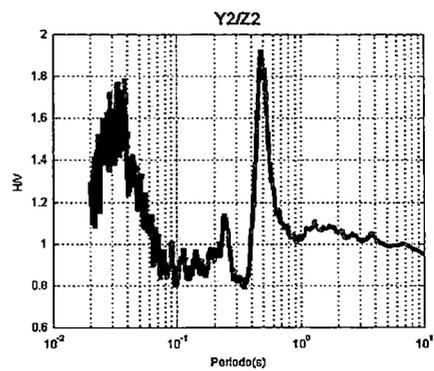
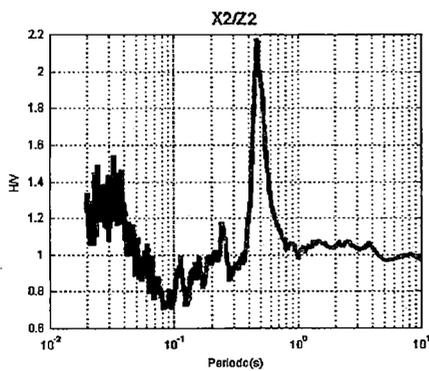
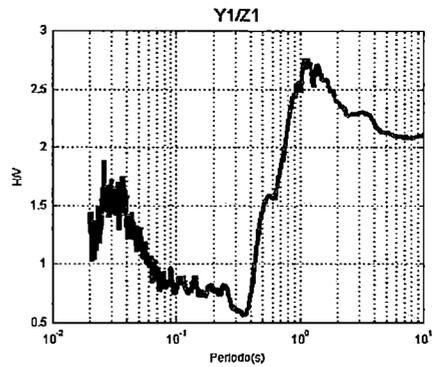
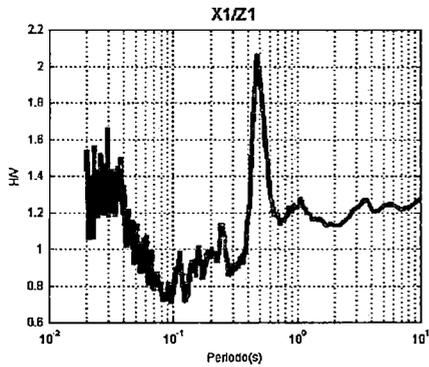


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M27
ARCHIVO	:	ven20030409_1700.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	17:00
UBICACIÓN	:	cruce A.H. La Unión, AH. San Pedro y AH. 20 de Agosto
LONGITUD	:	11°50.65'
LATITUD	:	77°8.98'
PERIODO	:	0.50

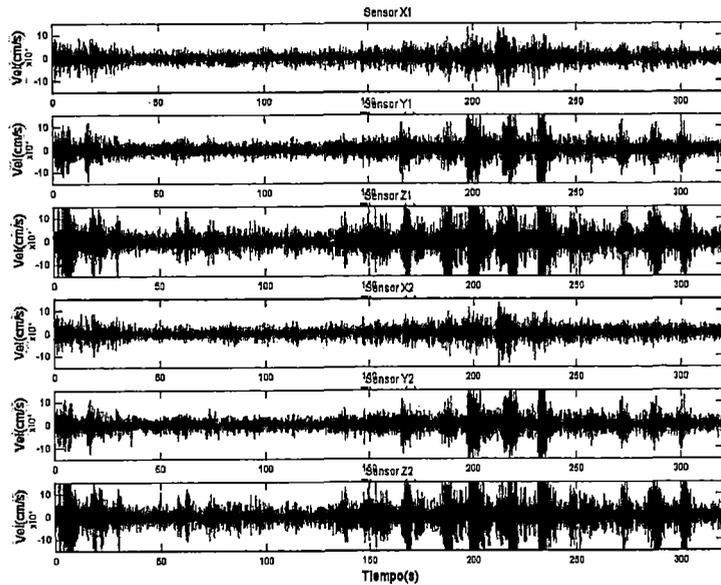
ESPECTRAL RATIO H/V



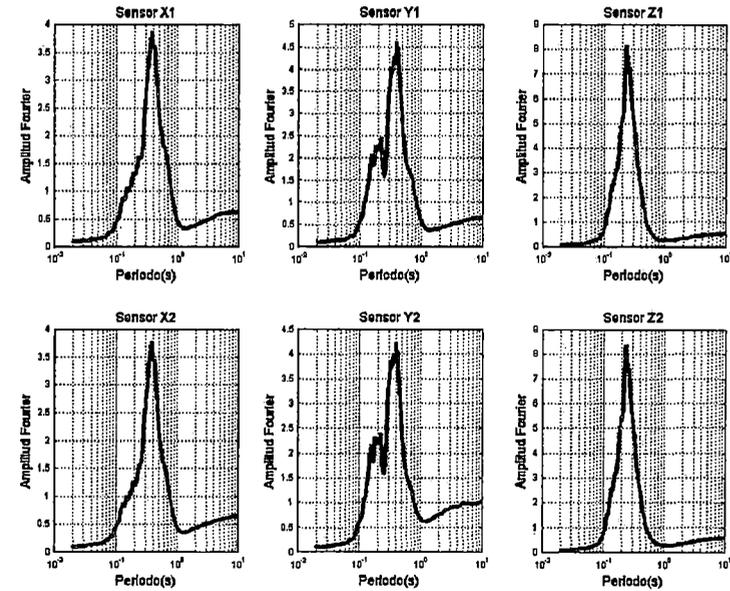
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M27
ARCHIVO	:	ven20030409_1700.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	17:00
UBICACIÓN	:	cruce A.H. La Unión, AH. San Pedro y AH. 20 de Agosto
LONGITUD	:	11°50.65'
LATITUD	:	77°8.98'
PERIODO	:	0.50

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

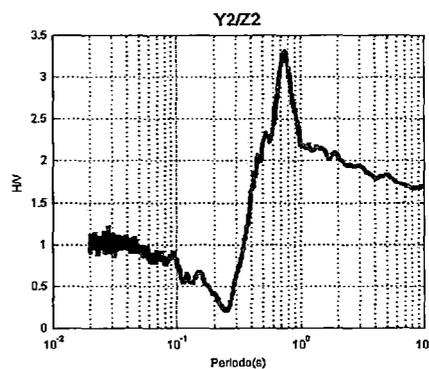
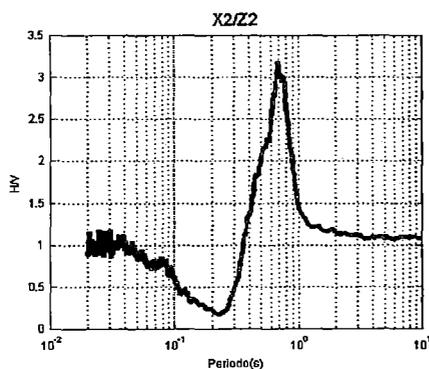
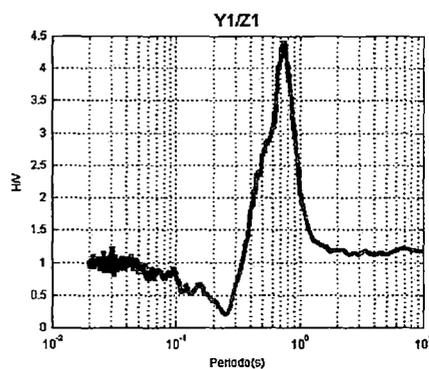
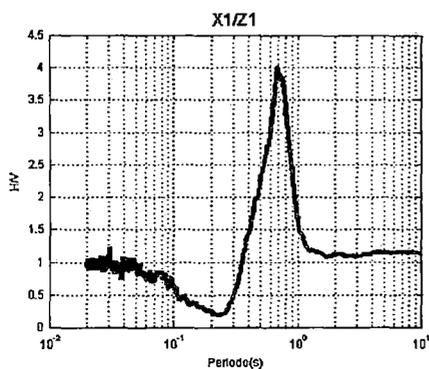


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M28
ARCHIVO	:	ven20030409_1751.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	17:51
UBICACIÓN	:	Balneario Costa Azul
LONGITUD	:	11°52.1'
LATITUD	:	77°9.25'
PERIODO	:	0.70

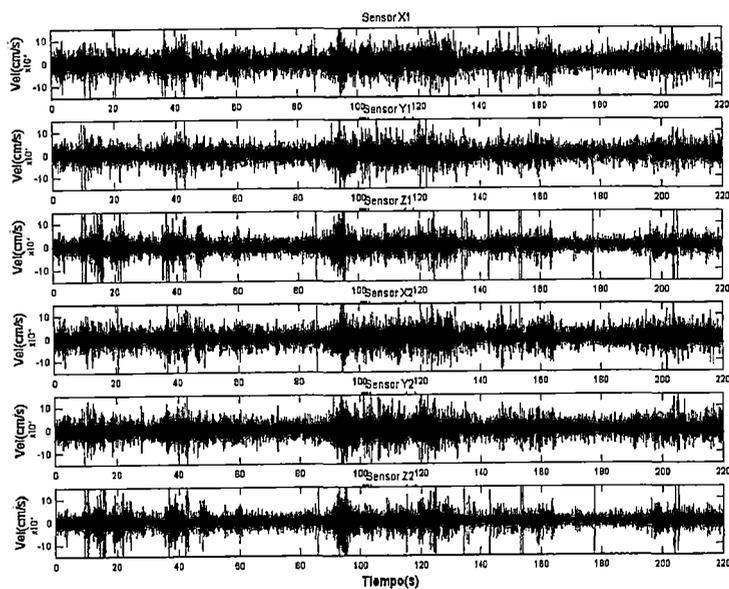
ESPECTRAL RATIO H/V



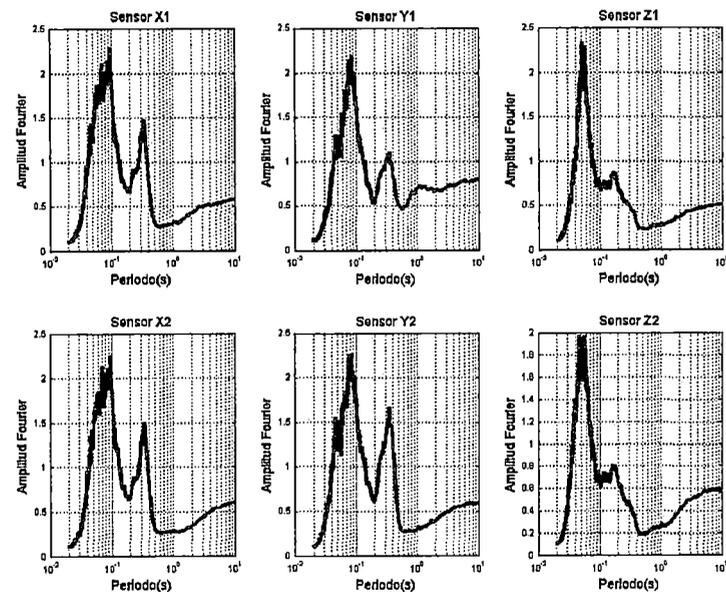
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M28
ARCHIVO	:	ven20030409_1751.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	17:51
UBICACIÓN	:	Balneario Costa Azul
LONGITUD	:	11°52.1'
LATITUD	:	77°9.25'
PERIODO	:	0.70

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

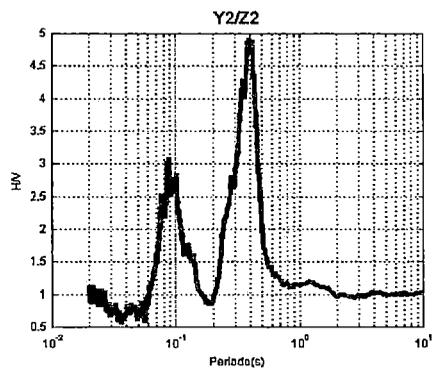
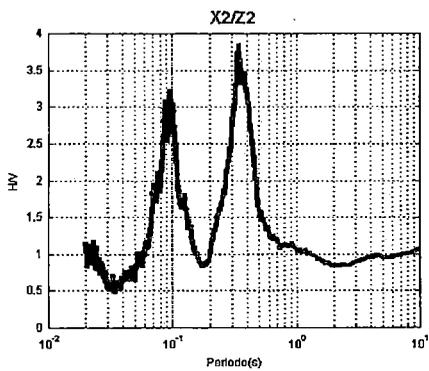
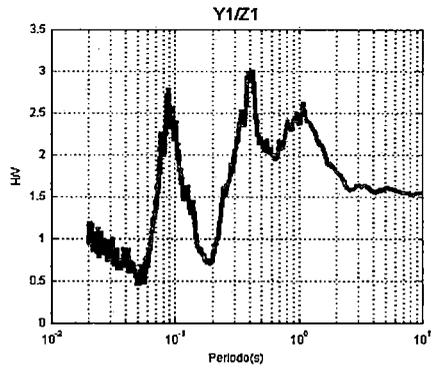
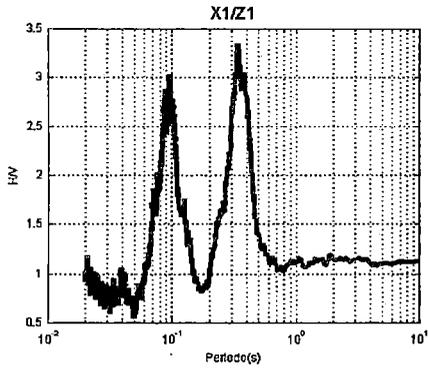


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M29
ARCHIVO	:	ven20030409_1818.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	18:18
UBICACIÓN	:	cruce calle Torre Tagle y calle General Sta. Cruz A.H. Defensores de la Patria
LONGITUD	:	11°52.35'
LATITUD	:	77°8.17'
PERIODO	:	0.35

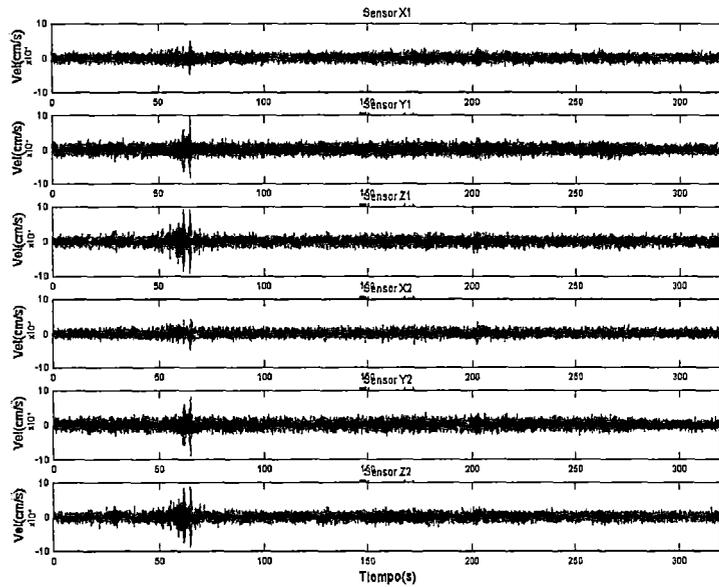
ESPECTRAL RATIO H/V



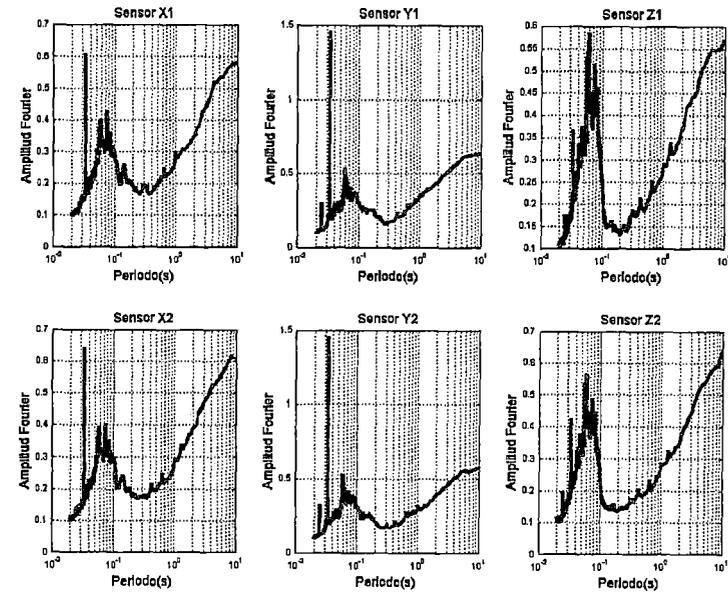
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M29
ARCHIVO	:	ven20030409_1818.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	18:18
UBICACIÓN	:	cruce calle Torre Tagle y calle General Sta. Cruz A.H. Defensores de la Patria
LONGITUD	:	11°52.35'
LATITUD	:	77°8.17'
PERIODO	:	0.35

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

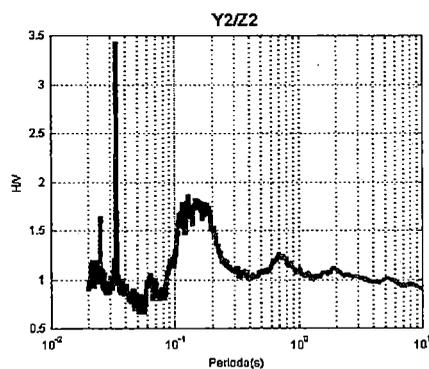
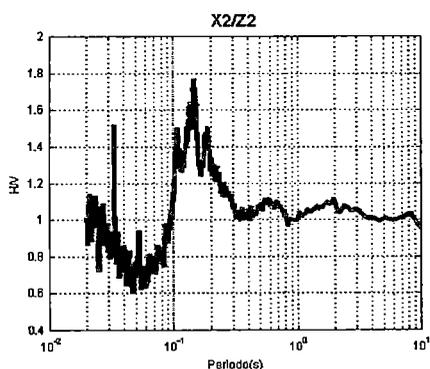
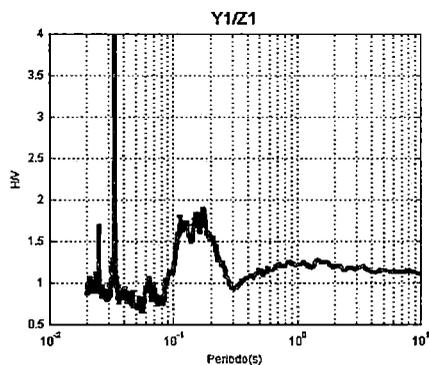
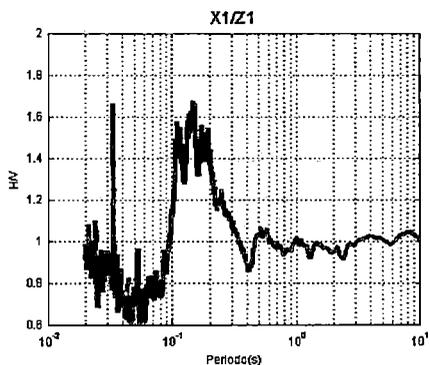


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR : VENTANILLA
PUNTO : M30
ARCHIVO : ven20030409_1857.MTD
DÍA : 09/04/03
HORA : 18:57
UBICACIÓN : Urb. Angamos 3er. Sector Pque.
Sedapal
LONGITUD : $11^{\circ}52.76'$
LATITUD : $77^{\circ}7.77'$
PERIODO : 0.15

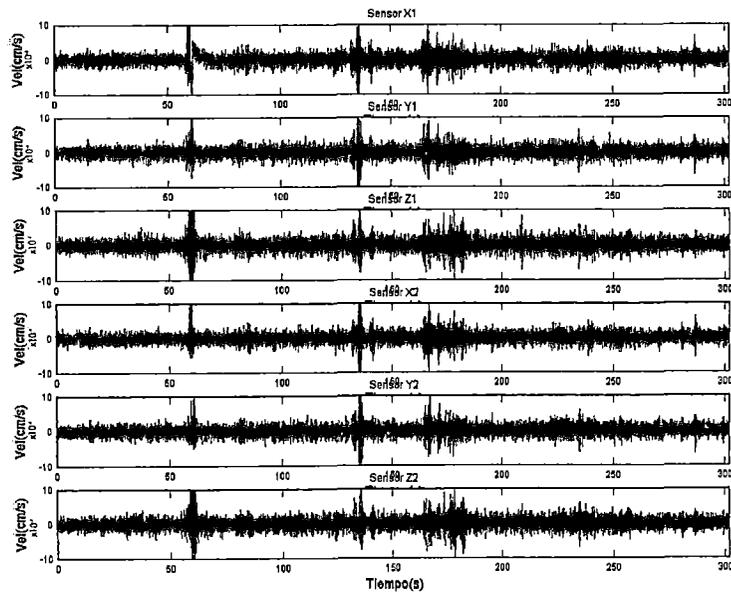
ESPECTRAL RATIO H/V



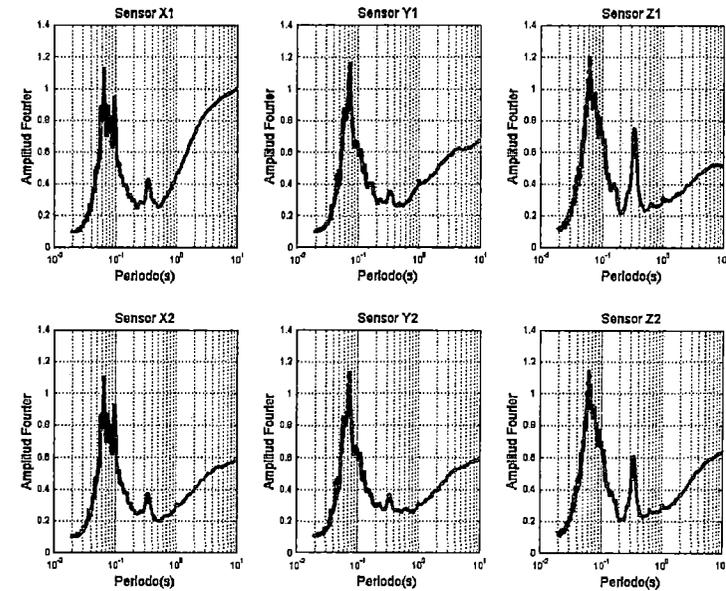
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M30
ARCHIVO	:	ven20030409_1857.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	18:57
UBICACIÓN	:	Urb. Angamos 3er. Sector Pque. Sedapal
LONGITUD	:	11°52.76'
LATITUD	:	77°7.77'
PERIODO	:	0.15

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

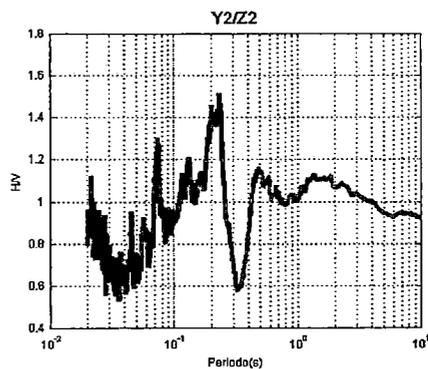
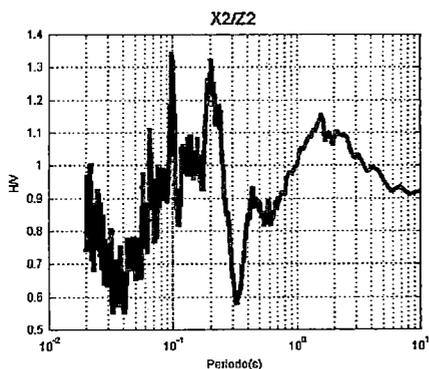
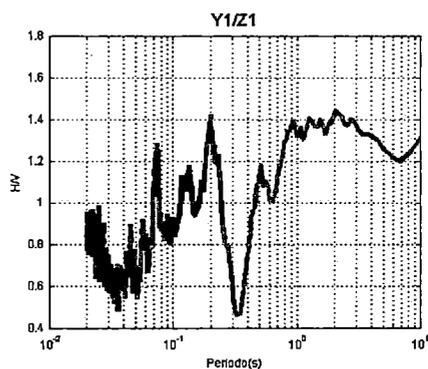
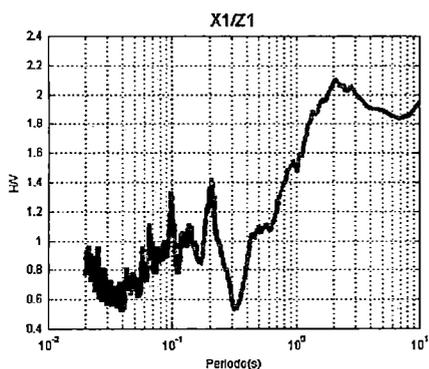


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M31
ARCHIVO	:	ven20030409_1931.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	19:31
UBICACIÓN	:	cruce Pje. 22 y Pje. 17 Parque N°17 Urb. Angamos 2do. Sector
LONGITUD	:	11°53.24'
LATITUD	:	77°7.57'
PERIODO	:	0.20

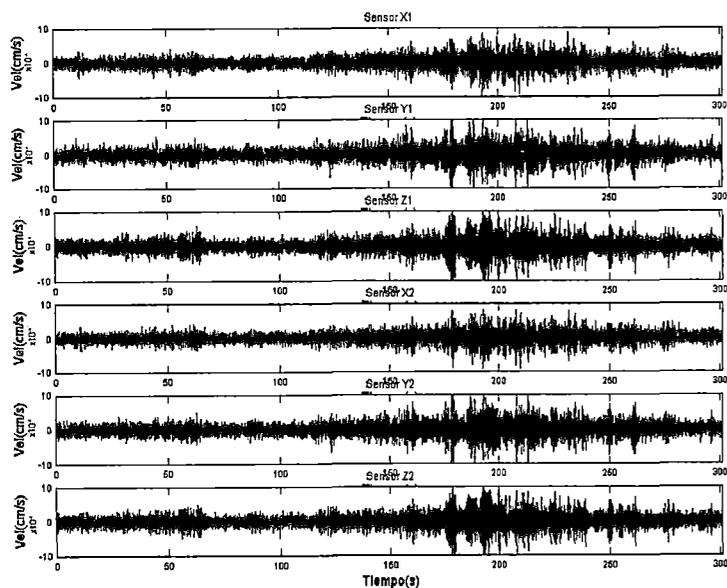
ESPECTRAL RATIO H/V



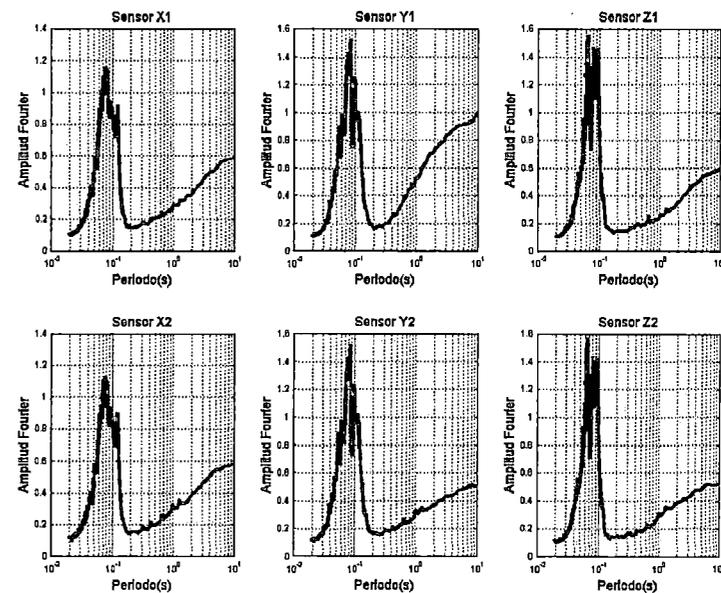
LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M31
ARCHIVO	:	ven20030409_1931.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	19:31
UBICACIÓN	:	cruce Pje. 22 y Pje. 17 Parque N°17 Urb. Angamos 2do. Sector
LONGITUD	:	11°53.24'
LATITUD	:	77°7.57'
PERIODO	:	0.20

MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA

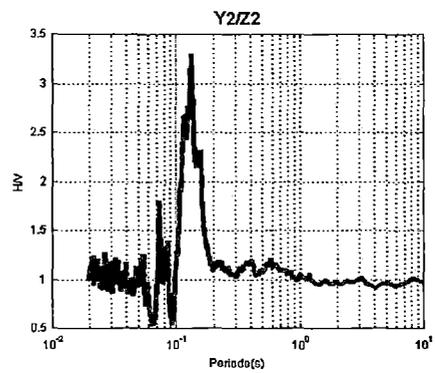
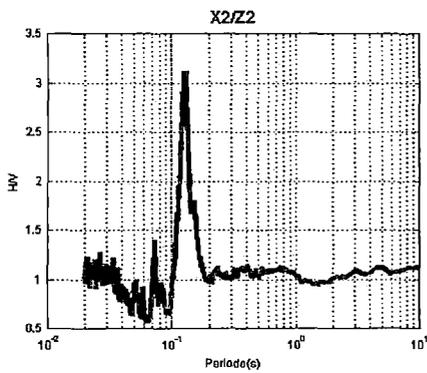
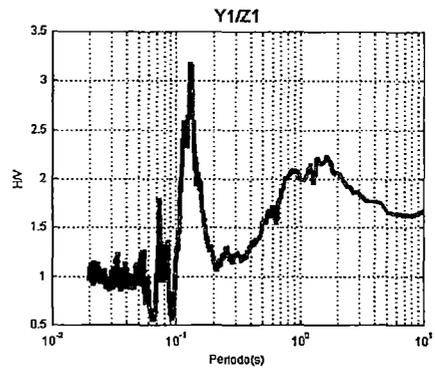
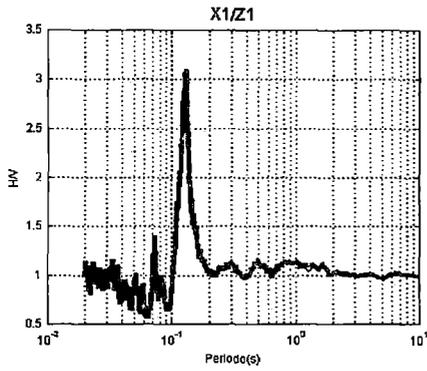


ESPECTRO DE FOURIER



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M32
ARCHIVO	:	ven20030409_2000.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	20:00
UBICACIÓN	:	cruce Psje. B-3 y Psje.26 Urb. Angamos 1er. Sector
LONGITUD	:	11°53.68'
LATITUD	:	77°7.64'
PERIODO	:	0.12

ESPECTRAL RATIO H/V



LUGAR	:	VENTANILLA
PUNTO	:	M32
ARCHIVO	:	ven20030409_2000.MTD
DÍA	:	09/04/03
HORA	:	20:00
UBICACIÓN	:	cruce Psje. B-3 y Psje.26 Urb. Angamos 1er. Sector
LONGITUD	:	11°53.68'
LATITUD	:	77°7.64'
PERIODO	:	0.12

ANEXO VIII

**DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA
SHAKE**

Ingreso de Datos – Programa Shake – Pozo 08

Perfil de Suelo

Nombre del Perfil: pozo 08

Nivel Freático: 3.00 m

Numero de capas: 10

Profundidad Total: 44.6m

Número de Capas	Nombre del Material	Espesor (m)	Peso Unitario (kN/m ³)	Gmax (MPa)	Vs (m/sec)	Curva de Módulo	Curva de Amortiguamiento
1	Arena Limosa	2.50	16.60	61.11	190.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
2	Arena Limosa	3.85	21.00	182.58	292.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
3	Arena Limosa	5.85	21.00	103.64	220.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
4	Arena Limosa	3.95	23.00	252.32	328.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
5	Arena Limosa	5.95	25.30	173.06	259.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
6	Arena Limosa	2.00	25.30	246.33	309.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
7	Arena Limosa	6.00	25.30	171.72	258.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
8	Arena Limosa	3.96	25.30	577.19	473.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
9	Suelo Semicompacto	10.00	26.00	1 120.14	650.00	Gravel (Seed et al.)	Gravel (Seed et al.)
10	Suelo Compacto	0.00	28.00	2 855.16	1 000.00	Rock (Idriss)	Rock (Idriss)

Movimiento de Entrada

Número de Movimientos: 15

Número de Iteraciones: 8

Tasa de deformación: 0.65

Tolerancia: 5.00%

Nombre del Archivo	No of Acc. Values	Max. Acc. (g)	Intervalo Tiempo (sec)	Cutoff Freq. (Hz)	No of Fourier Terms	Capa	Outcrop
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.184	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.100	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.200	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.300	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.400	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.107	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.100	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.200	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.300	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.400	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.196	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.100	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.200	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.300	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\WENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.400	0.020	20.00	8192	10	Yes

Ingreso de Datos – Programa Shake – Pozo 12

Perfil de Suelo

Nombre del Perfil: pozo 12
 Nivel Freático: 3.00 m
 Numero de capas: 9
 Profundidad Total: 34.7m

Número de Capas	Nombre del Material	Espesor (m)	Peso Unitario (kN/m ³)	Gmax (MPa)	Vs (m/sec)	Curva de Módulo	Curva de Amortiguamiento
1	Arena	2.50	16.00	58.90	190.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
2	Arena	4.85	21.00	291.57	369.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
3	Arena	5.85	23.00	96.65	203.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
4	Arena	2.00	23.00	213.90	302.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
5	Arena	3.95	25.30	316.03	350.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
6	Arena	4.45	25.30	246.33	309.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
7	Arena	1.10	25.30	289.52	335.00	Sand (Seed & Idriss) - Average	Sand (Seed & Idriss) - Average
8	Suelo Semicompacto	10.00	26.00	1 120.14	650.00	Gravel (Seed et al.)	Gravel (Seed et al.)
9	Suelo compacto	0.00	28.00	2 855.16	1 000.00	Rock (Idriss)	Rock (Idriss)

Movimiento de Entrada

Número de Movimientos: 15
 Número de Iteraciones: 8
 Tasa de deformación: 0.65
 Tolerancia: 5.00%

Nombre del Archivo	No of Acc. Values	Max. Acc. (g)	Intervalo de Tiempo (sec)	Cutoff Freq. (Hz)	No of Fourier Terms	Capa	Outcrop
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.184	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.100	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.200	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.300	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO66.EQ	3281	0.400	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.107	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.100	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.200	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.300	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO70.EQ	2260	0.400	0.020	20.00	4096	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.196	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.100	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.200	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.300	0.020	20.00	8192	10	Yes
C:\EDUSHAKE\EVENTAN~2\SISMOS\Q\SISMO74.EQ	4899	0.400	0.020	20.00	8192	10	Yes

ANEXO IX

FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Calicata de exploración C01 de 3.0m de profundidad, ubicada en el A.H. Mi Perú MZ D1, frente al lote 11. Hasta la profundidad explorada se encontró arena.

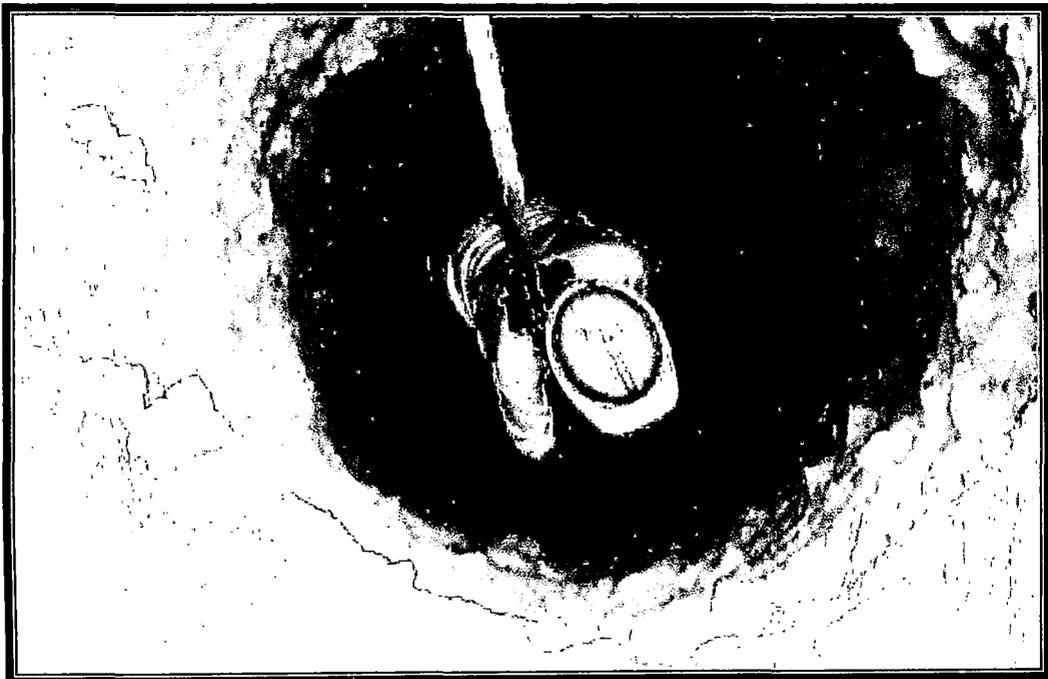


Foto 2. Se observa la toma de muestra en la calicata C03 conformada por gravas, en la Urb. Naval, entre la calle Dorado y la Av. Venus.



Foto 3. Se observa el ensayo SPT, en el arenal del A.H. Los Cedros, 5to. Sector.

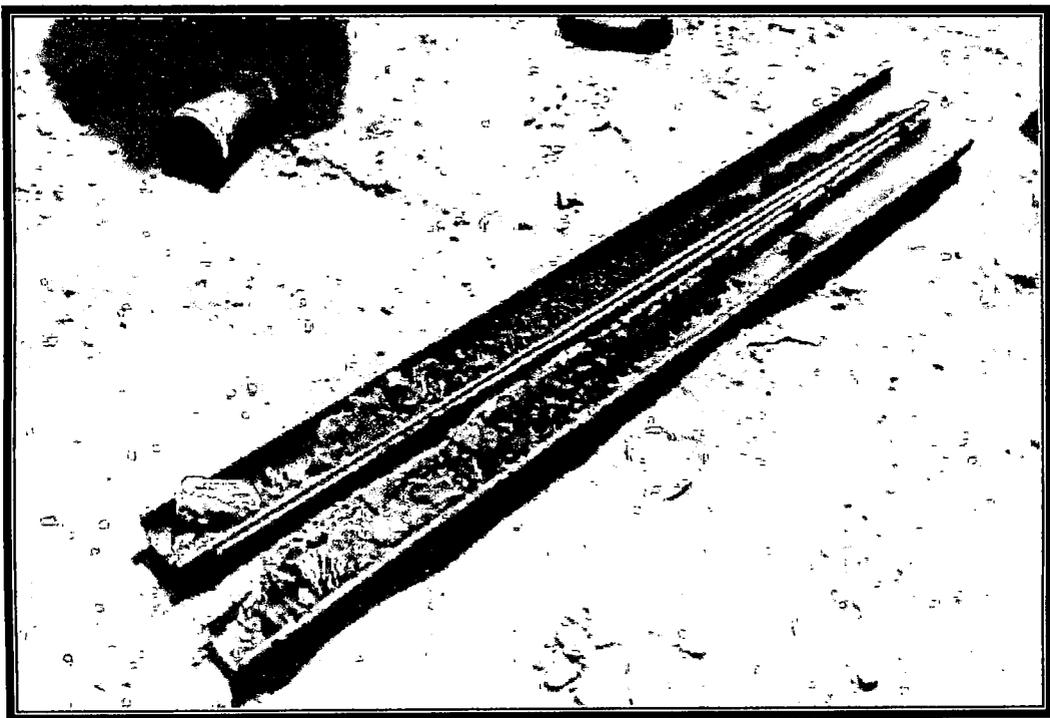


Foto 4. Obtención de la muestra con la caña partida del equipo SPT, en el A.H. Los Cedros, 5to. Sector.

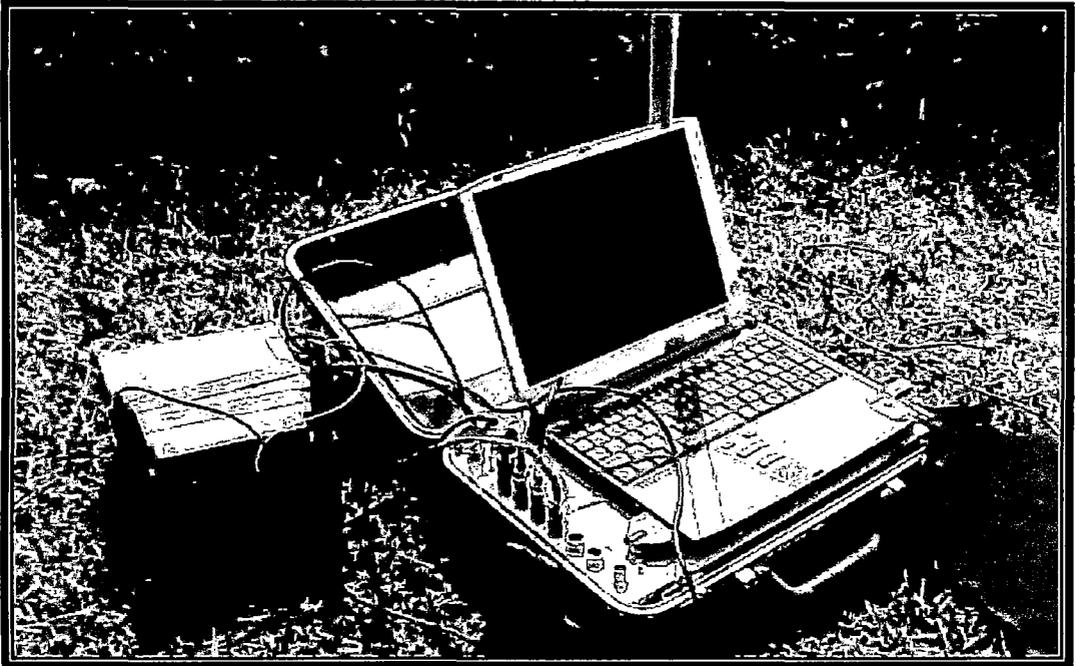


Foto 5. Vista del Equipo de medición de Microtrepidaciones GEODAS-10; se observa la conexión del Panel de Control con la computadora y la batería.



Foto 6. Vista de la colocación de uno de los sensores con rumbo Norte, que capta la vibración natural del suelo y la envía al Panel de control por medio de impulsos de energía a través del cable que tiene conectado.



Foto 7. Vista Panorámica de la Urb. Antonia Moreno de Cáceres, donde se realizaron 03 mediciones de Microtrepidaciones.

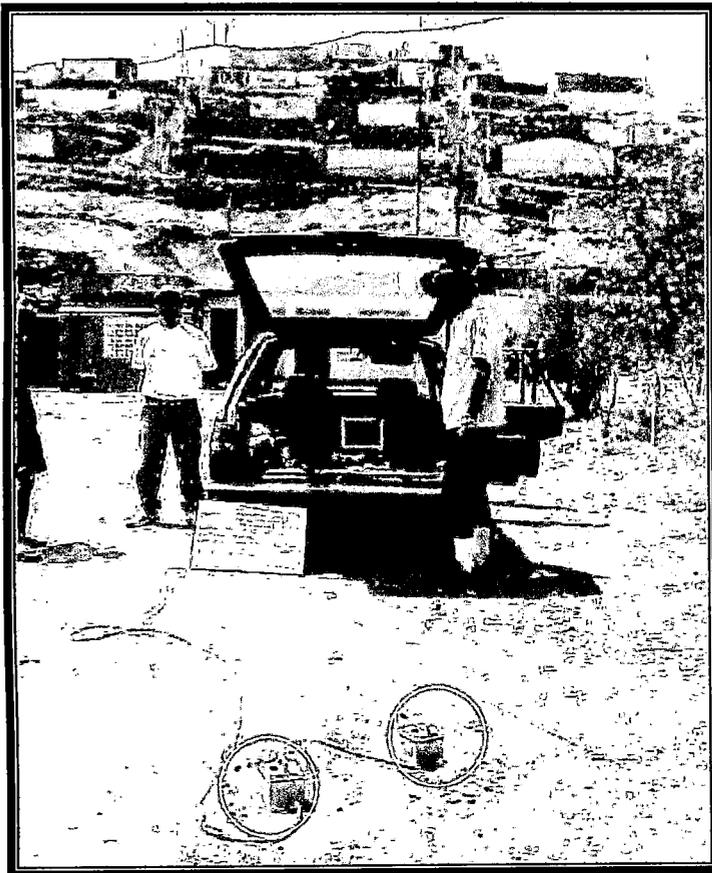


Foto 8. Se observa la instalación del equipo de microtremor, en el A.H. Mi Perú (parte alta).



Foto 9. Se observa instante en la toma de datos del equipo de Microtremor ubicado en las cercanías de la Refinería La Pampilla.

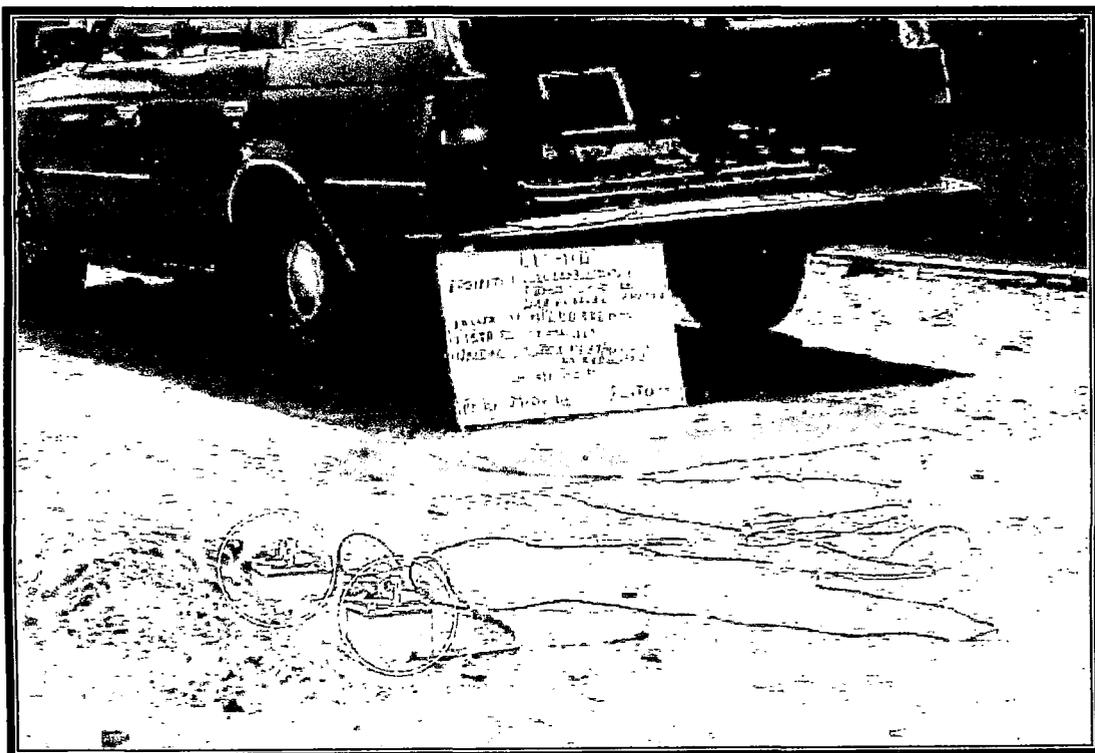


Foto 10. Se observa el equipo de Microtremor en pleno funcionamiento, ubicado en el A.H. Mi Perú (parte baja).

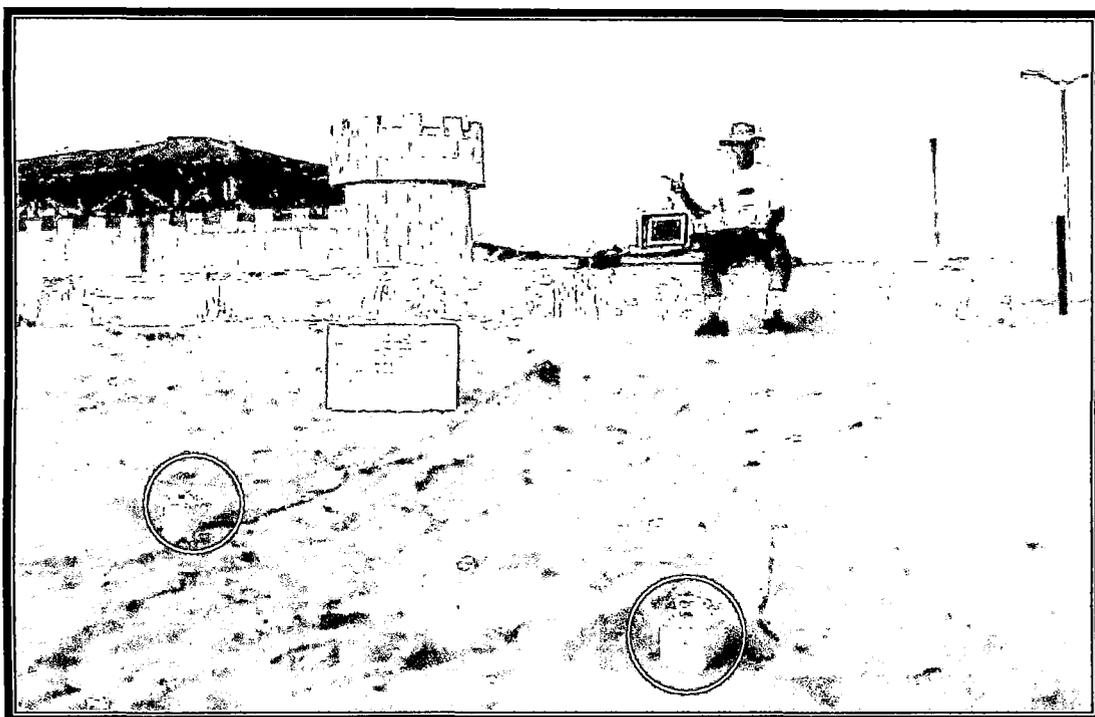


Foto 11. Se observa la distribución de los sensores del equipo de Microtremor para medir la vibración natural del suelo, en la Playa Costa Azul.



Foto 12. Se observa la toma de datos con el Equipo de Microtremor así como al personal técnico encargado de su instalación y control de mediciones.

ANEXO X

PLANOS