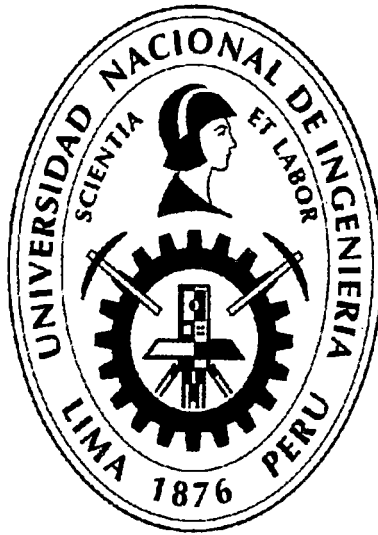


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ARMANDO ISRAEL SIFUENTES JIMÉNEZ

Lima- Perú

2012

Digitalizado por:

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

Dedicatoria

A la memoria de mi madre, Rosario. A mi padre, Juan Manuel,
quién ha sabido trazar en sus hijos el camino hacia el conocimiento.

A mis hermanos Joan, Valeria y Emilio por su siempre apoyo
constante e incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Por sobre todo, a mi padre, primer responsable de mis logros y modelo de mis acciones.

A mis hermanos, siempre atentos de mi progreso y vigilantes de su cumplimiento.

A la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y a los grandes profesionales que han sido y continúan siendo mis maestros.

Al Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), por las muchas facilidades para la realización de la presente investigación y su siempre comprometido trabajo en temas que mantiene siempre en coyuntura.

Mi profunda gratitud al Dr. Zenón Aguilar y al M. Sc Ing. Fernando Lázares, quienes desinteresadamente compartieron sus conocimientos y experiencias para contribuir con mi formación.

Mi profundo agradecimiento a los profesores Dr. Shoichi Nakai y Dr. Toru Sekiguchi de la Universidad de Chiba (Japón); y a la Dra. Diana Calderón por el tiempo valioso entregado en transmitir mucho del conocimiento empleado en esta investigación.

A la Ing. Silvia Alarcón y la Ing. Doris Veneros por su guía y ejemplo en la conducción de actividades de la profesión.

A mis grandes amigos Jesús Negrón, Carlos Gonzales, Rocío Uriarte y Selene Quispe siempre impetuosos y ansiosos del saber.

	Pág.
RESUMEN	1
LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE PLANOS.....	5
INTRODUCCION.....	6
CAPÍTULO I: EL ÁREA DE ESTUDIO Y ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Distrito de La Molina	8
1.3. Geología Regional	8
1.3.1. Aspectos Geomorfológicos	8
1.3.2. Aspectos Geológicos y Litológicos.....	9
1.3.3. Aspectos de Geología Estructural.....	10
1.3.4. Morfogénesis y Aspectos Geodinámicos.....	10
1.4. Geología Local.....	11
1.4.1. Aspectos Geomorfológicos	11
1.4.2. Aspectos Geológicos y Litológicos.....	11
1.4.3. Aspectos de Geología Estructural.....	13
1.4.4. Procesos Geodinámicos Actuales	14
1.5. Zonificación Geológica y Peligro Geológico de Taludes	14
CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO	15
2.1. Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico	15
2.1.1. Evaluación y Caracterización de las Fuentes Sismogénicas	15
2.1.2. Leyes de Atenuación de las Ondas Sísmicas	18
2.1.3. Determinación del Peligro Sísmico Probabilístico	21
2.1.4. Espectros de Peligro Uniforme	23
2.2. Análisis de Peligro Sísmico Determinístico	25
CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO	28
3.1. Información Recopilada	28
3.2. Exploración de Campo.....	28
3.2.1. Calicatas	28
3.3. Ensayos de Laboratorio	29

3.4. Tipos de Suelo en el Área de Estudio	30
3.5. Capacidad Portante de los Suelos	32
CAPÍTULO IV: CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DEL SUELO	34
4.1. Medición de Microtrepidaciones	34
4.1.1. Microtrepidaciones y la Técnica de Nakamura.....	34
4.1.2. Descripción del Equipo de Medición	35
4.1.3. Procedimiento del Ensayo.....	37
4.1.4. Resultados de las Mediciones	38
4.2. Perfiles de Velocidades de Ondas de Corte Mediante el Método MASW	39
4.2.1. El Método MASW	39
4.2.2. Descripción del Equipo de Medición	40
4.2.3. Procedimiento del Ensayo.....	40
4.2.4. Resultados de las Mediciones	41
4.3. Perfiles de Velocidades de Ondas de Corte Mediante el Método F-K y SPAC.....	53
4.3.1. El Método F-K.....	53
4.3.2. El Método SPAC.....	53
4.3.3. Descripción del Equipo de Medición	54
4.3.4. Procedimiento del Ensayo.....	55
4.3.5. Resultados de las Mediciones	56
4.4. Análisis de Amplificación Sísmica	62
4.4.1. Análisis Unidimensional	62
4.4.2. Perfiles Utilizados	63
4.4.3. Espectros de Respuesta en Superficie.....	66
CAPÍTULO V: MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA.....	71
5.1. Microzonificación Geotécnica	71
5.2. Curvas de Isoperiodos	73
5.3. Microzonificación Geotécnica Sísmica	74
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	

ANEXOS

Anexo I	:	Zonificación y Peligro Geológico
Anexo II	:	Estudios de Mecánica de Suelos Recopilados
Anexo III	:	Estudios de Mecánica de Suelos Ejecutados
Anexo IV	:	Resultados de Ensayos de Laboratorio
Anexo V	:	Cálculo de la Capacidad Portante
Anexo VI	:	Periodos de Suelo Recopilados
Anexo VII	:	Registro de Microtrepidaciones
Anexo VIII	:	Registro de Ondas y Curvas de Dispersión de Ensayos MASW
Anexo IX	:	Perfiles de Velocidades de Ondas de Corte de Ensayos MASW
Anexo X	:	Registro de Ondas de Arreglos de Microtrepidaciones
Anexo XI	:	Panel Fotográfico

RESUMEN

Los estudios de microzonificación geotécnica sísmica, consisten en la división de un territorio urbano en zonas geográficas, clasificadas según su respuesta frente a un evento sísmico, y expuestas en un mapa. Estos mapas deben ser documentos fáciles de interpretar y aplicar en planes de uso del suelo para el desarrollo urbano y la reducción de desastres, disminuyendo costos de construcción.

El distrito de La Molina, y la ciudad de Lima en general, están expuestos a un alto nivel de peligro sísmico, evidenciado en los más importantes sismos como del 24 de mayo de 1940 (8.2 Mw), 17 de octubre de 1966 (8.1 Mw), 31 de mayo de 1970 (7.9 Mw), 03 de octubre de 1974 (8.1 Mw), 23 de junio del 2001 (8.4 Mw) y del 15 de agosto del 2007 (8.0 Mw). Los sismos principalmente son producto de la alta actividad que genera la subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana, cuyos bordes convergen a pocos kilómetros del litoral peruano. El distrito de La Molina, que se encuentra ubicado al sureste de la ciudad de Lima, debido a sus características geomorfológicas y sus tipos de suelos, presenta un comportamiento sísmico particular. La información sísmica obtenida en este distrito durante terremotos pasados, muestra que las intensidades sísmicas registradas son mayores que las registrados en otras zonas de la ciudad de Lima.

Se elaboró la Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de La Molina analizando información relacionada a la mecánica y dinámica de los suelos representada en la Microzonificación Geotécnica y las Curvas de Isoperiodos, respectivamente. Se realizaron calicatas, ensayos de microtrepidaciones, ensayos MASW y arreglos de microtrepidaciones para evaluar las características mecánicas y dinámicas de los suelos. Se realizó un análisis unidimensional de amplificación sísmica, resultando en funciones de transferencia del suelo y espectros de respuesta en superficie.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Mapa de distribución de epicentros y fuentes de subducción (CISMID, 2011)	16
Figura 2.2. Mapa distribución de epicentros y fuentes continentales (CISMID, 2011)	17
Figura 2.3. Espectros de peligro uniforme para $T_r = 475$ años	24
Figura 2.4. Espectros de peligro uniforme para $T_r = 950$ años	24
Figura 2.5. Espectros de peligro uniforme para $T_r = 2500$ años	25
Figura 3.1. Ejecución de calicata C-08.....	29
Figura 4.1. Equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa Tokyo Sokushin.	35
Figura 4.2. Equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa Buttan Service.	36
Figura 4.3. Equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa Tokyo Sokushin.	37
Figura 4.4. Equipo de medición para ensayo MASW.	40
Figura 4.5. Ejecución de ensayo MASW.....	41
Figura 4.6. Arreglo circular para método F-K y SPAC.....	55
Figura 4.7. Arreglo lineal para método F-K.	56
Figura 4.8. Curva de dispersión (izq.) y perfil de velocidades de ondas de corte (dcha.) para perfil A-01.	57
Figura 4.9. Curva de dispersión (izq.) y espectro H/V (dcha.) observados y teóricos para perfil A-01.....	58
Figura 4.10. Curva de dispersión (izq.) y perfil de velocidades de ondas de corte (dcha.) para perfil A-02.	59
Figura 4.11. Curva de dispersión (izq.) y espectro H/V (dcha.) observados y teóricos para perfil A-02.....	60
Figura 4.12. Perfil de velocidades de ondas de corte para perfil A-03.....	61
Figura 4.13. Curva de dispersión teórica (izq.) y espectro H/V observado y teórico (dcha.) para perfil A-03.	62
Figura 4.14. Análisis unidimensional.	63
Figura 4.15. Espectros de respuesta de señales escaladas y espectro de peligro uniforme.	66
Figura 4.16. Factor de amplificación sísmica del suelo (izq.) y factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural (dcha.) para perfil A-01	68

Figura 4.17. Espectros de respuesta en superficie para perfil A-01.....	68
Figura 4.18. Factor de amplificación sísmica del suelo (izq.) y factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural (dcha.) para perfil A-02.	69
Figura 4.19. Espectros de respuesta en superficie para perfil A-02.....	69
Figura 4.20. Factor de amplificación sísmica del suelo (izq.) y factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural (dcha.) para perfil A-03.	70
Figura 4.21. Espectros de respuesta en superficie para perfil A-03.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Estaciones acelerográficas utilizadas para obtención de la ley de atenuación CISMID.....	20
Tabla 2.2. Punto analizado para la obtención del peligro sísmico.....	21
Tabla 2.3. Aceleraciones máximas en roca – método probabilístico.....	22
Tabla 2.4. Aceleraciones máximas en suelo – método probabilístico.....	22
Tabla 2.5. Aceleraciones máximas en roca – método determinístico.....	26
Tabla 2.6. Aceleraciones máximas en suelo – método determinístico.....	27
Tabla 4.1. Datos para modelo dinámico de perfil A-01.....	64
Tabla 4.2. Datos para modelo dinámico de perfil A-02.....	64
Tabla 4.3. Datos para modelo dinámico de perfil A-03.....	64
Tabla 4.4. Registros sísmicos usados en el análisis.....	65

LISTA DE PLANOS

Plano P-01	:	Ubicación de la Zona de Estudio
Plano P-02	:	Geología de la Zona de Estudio
Plano P-03	:	Ubicación de Estudios de Suelo
Plano P-04	:	Ubicación de Ensayos de Microtrepidaciones
Plano P-05	:	Ubicación de Perfiles Vs
Plano P-06	:	Tipo de Suelo a 1 m de Profundidad
Plano P-07	:	Tipo de Suelo a 2 m de Profundidad
Plano P-08	:	Microzonificación Geotécnica
Plano P-09	:	Isoperiodos
Plano P-10	:	Microzonificación Geotécnica Sísmica

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de la ingeniería sísmica en sus diversas áreas es de vital importancia para permitir el desarrollo constante de las actividades propias de la vida del hombre. Eventos sísmicos del año 2011, como el acontecido el 22 de febrero en Nueva Zelanda (6.1 Mw) y el 11 de marzo en Japón (9.0 Mw); en el año 2010, como el acontecido el 12 de enero en Haití (7.0 Mw) y el 27 de febrero en Chile (8.8 Mw); y el año 2007, el 15 de agosto en Perú (8.0 Mw) han demostrado que la respuesta frente a estos fenómenos naturales deben de planificarse con anterioridad al evento. La evaluación del riesgo sísmico presente en un lugar específico es vital para planificar tal respuesta.

La presente investigación plantea un estudio del nivel de riesgo desde la componente del peligro sísmico en términos generales, es decir, que no solo se refiere al estudio de Peligro Sísmico Probabilístico o Determinístico, sino también al efecto de sitio. Se presentan los resultados a través de la Microzonificación Geotécnica Sísmica, que separa el área de estudio en diferentes zonas según el comportamiento mecánico y dinámico del suelo.

La presente investigación se organiza en 5 capítulos. El *Capítulo 1* presenta los antecedentes de la investigación, datos del distrito de La Molina y la geología del área de estudio. El *Capítulo 2* presenta los resultados de la evaluación del Peligro Sísmico, así como las fuentes sismogénicas y leyes de atenuación utilizadas.

Las características mecánicas de los suelos que conforman el área de estudio, así como los estudios recopilados y ejecutados para la obtención de éstas se muestran en el *Capítulo 3*. El *Capítulo 4* presenta las características dinámicas de los suelos que conforman el área de estudio, basadas en ensayos de microtrepidaciones, ensayos MASW, arreglos de microtrepidaciones y un análisis unidimensional de amplificación sísmica.

El *Capítulo 5* presenta la Microzonificación Geotécnica Sísmica resultado del análisis de las características mecánicas y dinámicas presentadas en la Microzonificación Geotécnica y las Curvas de Isoperiodos, respectivamente.

CAPÍTULO I: EL ÁREA DE ESTUDIO Y ASPECTOS GEOLÓGICOS

1.1. Antecedentes

El 8 de noviembre del año 2007 mediante Decreto Supremo N°32-2007-VIVIENDA se crea el Programa de Gestión Territorial con la finalidad de realizar acciones de prevención ante fenómenos naturales que permitan ejecutar actividades para la reducción de riesgo en materia de vivienda, urbanismo y saneamiento; y promover el desarrollo de ciudades intermedias que permitan mejores condiciones de vida, espacios sostenibles y que articulen el crecimiento económico de sus entornos de influencia, en concordancia con los objetivos y políticas de defensa civil y del desarrollo nacional.

Dentro del programa mencionado se desarrolló el proyecto “Apoyo a la Gestión Integral del Riesgo de Desastres a Nivel Urbano” financiado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Banco Interamericano de Desarrollo. Por convenio específico de cooperación interinstitucional entre el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y la Universidad Nacional de Ingeniería, se encargó al Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) la ejecución del “Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima” que dentro de sus objetivos específicos tuvo elaborar estudios de microzonificación sísmica en 6 distritos de Lima Metropolitana: San Juan de Lurigancho, Comas, Puente Piedra, Villa el Salvador, La Molina y Chorrillos.

Basados en este último estudio se desarrolla la presente investigación denominada “Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de La Molina”.

El distrito de La Molina, ubicado al sureste de la ciudad de Lima, debido a sus características geomorfológicas y sus tipos de suelos, presenta un comportamiento sísmico particular. La información sísmica obtenida en este distrito durante terremotos pasados, muestra que las intensidades sísmicas

registradas son mayores que las registradas en otras zonas de la ciudad de Lima (Repetto et al., 1980).

Conociendo las consecuencias que traen consigo los eventos sísmicos, investigaciones como la presente, se hacen necesarias.

1.2. Distrito de La Molina

El distrito de La Molina, fundado el 6 de febrero de 1962, se ubica en la zona sureste de Lima Metropolitana (ver Plano P-01), en la provincia y región de Lima encontrándose localizada en la parte central de la Costa peruana. Su extensión queda definida, aproximadamente, por las siguientes coordenadas geográficas:

12° 00' 03" a 12° 00' 07" Latitud Sur
76° 57' 00" a 76° 51' 00" Longitud Oeste

El distrito de La Molina se ubica, geográficamente, en un área límite, entre lo que constituye la parte alta de la región Chala y la parte baja de la región Yunga, de acuerdo a la clasificación de Pulgar Vidal; se refiere a una altitud que va de 350 a 900 m.s.n.m.

Hoy en día, La Molina es un distrito que cuenta en su mayor parte con viviendas unifamiliares, amplias calles y avenidas con numerosas áreas verdes y un aproximado de 130,000 habitantes.

1.3. Geología Regional

1.3.1. Aspectos Geomorfológicos

Los rasgos geomorfológicos presentes en el área en estudio, han sido modelados por eventos plutónicos y/o tectónicos, así como por procesos de geodinámica externa.

Las unidades geomorfológicas existentes en el área estudiada son clasificadas como quebradas y estribaciones de la Cordillera Occidental. Estas se detallan a continuación:

a) Quebradas

Esta unidad geomorfológica comprende las quebradas afluentes que permanecen secas la mayor parte del año, discurriendo agua solo en épocas de fuertes precipitaciones en el sector andino y especialmente asociados al Fenómeno del Niño.

b) Estribaciones de la Cordillera Occidental

Esta unidad geomorfológica, corresponde a las laderas y restos marginales de la cordillera andina, de topografía abrupta, formado por plutones los cuales han sido emplazados con rumbo NO-SE, los mismos que han sido disectados por las quebradas.

1.3.2. Aspectos Geológicos y Litológicos

La secuencia estratigráfica de la región abarca las formaciones o superunidades que se ubican unas fuera del área de proyecto y otras en el área en la que se desarrolla la presente investigación. La geología regional comprende rocas y suelos con edades que van desde el Cretáceo Superior, Terciario y Cuaternario, hasta la más reciente, en el siguiente orden:

Gabrodioritas pertenecientes a la Superunidad Patap (Ks – gbdi – pt).- Esta unidad está compuesta por cuerpos de gabros y dioritas, las más antiguas del batolito, emplazados al lado occidental del mismo, con edad perteneciente al Cretáceo Superior, de color oscuro, debido a los magnesianos que contiene, la textura de la roca varía de grano medio a grueso, de alto peso específico, conteniendo hornblenda y biotitas.

Granodiorita - Granito perteneciente a la Superunidad Santa Rosa (ks – gd – g – sr).- Esta compuesta por granodioritas resistentes a la compresión, generalmente se encuentran disturbadas e intruyen a las Calizas Atocongo, a la formación Pamplona y al Volcánico Quilmaná.

Tonalita – Dioritas perteneciente a la Superunidad Santa Rosa (ks – tdi – sr).- Estos cuerpos se presentan constituyendo la parte central de esta super-familia, con un marcado color oscuro. Las rocas presentan un color gris oscuro, textura holocristalina de grano medio variando a grueso y destacando las plagioclasas blancas dentro de una masa oscura.

Depósito Aluvial Pleistocénico (Qp-al).- Constituido por acumulaciones aluviales desérticas del Cuaternario antiguo, principalmente por la activación de la quebrada La Molina. La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos, está conformado por bloques de roca de naturaleza intrusiva y volcánica y gravas con formas que van de subangulosas a angulosas, arenas de diversa granulometría y una matriz limosa o limo arcillosa.

1.3.3. Aspectos de Geología Estructural

En el área de estudio y alrededores, producto de la fase compresiva del Terciario Inferior, se ha desarrollado un sistema de fallamiento con dirección NO – SE paralelo a la Cadena Andina, que ha favorecido el rápido desarrollo de la erosión lineal, así como un sistema de fracturas que obedecen a procesos tectónicos de compresión Post – batolito. Los grandes esfuerzos tangenciales han causado el fracturamiento intenso de los cuerpos rocosos ígneos, con fracturas limpias que presentan aberturas que van de mm a cm, lo que ocasiona que en superficie éstas se encuentren disturbadas e inestables.

1.3.4. Morfogénesis y Aspectos Geodinámicos

La configuración del relieve en la región está subordinada a procesos morfogénéticos que han ocurrido en el pasado geológico. A continuación se describe estos procesos:

Morfogénesis Terciaria.- Está asociada al inicio de la Orogénesis Andina, que ocurrió de fines del Mesozoico al Terciario Inferior, y la última fase de orogénesis (desde el Pleistoceno, hasta el Cuaternario Reciente) que se manifiesta con el levantamiento de Los Andes a sus altitudes actuales aproximadamente; luego una prolongada fase erosiva en el Terciario Medio redujo los Andes al estado de

llanuras no muy elevadas sobre el nivel del mar. El rápido levantamiento plio-pleistoceno determinó un brusco incremento en las pendientes generales en el relieve con el consiguiente desarrollo de procesos erosivos e incisión fluvial.

Morfogénesis Cuaternaria – El relieve ha sido modelado por la ocurrencia de las Glaciaciones Andinas, que originó gases fríos y húmedos por lo que el clima de la Sierra recibió precipitaciones más abundantes que en la actualidad; lo que ocasionó que los huaycos de la región andina lleguen inclusive hasta el nivel del mar.

La morfogénesis cuaternaria se caracteriza por un climatismo geomorfológico mucho más activo que el actual, especialmente durante la fase de glaciación andina, la última de las cuales duró aproximadamente 70,000 años, habiendo concluido hace 10,000 años.

1.4. Geología Local

1.4.1. Aspectos Geomorfológicos

Los rasgos geomorfológicos indican cerros abruptos (de fuertes pendientes en cotas superiores), lomadas y acumulaciones de baja pendiente al pie de los taludes.

1.4.2. Aspectos Geológicos y Litológicos

Las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio, están conformadas por afloramientos rocosos y depósitos inconsolidados (ver Plano P-02), con edades que van desde el Cretáceo Inferior al Cuaternario Reciente. A continuación se describen estas unidades:

Formación Pamplona (Ki-pa).- Esta unidad está conformada por calizas grisáceas en bancos delgados, alternado con lutitas limolíticas amarillo rojizas, con niveles tobáceos margosos gris verdosas de disyunción pizarrosa y películas de yeso. Se puede apreciar esta formación en la margen izquierda y al costado del Centro Parroquial Virgen del Morro.

Formación Atocongo (Ki-at).- Constituida por calizas oscuras y limolitas con capas de Chert. Las calizas Atocongo se encuentran intruidas por las dioritas e hipabisales (andesitas) las cuales han dado lugar a niveles recrystalizados y/o marmolizados con menas de calcita como relleno, disseminación de pirita y alteración de manchas de azufre. En el Sector de la Molina Vieja se tiene granitos que han marmolizado las calizas Atocongo.

Volcánico Quilmaná (Kms-q).- Esta unidad pertenece al grupo Casma, compuesto por rocas volcánicas metamorfizadas, en forma de meta-andesitas de color oscuro, dura y en partes silicificada, con edades que van del Cretáceo Medio Superior, posiblemente hasta el Terciario Inferior.

Gabrodiorita perteneciente a la Superunidad Patap (Ka – gbdi – pt) .- Compuesta por gradación a una diorita de color oscuro, la textura de la roca varía de grano medio a grueso, de alto peso específico, hornblenda y biotitas de color oscuro (debido a los magnesianos que contiene).

Granodiorita – granito perteneciente a la superunidad Santa Rosa (ks – gd – g – sr).- Las rocas pertenecientes a esta unidad son resistentes a la compresión, se encuentran disturbadas e intruyen a las calizas Atocongo, a la formación Pamplona y al Volcánico Quilmaná.

Tonalita – Diorita perteneciente a la Superunidad Santa Rosa (ks – tdi – sr).- Estos cuerpos se presentan constituyendo la parte central de esta super-familia, con un marcado color oscuro. Las rocas presentan un color gris oscuro, textura holocristalina de grano medio variando a grueso y destacando las pagioclasas blancas dentro de una masa oscura.

Depósito Aluvial Pleistocénico (Qp-al).- Constituido por acumulaciones aluviales desérticas del Cuaternario Antiguo, principalmente por la activación de la quebrada La Molina. La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos, está conformado por bloques de roca de naturaleza intrusiva y/o volcánica y gravas con formas que van de subangulosas a angulosas, arenas de diversa granulometría y una matriz limosa o limo arcillosa.

Depósito Coluvio – aluvial – eluvial pleistocénico (Qp – col – al – el).- Conformado por bloques de roca de naturaleza pétrea del tipo intrusivo o volcánico, con formas que van desde angulosas a subangulosas, con gravas y/o gravillas de forma angulosa y arena de diversa granulometría en una matriz limosa.

Depósito Coluvio – aluvial – eluvial antiguo o reciente (Qp.r – col – al – el) (1) o Qp.r – co – al – el (2).- estos depósitos del Cuaternario Antiguo – Reciente, se encuentran generalmente ubicados al pie de los taludes, las cuales evidencian anteriores eventos de geodinámica externa, ya sea por huaycos y/o actividad sísmica. Estos depósitos están constituidos por bloques de roca de naturaleza pétrea intrusiva y/o volcánica, así como gravas o gravillas (el porcentaje aumenta si es más reciente), de forma que van de angulosa a subangulosa, en poca o muy poca matriz limosa.

1.4.3. Aspectos de Geología Estructural

La geología estructural está representada por los fracturamientos y juntas existentes en las rocas intrusivas, volcánicas o preexistentes; así como la existencia de dos fallas inferidas F1 y F2 (CISMID [10]). La falla F1 presenta un azimut equivalente a N270°, esta falla cruza en el Sector Las Viñas, las rocas granodiorita – granito de la Superunidad Santa Rosa (Ks – gd – g – sr), el depósito coluvio – eluvial (Qpr – co – al – el) y la Gabrodiorita de la superunidad Patap (Ks – gd – g – sr) y finalmente cruza en parte la quebrada Rinconada del Lago.

Esta falla inferida se puede considerar como inactiva, ya que no se evidencia rasgos de movimiento reciente.

La falla F2 atraviesa en el sector de Musa la roca Gabrodiorita de la superunidad Patap (Ks – gbdi – pt) y el depósito coluvio – aluvial – eluvial pleistocénico (Qp – co – al – el), se observa con una potencia de 1.5 metros, azimut de 220° y buzamiento de 54°, se encuentra relleno por un material brechoso muy fracturado, de muy meteorizado a moderadamente meteorizado. Esta falla no

presenta evidencias de movimientos recientes, por lo tanto se le puede considerar como una falla inactiva.

1.4.4. Procesos Geodinámicos Actuales

Los principales procesos geodinámicos en el área de estudio y alrededores han sido originados por las glaciaciones cuaternarias y las precipitaciones fluviales que han afectado en mayor grado el relieve, hasta configurar las geoformas actuales. La actividad de geodinámica externa está representada por fenómenos de geodinámica como derrumbes, desprendimientos de rocas, flujos (huaycos), etc., en especial asociado al material ígneo disturbado y a la reactivación de flujos antiguos (huaycos) que han ocurrido principalmente en el Cuaternario Pleistocénico, mostrándose evidencias de éstos en las laderas, al pie de los taludes y en los cauces de las quebradas.

1.5. Zonificación Geológica y Peligro Geológico de Taludes

CISMID [10] realizó una inspección y evaluación geológica a lo largo de los taludes del distrito con la finalidad de identificar los distintos depósitos y formaciones rocosas, así como la estabilidad o peligro geológico en que se encuentran estos. Los resultados, incluidos en la presente investigación, se muestran en el Anexo I.

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

2.1. Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico

2.1.1. Evaluación y Caracterización de las Fuentes Sismogénicas

Una fuente sismogénica es una representación lineal, de área o volumen espacio-temporal de la corteza terrestre que presenta características geológicas y sísmicas similares. Así, las fuentes sismogénicas cumplen un papel fundamental en la evaluación del peligro sísmico de una región determinada, de modo que los resultados finales evidentemente dependen de una adecuada delimitación (Gamarra, 2009).

Las fuentes sismogénicas utilizadas en la presente investigación son las expuestas en el trabajo de investigación “Nuevas Fuentes Sismogénicas Para la Evaluación del Peligro Sísmico y Generación de Espectros de Peligro Uniforme en el Perú” realizado por Gamarra (2009).

Gamarra realizó un catálogo que abarcan los sismos desde el año 1901 hasta el año 2008. Los datos sísmicos del catálogo utilizado fueron la compilación de dos catálogos sísmicos: El del Instituto Geofísico del Perú y el del National Earthquake Information Center (NEIC). Analizó las características de la sismicidad en el Perú asociadas al proceso de subducción y a la deformación continental. Es decir, en base a la Neotectónica y la distribución espacial de los sismos se han identificado zonas en las que se modifica el comportamiento de la sismicidad entre una y otra región. Las Figuras 2.1 y 2.2 muestran el mapa de distribución de epicentros, con las fuentes de subducción y continentales, respectivamente.

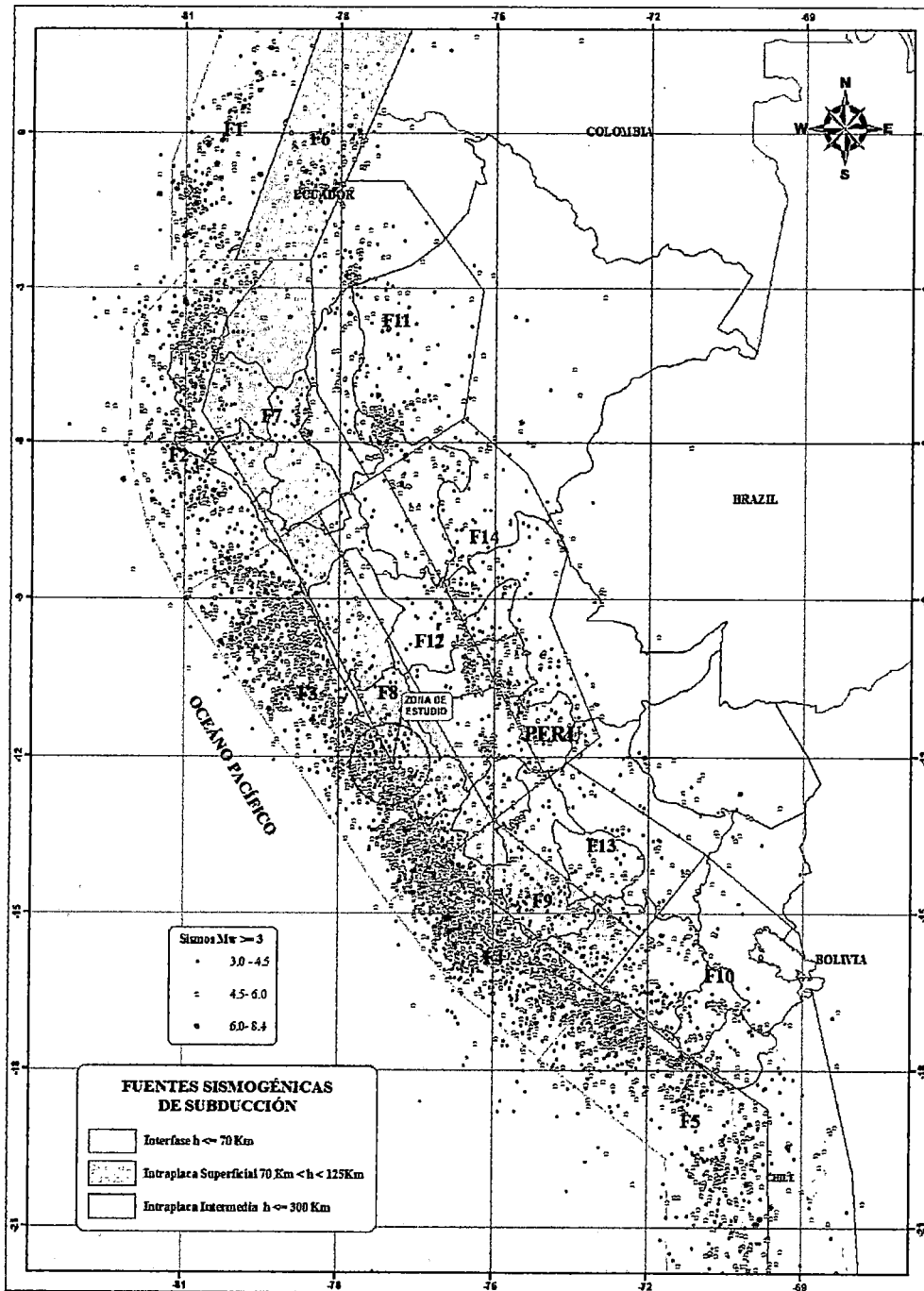


Figura 2.1. Mapa de distribución de epicentros y fuentes de subducción
(CISMID, 2011)

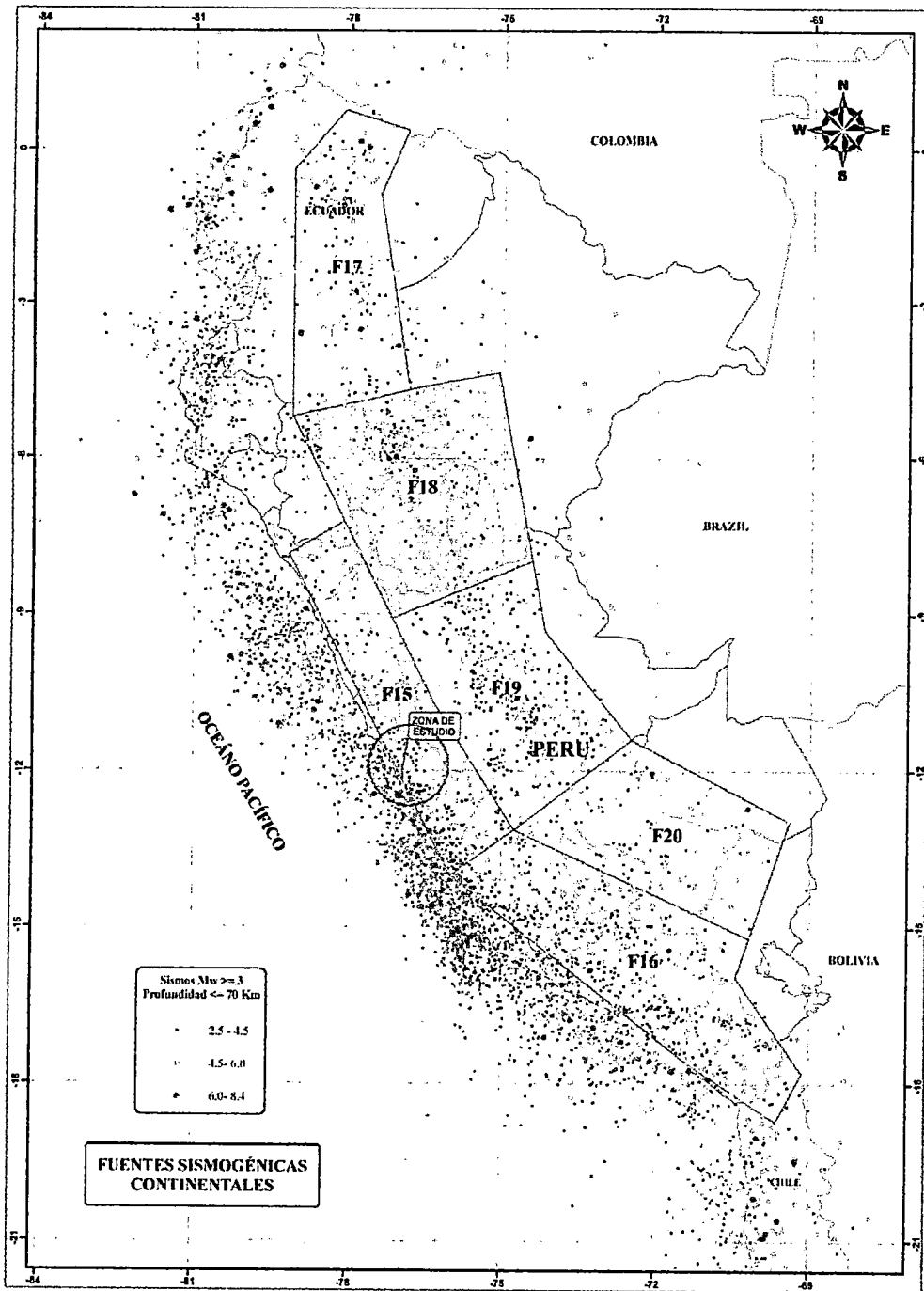


Figura 2.2. Mapa de distribución de epicentros y fuentes continentales (CISMID, 2011)

Para la definición de las fuentes sismogénicas de subducción de Interfase e Intraplaca, consideró el cambio de sismicidad que ocurre a la altura de la Fractura Virú y la Depresión de Trujillo, la influencia de la Dorsal de Nazca y las contorsiones que sufre la placa de Nazca al Norte (Ecuador) y Sur (altura de la Fractura de Nazca - Arequipa) del Perú.

La definición de las fuentes sismogénicas continentales está asociada a deformaciones corticales, agrupaciones de sismos presentes en diversos sistemas de fallas (Tavera et al., 2002) y en general a la actividad sísmica superficial producto del reacomodo interno de la corteza por concentraciones de esfuerzos generados de la interacción de los límites de la placas de Nazca y Sudamericana en el proceso de subducción.

En la presente investigación se han utilizado nueve fuentes sismogénicas de subducción, en las cuales se han diferenciado los mecanismos de interfase (F3, F4 y F5) y de intraplaca superficial (F8, F9 y F10) e intermedias (F12, F13 y F14). Así mismo se han utilizado seis fuentes sísmicas continentales (F15, F16, F17, F18, F19 y F20).

2.1.2. Leyes de Atenuación de las Ondas Sísmicas

Conocida la tasa de actividad de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce cada una de ellas (se entiende las que dentro del análisis tienen influencia en la zona de estudio) en un sitio de interés. Para ello se requiere saber que intensidad se presentará en la zona de estudio, si en la *i*-ésima fuente ocurriera un temblor con magnitud dada.

La atenuación de la energía sísmica es una relación entre las propiedades del sismo, características de la respuesta y otros parámetros como son: la distancia al hipocentro o al epicentro del sismo, la magnitud del evento, el medio en que se propaga la onda, etc. (Chávez, 2006)

Para estimar el peligro sísmico se han utilizado los modelos de atenuación para ordenadas espectrales propuesta por Young et al (1997) y CISMID (Chavez, 2006), que diferencian los mecanismos focales para sismos de subducción de

interfase e intraplaca en la estimación de la máxima aceleración del suelo, y Sadigh et al. (1997) para sismos continentales.

Young et al. (1997) desarrollaron leyes de atenuación para zonas de subducción de sismos de interfase e intraplaca, usando datos de sismos registrados en Alaska, Chile, Cascadia, Japón, México, Perú (14 registros) y las Islas Salomón, para distancias de entre 10 y 500 km, teniendo en cuenta las características del sitio. Definieron también, las características del sitio en tres grupos: roca, suelo duro poco profundo y suelo profundo, consideraron eventos en roca a todos aquellos con velocidad de ondas de corte cercanos a los 750 m/s, eventos en suelo profundo aquellos con distancias a la roca mayores a 20 m y con velocidades de corte entre 180 y 360 m/s, y eventos en suelo poco profundo aquellos donde la profundidad del suelo es menor a 20 m. Utilizaron la magnitud de momento sísmico M_w (Hanks y Kanamori, 1979) para la medida del evento. Las relaciones de atenuación propuestas corresponden a un amortiguamiento de 5%.

La ley de atenuación para ordenadas espectrales denominada ley de atenuación CISMID fue determinado por Chávez (2006). En base a los trabajos realizados por Hanks y McGuire (1981), Joyner y Boore (1988), Ordaz (1992), se plantean procedimientos que permiten obtener leyes de atenuación para aceleraciones espectrales, considerando fuentes asociadas a mecanismos de subducción en el Perú, tales como sismos de interfase e intraplaca, que correlacionan la magnitud y la distancia de los eventos sísmicos con la respuesta de las estructuras para diferentes periodos de vibración. Las leyes de atenuación fueron calculadas utilizando técnicas de regresión lineal bayesiana, considerando en esta regresión datos de ambas componentes horizontales y de la media geométrica de registros de movimientos fuertes de suelo obtenidos de la Red Acelerográfica del CISMID.

Tabla 2.1. Estaciones acelerográficas utilizadas para obtención de la ley de atenuación CISMID.

Estación	Ubicación	Longitud (°W)	Latitud (°S)	Condiciones locales de suelo
Jorge Alva Hurtado (CSM)	Universidad Nacional de Ingeniería (CISMID-UNI)	77.05021	12.01327	Grava gruesa densa a muy densa, poco profunda
UNSA (AQP1)	Campus de la Universidad Nacional de San Agustín	71.52429	16.40431	Depósito Aluvial
VIZCARRA (MOQ1)	Centro Recreativo CTAR	70.92876	17.18676	Depósito Aluvial (Grava Gruesa)
CHEN CHEN (MOQ2)	Planta de tratamiento de aguas residuales, Chen Chen – Moquegua	70.92139	17.19550	Material gravoso con matriz arcillosa y limosa alternadamente
BASADRE (TAC1)	Campus Universidad Nacional de Tacna	70.24939	18.00594	Depósito potente de grava aluvial
GIESECKE (TAC2)	Campus Universidad Privada de Tacna	70.	18.00594	Depósito potente de grava aluvial

Los registros de movimientos fuertes, mediante los cuales se ha estimado la ley de atenuación CISMID (Chávez, 2006), han sido obtenidas de estaciones acelerográficas ubicadas en suelos con características similares que podrían ser clasificados como suelos tipo C (IBC, 2009). En la Tabla 2.1 se presenta la ubicación de las estaciones acelerográficas y el tipo de material sobre el cual se encuentran ubicadas.

Sadigh et al. (1997) han desarrollado relaciones de atenuación para la máxima aceleración del suelo y aceleraciones espectrales de respuesta horizontal (5 %

de amortiguamiento) para sismos continentales. Estas relaciones están basadas principalmente en datos de movimientos fuertes de eventos sísmicos de California, URSS e Irán, en datos obtenidos de los sismos de Gazli (1976), Tabas (1978) generando una base de datos de 121 acelerogramas. La relación de atenuación fue desarrollada para roca y depósitos de suelos firmes profundos, sismos de magnitud momento mayor o igual a 4.0 y distancias de hasta 100 km.

2.1.3. Determinación del Peligro Sísmico Probabilístico

El análisis de peligro sísmico probabilístico consiste en la evaluación de la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un cierto valor fijado. En general, se hace extensivo el término intensidad a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli Modificada u otro parámetro de interés para el diseño ingenieril.

Una vez conocida la sismicidad de las fuentes y los patrones de atenuación de las ondas generadas en cada una de ellas, el peligro sísmico puede calcularse considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas analizadas y la distancia entre cada fuente y el sitio en estudio.

El peligro sísmico del área de estudio se ha determinado utilizando el programa de cómputo CRISIS 2007, desarrollado por Ordaz et al. (1999), que emplea métodos numéricos conocidos. La evaluación del peligro en el distrito de La Molina se realizó para las coordenadas geográficas presentadas en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Punto analizado para la obtención del peligro sísmico.

Zona de estudio	Coordenadas	
	Longitud (W)	Latitud (S)
Distrito de La Molina	76.93°	12.08°

Las Tablas 2.3 y 2.4 muestran los resultados obtenidos con el programa CRISIS 2007 correspondiente a las máximas aceleraciones horizontales esperadas en el punto de estudio para periodos de retorno de 100, 200, 400, 475, 950, 1000 y 2500 años considerando 50 años de periodo de exposición.

La Tabla 2.3 muestra los resultados de las máximas aceleraciones horizontales (P.50) esperadas al considerar el modelo de atenuación de Young et al. para roca.

Tabla 2.3. Aceleraciones máximas en roca – método probabilístico.

Ley de atenuación	Aceleraciones (g) para diferentes periodos de retorno						
	100	200	400	475	950	1000	2500
Young et al.	0.20	0.26	0.31	0.32	0.39	0.40	0.50

Así, la Tabla 2.4 muestra los resultados de las máximas aceleraciones horizontales (P.50) esperadas al considerar el modelo de atenuación de Young et al. y CISMID para suelo. La Tabla 2.4 incluye los resultados encontrados con la ley de atenuación de Sadigh et al.

Tabla 2.4. Aceleraciones máximas en suelo firme – método probabilístico.

Ley de atenuación	Aceleraciones (g) para diferentes periodos de retorno						
	100	200	400	475	950	1000	2500
Young et al.	0.32	0.41	0.50	0.52	0.63	0.64	0.81
CISMID	0.25	0.33	0.41	0.43	0.54	0.55	0.70

La Norma E.030 de Diseño Sismorresistente de edificaciones define la demanda de diseño como aquella máxima aceleración con una probabilidad del 10% de ser excedida en 50 años, y esto es equivalente a un evento sísmico con un periodo de retorno de 475 años. Según lo anterior, la aceleración máxima para el distrito de La Molina de un emplazamiento en suelo firme o tipo C es de 0.43g considerando el modelo de atenuación de CISMID y de 0.52g considerando el modelo de atenuación de Young et al. Para un emplazamiento en roca la

aceleración máxima es de 0.32g considerando el modelo de atenuación Young et al.

2.1.4. Espectros de Peligro Uniforme

En el presente estudio se ha utilizado leyes de atenuación para aceleraciones espectrales, lo cual permitió estimar espectros de peligro uniforme para diferentes periodos de retorno que deberían ser utilizados según la importancia de la estructura a proyectar.

El procedimiento para estimar espectros de peligro uniforme, consiste en caracterizar las fuentes sismogénicas de acuerdo a la distribución espacial de sismos y a la distribución en su tamaño (recurrencia sísmica). Las incertidumbres son tomadas en cuenta mediante funciones de distribución de probabilidades, definiéndose para cada fuente un nivel de respuesta estructural al que la estructura estará sujeta en función a una magnitud y distancia, la cual es gobernada por la ley de atenuación.

Esta información es luego combinada, con la finalidad de obtener curvas de probabilidad de excedencia anual de aceleraciones espectrales para diferentes periodos estructurales. Luego para determinar un espectro para una tasa de excedencia o periodo de retorno requerido, basta con leer de cada curva de peligro la ordenada espectral correspondiente. A los espectros construidos de esta manera se les conoce como espectros de peligro uniforme (EPU).

Los espectros de peligro uniforme han sido obtenidos en base a los diferentes modelos de atenuación para aceleraciones espectrales utilizados en la presente investigación. Las Figuras 2.3, 2.4 y 2.5 muestran los diferentes espectros de peligro uniforme para diferentes periodos de retorno.

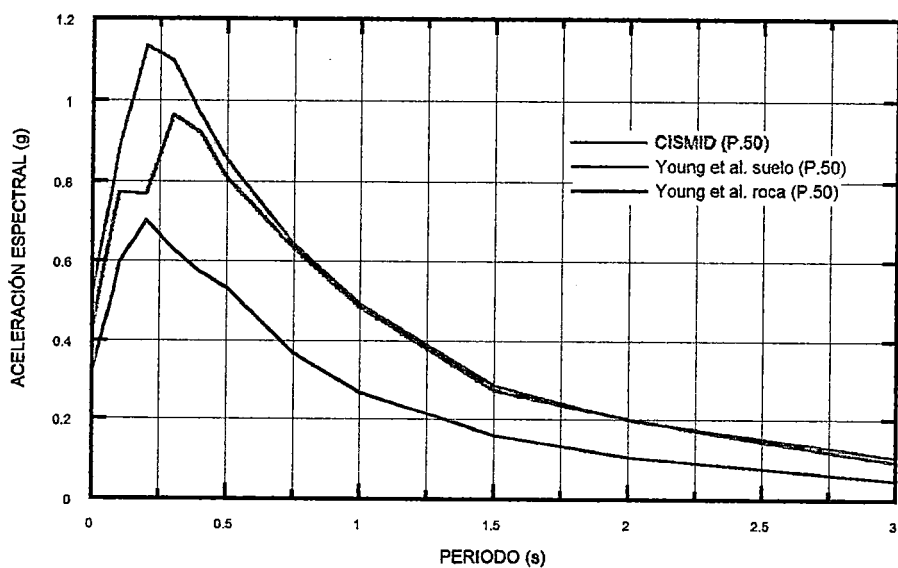


Figura 2.3. Espectros de peligro uniforme para $T_r = 475$ años

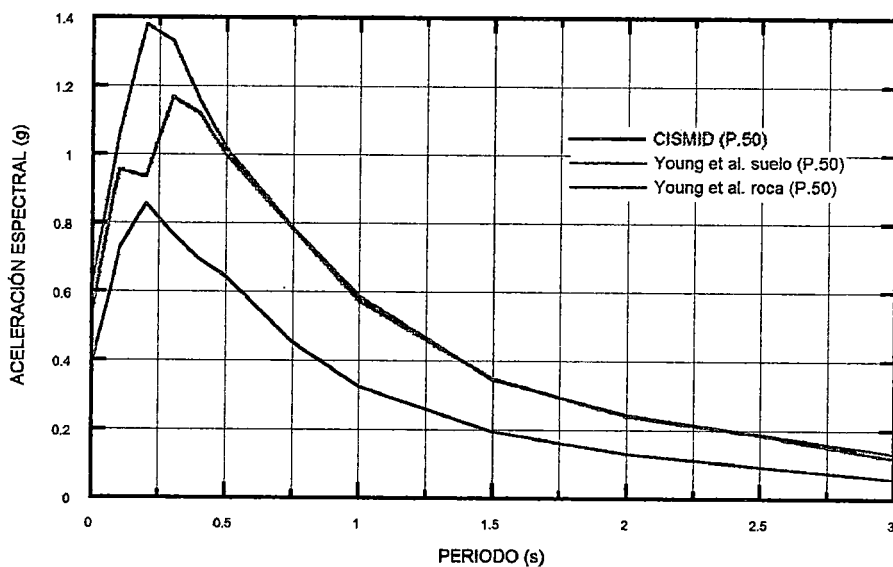


Figura 2.4. Espectros de peligro uniforme para $T_r = 950$ años

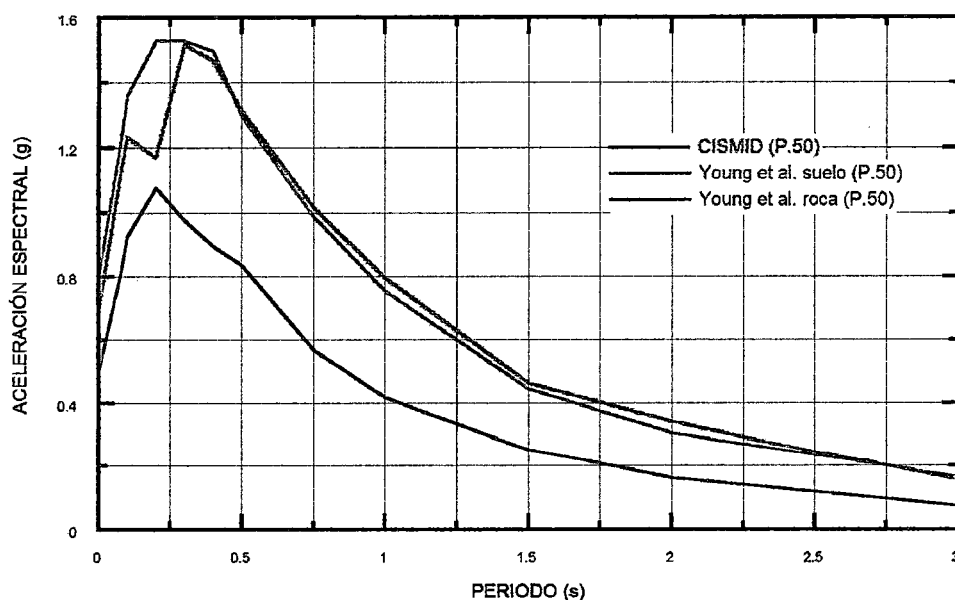


Figura 2.5. Espectros de peligro uniforme para $T_r = 2500$ años

2.2. Análisis de Peligro Sísmico Determinístico

El análisis determinístico consiste en desarrollar un escenario sísmico específico para el área del proyecto, el cual debe representar la generación de un evento sísmico característico en la zona de la fuente que se encuentra a la menor distancia del lugar de análisis. Este concepto permite estimar el movimiento sísmico más desfavorable para el proyecto, sin embargo no presenta información sobre la probabilidad de ocurrencia del evento seleccionado ni la probabilidad de ocurrencia del evento en el lugar asumido, tampoco da información sobre el nivel de movimiento esperado en un periodo de tiempo determinado, como la vida útil de la estructura, ni de los efectos de las incertidumbres de los diferentes pasos requeridos para calcular el nivel del movimiento sísmico esperado.

Los sismos de la zona de subducción que tienen mayor influencia en la zona en la que se desarrolla la presente investigación y que generan los movimientos sísmicos dominantes, son los sismos que se agrupan en dos áreas concentradas de actividad sísmica significativa. La actividad sísmica superficial con mecanismo de interfase presenta profundidades focales que varían desde 40 km a 60 km, con distancias mínimas del sitio de estudio al plano de subducción de 43 km. La actividad sísmica de intraplaca intermedia, localizada entre la línea de costa y el

continente, con profundidades focales que varían desde 80 km a 170 km, y distancias mínimas del sitio en estudio al plano de subducción de 168 km.

Las coordenadas del punto analizado son las mostradas en la Tabla 2.2. La Tabla 2.5 muestra los resultados de las máximas aceleraciones horizontales (P.50) esperadas al considerar la ley de atenuación de Young et al. para roca. La Tabla 2.6 muestra los resultados de las máximas aceleraciones horizontales (P.50) esperadas al considerar la ley de atenuación de Young et al. para suelo y la ley de atenuación CISMID.

Tabla 2.5. Aceleraciones máximas en roca – método determinístico.

Ley de atenuación de Young et al.		
Sismos de Interfase		
Magnitud de momento sísmico	Mw	8.0
Distancia a la falla	R (km)	43
Profundidad focal	H (km)	39
Desviación estándar	σ	0.65
Aceleración máxima	Sa	0.19 g
Sismos de Intraplaca		
Magnitud de momento sísmico	Mw	8.2
Distancia a la falla	R (km)	170
Profundidad focal	H (km)	168
Desviación estándar	σ	0.65
Aceleración máxima	Sa	0.20 g

Tabla 2.6. Aceleraciones máximas en suelo – método determinístico.

Ley de atenuación CISMID		
Sismos de Interfase		
Magnitud de momento sísmico	Mw	8.0
Distancia a la falla	R (km)	43
Aceleración máxima	Sa	0.38g
Sismos de Intraplaca		
Magnitud de momento sísmico	Mw	8.2
Distancia a la falla	R (km)	170
Aceleración máxima	Sa	0.47g
Ley de atenuación de Young et al.		
Sismos de Interfase		
Magnitud de momento sísmico	Mw	8.0
Distancia a la falla	R (km)	43
Profundidad focal	H (km)	39
Desviación estándar	σ	0.65
Aceleración máxima	Sa	0.30g
Sismos de Intraplaca		
Magnitud de momento sísmico	Mw	8.2
Distancia a la falla	R (km)	170
Profundidad focal	H (km)	168
Desviación estándar	σ	0.65
Aceleración máxima	Sa	0.36g

CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO

3.1. Información Recopilada

Para el presente estudio se tomó como referencia estudios de mecánica de suelos elaborados para el Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Lima y Callao (CISMID [11]) y Vulnerabilidad Sísmica del Distrito de La Molina (CISMID [9]), así como de la recopilación de un gran número de estudios de mecánica de suelos para proyectos de ingeniería ejecutados por distintos consultores en este distrito y el registro de pozos de agua realizados por SEDAPAL.

La ubicación de estos estudios se muestra en el Plano P-03. La descripción de los registros de los perfiles estratigráficos de los estudios recopilados más representativos se muestran en el Anexo II.

3.2. Exploración de Campo

Los trabajos que abarcaron la exploración de campo consistieron en la ejecución de calicatas en un número de 09. La ubicación de estas calicatas se muestra en el Plano P-03, habiéndose definido la ubicación de estas convenientemente para complementar y corroborar la información obtenida de los estudios recopilados.

Los ensayos realizados para el presente estudio han sido necesarios para complementar y corroborar la información recopilada para el presente estudio.

3.2.1. Calicatas

La excavación de las Calicatas se realizó con herramientas manuales hasta una profundidad promedio de 2.00 m. Se obtuvo muestra alteradas para su posterior análisis. La Figura 3.1 muestra la ejecución de la calicata C-08.

Los perfiles estratigráficos hallados en las calicatas se presentan en el Anexo III.

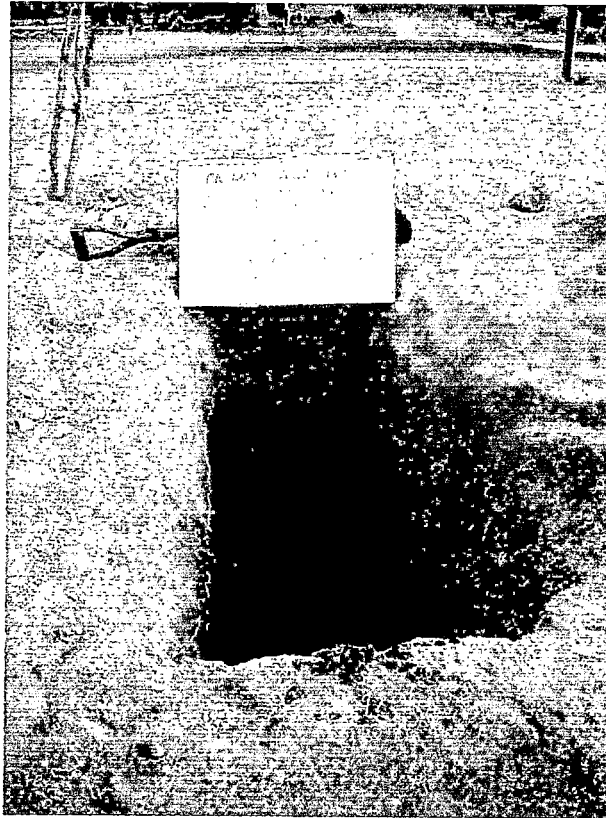


Figura 3.1. Ejecución de calicata C-08.

3.3. Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos fueron realizados en el Laboratorio Geotécnico del CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Los ensayos estándar fueron realizados con la finalidad de identificar y clasificar las muestras de suelo siguiendo los criterios del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas de la American Society for Testing and Material (ASTM) y fueron los siguientes:

- Contenido de humedad: ASTM D 4426
- Análisis granulométrico: ASTM D 422
- Limite líquido y plástico: ASTM D 4318
- Clasificación de Suelos: ASTM D 2487

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

3.4. Tipos de Suelo en el Área de Estudio

Considerando la información obtenida a partir de los ensayos realizados para el presente estudio así como la información recopilada, se presenta a continuación la descripción del suelo del distrito de La Molina.

El terreno superficial del área de estudio, de acuerdo a sus características geomorfológicas, presenta una conformación errática, variando los afloramientos rocosos en las laderas de los cerros, a suelos coluviales y aluviales en las zonas bajas próximas a los cerros y material fluvio aluvial potente en las zonas llanas del valle, a distancias relativamente grandes de los cerros. Existen también áreas cubiertas por materiales eluviales, predominantemente arenas eólicas que se han depositado en potentes bancos en las depresiones y en algunas laderas de los cerros, lo cual hace que la estratigrafía del subsuelo sea bastante variable en toda el área de estudio.

El distrito de La Molina presenta una configuración de suelos errática y heterogénea, pudiéndose definir cuatro sectores predominantes con características geotécnicas similares. A continuación se describen los sectores predominantes:

En el sector Nor Oeste del distrito de La Molina, localizada entre las avenidas Separadora Industrial y la avenida Javier Prado Este, el perfil del suelo está representado por los registros correspondientes a las calicatas C-1, C-4, C-5 y C-6. Este perfil muestra un relleno superficial constituido por limos y arcillas contaminadas con restos aislados de ladrillos y presencia de abundantes raíces, de hasta 0.60 m de espesor y en estado húmedo, debajo de este estrato se encuentra predominantemente una arena arcillosa (SC) y en algunas calicatas una arena limosa (SM) cuya compacidad es medianamente densa, los cuales tienen profundidades variables, siendo la máxima de acuerdo a los estudios recopilados de 1.90. Subyaciendo a este material se encuentra una grava mal gradada con matriz limosa (GP-GM), en estado suelto a semicompacto, con presencia de cantos rodados y bolonerías.

En el sector Sur de La Molina, correspondiente a las urbanizaciones Las Viñas de La Molina, El Valle, Portada del Sol I Etapa y Cascajal, el perfil de suelo está representado por los registros de las calicatas C-2, C-3. El perfil de suelo está conformado por un relleno superficial de hasta 1.20 m de espesor, constituido por arcilla limosa con presencia de gravas de hasta 12 pulgadas, en estado suelto. Luego se encuentra concentraciones de material fino como la arena limosa (SM), color marrón de compacidad media, que en algunas excavaciones se encuentran intercaladas por lentes de arcilla limosa (CL-ML), de acuerdo a los estudios recopilados el estrato limo arcilloso es de hasta 5.00 m de potencia y el estrato de arena limosa de hasta 8.00 m. Los registros recopilados también muestran que las zonas cercanas a las laderas de los cerros está conformado predominantemente por material granular, constituidos por gravas mal gradadas y estratos de arena mal gradadas que alcanzan profundidades de 21.00 a 27.00 m (CISMID [10]).

En el sector Este de La Molina, comprendida por las urbanizaciones Sol de La Molina I Etapa, Sol de La Molina, Sol de La Molina II Etapa, Sol de La Molina III Etapa, Alameda de La Planicie, La Molina y La Planicie, está constituido por rellenos heterogéneos de hasta 1.60 m de espesor, de acuerdo a los registros recopiladas y las calicatas C-7, C-8 y C-9. Luego se encuentra la arena limosa (SP-SM), en estado húmeda, cuya compacidad varia de medianamente densa a densa. En las laderas de los cerros la arena limosa (SP-SM) se encuentra hasta 2.00 m de profundidad. Subyaciendo a este estrato se encuentra la grava mal gradada.

En el Sector central de La Molina, en las urbanizaciones Haras de La Molina, Rinconada Baja, Portales, Las Lagunas y la Universidad Nacional Agraria La Molina, según los estudios recopilados el perfil de suelo está constituido predominantemente por suelos arcillosos limosos y arenosos, los cuales llegan hasta 50.00 m de profundidad en promedio (CISMID [10]). Sin embargo, se debe de hacer notar que conforme la sección se aproxima a las laderas de los cerros se va presentando mayor concentración de material gravoso, probablemente de origen coluvial.

3.5. Capacidad Portante de los Suelos

Considerando necesario para la microzonificación evaluar, con la información con la que se cuenta, la capacidad portante para los sectores predominantes se incluye el cálculo de la capacidad portante para una cimentación corrida de una edificación convencional.

La cimentación de una vivienda convencional se definió como un cimiento corrido de 0.60 m de ancho y profundidades de cimentación variable en función al tipo de suelo encontrado en las diferentes zonas del distrito de La Molina. Para tal fin, se ha utilizado la teoría de capacidad de carga de Terzaghi y la expresión de Meyerhof, con los factores de capacidad de carga propuestos por Vesic en 1973. Para la evaluación de la capacidad portante se han utilizado los parámetros de resistencia cortante obtenidos de la información recopilada.

El Anexo V muestra los cálculos de capacidad portante y asentamientos realizados. Los resultados de los cálculos fueron referidos a las zonas de la microzonificación geotécnica sísmica que es resultado de la presente investigación.

En la Zona I, la capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 0.80 m a 1.20 m varía de 2.00 kg/cm² a 4.00 kg/cm². Se considera la cimentación asentada sobre terreno natural conformado por una grava compacta o roca, evitando el estrato de relleno superficial.

En la Zona II, la capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 1.00 a 1.50 m varía de 1.20 kg/cm² a 2.00 kg/cm². Se considera la cimentación asentada sobre terreno natural conformado por un suelo arenoso denso o grava compacta.

En la Zona III, la capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 1.00 a 1.50 m varía de 0.90 kg/cm² a 1.20 kg/cm². Se considera la cimentación asentada sobre terreno natural conformado por un suelo arenoso de compacidad media.

En la Zona IV, la capacidad portante del terreno en esta zona es la menor hallada, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho a una profundidad de 1.80 a 2.50 m varía de 0.70 kg/cm^2 a 0.90 kg/cm^2 . Se considera la cimentación asentada sobre terreno natural conformado por arenas finas de compacidad suelta.

Los asentamientos encontrados, y mostrados en el Anexo V, se encuentran por debajo del valor límite recomendado de 2.54 cm para cada una de las zonas definidas.

CAPÍTULO IV: CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DEL SUELO

4.1. Medición de Microtrepidaciones

4.1.1. Microtrepidaciones y la Técnica de Nakamura

Las microtrepidaciones también son conocidas como microtemores, microsismos, ruido sísmico de fondo, campo natural, vibración o ruido ambiental, oscilaciones omnipresentes o microtemblores (Flores, 2004). Lermo y Chávez-García (1994) definen los microtemores como vibración o ruido ambiental.

La técnica de medición de microtemores ha sido utilizada desde principios del siglo XX para determinar las propiedades dinámicas del terreno. Omori (1908) inició las investigaciones sobre microtemores empleando un instrumento muy simple para observar la vibración natural del suelo que no correspondía a una vibración sísmica ni a alguna oscilación pulsatoria y encontró que dicha vibración natural podría ser causada por el viento, olas marinas, o perturbaciones artificiales como el tráfico, vibración de máquinas, etc. Para definir este tipo de vibraciones, que tiene periodos cortos y sus amplitudes son más pequeños que las oscilaciones pulsatorias, Omori utilizó el término de "microtrepidaciones".

Actualmente se sabe que el periodo predominante del suelo determinado por medición de microtrepidaciones tiene una gran correlación con los efectos de sitio, aún cuando la respuesta dinámica del terreno durante movimientos severos no es exactamente predicha por el análisis de las microtrepidaciones.

Los microtemores o microtrepidaciones están conformadas básicamente por ondas superficiales Rayleigh y Love que están afectadas por la estructura geológica del sitio donde se mide, las fuentes se encuentran distribuidas al azar y en una gran área, las cuales se clasifican en (Bard, 1999):

- A bajas frecuencias (por debajo de 0.3 Hz a 0.5 Hz) son causados por las ondas oceánicas que ocurren a grandes distancias.
- A frecuencias intermedias (0.3–0.5 Hz y 1 Hz) los microtemores son generados por las olas del mar cercanas a las costas.
- Para altas frecuencias (mayores a 1 Hz), las fuentes están ligadas a la actividad humana.

4.1.2. Descripción del Equipo de Medición

Para la realización de las mediciones de microtempidaciones se utilizaron tres equipos, estos se detallan a continuación:

1) Un equipo de medición de microtempidaciones desarrollado por la empresa Tokyo Sokushin (ver Figura 4.1), que consta de :

- Computadora portátil, PC Toshiba SS-3480 PA-DS60P1N8M. CPU Pentium III
- 600MHz. RAM 64MB. Disco duro 12 GB.
- Tres sensores de Servo-velocidad de 10 kines, Tokyo Sokushin uniaxiales.
- Software de adquisición y procesamiento de datos y FFT: SPC35 -N.

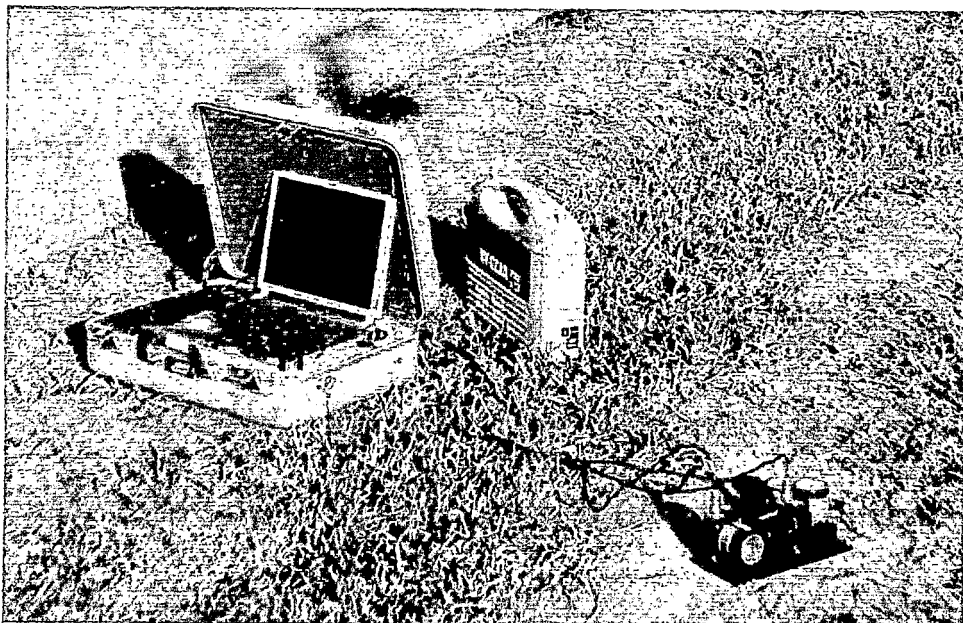


Figura 4.1. Equipo de medición de microtempidaciones desarrollado por la empresa Tokyo Sokushin.

2) Un equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa BUTTAN SERVICE (ver Figura 4.2), que consta de:

- 01 Sistema de Adquisición de Datos GEODAS 15-HS,
- 01 Computadora portátil NEC, modelo VersaPro VS-8
- 03 sensores para medición de velocidad del suelo tipo CR4.5-1S triaxiales.
- 01 GPS GARMIN modelo GPS16x-LVS
- Cables de 50 m de longitud.
- 01 cable de conexión para batería
- Software de adquisición de datos: Microtremor Observation
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtpltn2.exe, calHVm4.

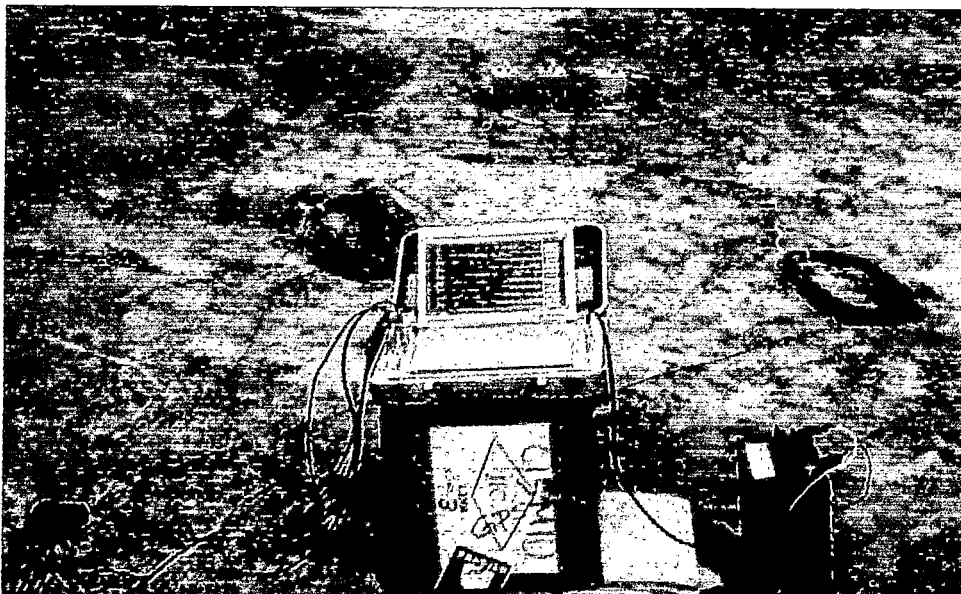


Figura 4.2. Equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa Buttan Service.

3) Un equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa Tokyo Sokushin (ver Figura 4.3), que consta de:

- 02 computadoras portátiles TOSHIBA modelo Satellite T235-S1350RD.
- 02 sensores para medición de velocidad del suelo tipo Network Sensor CV-374AV2 fabricados por la empresa Tokio Sokushin.
- 02 cables GPS.
- 02 cables de red para el registro de los datos.

- 02 cables de reducción de voltaje.
- Software de adquisición de datos: RTD (Real Time Data).
- Software de procesamiento de datos: PWave32, mtpltn2.exe, calHVm4.exe.

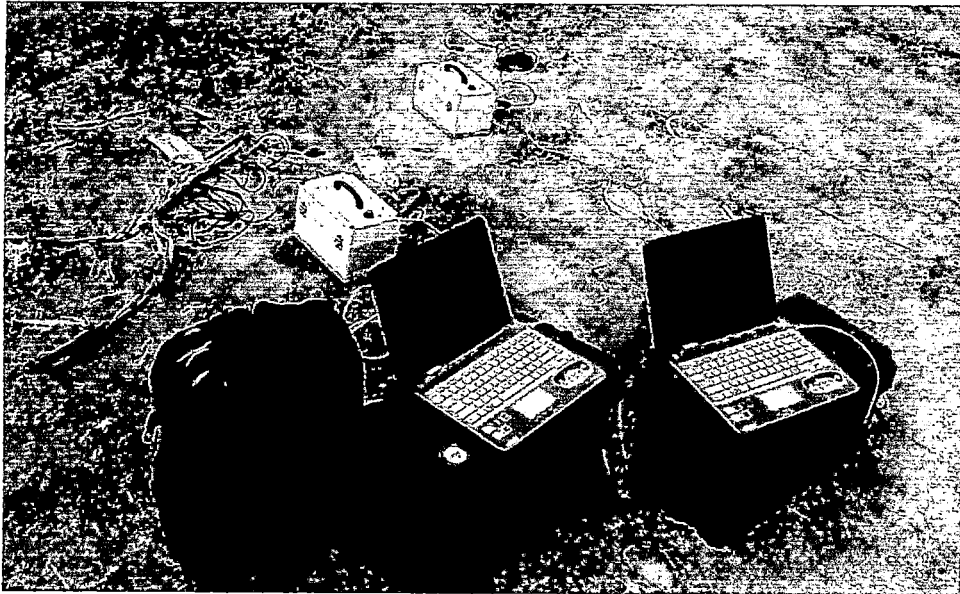


Figura 4.3. Equipo de medición de microtrepidaciones desarrollado por la empresa Tokyo Sokushin.

4.1.3. Procedimiento del Ensayo

Las mediciones de microtrepidaciones son realizadas sobre la superficie del terreno, como las realizadas para la presente investigación, o a diferentes profundidades dentro de una perforación. Los registros digitales generados como parte de la medición son un registro tiempo-historia de vibraciones denominadas microtrepidaciones.

La medición consiste en instalar un sensor triaxial en la superficie del terreno. Luego de conectar e instalar el equipo, verificando en tiempo real las señales de los sensores, se procede a grabar generando así los registros, un lapso de tiempo suficientemente grande para garantizar que en el registro se obtenga tramos de ondas sin interferencias o ruido considerando el análisis de Fourier que se desarrollará en gabinete.

Los equipos utilizados permiten visualizar y registrar las microtrepidaciones a diferentes frecuencias de muestreo, pudiendo ser procesados los registros de forma preliminar inmediatamente. Mediante este procesamiento rápido se puede evaluar en campo la calidad de las mediciones, en función de la cual se podrá determinar si se debe realizar mediciones adicionales

4.1.4. Resultados de las Mediciones

Es usual la interpretación de los registros de microtrepidaciones a través del análisis de amplitudes espectrales. Este procedimiento consiste en aplicar la Transformada de Fourier al registro obtenido y obtener el periodo predominante, el cual corresponde a la mayor amplitud espectral. Para eliminar el efecto de la fuente de generación de las vibraciones, Nakamura (1989) propuso evaluar la relación espectral H/V, es decir determinar la relación de espectros de Fourier de las componentes horizontales entre la componente vertical (relación H/V) la cual representa mejor el comportamiento dinámico del perfil del terreno.

En la presente investigación se ha empleado la relación o cociente espectral H/V propuesta por Nakamura para estimar el periodo de vibración del suelo. Experiencias peruanas como las de Huamán (1991) y CISMID (2007) muestran que la utilización del método mencionado define con mayor claridad tanto el periodo de vibración fundamental en el rango de amplificaciones presentadas por el terreno. Para la obtención del cociente espectral se utilizó la siguiente expresión:

$$H/V = \frac{\sqrt{(S_1)^2 + (S_2)^2}}{S_V}$$

Siendo S_1 y S_2 los valores de amplitud del espectro de Fourier en las componentes horizontales; y S_V los valores de amplitud del espectro de Fourier en la componente vertical, todos ellos para un mismo valor de periodo. Para la presente investigación las amplitudes del espectro de Fourier son en realidad el valor de velocidad medido en los registros realizados.

Los valores de los periodos recopilados se muestran en el Anexo VI. Los espectros obtenidos de los ensayos realizados que muestran las relaciones espectrales H/V se presentan en el Anexo VII. Se debe de señalar que en el punto denominado M4003 no se obtuvo un registro aceptable por lo que no se pudieron obtener resultados. La ubicación de los ensayos recopilados y realizados se muestra en el Plano P-04.

4.2. Perfiles de Velocidades de Ondas de Corte Mediante el Método MASW

4.2.1. El Método MASW

El ensayo MASW o Análisis de Ondas Superficiales en Arreglos Multicanales es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman. Este método consiste en la interpretación de las ondas superficiales (Ondas Rayleigh u Ondas R) de un registro en arreglo multicanal, generadas por una fuente de energía impulsiva en puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte (V_s) para el punto central de dicha línea.

La interpretación de los registros consiste en obtener de ellos una curva de dispersión (un trazado de la velocidad de fase de las ondas superficiales versus la frecuencia), filtrándose solamente las ondas superficiales ya que su velocidad de fase se aproxima en un 90 a 95% del valor de V_s , y luego mediante un cálculo inverso iterativo (método de inversión) se obtiene el perfil V_s desde la curva de dispersión calculada para cada punto de estudio. Con los equipos y longitudes de arreglos utilizados la profundidad de exploración varía de 20 a 25 m en promedio.

4.2.2. Descripción del Equipo de Medición

Para realizar el ensayo MASW se utilizó un equipo de prospección geofísica ES 3000, desarrollado por la empresa GEOMETRICS (ver figura 4.4) el cual consta de:

- 12 canales de entrada, cada uno tiene un convertidor A/D individual con resolución 24bit y alta velocidad de muestreo.
- 15 sensores o geófonos de 4.5 Hz de frecuencia, los cuales permiten registrar las vibraciones ambientales del terreno producidas por fuentes naturales o artificiales y el arribo de las ondas P y ondas S generadas por las fuentes de energía.
- Computadora portátil, Laptop Pentium IV.
- Un cable de conectores de geófonos de 180 m de longitud.
- Radios de comunicación y accesorios varios.

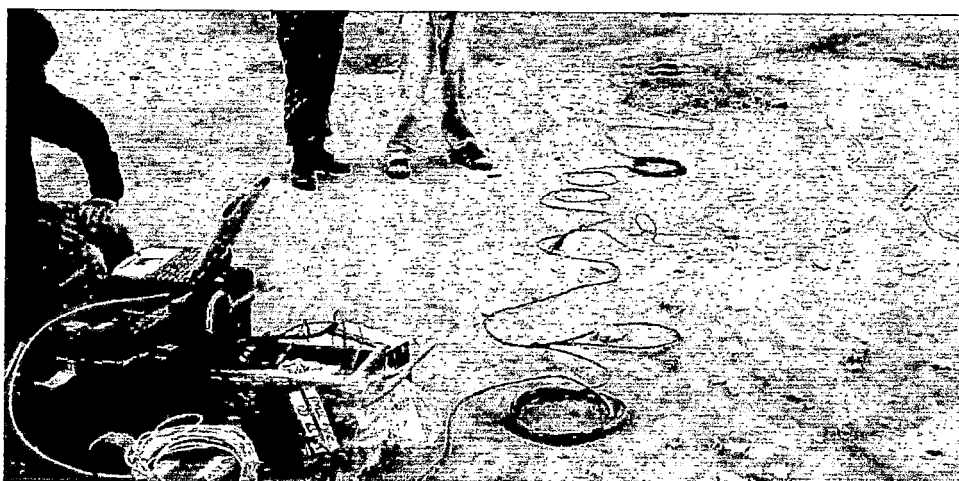


Figura 4.4. Equipo de medición para ensayo MASW.

4.2.3. Procedimiento del Ensayo

La realización del ensayo consiste en primer lugar, definir el eje del sondaje sísmico. Luego se procede a instalar los geófonos y los cables de conexión al equipo de adquisición de datos. El espaciamiento entre geófonos durante el ensayo es definido considerando la profundidad de exploración requerida y la fuente de energía utilizada para generar las ondas sísmicas es un golpe

producido por un objeto contundente tal como un martillo, como se muestra en la Figura 4.5.

Para la presente investigación se realizaron líneas MASW de 53 m y 72 m de longitud cuya longitud de separación entre sensores o geófonos fue de 3 m y de 4 m, respectivamente. El golpe que genera las ondas que registran los sensores es aquel producido por un martillo de cabeza metálica contra un plato metálico colocado en el suelo.

Los registros de las ondas obtenidas con el equipo ES 3000 en cada una de las líneas de exploración pueden ser procesados en campo de forma preliminar para verificar la calidad de la información.

La ubicación de los ensayos MASW ejecutados se presentan en el Plano P-05. Los registros de ondas, curva de dispersión y perfiles de velocidades de ondas de corte de los ensayos se muestran en los Anexos VIII y IX.



Figura 4.5. Ejecución de ensayo MASW.

4.2.4. Resultados de las Mediciones

Los ensayos MASW realizados muestran, en promedio, información de los primeros 25 a 30 m del suelo. Considerando la información existente, tanto de mecánica como dinámica del suelo, recopilada o producida para la presente investigación se describen los perfiles obtenidos a continuación:

MASW-01

Línea de 53 m de longitud que genera resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 293 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 180 m/s. Correspondería a una arena limosa suelta.

El segundo estrato, de 5 a 11 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 290 m/s. Correspondería a una arcilla de consistencia media.

El tercer estrato, de 11 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 380 m/s. Correspondería a una arena densa.

MASW-02

Línea de 53 m de longitud que genera resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 597 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 400 m/s. Correspondería a una grava arenosa medio densa.

El segundo estrato, de 5 a 9 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 560 m/s. Correspondería a una grava arenosa densa.

El tercer estrato, de 9 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 720 m/s. Correspondería a una grava arenosa muy densa.

MASW-03

Línea de 53 m de longitud que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 560 m/s.

El primer estrato, de 0 a 4 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 340 m/s. Correspondería a una grava arenosa medio densa.

El segundo estrato, de 4 a 9 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 500 m/s. Correspondería a una grava arenosa densa.

El tercer estrato, de 9 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 700 m/s. Correspondería a una grava arenosa muy densa.

MASW-04

Línea de 53 m de longitud que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de dos estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 343 m/s.

El primer estrato, de 0 a 7 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 260 m/s. Correspondería a una arena limosa medio densa.

El segundo estrato, de 7 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 380 m/s. Correspondería a una arena limosa densa.

MASW-05

Línea de 72 m de longitud que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 406 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 250 m/s. Correspondería a una arena medio densa.

El segundo estrato, de 5 a 15 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 400 m/s. Correspondería a una arena densa con grava.

El tercer estrato, de 15 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 520 m/s. Correspondería a una grava densa.

MASW-06

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 448 m/s.

El primer estrato, de 0 a 3 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 250 m/s. Correspondería a una arena medio densa.

El segundo estrato, de 3 a 15 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 400 m/s. Correspondería a una arena densa.

El tercer estrato, de 15 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 600 m/s. Corresponderían a una grava densa.

MASW-07

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 369 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 250 m/s. Correspondería a una arena medio densa.

El segundo estrato, de 5 a 15 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 350 m/s. Correspondería a una arena densa.

El tercer estrato, de 15 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 520 m/s. Corresponderían a una arena muy densa o grava densa.

MASW-08

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 498 m/s.

El primer estrato, de 0 a 4 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 300 m/s. Correspondería a una grava arenosa medio densa.

El segundo estrato, de 4 a 16 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 500 m/s. Correspondería a una grava arenosa medio densa a densa.

El tercer estrato, de 16 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 700 m/s. Corresponderían a una grava muy densa.

MASW-09

Línea de 53 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 386 m/s.

El primer estrato, de 0 a 4m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 200 m/s. Correspondería a una arena limosa suelta.

El segundo estrato, de 4 a 13 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 375 m/s. Correspondería a una arena limosa densa.

El tercer estrato, de 13 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 580 m/s en promedio. Corresponderían a una grava arenosa densa.

MASW-10

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 377 m/s.

El primer estrato, de 0 a 11m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 300 m/s. Correspondería a una intercalación de material limoso y arena con arcilla, densa.

El segundo estrato, de 11 a 21 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 400 m/s. Correspondería a una grava medio densa con intercalación de arcilla dura.

El tercer estrato, de 21 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 500 m/s. Corresponderían a una arena muy densa o grava densa.

MASW-11

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de cuatro estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 354 m/s.

El primer estrato, de 0 a 4m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 200 m/s en promedio. Correspondería a una arena limosa medio suelta.

El segundo estrato, de 4 a 9 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 320 m/s. Correspondería a una arena limosa medio densa a densa.

El tercer estrato, de 9 a 15 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 400 m/s. Correspondería a una arcilla semidura a dura.

El cuarto estrato, de 15 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 500 m/s. Corresponderían a una arena limosa muy densa con intercalación de grava densa.

MASW-12

Línea de 53 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 522 m/s.

El primer estrato, de 0 a 4m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 340 m/s. Correspondería a una grava arenosa medio densa.

El segundo estrato, de 4 a 11 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 480 m/s. Correspondería a una grava arenosa densa.

El tercer estrato, de 11 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 650 m/s. Corresponderían a una grava arenosa muy densa.

MASW-13

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 635 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 460 m/s. Correspondería a una grava medio densa.

El segundo estrato, de 5 a 20 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 650 m/s. Correspondería a una grava densa a muy densa.

El tercer estrato, de 20 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 750 m/s. Corresponderían a una grava muy densa.

MASW-14

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de cuatro estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 357 m/s.

El primer estrato, de 0 a 10 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 200 m/s. Correspondería a una arcilla de consistencia media con intercalaciones de arena y limo.

El segundo estrato, de 10 a 13 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 450 m/s. Correspondería a una grava medio densa.

El tercer estrato, de 13 a 27 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 600 m/s. Correspondería a una grava densa.

El cuarto estrato, de 27 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 750 m/s. Correspondería a una grava muy densa.

MASW-15

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de cuatro estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 316 m/s.

El primer estrato, de 0 a 4m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 200 m/s. Correspondería a una arena limosa suelta.

El segundo estrato, de 4 a 9 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 250 m/s. Correspondería a una arcilla de consistencia media con intercalaciones de arena medio densa.

El tercer estrato, de 9 a 18 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 350 m/s. Corresponderían a una arcilla semidura con intercalación de arena densa.

El cuarto estrato, de 18 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 410 m/s. Corresponderían a una arcilla dura con intercalaciones de arena densa a muy densa.

MASW-16

Línea de 53 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de dos estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 410 m/s.

El primer estrato, de 0 a 15 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 350 m/s. Correspondería a una grava medio densa.

El segundo estrato, de 15 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 550 m/s en promedio. Correspondería a una grava densa.

MASW-17

Línea de 53 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 434 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 300 m/s. Correspondería a una arena medio densa con grava.

El segundo estrato, de 5 a 18 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 450 m/s. Correspondería a una arena gruesa muy densa con grava.

El tercer estrato, de 18 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 580 m/s. Corresponderían a una grava densa.

MASW-18

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 459 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 300 m/s. Correspondería a una arena fina medio densa a densa con grava.

El segundo estrato, de 5 a 20 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 450 m/s. Correspondería a una arena fina densa a muy densa con grava.

El tercer estrato, de 20 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 650 m/s. Corresponderían a una grava densa.

MASW-19

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 313 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 180 m/s. Correspondería a una arena suelta.

El segundo estrato, de 5 a 13 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 280 m/s. Correspondería a una arcilla de consistencia media con intercalaciones de arena medio densa.

El tercer estrato, de 13 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 430 m/s. Corresponderían a una arcilla semidura a dura con intercalaciones de arena densa a muy densa.

MASW-20

Línea de 53 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 25 m, el cual muestra la presencia de cuatro estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 324 m/s.

El primer estrato, de 0 a 2 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 180 m/s. Correspondería a un material compuesto por una arena suelta.

El segundo estrato, de 2 a 9 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 260 m/s. Correspondería a una arcilla limosa de consistencia media.

El tercer estrato, de 9 a 16 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 350 m/s. Correspondería a una arena densa.

El cuarto estrato, de 16 a 25 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 470 m/s. Correspondería a una arena muy densa.

MASW-21

Línea de 72 m que generó resultados confiables hasta una profundidad de 30 m, los cuales muestran la presencia de tres estratos con una velocidad de ondas de corte V_{s30} de 266 m/s.

El primer estrato, de 0 a 5 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 150 m/s. Correspondería a una arena suelta.

El segundo estrato, de 5 a 12 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 250 m/s. Correspondería a una arcilla de consistencia media.

El tercer estrato, de 12 a 30 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 350 m/s. Correspondería a una arena densa.

4.3. Perfiles de Velocidades de Ondas de Corte Mediante el Método F-K y SPAC

4.3.1. El Método F-K

Este tipo de ensayos están enfocados en obtener la curva de dispersión que representa las condiciones dinámicas de suelo donde se realiza.

Siendo el objetivo obtener un perfil de velocidades de ondas de corte, este tipo de ensayos deben de estar acompañados de algún método de inversión que permita obtener el perfil mencionado a partir de la curva de dispersión. La curva de dispersión es usualmente mostrada como un gráfico de velocidad de fase versus frecuencia.

El principio del método F-K radica en el hecho de que las microtrepidaciones consisten predominantemente de ondas Rayleigh, y que el análisis espectral de estos puede reproducir las características dispersivas de las ondas Rayleigh, las cuales reflejan el perfil de velocidad de ondas de corte del sitio en estudio (Tokimatsu et al. [43], Tokimatsu et al. [44]).

El método F-K se basa en la relación Frecuencia-Número de Onda de Alta Resolución desarrollado por Capon (1969), la cual es una técnica simple para la extracción de las velocidades de propagación en un rango de frecuencia para un registro de microtrepidaciones.

Este método consiste en la medición de microtrepidaciones utilizando un arreglo de sensores, con el fin de determinar una curva de dispersión desde un análisis espectral de los movimientos observados (Tokimatsu et al., [43]).

4.3.2. El Método SPAC

Teniendo en cuenta la teoría de microtrepidaciones basada en el registro de ondas superficiales y asumiendo que son estacionarios en el espacio y tiempo, Aki (1957) propone el método SPAC (Método de Auto-correlación Espacial), donde se considera un arreglo circular de microtrepidaciones que registra ondas

Rayleigh generadas por el ruido ambiental, para posteriormente extraer la onda superficial en forma de dispersión, con lo que se tendrá la velocidad de fase en función de la frecuencia. El método permite conocer la curva de dispersión del suelo donde se realizó el ensayo.

Al igual que el método F-K, el método SPAC necesita de un arreglo de sensores, siendo necesaria la colocación de un sensor en el centro del mismo.

El método SPAC y F-K caen dentro de la clasificación de método pasivo. El método pasivo mide la componente vertical de las microtrepidaciones, usando un arreglo circular de sensores distribuidos sobre la superficie del terreno, no requiriendo de ninguna fuente (Tokimatsu et al. [44]), sino por el contrario registra las vibraciones generada por el ruido del tráfico, maquinarias, el viento, ondas del océano a la orilla del mar, etc. las cuales consiste principalmente de ondas Rayleigh de baja frecuencia o longitud de onda grande permitiendo caracterizar el suelo a profundidades mayores. La máxima profundidad de investigación depende de la apertura del arreglo bidimensional permitiendo registrar ondas de longitud de onda más grande (frecuencias más bajas).

4.3.3. Descripción del Equipo de Medición

Para realizar los arreglos de microtrepidaciones, se utilizó un equipo de medición de microtremores desarrollado por la empresa BUTTAN SERVICE (ver Figura 4.4), que consta de:

- 01 Sistema de Adquisición de Datos GEODAS 15-HS
- 01 Computadora portátil NEC, modelo Versa Pro VS-8
- 06 sensores de 1Hz de frecuencia para medición de velocidad del suelo tipo CR4.5-1S
- 01 GPS GARMIN modelo GPS16x-LVS
- Cables de 50 m de longitud.
- 01 cable de conexión para batería
- Software de adquisición de datos: Microtremor Observation
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtpltn2.exe, crspn5.exe, lfk2.exe, calHVm4.exe, raysol6.exe, dinver (geopsy.org).

4.3.4. Procedimiento del Ensayo

El ensayo consiste, en primer lugar, en definir radios y longitudes de los arreglos. Luego, seis sensores son instalados sobre la superficie del terreno para formar un arreglo circular (ver Figura 4.6), con un sensor en el centro y cinco sensores que forman un pentágono con un radio constante para cada medición. En los arreglos lineales los sensores son colocados en línea con el sensor del centro. Luego los sensores son conectados al adquirente mediante cables.

El radio de los arreglos circulares así como también el espaciamiento entre sensores de los arreglos lineales está en función de la profundidad de exploración requerida. Se recomienda que el radio o longitud del arreglo sea expandido o contraído por un valor cercano a dos, con el fin de obtener una curva de dispersión con información en diferentes valores de frecuencia.

Los arreglos lineales necesitan de la generación de ondas por una fuente, pudiendo ser esta última producida por saltos de personas (ver Figura 4.7).



Figura 4.6. Arreglo circular para método F-K y SPAC.



Figura 4.7. Arreglo lineal para método F-K.

4.3.5. Resultados de las Mediciones

Se presentan tres perfiles de velocidades de ondas de corte con una profundidad de exploración promedio de 50.00 m siendo su ubicación la que muestra el Plano P-05 y una muestra de las señales durante los ensayos realizados las mostradas en el Anexo X. Considerando la información existente, tanto de mecánica como dinámica del suelo, recopilada o producida para la presente investigación se describen los perfiles obtenidos. Como resultado se muestran curvas de dispersión y espectros H/V teóricos obtenidos con el programa raysol6. El programa raysol6 fue desarrollado por el profesor Toru Sekiguchi de la Universidad de Chiba (Japón) tomando como referencia trabajos pasados de M. Saito y S. Nakai.

PERFIL N° 1 (A-01)

Las mediciones para este perfil fueron realizadas dentro del marco de desarrollo del proyecto "Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres producidos por Sismo y Tsunami". El proyecto en mención es resultado de un convenio entre los Gobiernos de Perú y Japón.

Comprende arreglos lineales de 0.5 y 2 m de separación, y circulares con radios de 10, 18 m. Se completó el ensayo con un arreglo de radio variable de promedio 40 m.

La curva de dispersión obtenida para este arreglo se muestra en la Figura 4.8. Luego de realizada la inversión a partir de la curva de dispersión se obtuvo el perfil de ondas de corte, mostrado también en la Figura 4.8. El perfil se describe a continuación:

El primer estrato, de 0 a 3.50 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de corte (V_s) de 220 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una arena limosa medio densa.

El segundo estrato, de 3.50 a 14.50 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 360 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una arena limosa densa.

El tercer estrato, de 14.50 a 31.50 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 490 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una arena densa con grava.

El cuarto estrato, de 31.50 a 50 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 590 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una grava con arena.

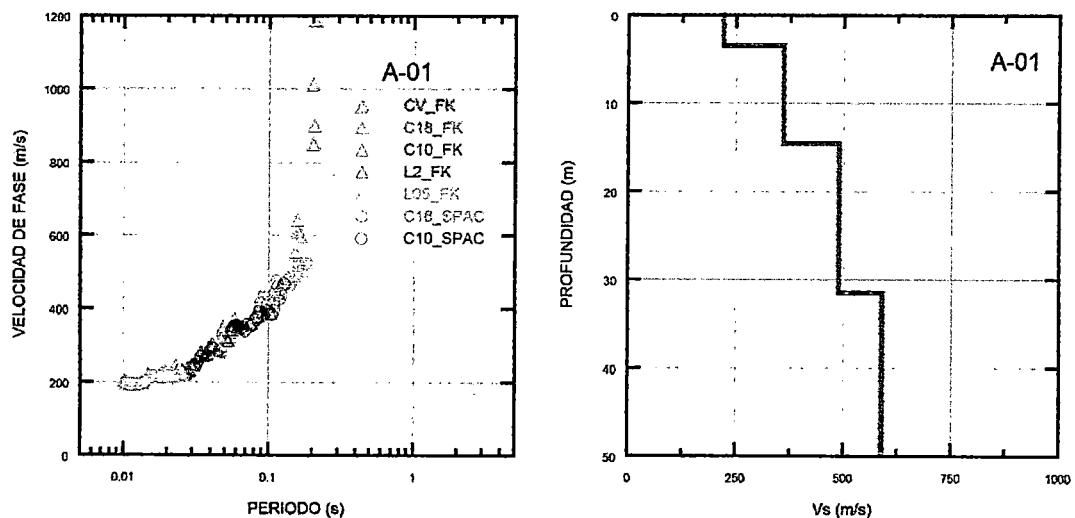


Figura 4.8. Curva de dispersión (izq.) y perfil de velocidades de ondas de corte (dcha.) para perfil A-01.

Las comparaciones entre la curva de dispersión observada y la teórica, así como del espectro H/V observado y teórico, necesarios para evaluar el perfil de velocidades de ondas de corte propuesto, se muestra en la Figura 4.9.

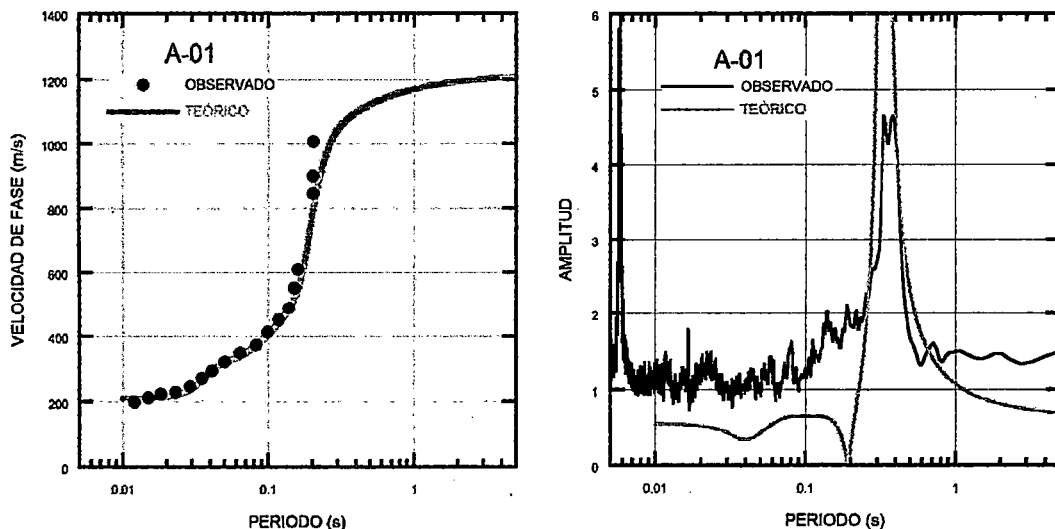


Figura 4.9. Curva de dispersión (izq.) y espectro H/V (dcha.) observados y teóricos para perfil A-01.

PERFIL N°2 (A-02)

Las mediciones para este perfil fueron realizadas dentro del marco de desarrollo del proyecto "Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres producidos por Sismo y Tsunami". El proyecto en mención es resultado de un convenio entre los Gobiernos de Perú y Japón.

Comprende arreglos lineales de 0.5 y 2 m de separación, y circulares con radios de 10, 20 y 45 m.

La curva de dispersión obtenida para este arreglo se muestra en la Figura 4.10. Luego de realizada la inversión a partir de la curva de dispersión se obtuvo el perfil de ondas de corte, mostrado también en la Figura 4.10. El perfil se describe a continuación:

El primer estrato, de 0 a 8 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de corte (V_s) de 220 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una arcilla semi dura.

El segundo estrato, de 8 a 22 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 450 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una arena densa con grava.

El tercer estrato, de 22 a 31 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 560 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una grava con arena.

El cuarto estrato, de 31 a 50 m de profundidad, presenta un valor promedio de velocidad de propagación de ondas de corte (V_s) de 720 m/s. Este valor de velocidad correspondería a una grava muy densa con arena.

Las comparaciones entre la curva de dispersión observada y la teórica, así como del espectro H/V observado y teórico, necesarios para evaluar el perfil de velocidades de ondas de corte propuesto, se muestra en la Figura 4.11.

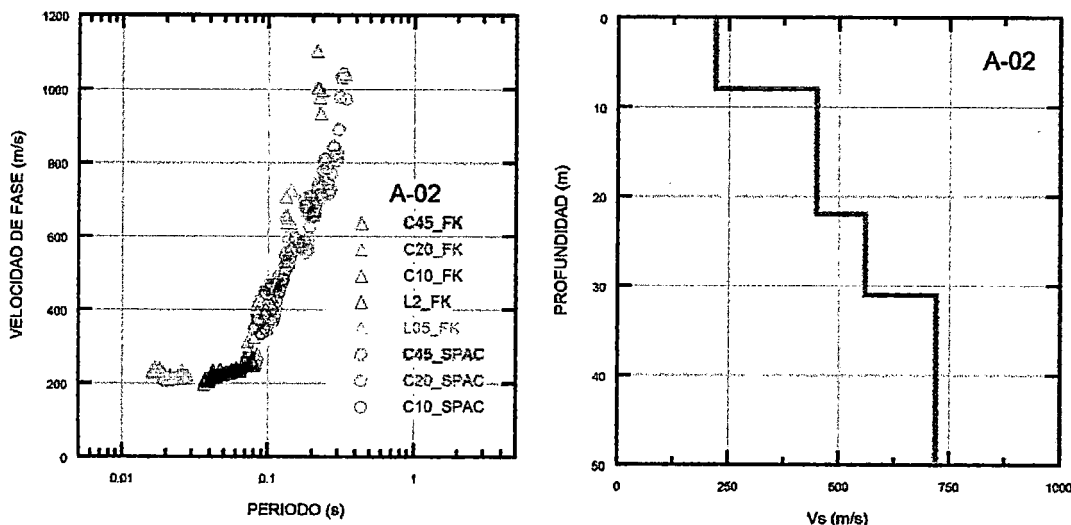


Figura 4.10. Curva de dispersión (izq.) y perfil de velocidades de ondas de corte (dcha.) para perfil A-02.

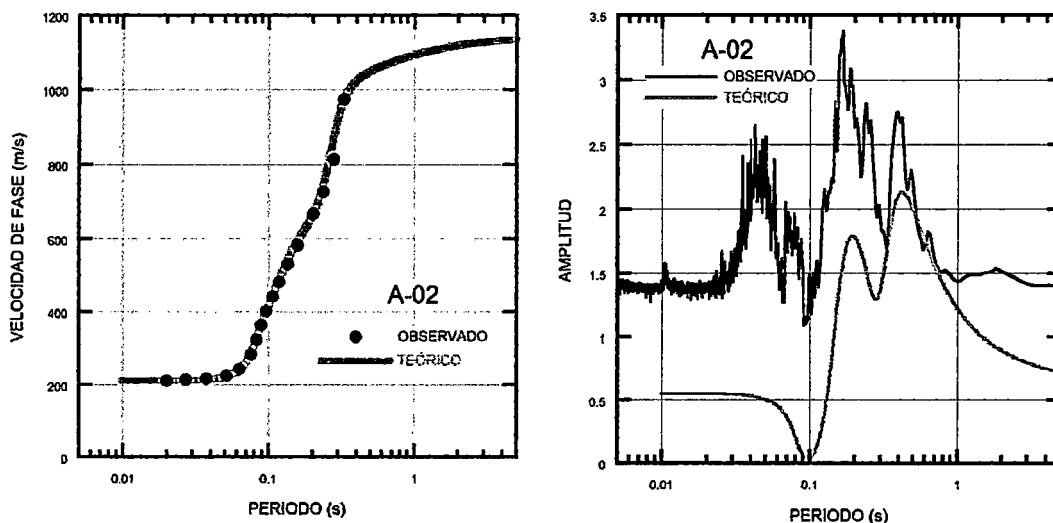


Figura 4.11. Curva de dispersión (izq.) y espectro H/V (dcha.) observados y teóricos para perfil A-02.

PERFIL N°3 (A-03)

Este perfil fue tomado de Repetto et al (1980). El perfil de velocidades de ondas de corte mostrado es producto de un ensayo Down-hole. La Figura 4.12 muestra el perfil de velocidades de ondas de corte y la Figura 4.13 muestra la curva de dispersión teórica y la comparación del espectro H/V observado y teórico. El espectro H/V observado es aquel del punto M4010 del Plano P-04.

El perfil se describe a continuación:

El primer estrato, de 0 a 7 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de propagación de corte (V_s) de 220 m/s. Corresponde a una arcilla limosa a limo arenoso muy duro a denso.

El segundo estrato, de 7 a 12.80 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de propagación de corte (V_s) de 300 m/s. Corresponde a una arcilla limosa a limo arenoso muy duro a denso.

El tercer estrato, de 12.80 a 19.40 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de propagación de corte (V_s) de 260 m/s. Corresponde a una arcilla limosa a limo arenoso muy duro a denso.

El cuarto estrato, de 19.40 a 25.80 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de propagación de corte (V_s) de 540 m/s. Corresponde a una grava arenosa densa.

El quinto estrato, de 25.80 a 32 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de propagación de corte (V_s) de 500 m/s. Corresponde a una arena muy densa.

El sexto estrato, de 32 a 40.60 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de propagación de corte (V_s) de 720 m/s. Corresponde a arenas y gravas muy densas.

El séptimo estrato, de 40.60 a 44.20 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de ondas de corte (V_s) de 740 m/s. Corresponde a arenas y gravas muy densas.

El octavo estrato, de 47.80 a 60 m de profundidad, presenta un valor de velocidad de ondas de corte (V_s) de 1100 m/s. Corresponde a arenas y gravas muy densas.

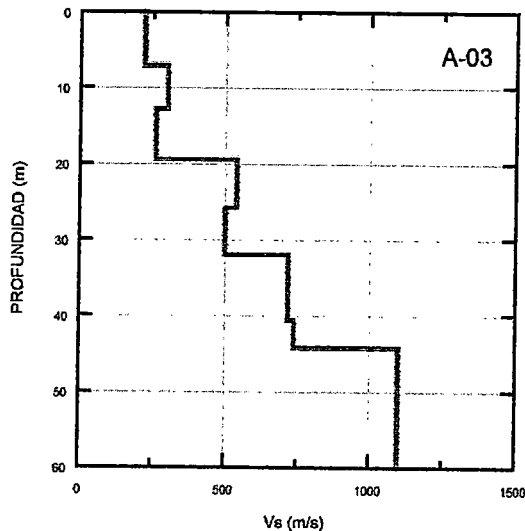


Figura 4.12. Perfil de velocidades de ondas de corte para perfil A-03

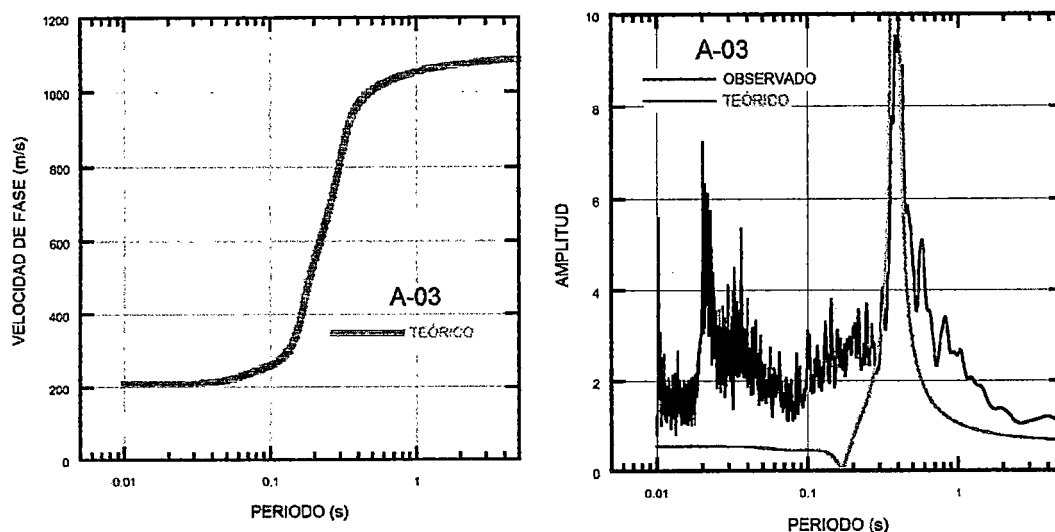


Figura 4.13. Curva de dispersión teórica (izq.) y espectro H/V observado y teórico (dcha.) para perfil A-03.

4.4. Análisis de Amplificación Sísmica

Las condiciones particulares del suelo de un lugar originan una variación de las ondas sísmicas que viajan desde la roca base. Lo anterior es llamado efecto de sitio, y en conjunto con parámetros como la magnitud, la duración, la profundidad focal, el desarrollo en campo cercano o lejano, etc. producen la respuesta en superficie durante cierto evento sísmico.

4.4.1. Análisis Unidimensional

El análisis unidimensional de respuesta del suelo está basado en la suposición que todos los estratos son horizontales y que la respuesta del depósito del suelo es predominantemente causada por ondas SH propagándose verticalmente desde la roca base (Kramer, 1996).

Debido a que las velocidades de propagación de ondas en los materiales superficiales son generalmente menores que en los materiales más profundos, las ondas son usualmente reflejadas entre los estratos horizontales a direcciones cada vez más verticales.

Siendo conocido que el comportamiento real del suelo es uno de tipo no lineal, como parte del análisis unidimensional, se utiliza el modelo lineal equivalente de suelo. Este modelo asigna valores de módulo de corte (G) y amortiguamiento (ξ) a cada estrato según el nivel de deformación que éstos alcancen y según las respectivas curvas de reducción del modulo cortante y de variación del amortiguamiento.

El nivel de deformación será inducido por un acelerograma de algún evento sísmico ingresado en la base del modelo, o donde sea razonable su ubicación, y se buscará la respuesta en superficie debido al modelo de suelo generado. La Figura 4.14 ilustra lo comentado.

Para la presente investigación se utilizó el programa de cómputo llamado *Edushake*, desarrollado para el análisis unidimensional, lineal equivalente de la respuesta del suelo.

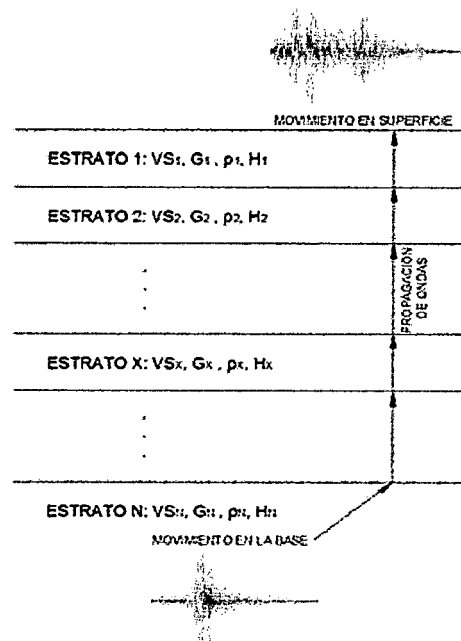


Figura 4.14. Análisis unidimensional.

4.4.2. Perfiles Utilizados

Los perfiles utilizados para el análisis de amplificación sísmica son aquellos denominados A-01, A-02 y A-03. Estos perfiles de velocidades de ondas de corte fueron seleccionados por tener una mayor profundidad de exploración. Las

Tablas 4.1, 4.2 y 4.3 muestran los datos utilizados para los modelos dinámicos del suelo correspondiente a cada perfil.

Tabla 4.1. Datos para modelo dinámico de perfil A-01

Estrato	Descripción del Suelo	Profundidad (m)	Espesor (m)	P. E. (KN/m ³)	Vs (m/s)
1	Arena limosa medio densa	3.5	3.5	17.0	220.0
2	Arena limosa medio densa	14.5	11.0	18.0	360.0
3	Arena gravosa densa	31.5	17.0	20.0	490.0
4*	Grava arenosa densa	50.0	18.5	21.0	590.0

* Estrato en el que se ingresó la señal

Tabla 4.2. Datos para modelo dinámico de perfil A-02

Estrato	Descripción del Suelo	Profundidad (m)	Espesor (m)	P. E. (KN/m ³)	Vs (m/s)
1	Arena limosa medio densa	8.0	8.0	17.0	220.0
2	Arena limosa medio densa	22.0	14.0	18.0	450.0
3	Arena gravosa densa	31.0	9.0	20.0	560.0
4*	Grava arenosa densa	50.0	19.0	21.0	720.0

* Estrato en el que se ingresó la señal

Tabla 4.3. Datos para modelo dinámico de perfil A-03

Estrato	Descripción del Suelo	Profundidad (m)	Espesor (m)	P. E. (KN/m ³)	Vs (m/s)
1	Arcilla limosa a limo arenoso muy duro a denso	7.0	7.0	18.0	220.0
2	Arcilla limosa a limo arenoso muy duro a denso	12.8	5.8	18.0	300.0
3	Arcilla limosa a limo arenoso muy duro a denso	19.4	6.6	18.0	260.0
4	Grava arenosa densa	25.8	6.4	21.0	540.0
5	Arena muy densa	32.0	6.2	20.0	500.0
6*	Arenas y gravas muy densas	40.6	8.6	21.0	720.0
7	Arenas y gravas muy densas	44.2	3.6	21.0	740.0
8	Arenas y gravas muy densas	60.0	3.6	23.0	1100.0

* Estrato en el que se ingresó la señal

Como se mencionó, es necesario utilizar curvas que representen el cambio del de módulo de corte (G) y amortiguamiento (ξ) según el nivel de deformación al que se encuentra sometido el suelo. Para la presente investigación se utilizaron curvas propuestas por Seed et al. (1984) para suelos gravosos, se utilizaron curvas propuestas por Seed e Idriss (1970) para suelos arenosos y curvas propuestas por Idriss (1990) para suelos arcillosos.

Los modelos dinámicos generados fueron verificados sometiéndolos a demandas poco intensas para observar el comportamiento del suelo a bajas deformaciones y poder realizar una comparación, en función del periodo fundamental, con los espectros H/V teóricos y observados.

Tabla 4.4. Registros sísmicos usados en el análisis

Fecha	Nombre de Registro	Aceleración Máxima (gal)	Estación	Denominación
17/10/1966	prq-6610171641	269.3	Parque de la Reserva	prq-1
03/10/1974	prq-7410030921	192.5	Parque de la Reserva	prq-2
15/08/2007	cdlqip_0708151840	58.8	Consejo Departamental de Lima - CIP	cdlqip

Como se mencionó anteriormente, para el análisis unidimensional se necesita de un acelerograma que será ingresado en cierto estrato del perfil. Para la presente investigación se tomaron los registros sísmicos que se indican en la Tabla 4.4, estos fueron escalados a la aceleración máxima calculada mediante el Análisis de Peligro Sísmico.

Siendo los registros sísmicos obtenidos en estaciones sobre suelos gravosos con promedios de velocidades de ondas de corte en los primeros 30 metros (V_{s30}) entre 500 y 700 m/s se ingresó la señal en estratos de suelos con similares características. También, los registros sísmicos fueron escalados al valor de aceleración encontrado con la ley de atenuación denominada CISMID.

La Figura 4.15 muestra los espectros de respuesta de las señales de los registros sísmicos utilizados con el espectro de peligro uniforme.

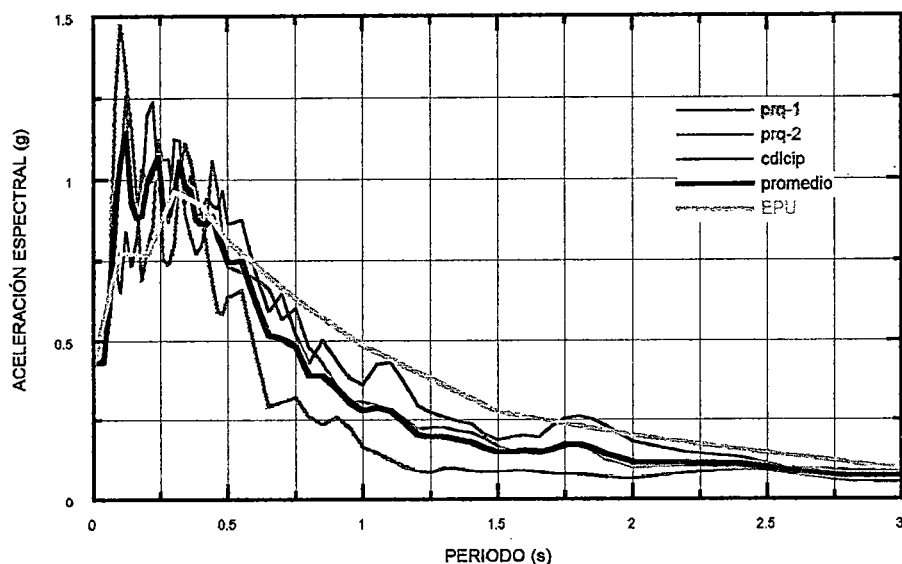


Figura 4.15. Espectros de respuesta de señales escaladas y espectro de peligro uniforme.

4.4.3. Espectros de Respuesta en Superficie

Como resultado del paso a través de los estratos de suelo de la señal ingresada en cierto estrato del modelo dinámico hasta la superficie, se producen cambios en el contenido de frecuencias y en las amplitudes. Estos cambios se pueden apreciar al comparar los espectros de Fourier y de respuesta de la señal ingresada, así como de la señal obtenida en la superficie.

Se muestran tres gráficas resultado del análisis de los tres arreglos. La primera gráfica muestra el factor de amplificación sísmica del suelo evaluado a través de la función de transferencia hallada con el programa *trans4*, desarrollado por el profesor Toru Sekiguchi de la Universidad de Chiba (Japón) en las que utilizó rutinas desarrolladas por Y. Ohsaki, que utiliza el método de Haskell para calcular funciones de transferencia teóricas bajo un comportamiento lineal del suelo. La segunda gráfica muestra el factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural, o simplemente factor de amplificación sísmica como hace referencia la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 (SENCICO, 2006), que es resultado del análisis con el programa *Edushake*. La última gráfica muestra los espectros de respuesta en superficie hallados en el análisis de amplificación unidimensional.

Del análisis unidimensional realizado en el arreglo A-01, correspondiente a la Zona II de la Microzonificación Geotécnica Sísmica, se puede observar en la Figura 4.16.(a) que el factor de amplificación sísmica del suelo se encuentra entre valores de 2.0 a 2.5 para periodos de 0.25 a 0.45 s. En la Figura 4.16.(b) se observa que el factor de amplificación de la respuesta estructural presenta valores de 2.0 a 2.5 en un intervalo de periodos de 0.15 a 0.35 s. En el espectro de respuesta obtenido en superficie, mostrado en la Figura 4.17, se observa aceleraciones espectrales promedio de 1.0g en un intervalo de periodos de 0.10 a 0.35 s. Se observa un PGA de 0.47g.

Del análisis unidimensional realizado en el arreglo A-02, correspondiente a la Zona IV de la Microzonificación Geotécnica Sísmica, se puede observar en la Figura 4.18.(a) que el factor de amplificación sísmica del suelo presenta un valor promedio de 2.0 para periodos de 0.10 a 0.30 s. En la Figura 4.18.(b) se observa que el factor de amplificación de la respuesta estructural presenta valores de 2.0 a 3.0 en un intervalo de periodos de 0.20 a 0.55 s. En el espectro de respuesta obtenido en superficie, mostrado en la Figura 4.19, se observa aceleraciones espectrales con valores de 1.0g a 2.0g en un intervalo de periodos de 0.15 a 0.60 s. Se observa un PGA de 0.62g.

Del análisis unidimensional realizado en el arreglo A-03, correspondiente a la Zona III de la Microzonificación Geotécnica Sísmica, se puede observar en la Figura 4.20.(a) que el factor de amplificación sísmica del suelo se encuentra entre valores de 2 y 3 para periodos de 0.25 a 0.50 s. En la Figura 4.20.(b) se observa que el factor de amplificación de la respuesta estructural presenta valores de 2.0 a 2.5 en un intervalo de periodos de 0.20 a 0.55 s. En el espectro de respuesta obtenido en superficie, mostrado en la Figura 4.21, se observa aceleraciones espectrales con valores de 1.0g a 1.5g en un intervalo de periodos de 0.15 a 0.60 s. Se observa un PGA de 0.53g.

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento no lineal del suelo al incrementarse el periodo en la que se presenta la máxima amplificación de la respuesta de este.

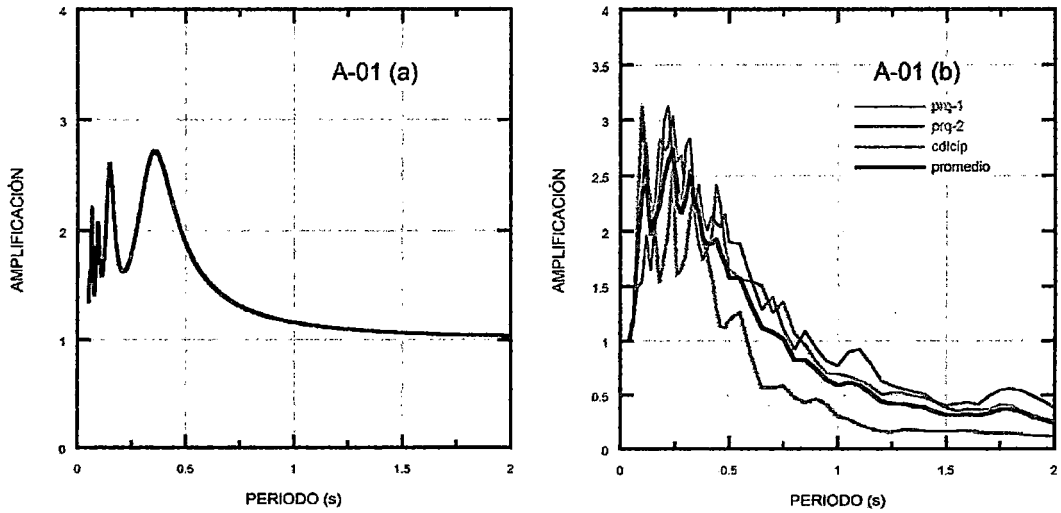


Figura 4.16. Factor de amplificación sísmica del suelo (izq.) y factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural (dcha.) para perfil A-01.

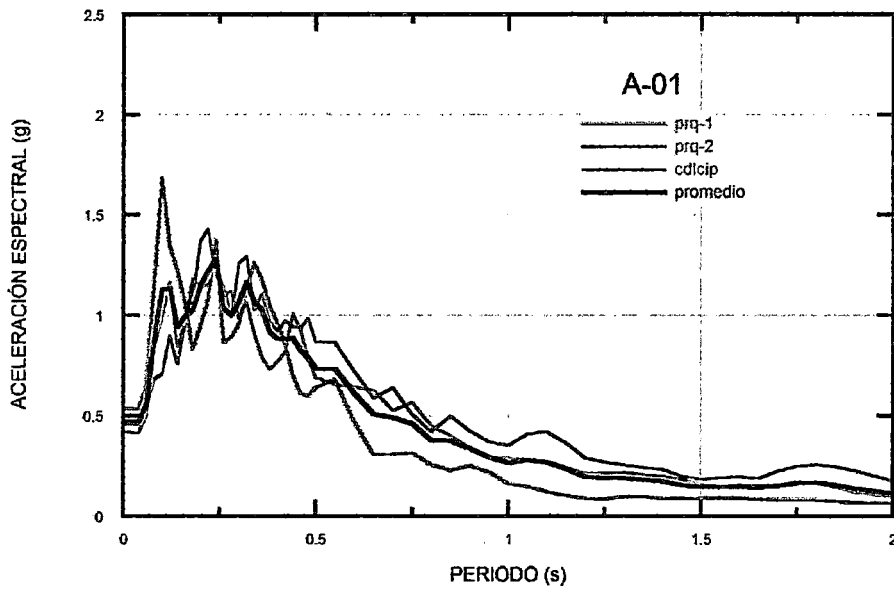


Figura 4.17. Espectros de respuesta en superficie para perfil A-01.

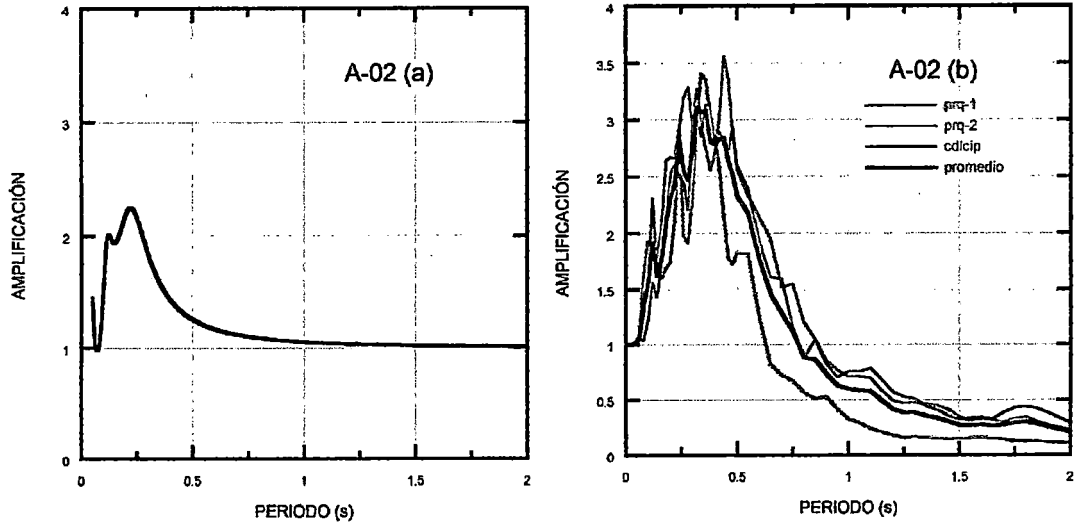


Figura 4.18. Factor de amplificación sísmica del suelo (izq.) y factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural (dcha.) para perfil A-02.

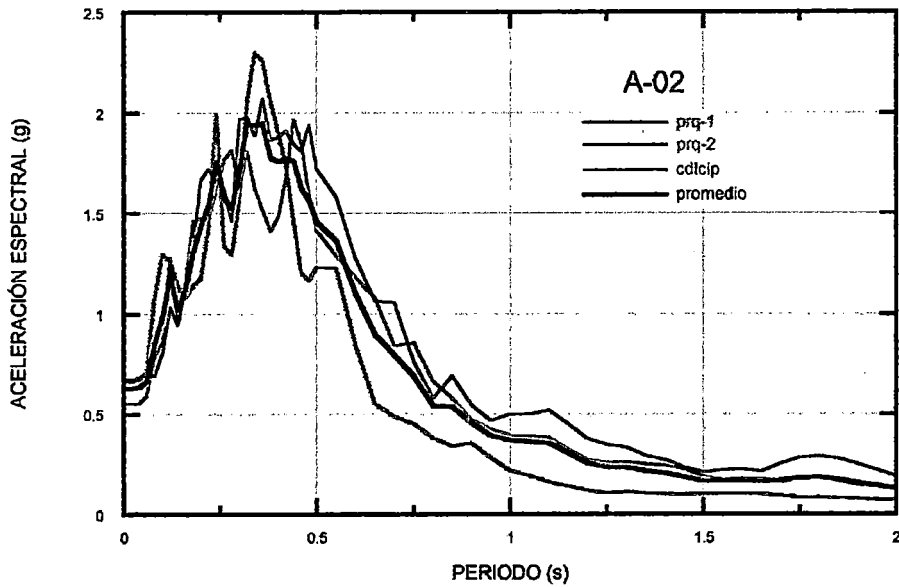


Figura 4.19. Espectros de respuesta en superficie para perfil A-02.

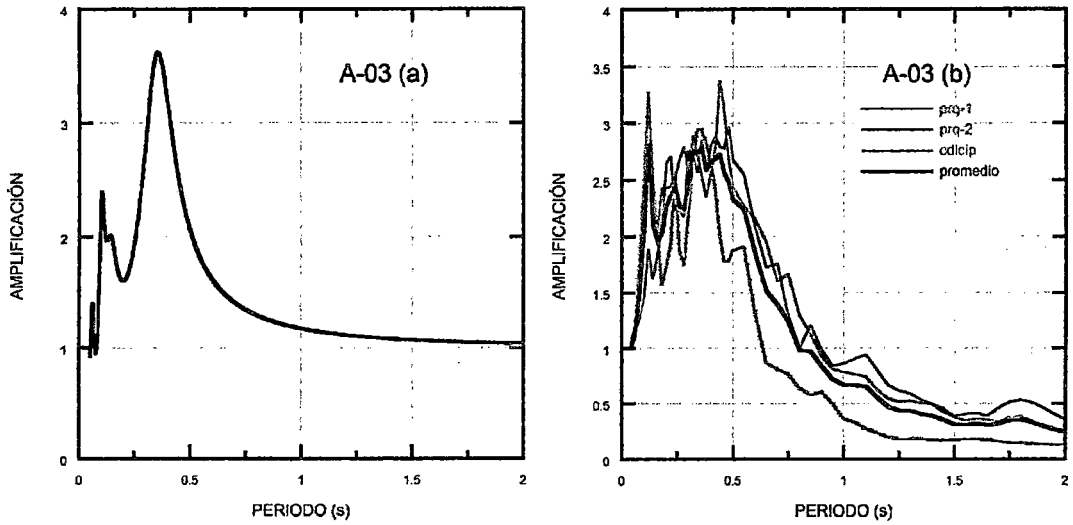


Figura 4.20. Factor de amplificación sísmica del suelo (izq.) y factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural (dcha.) para perfil A-03.

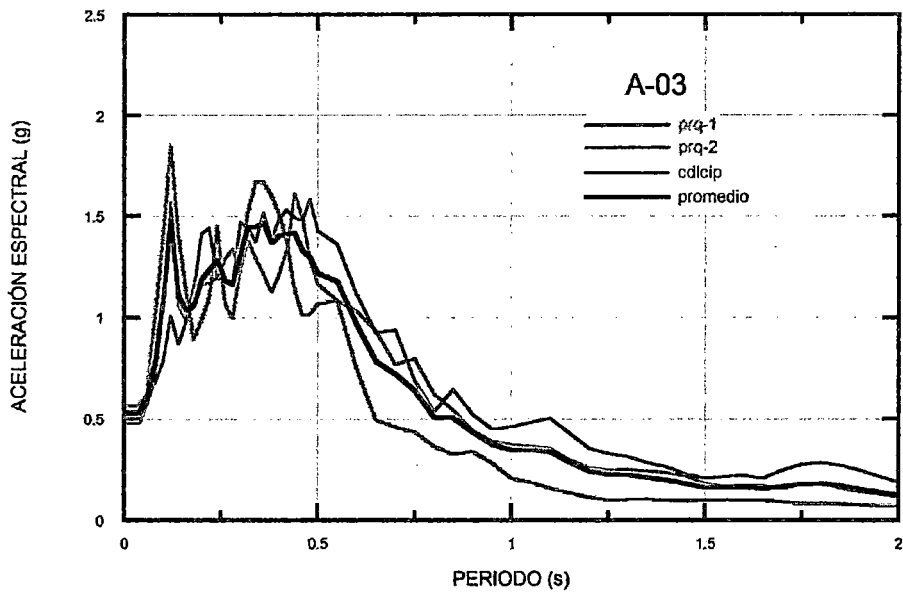


Figura 4.21. Espectros de respuesta en superficie para perfil A-03.

CAPÍTULO V: MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA

5.1. Microzonificación Geotécnica

Considerando los estudios recopilados, los estudios, ensayos y análisis realizados se presentan los Planos P-06, P-07 y P-08.

Los Planos P-06 y P-07 presentan los tipos de suelos en el distrito a las profundidades de 1 y 2 metros respectivamente. Estos planos tienen por objetivo mostrar el tipo de suelo para la cimentación de edificaciones convencionales emplazadas en determinada área del distrito.

La Microzonificación Geotécnica del Distrito de La Molina es presentada en el Plano P-08. Esta divide al área de estudio en cuatro zonas, que se describen a continuación:

Zona I: Está conformada por las laderas de los cerros donde existen afloramientos rocosos o estratos gravosos de origen coluvial y pequeño espesor, los cuales presentan una buena capacidad portante. Esta zona constituye una delgada franja que circunda todo el distrito de La Molina. Se han excluido de esta zona las áreas de taludes identificadas como de peligro moderado o alto, sin embargo, como dicho estudio estuvo limitado a tres zonas específicas, podrían existir otras áreas de alto peligro que deban ser excluidas de la Zona I.

La capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 0.80 m a 1.20 m varía de 2.00 kg/cm² a 4.0 kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por una grava compacta o roca, evitando el estrato de relleno superficial.

Zona II: Abarca la zona relativamente plana, que se extiende desde el pie de las laderas hacia la zona del valle, conformada predominantemente por suelos gravosos coluviales y estratos de arena mal graduada de moderado espesor. En esta zona se encuentran ubicadas gran parte de las urbanizaciones Portada del Sol, SITRAMUN, Cascajal, La Capilla, Las Lomas de La Molina Vieja, Rinconada del Lago, La Planicie, Musa, así como también parte de otras urbanizaciones que se encuentran circundando la zona central del valle.

En esta zona también se incluye al sector conformado por las Urbanizaciones Santa Patricia, La Fontana, Magdalena Sofía, Villa F.A.P "Fundo Vásquez", Camino Real, Los Captus, Mayorazgo entre otros, cuyo terreno de fundación está conformado por la grava aluvial del río Rímac, que en este sector conforma una transición con los depósitos de suelos arenosos y finos profundos localizados en la parte central del distrito.

La capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho varía de 1.20 kg/cm² a 2.00 kg/cm² a la profundidad de cimentación de 1.00 m a 1.50 m. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por un suelo arenoso denso o grava compacta.

Zona III: Esta zona cubre la parte central del valle, conformado por suelos finos y arenosos potentes, abarcando principalmente el área comprendida entre las urbanizaciones El Remanso de la Molina y Las Viñas de La Molina, así como por toda el área de la urbanización El Sol de La Molina. En esta zona se encuentran también parte de las urbanizaciones La Estancia, El Haras, Los Portales, Rinconada Baja y Las Lagunas.

La capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 1.50 a 2.00 m varía de 0.90 kg/cm² a 1.20 kg/cm². Se considera que la cimentación debe de estar asentada sobre terreno natural conformado por un suelo arenoso de compacidad media.

Zona IV: Esta zona abarca la parte central y más profunda de valle, conformado mayormente por suelos finos y arenosos de gran potencia. Está conformada por

la mayor parte de las urbanizaciones La Molina Vieja. La UNA La Molina, El Haras y Las Lagunas.

La capacidad portante del terreno en esta zona es la menor hallada, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho a una profundidad de 1.80 a 2.50 m varía de 0.70 kg/cm² a 0.90 kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por arenas finas de baja compacidad.

Se considera dentro de esta zona las áreas de taludes clasificadas como de alto peligro según evaluación de CISMID [10] y expuesta en el anexo I.

5.2. Curvas de Isoperiodos

En el Plano P-09 se presenta las curvas de isoperiodos dominantes del terreno determinada para el distrito de La Molina en función del análisis de los resultados obtenidos de la medición de microtremores en diferentes puntos. Las mediciones utilizadas tanto ejecutados en este estudio como de otros estudios.

Los 19 nuevos puntos ejecutados que han sido analizados mediante el espectro de amplitudes de Fourier y el cociente espectral H/V, al ubicarlos junto con los resultados obtenidos a los valores de periodo del suelo determinados anteriormente, representan un complemento de valores en zonas donde no se conocía el periodo del suelo. Se identifican con mayor detalle las zonas en que los periodos varían desde 0.10 s. en áreas de suelos gravoso o en roca, hasta 0.40 s. en las áreas de suelos arenosos y suelos finos con buena potencia, reflejando de alguna manera a las características geológicas y geotécnicas que se encuentran en la zona en estudio. En la parte central del distrito el periodo predominante del suelo varía entre 0.30 s y 0.40 s. Hacia el Este los valores del periodo se encuentran entre 0.20 s y 0.40 s. En el Noroeste predomina claramente el periodo de 0.10 s. Desde el Suroeste hacia el Oeste los periodos varían entre 0.10 s y 0.40 s.

El Mapa de Isoperiodos se construye ubicando los puntos de microtrepidaciones con su respectivo valor de periodo y se interpola valores intermedios de periodo

entre estos puntos. Este mapa permite conocer las zonas con similar periodo de vibración del suelo.

5.3. Microzonificación Geotécnica Sísmica

El plano de Microzonificación Geotécnica Sísmica se elabora en función de la superposición de los resultados obtenidos del mapa de microzonificación geotécnica, el mapa de curvas de Isoperiodos y los factores de amplificación.

Consecuencia de esta superposición se ha subdividido al distrito de La Molina en cuatro zonas, las cuales se describen a continuación.

Zona I: Está conformada por las laderas de los cerros donde existen afloramientos rocosos o estratos gravosos de origen coluvial y pequeño espesor, los cuales presentan una buena capacidad portante. Esta zona constituye una delgada franja que circunda todo el distrito de La Molina. Se han excluido de esta zona las áreas de taludes identificadas como de peligro moderado o alto, sin embargo, dicho estudio estuvo limitado a tres zonas específicas y podrían existir otras áreas de alto peligro que deban ser excluidas de la Zona I.

La capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 0.80 m a 1.20 m varía de 2.00 kg/cm² a 4.00 kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por una grava compacta o roca, evitando el estrato de relleno superficial.

El comportamiento dinámico del terreno en esta zona corresponde al de un suelo rígido por lo que no se espera grandes amplificaciones en la respuesta del suelo. Sin embargo, se puede producir amplificaciones en las áreas de fuerte pendiente y en las partes altas de los cerros, por efectos topográficos. Los periodos dominantes del suelo se ubican alrededor de 0.10 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 410.0 m/s y 635.0 m/s.

Zona II: Abarca la zona relativamente plana, que se extiende desde el pie de las laderas hacia la zona del valle, conformada predominantemente por suelos

gravosos coluviales y estratos de arena mal graduada de moderado espesor. En esta zona se encuentran ubicadas gran parte de las urbanizaciones Portada del Sol, SITRAMUN, Cascajal, La Capilla, Las Lomas de La Molina Vieja, Rinconada del Lago, La Planicie, Musa, así como también parte de otras urbanizaciones que se encuentran circundando la zona central del valle. En esta zona también se incluye al sector conformado por las Urbanizaciones Santa Patricia, La Fontana, Magdalena Sofía, Villa F:A.P "Fundo Vásquez", Camino Real, Los Captus, Mayorazgo entre otros, cuyo terreno de fundación está conformado por la grava aluvial del río Rímac, que en este sector conforma una transición con los depósitos de suelos arenosos y finos profundos localizados en la parte central del distrito.

La capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 1.00 m a 1.50 m varía de 1.20 kg/cm² a 2.0 kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por un suelo arenoso denso o grava compacta.

En esta zona se espera un moderado incremento del nivel de peligro sísmico por efecto del comportamiento dinámico del terreno. Los periodos dominantes del suelo varían en promedio de 0.10 s a 0.20 s. Los factores de amplificación sísmica obtenidos para esta zona varían en un intervalo de 2.0 a 2.5 para periodos de 0.25 a 0.45 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 360.0 m/s y 445.0 m/s.

Zona III: Esta zona cubre la parte central del valle, conformado por suelos finos y arenosos potentes, abarcando principalmente el área comprendida entre las urbanizaciones El Remanso de la Molina y Las Viñas de La Molina, así como por toda el área de la urbanización El Sol de La Molina. En esta zona se encuentran también parte de las urbanizaciones La Estancia, El Haras, Los Portales, Rinconada Baja y Las Lagunas.

La capacidad portante para una cimentación corrida de 0.60 m cimentada a una profundidad de 1.50 m a 2.00 m varía de 0.90 Kg/cm² a 1.20 kg/cm².

El comportamiento dinámico del terreno en esta zona es desfavorable por lo que se espera un fuerte incremento del nivel de peligro sísmico. Los periodos dominantes del suelo varían en promedio de 0.30 s a 0.40 s. Los factores de amplificación sísmica obtenidos para esta zona varían en un intervalo de 2.0 a 2.5 para periodos de 0.20 a 0.55 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 310.0 m/s y 360.0 m/s.

Zona IV: Esta zona abarca la parte central y más profunda de valle, conformado mayormente por suelos finos y arenosos de gran potencia. Está conformada por la mayor parte de las urbanizaciones La Molina Vieja, La UNA La Molina, El Haras y Las Lagunas.

La capacidad portante del terreno en esta zona es la menor hallada, para una cimentación corrida de 0.60 m de ancho cimentada a una profundidad de 1.80 a 2.50 m varía de 0.70 kg/cm² a 0.90 kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por arenas finas de baja compacidad.

En esta zona se incluyen también las áreas de laderas clasificadas como de alto peligro por problemas de estabilidad de taludes o caída de rocas.

El comportamiento dinámico del terreno es el más desfavorable, es el área del distrito de La Molina que está expuesta a los más altos niveles de peligro sísmico y donde se han registrado los mayores daños en sismos pasados. Los periodos dominantes del suelo toman valores igual o mayores a 0.40 s. Los factores de amplificación sísmica obtenidos para esta zona varían en un intervalo de 2.5 a 3.0 para periodos de 0.20 a 0.55 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 265.0 m/s y 350.0 m/s.

La Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de La Molina se muestra en el Plano P-10.

CONCLUSIONES

1. Mediante el análisis de información, recopilada y generada para la presente investigación, de la mecánica y dinámica de los suelos del distrito de La Molina fue posible elaborar la Microzonificación Geotécnica Sísmica, que divide al distrito en 4 zonas. Las zonas se describen a continuación:

La Zona I está conformada por las laderas de los cerros donde existen afloramientos rocosos o estratos gravosos de origen coluvial y pequeño espesor, los cuales presentan una buena capacidad portante. La capacidad portante varía de 2.00 kg/cm^2 a 4.00 kg/cm^2 . Los periodos dominantes del suelo se ubican alrededor de 0.10 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 410.0 m/s y 635.0 m/s.

La Zona II abarca la zona relativamente plana, que se extiende desde el pie de las laderas hacia la zona del valle, conformada predominantemente por suelos gravosos coluviales y estratos de arena mal graduada de moderado espesor. La capacidad portante varía de 1.20 kg/cm^2 a 2.0 kg/cm^2 . Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural conformado por un suelo arenoso denso o grava compacta. Los periodos dominantes del suelo varían en promedio de 0.10 s a 0.20 s. Los factores de amplificación sísmica obtenidos para esta zona varían en un intervalo de 2.0 a 2.5 para periodos de 0.25 a 0.45 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 360.0 m/s y 445.0 m/s.

La Zona III cubre la parte central del valle, conformado por suelos finos y arenosos potentes. La capacidad portante varía de 0.90 Kg/cm^2 a 1.20 kg/cm^2 . Los periodos dominantes del suelo varían en promedio de 0.30 s a 0.40 s. Los factores de amplificación sísmica obtenidos para esta zona varían en un intervalo de 2.0 a 2.5 para periodos de 0.20 a 0.55 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 310.0 m/s y 360.0 m/s.

La Zona IV abarca la parte central y más profunda de valle, conformado mayormente por suelos finos y arenosos de gran potencia. La capacidad

portante varía de 0.70 kg/cm^2 a 0.90 kg/cm^2 . Los periodos dominantes del suelo toman valores igual o mayores a 0.40 s . Los factores de amplificación sísmica obtenidos para esta zona varían en un intervalo de 2.5 a 3.0 para periodos de 0.20 a 0.55 s. Se encuentran valores de velocidad de ondas de corte V_{s30} entre 265.0 m/s y 350.0 m/s .

2. Los rasgos geomorfológicos indican cerros abruptos (de fuertes pendientes en cotas superiores), lomadas y acumulaciones de baja pendiente al pie de los taludes. Las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio, están conformadas por afloramientos rocosos y depósitos inconsolidados, con edades que van desde el Cretáceo Inferior al Cuaternario Reciente.
3. Utilizando las fuentes sismogénicas desarrolladas por Gamarra (2009) y las leyes de atenuación de Young et al. (1997), CISMID (2006) y Sadigh et al. (1997) se encontró en el análisis de peligro sísmico probabilístico, para eventos sísmicos con un periodo de retorno de 475 años, lo siguiente: la aceleración máxima para el distrito de La Molina de un emplazamiento en suelo firme es de $0.43g$ considerando el modelo de atenuación de CISMID y de $0.52g$ considerando el modelo de atenuación de Young et al. Para un emplazamiento en roca la aceleración de diseño es de $0.32g$ considerando el modelo de atenuación Young et al. En el análisis de peligro sísmico determinístico se encontró lo siguiente: la aceleración máxima para el distrito de La Molina de un emplazamiento en suelo firme es de $0.47g$ considerando el modelo de atenuación de CISMID y de $0.36g$ considerando el modelo de atenuación de Young et al. Para un emplazamiento en roca la aceleración de diseño es de $0.20g$ considerando el modelo de atenuación Young et al.
4. Las exploraciones geotécnicas realizadas y la información recopilada sobre la mecánica del suelo del distrito de La Molina permitieron definir áreas según el tipo de suelo. Se pudo definir áreas que representan el tipo de suelo a 1.00 y 2.00 metros de profundidad y que ayudarán a tener un criterio general al definir el tipo de cimentación para edificaciones convencionales.
5. Se elaboró la Microzonificación Geotécnica del distrito de La Molina que divide al distrito en 4 zonas según el tipo de suelo y la potencia de estos. La Zona I comprende estratos de grava de origen coluvial-aluvial. La Zona II

- comprende estratos de suelos finos y arenosos con potencias menores a 10.00 m. La Zona III comprende estratos de suelos finos y arenosos con potencias de 10.00 m a 20.00 m. Por último, la Zona IV comprende suelos finos y arenosos de gran potencia y taludes inestables.
6. La medición de microtrepidaciones constituye un ensayo económico que permite abarcar grandes áreas y tener una idea general de las características dinámicas del suelo donde se desarrolla este. Puede ser utilizado como referencia para proponer zonas específicas de estudio, en los que se podrían desarrollar ensayos específicos como el de arreglo de microtrepidaciones.
 7. Es indispensable para la obtención de resultados confiables registrar señales sin ruido. Los resultados de la medición de microtrepidaciones son producto del promedio de aplicar la técnica de Nakamura a tramos del registro.
 8. Los perfiles de velocidades de ondas de corte resultado de los ensayos MASW proporcionaron información de la características dinámicas del suelo para en promedio los 30.00 m de profundidad. Esta información fue contrastada con la de la mecánica de suelos en las zonas donde se realizó el ensayo, encontrándose correspondencia entre estas.
 9. Los perfiles de velocidades de ondas de corte resultado de los ensayos MASW muestran suelos con velocidades de ondas de cortes V_{s30} en un intervalo de 266 m/s a 635 m/s, evidenciando heterogeneidad de los suelos del área de estudio.
 10. Siendo el ensayo MASW de más rápida ejecución al compararlo con los arreglos de microtrepidaciones, se alcanza profundidades máximas de exploración de 30.00 m, menores a los 50.00 m alcanzados con los arreglos de microtrepidaciones. Se hace evidente la necesidad de realizar estos dos tipos de ensayos al ser complementarios.
 11. Las curvas de dispersión y espectros H/V teóricos presentan buena correspondencia con aquellos observados en los ensayos. Así también, las

funciones de transferencias presentan buena correspondencia en los periodos fundamentales de los diferentes perfiles evaluados.

12. Los resultados del análisis unidimensional evidencian aceleraciones máximas en el suelo de hasta 0.62g para la zona de mayor amplificación.
13. El análisis unidimensional de amplificación sísmica presenta sus principales limitaciones en la precisa correlación de resultados de ensayos geofísicos con aquellos ensayos para conocer las características mecánicas del suelo; y en la correcta elección del movimiento en la base para realizar el análisis.
14. En el plano de Curvas de Isoperiodos se identifican zonas en que los periodos varían desde 0.10 s. en áreas de suelos gravoso o en roca, hasta 0.40 s. en las áreas de suelos arenosos y suelos finos con buena potencia, reflejando de alguna manera a las características geológicas y geotécnicas que se encuentran en la zona en estudio. En la parte central del distrito el período predominante del suelo varía entre 0.30 s y 0.40 s. Hacia el Este los valores del periodo se encuentran entre 0.20 s y 0.40 s. En el Noroeste predomina claramente el periodo de 0.10 s. Desde el Suroeste hacia el Oeste los periodos varían entre 0.10 s y 0.40 s.

RECOMENDACIONES

1. Aumentar la densidad de puntos de medición de microtrepidaciones para un mayor entendimiento del comportamiento de los suelos del área de estudio.
2. Durante la medición de microtrepidaciones de debe de evitar fuentes de origen impulsivo o fuentes que puedan generar movimiento del sensor como el viento.
3. Realizar mayor cantidad de ensayos geofísicos con el objetivo de generar perfiles bidimensionales del suelo para realizar un análisis de amplificación sísmica bidimensional.
4. Instalar acelerógrafos para contar con registros sísmicos que representen el efecto del sitio del área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aki, K., "Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors", *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 35, 415–457, 1957.
2. Alva, J., Huamán, C. y Ohtsuki, T., "Respuesta Dinámica de los Suelos de los Distritos de La Punta-Callao En Lima, Perú", *Memorias del XIII Congreso Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones*, Nueva Delhi, India, 1994.
3. Bazan, E., Meli, R., "Diseño Sísmico de Edificios", *Limusa*, D.F. México, 2004.
4. Bard, P.-Y., "Microtremor measurements: a tool for site effect estimation?", *State-of-the-art paper, Second International Symposium on the Effects of Surface Geology on seismic motion*, Yokohama, December 1-3, 1998, Irikura, Kudo, Okada & Sasatani (eds), 3, 1251-1279, *Balkema*, 1999.
5. Braja, Das, "Principios de Ingeniería de Cimentaciones", *México Thomson Editores*, 4ta Edición, México, 1996.
6. Capon J., "High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis", *Proceeding of the IEEE*, 57, 1408-1419, 1969.
7. Castillo J., "Peligro Sísmico en el Perú", *Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú*, 1993.
8. Chávez, J., "Leyes de Atenuación para Aceleraciones Espectrales en el Perú", *Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Civil, Lima, Perú*, 2006.
9. CISMID, "Estudio de Vulnerabilidad Sísmica del distrito de La Molina-Fase I". *Informe Técnico, Lima, Perú*, 2002.
10. CISMID, "Estudio de Vulnerabilidad Sísmica del distrito de La Molina- Fase II". *Informe Técnico, Lima, Perú*, 2004.
11. CISMID, "Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 32 distritos de Lima y Callao". *Informe Técnico, Lima, Perú*, 2004.
12. CISMID. "Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Pisco", *Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú*, 2007.

13. CISMID, "Microzonificación y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima". Informe Técnico, Lima, Perú, 2011.
14. Cornell A., "Engineering Seismic Risk Analysis", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 58, N°5, 1538 – 1606, 1968.
15. Flores, H., "Método SPAC: Una alternativa para la Estimación de Velocidades en el valle de México", Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2004.
16. Gabriels, P., Snider, R., and Nolet, G., "In situ measurements of shear-wave velocity in sediments with higher-mode Rayleigh waves", Geophysical Prospecting, 35, 187-196, 1987.
17. Gamarra, C., "Nuevas Fuentes Sismogénicas Para la Evaluación del Peligro Sísmico y Generación de Espectros de Peligro Uniforme en el Perú", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2009.
18. Giesecke, A., Ocola, L., Silgado, E., Herrera, J., Giuliani, H., "El terremoto de Lima del 3 de octubre de 1974", Informe técnico, CERESIS-UNESCO, Lima, Perú, 1980.
19. Hanks, T., Kanamori, H., "A moment magnitude scale", Journal of Geophysical Research, Vol. 84, pp. 2348-2350, 1979.
20. Hanks, T., McGuire, R., "The character of high frequency strong ground motion", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 71, pp. 2071-2095, 1981.
21. Huamán, C. "Microzonificación Sísmica de la Punta y Callao". Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1991.
22. International Code Council, "International Building Code", USA, 2009.
23. Joyner, W., Boore, D., "Measurement, characterization, and prediction of strong ground motion", Earthquake Engineering and Soil Dynamics II – Recent Advances in Ground Motion Evaluation, Geotechnical Special Publication 20, pp. 43-102, ASCE, New York, 1988.
24. Kramer, S. L., "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, USA, 1996.

25. Kuroiwa, J., "Reducción de Desastres: Viviendo en Armonía con la Naturaleza", Lima, Perú, 2002.
26. Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia, Are Microtremors useful in site response evaluation? Bull. Seism. Soc. Am., 83, 1350-1364; D.F. México, 1994.
27. Martínez, J., "Ensayos de Microtrepidaciones y Apreciaciones Geotécnicas para la Microzonificación del Distrito de la Molina", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 1997.
28. McGuire R.K., "Seismic Structural Response Risk Analysis incorporating Peak Response Regression on Earthquake Magnitude and Distance", MIT Report R74-51 Cambridge MA, USA, 1974.
29. Nakamura, Y. "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using Microtremors on the ground surface". Quarterly Report Railway Technology. Research Institute. Vol. 30. N°3. Págs. 25-30, 1989.
30. Omori, F., "On Micro-Tremors". Bull. Imperial Earth. Investigation Committee of Tokio, Vol. II, Pag 1-6, 1908.
31. Ordaz, M., "Estimación de Movimientos Fuertes Ante Temblores de Subducción", Tesis Doctoral, División de Estudios Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 1992.
32. Ordaz, M., Aguilar A., Arboleda J, "Program for Computing Seismic Hazard: CRISIS 2003 Ver 3.0.1", Institute of Engineering, Universidad Nacional Autónoma de México, 1999.
33. Quispe R., Tavera H., Bernal I., "Geometría de la placa de Nazca en el borde occidental de Sudamérica a partir de las tendencias medias de sismicidad", Boletín de la Sociedad Geológica del Perú v.95, p. 93-110, 2003.
34. Repetto, P., Arango, I. y Seed, H.B., "Influence of Site Characteristics on Building Damage during the October 3, 1974 Lima Earthquake", Report N° EERC 80-41, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, USA, 1980.
35. Sadigh K., Chang C., Egan J., Makdisi F., Youngs R.R., "Attenuation Relationship for Shallow Crustal Earthquakes Based on California Strong

Motion Data", *Seismological Research Letters*, Volume 68, Number 1, January/February, 1997.

36. Seed, H. Bolton and Idriss, I. M., "Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analyses", Report N° EERC 70-10, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, California, 1970.
37. Seed, H. B., Wong, R. T., Idriss, I. M., and Tokimatsu, K, "Moduli and Damping Factors for Dynamic Analyses of Cohesionless Soils", *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 112, N° 11, pp. 1016-1032, 1986
38. SENCICO, "Norma E0.30 Diseño Sismorresistente", Lima, Perú, 2006.
39. Silgado E. "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N°3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú, 1978.
40. Tavera, H., y E. Buforn., " Sismicidad y Sismotectónica de Perú", *Física de la Tierra*, N° 10, pp. 187 – 219. España, 1998.
41. Tavera H., Buforn E., Bernal I., Antayhua Y. & Vilcapoma L., "The Arequipa (Peru) Earthquake of June 23, 2001", *Journal of Seismology*, Vol. 6, pp. 279 – 283, 2002.
42. Tokimatsu K., Miyadera Y. and Kuwayama S., Determination of Shear Wave Velocity Structures from Spectrum Analyses of Short-Period Microtremors, *Proc., 10th World Conf. on Earthquake Engrg.*, 1, , 253-258, 1992.
43. Tokimatsu K., Shinzawa K., Kuwayama S., Use of short-period microtremors for Vs profiling, *J. Geotechnical Eng.*, vol. 118 (10), ASCE, pp. 1544-1558, 1992.
44. Youngs, R. R., Chiou, S. -J., Silva, W. J. and Humphrey, J. R., "Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes," *Seismological Research Letters*, 68(1), 58-73, 1997.

ANEXOS

**ANEXO I:
ZONIFICACIÓN Y PELIGRO GEOLÓGICO**

ANEXO II:
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS RECOPIRADOS



ESTUDIOS RECOPIADOS

ESTU DIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E01	E.S.F.C Construcción del Pabellón de 2 pisos de la Escuela de Inteligencia	Calle. Las Cascadas N°280 Urb. Samoa	3.00	287947.32	8661524.72	Nov. 97
E02	E.S.F.C Proyecto Capilla Las Viñas	Av. Alameda de Los Conquistadores y calle Las Vegas del Condado	3.50	289130.08	8661457.30	Abr. 03
E03	E.S.F.C Proyecto Facultad de Medicina Humana U.P. San Martín de Porres	Cruce Av. La Alameda y Av. El Corregidor	6.00	287713.12	8661727.58	Abr. 94
E04	E.S.F.C Vivienda Unifamiliar	Calle 12 Lt. 4	3.00	289461.64	8663005.71	May. 03
E05	E.S.F.C Proyecto Losa Deportiva del Colegio Newton	Av. Ricardo Elías Aparicio, Nro. 240 (Interior de la parcela Nro 3)	8.30	290284.57	8663618.72	Ene. 04
E06	E.S.F.C Ampliación del Laboratorio CEPIS	Calle Los Pinos 259 Urb. Camacho	2.00	285736.01	8663889.37	Abr. 98
E07	E.S.F.C Vivienda Unifamiliar	Calle Islas Virgenes, Mz. K, Lte. 18 - Urb. La Rinconada	3.00	291319.78	8664310.67	May. 02
E08	E.S.F.C Proyecto Restaurante Cinco Tenedores y Tragamonedas	Cruce Av. La Molina y Calle Las Canarias	4.50	287096.51	8664669.55	Jun. 03
E09	E.S.F.C Construcción del Pabellón Santa Rosa de Lima - UNIFE	Av. Los Frutales Nro. 954 - Urb. Camacho (UNIFE)	4.00	285944.59	8664740.18	Jun. 97
E10	E.S.F.C Vivienda Unifamiliar de 3 pisos	Urb. El Refugio - Rinconada Alta	5.00	289193.19	8664630.25	Nov. 03
E11	E.S.F.C Proyecto Conjunto Residencial Sta. Patricia	Jr. Centenario y Psj. s/n Urb. Sta. Patricia	3.00	289401.46	8665081.46	Jul. 02
E12	E.S.F.C Edificación de 3 pisos y Sótano	Cruce Calle José Antonio y Calle La Hacienda	5.00	285773.32	8665022.13	Dic. 02



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

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E13	E.S.F.C Policlínico - COVIMA	Mz. J Lt. 2 Urb. Covima	5.00	288250.37	8665819.89	Jun. 99
E14	E.S.F.C Proyecto Oficinas Regionales	Av. El Grifo N° 125 Y N° 151 Urb. Campo Verde	4.00	289158.20	8664451.61	Ago. 01
E15	E.S.F.C Del Centro de Capacitación Misional	Av. Melgarejo Mz. B Lte. 1 y 2 Urb. Campo Verde	3.00	289139.87	8664655.89	May. 00
E16	E.S.F.C Vivienda de 2 Pisos del Sr. Carlos Lau	Mz L Lote 6 Urb. Club Campestre de las Lagunas de la Laguna.	3.00	290929.58	8663808.31	Dic. 96
E17	Vulnerabilidad Sísmica del Distrito de la Molina	Parque Av. Del Corregidor	5.00	286935.66	8663315.60	May. 02
E18	Vulnerabilidad Sísmica del Distrito de la Molina	Parque entre las calles Los Sauces y Las Begonias	21.00	287615.06	8662866.32	May. 02
E19	E.S. Vivienda Unifamiliar	Jr. Vilcabamba, Mz. M1, Lt. 6 , Urb. La Portada del Sol	6.00	289482.35	8660075.00	Oct. 09
E20	E.S. Vivienda Unifamiliar - 2 pisos	Av. Raúl Ferrero, cerca de la intersección con la Av. Javier Prado Ugarteche	6.00	292203.75	8665555.28	Feb. 09
E21	E.S.F.C. Vivienda del Sr. Javier Ramón y Sra.	Ca. 4, Lt. 6, Mz. D, Urb. El Refugio I etapa	4.00	288790.03	8660199.28	Ene. 09
E22	E.S.F.C. Edificio de 03 pisos y 01 Sótano	Ca. Las Caobas, al costado de la clínica Santa Margarita	7.00	287793.82	8662622.59	Feb. 09
E23	E.S.F.C. Condominio de 03 Casas Unifamiliares	Ca. Los Osos 170, Mz. R, Lt 14, Urb. Rinconada del Lago	4.00	290278.91	8663084.79	Jun. 06
E24	E.S.F.C. Residencia Sr. Hugo Rolando Salem y Sra.	Av. José León Barandarian 668. Urb. La Planicie	4.00	291948.96	8664174.03	Feb. 09



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

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTU DIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E25	E.S.F.C. Residencia Sr. Gustavo A. Goyzueta	Av. José León Barandarian 130. Urb. La Planicie	5.00	291545.16	8664358.79	Feb. 09
E26	E.S.F.C. Residencia Rodrigo Sarria	Ca. Islas Vírgenes, Lt 8, Mz. A, Urb. Los Condes de la Planicie	2.50	291250.12	8664457.51	Abr. 10
E27	E.S.F.C. Edificio de 8 a 12 pisos y 3 sótanos	Esquina: Av.Prolong. Javier Prado Este y la Ca. Toulón	17.00	287494.86	8664716.90	May. 08
E28	E.S.F.C. Vivienda en Quinta	Urb. San Remo, Mz. B, Lt. 7 y 8	2.00	293140.09	8662577.49	Dic. 04
E29	E.S.F.C. Edificación Unifamiliar	Ca. Punta Hermosa, Mz. 3D, Lt. 16, Urb. El Sol de la Molina 3° etapa	3.00	293519.87	8663788.44	Mar. 09
E30	E.S.F.C. Centro Comercial Monterrico Plaza La Molina	Entre Av. Molina y Prolong. Javier Prado y Jr. Los Melones, Ca. Mangos	14.00	286780.15	8664728.34	Mar. 08
E31	E.S.F.C. Edificio de Cafetería de la USIL	Av. La Fontana 550	6.00	287330.54	8664585.48	May. 08
E32	E.S.F.C. Pabellón de aulas de la Facultad de Medicina de la USMP	Av. Alameda del Corregidor 1531	5.00	287719.79	8661869.61	Set. 09
E33	E.S.F.C. Hipermercado Tottus ISIL	Av. La Fontana y Ca. Los Forestales	6.20	287641.16	8664612.58	Set. 08
E34	E.S.F.C. Conjunto Habitacional Camacho	Ca. Jose Antonio y Ca. 6 (Fundo Vasquez y col. Lincoln), Separadora Industrial y Evitamiento	4.00	285484.84	8664814.27	Set. 98
E35-1	E.S.F.C. Universidad Nacional Agraria La Molina	Av. Raúl Ferrero, Los Fresnos y las Viñas de la Molina	8.20	288118.46	8662769.14	Jul. 98
E35-2	E.S.F.C. Universidad Nacional Agraria La Molina	Av. Raúl Ferrero, Los Fresnos y las Viñas de la Molina	8.00	288532.39	8661771.55	Jul. 98

AV. TUPAC AMARU N° 1150 – LIMA 25 – PERÚ – Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511)482-0790 FAX: (511)481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe <http://www.cismid.uni.edu.pe> <http://www.cismid-uni.org>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E36	Estudios complementarios Facultad de Gastronomía USIL	Av. La Fontana 550, esquina con calle 2	8.00	287313.89	8664646.14	May. 09
E37	E.S.F.C. Residencia de 02 Pisos y 02 Sótanos	Jr. La Chalana 378 y Av. Laguna Grande. Urb. Laguna de La Molina	7.00	291440.80	8663885.60	—
E38	E.S. Vivienda Sra. Hanna Rodrigo	Ca. El Haras 135, Urb. Club Campestre El Haras	6.00	288929.07	8664119.28	Mar. 09
E39	E.S.F.C. Residencia Sr. Luis Felipe Cantuarias Salaverry y sra.	Av. Del Parque 235, Lt. 20, Mz. M, Urb. La Planicie Zona Este	5.00	292869.77	8664216.16	Feb. 09
E40	E.S.F.C. Residencia sr. Oswaldo Sandoval	Esq. Ca. El Farol con av. Ponteviedra, Lt 12 y 13, Mz. A, Urb. La Estancia	7.50	289081.51	8662821.49	Feb. 10
E41	E.M.S.F.C. Infraestructura Educativa La Molina	Av. La Molina Lt. 21 y 22, Mz. D - Urb. Sol de La Molina, 1era Etapa	10.50	291759.42	8663237.26	Jun. 07
E42	E.M.S.F.C. Residencia Sr. Diego Urquiaga	Calle El Manantial Nro 458 - Urb. La Planicie	5.00	292531.13	8664048.61	Jun. 07
E43	E.M.F.C. Vivienda Unifamiliar	Calle 9, Sub-Lote 9, Urb. Los Portales	4.00	289804.63	8663386.76	Ene. 07
E44	E.M.S.F.C. Residencia Sr. Jorge Ramírez Del Villar	Calle Gondomar Nro 135 - Urb. La Estancia	4.00	289235.65	8663238.96	Mar. 07
E45	E.M.S.F.P. Centro Comercial La Molina	Cruce Av. La Molina y Calle Los Damascos	1.50	286801.34	8665110.20	Feb. 07
E46	E.M.S.F.C. Vivienda Sr. Mario Camaidra Canessa y Sra.	Alameda Manuel Prado Ugarteche, Sub-Lote 5B, Mza. A - Urb. Club Campestre Las Haras de La Molina	5.00	289188.40	8663941.13	Ago. 08
E47	E.S.F.C. Vivienda Sr. Rafael Danieluc Añon	Av. Alameda José León Barandarian N° 380	5.00	292059.63	8664747.59	Ago. 08

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - LIMA 25 - PERÚ - Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511) 482-0790 FAX: (511) 481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe http://www.cismid.uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org



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

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E48	E.S.F.C. Residencia Sr. Gonzalo Sarmiento y Sra.	Al final de la Calle Monte Alegre Urb. La Planicie	1.50	291531.37	8664604.21	Set. 08
E49	E.S.F.C. Dos Viviendas Unifamiliares	Jr. Trece (Ex calle 13) N° 176 Urb. La Quebrada de l a Rinconada	6.00	289916.21	8662969.14	Set. 08
E50	E.S.F.C. Agencia Banco Continental	Av. Raúl Ferrero N° 1292 (Intersección con el Jr. las Caobas)	6.00	287738.16	8662738.58	Dic. 08
E51	E.S.F.C. Edificio de 4 pisos y 3 sótanos - Universidad San Ignacio de Loyola	Sector Sur de la Universidad San Ignacio de Loyola. Av la Fontana 550	13.00	287345.31	8664620.31	May. 08
E52	E.S.F.C. Residencia del Sr. Javier Soto Muro	Av. Del Parque, MZ M, LT 9 Urb. La Alameda, La Planicie.	4.20	294693.04	8664456.84	May. 08
E53	E.S.F.C. Residencia del Sr. Armando Kiyán Kiyán y Sra.	Lt 46B de la Alameda José León Barandarian. Urb La Planicie	5.00	292160.19	8664212.55	May. 08
E54	E.S.F.C. Local Comercial Peugeot	Av. Javier Prado Este N° 5532	7.00	286556.01	8664565.18	Feb. 08
E55	E.S.F.C. Condominio en La Molina	Av. Raúl Ferrero, cerca a la intersección con la Av. Prado Ugarteche	8.00	289280.46	8663554.39	Feb. 08
E56	E.S.F.C. Vivienda Unifamiliar La Planicie	Lt28A de la alameda José León Barandarian. Urb La Planicie	5.20	291715.56	8664475.28	Feb. 08
E57	E.S.F.C. Centro Comercial Monterrico Plaza	Cruce entre la Av. La Molina y Av. Prolongacion de Javier Prado	15.00	286874.25	8664807.50	Mar. 08
E58	E.S.F.C. Residencia Sr. Javier E. Maggiolo Dibos	Calle Las Tortolas. Urb La Planicie	7.00	289618.13	8662291.04	Ene. 08
E59	E.S.F.C. Alfonso Costa Costa y Sra.	Calle la Chalana y la Av. Laguna Grande. Urb la Laguna de la Planicie	3.80	291533.26	8663519.71	Nov. 97

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 – LIMA 25 – PERÚ – Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511)481-0790 FAX: (511)481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe <http://www.cismid.uni.edu.pe> <http://www.cismid-uni.org>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTU DIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E60	E.S.F.C. Condominio Parque Rinconada	Intersección del Jr. Ontario y Michigan. Urb. La Rinconada del Lago	5.00	290664.99	8662946.79	Jul. 05
E61	Verificación de la Capacidad Portante en el Campo Deportivo Colegio Reina del Mundo La Rinconada	Av. Rinconada del Lago y una Calle s/n - Urb. Rinconada del Lago	5.50	290424.23	8662516.24	Mar. 94
E62	E.M.S.F.C. Residencia Dr. Carlos Carracedo	Pasaje Baical Lt. 9 Mz. F - Urb. Rinconada del Lago	5.00	290466.97	8662409.45	Ene. 99
E63	E.M.S.F.C Proyecto Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - USMP	Limitada por Av. Alameda del Corregidor, Av. Las Villas, Calle El Tambo y Calle Arboleda	6.00	287957.32	8661330.76	Dic. 98
E64	E.M.S.F.C Edificio Multifamiliar "Los Castaños"	Entre las Calles Los Castaños y los Aromos - Urb. La Molina Vieja	6.00	287782.68	8662140.02	Nov. 07
E65	Estudio para determinar la presión admisible del terreno en la Residencia Sr. José De La Torre Ugarte	Calle Los Nogales 168 - Urb. La Molina Vieja	2.70	286838.54	8662901.40	Ago. 98
E66	E.M.S.F.C Condominio de 9 Casas La Molina - Propietario BEM	Intersección Calle Acapulco y Calle Vía Láctea	3.00	292030.89	8663669.92	—
E67	E.M.S.F.C Casino de la Policía	Av. La Molina y las Calles La Punta, Paraiso y Paracas - Urb. El Sol de La Molina	6.00	293075.47	8663368.94	Oct. 95
E68	E.S. Quinta Acapulco	Jr. Acapulco - Urb. Sol de la Molina, 1era Etapa, Lt. 4, Mz C	4.00	292411.93	8663653.14	Oct. 07
E69	E.M.S.F.C Residencia Sr. Ricardo Galdós	Calle Copa Cabana, Lt. 16, Mz. F - Urb. El Sol de La Molina	4.30	292901.02	8663094.22	Jun. 89
E70	E.S. Residencia Sr. Ivonne Elsa Armas	Frente a Pasaje s/n, Mz. J-1, Lt. 9, Urb. Portada del Sol de La Molina	3.00	288689.72	8661240.84	Oct. 98
E71	E.S. Edificio de 3 pisos . La Molina, Lima	Ca. 31 It. K-II. Urb. Praderas de La Molina	2.00	289047.82	8659697.02	Dic. 05

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - LIMA 25 - PERÚ - Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511)482-0790 FAX: (511)481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe http://www.cismid.uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E72-I	E.S.Conjunto Residencial FOVIMFAP	Av.El Corregidor, Las Palmeras y la calle 5. Urb. Sirius	3.00	287796.16	8661774.89	Nov. 94
E72-II	E.S.Conjunto Residencial FOVIMFAP	Av.El Corregidor, Las Palmeras y la calle 5. Urb. Sirius	3.00	287705.42	8661798.91	Nov. 94
E73	E.S. Nuevas Instalaciones Sandvik del Perú	Av. La Universidad s/n.	5.00	290382.50	8663344.88	May. 96
E74	E.S.F.C. Residencia Dr. Luis Chang Ching	Ca. Mastil Mz. O Lt. 17 - Urb. Las Lagunas.	4.00	291405.75	8663402.26	Set. 00
E75	E.S.F.C. Local de Mc Donald's - La Molina	Lt.14 y Lt.15 Mz. B-1 Urb. Camacho - Esquina Av. Javier Prado Este y Las Palmeras	5.00	285505.29	8663513.71	Oct. 01
E76	E.S.F.C.Local de Venta, Exhibición y Taller Automotriz	Av. Javier Prado 5610-5620	5.00	286613.33	8664534.42	Oct. 08
E77	E.S.F.P. Losa Deportiva de Uso Múltiple y Tribuna.	Colegio Villa Maria- Urb. La Planicie	2.00	292067.57	8664967.44	Ago. 98
E78	E.S.F.C. Edificio Multifamiliar Inmobiliaria	Ca. Santiago Antunez de Mayolo Mz.D Lt.5	4.00	288794.57	8664541.26	Feb. 05
E79	E.S.F.C.Local Administrativo y Académico de la Facultad de Ing. de Computación y Sistemas - USMP	Entre la Av.La Fontana, Av.Andres Avelino Caceres, Jr. Tacna Ca.9	4.00	288622.38	8664716.90	Mar. 92
E80-I	E.S. Laderas de Melgarejo	Jr. Centenario	8.50	289329.38	8665459.17	Nov. 03
E80-II	E.S. Laderas de Melgarejo	Jr. Centenario	5.70	289384.36	8665291.42	Nov. 03
E81	E.S. Inversiones Los Descalzos	Entre Calle Siete, Av. Rinconada Baja y Calle Cinco	10.20	289379.81	8663698.40	Oct. 93



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



ESTUDIO	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FE CHA
				X	Y	
E82-I	E.S. Condominio Los Prados	Esquina formada por la Av. Manuel Prado Ugarteche y Calle Tres	3.00	289443.33	8664200.10	Abr. 94
E82-II	E.S. Condominio Los Prados	Esquina formada por la Av. Manuel Prado Ugarteche y Calle Tres	3.00	289463.38	8663995.23	Abr. 94
E83	Estudio Geotécnico de Cimentación del Edificio Multifamiliar "La Molina"	Av. Melgarejo Nro 110	6.00	289333.12	8664414.10	Jun. 06
E84-I	Estudio Geotécnico de Cimentación del Centro de Control Mosca de La Fruta	Av. Universidad. Frente a la Universidad Nacional Agraria de La Molina	5.20	288317.86	8664180.13	Nov. 01
E84-II	Estudio Geotécnico de Cimentación del Centro de Control Mosca de La Fruta	Av. Universidad. Frente a la Universidad Nacional Agraria de La Molina	4.70	288292.09	8664175.94	Nov. 01
E84-III	Estudio Geotécnico de Cimentación del Centro de Control Mosca de La Fruta	Av. Universidad. Frente a la Universidad Nacional Agraria de La Molina	4.50	288306.02	8664120.64	Nov. 01
E85-I	Interconexión La Molina - Santiago de Surco	Av. Las Viñas de La Molina Nro 329	1.50	288157.86	8661307.88	Set. 98
E85-II	Interconexión La Molina - Santiago de Surco	Av. Las Viñas de La Molina Nro 150	1.50	288358.77	8661520.92	Set. 98
E86	Informe Técnico E.S.F. Lotización - Habilitación Urbana	Final del Tramo Asfaltado de la Calle Islas Vírgenes	1.00	291250.41	8664479.78	Ene. 04



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 32 Distritos de Lima y Callao
Solicitado : ASOCIACIÓN PERUANA DE SEGUROS - APESEG
Estudio : Estudio de Suelos con Fines de Cimentación del Centro Deportivo del Colegio Newton
Ubicación : Parcela Nº 03 - Asoc. Educacional Williamson del Perú - Dist. La Molina
Referencia : ING. MARTIN RODRIGUEZ TRUJILLO
Fecha : Enero, 2004

Código : E 05
Prof. Total : 8.3 m
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ----
Revisado : Ing. David Luna D.
Fecha de Rev. : Mayo, 2004

CALICATA E 05

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología gráfica	Resultados de campo		Descripción del estrato	ENSAYO DE PENETRACIÓN	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N	
0.0	0.70	M-1	R		---	---	Relleno de tierra de cultivo con matriz de arena limosa con arcilla, color beige, mediana humedad, no plástico, compacidad suelta, gravas redondeadas. Presencia aislada de telas, alambres, jebe,	10 20 30 40 50	— S. P. T. — C. P.
1.0	2.60	M-2	SP-SM		5.7	---	Relleno limpio constituido por arena pobremente gradada con limos, color marrón claro, mediana humedad, compacidad semi suelta. Presenta escasas micas, bolonería sub angular de TM 8" y restos de polietileno		
3.0	1.10	M-3	CL		---	---	Relleno constituido por arcilla limosa de mediana a baja plasticidad, color marrón, consistencia media. Presenta abundantes raíces		
4.0	1.10	M-4	SM		6.2	---	Relleno limpio constituido por arena gruesa limosa con grava, color marrón, mediana humedad, no plástico, consistencia suelta. Presenta 20 % de grava de TM 2", bolonería sub redondeada de TM 8" y 12.7 % de finos.		
5.0	1.50	M-5	SW		1.9	---	Relleno limpio constituido por arena gruesa bien gradada, forma angular, color beige grisáceo, mediana humedad, compacidad muy suelta. Presenta grava sub angular de TM 3", bolonería sub angular de TM 6" y 1.3 % de finos.		
6.0	1.30	M-6	GW		1.4	---	Grava bien gradada, forma sub angular a sub redondeada, color marrón claro, mediana humedad, compacidad compacto, bolonería de TM 10", 1.2 % de finos.		
7.0									
8.0									



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 32 Distritos de Lima y Callao
Solicitado : ASOCIACIÓN PERUANA DE SEGUROS - APESEG
Estudio : Estudio de Suelos con Fines de Cimentación del Pabellón Santa Rosa de Lima - UNIFE
Ubicación : Universidad Femenina - Dist. La Molina
Referencia : ING. CESAR ATALA ABAD
Fecha : Junio, 1997

Código : E 09
Prof. Total : 4 m
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ----
Revisado : Ing. David Luna D.
Fecha de Rev. : Mayo, 2004

CALICATA E 09

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología gráfica	Resultados de campo		Descripción del estrato	ENSAYO DE PENETRACIÓN	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N	
0.0								10 20 30 40 50	— S. P. T. — C. P.
0.5	1.00	M-1	ML		---	---	Limos arenoso de baja plasticidad, color beige a marrón claro, seca, consistencia dura. Presencia superficial de raicillas y material orgánico		
1.0	0.45	M-2	SM		---	---	Arena limosa, seca, compacta, presencia de lentes de arcilla		
1.5	0.45	M-3	SM		---	---	Arena fina limosa, color beige claro, seca, compacidad suelta.		
2.0	1.60	M-4	GP		---	---	Grava pobremente gradada, matriz de arena, 15 % de bolonerías sub redondeada de TM 12", 25 % de cantos sub redondeados de TM 4" y 35 % de grava sub redondeada de TM 2". (hormigón típico de río).		
3.5	0.50	M-5	GP		---	---	Grava pobremente gradada, matriz de arena, compacidad suelta. (hormigón típico de río).		
4.0									



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 32 Distritos de Lima y Callao
Solicitado : ASOCIACIÓN PERUANA DE SEGUROS - APESEG
Estudio : Estudio de Suelos con Fines Cimentación del Politécnico COVIMA
Ubicación : Mz. J, Lt. 2 - Urb. Covima - Dist. La Molina
Referencia : C.A.A. INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Fecha : Junio, 1999

Código : E 13
Prof. Total : 5 m
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ----
Revisado : Ing. David Luna D.
Fecha de Rev. : Mayo, 2004

CALICATA E 13

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología gráfica	Resultados de campo		Descripción del estrato	ENSAYO DE PENETRACIÓN				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	M-1	CL		---	---	Relleno constituido por arcilla de baja plasticidad, seca consistencia dura, presencia de gravas redondeadas	—○— D.P.L. —△— C. P.				
0.5	0.90	M-2	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad, color beige, consistencia dura, presencia aislada de gravilla redondeada.					
1.5	0.30	M-3	GP-GM		---	---	Grava sub redondeada pobremente gradada de TM 2". Matriz de arena limosa, compacidad semi compacto, no plástico					
2.0	3.30	M-4	GP-GM		---	---	Grava sub redondeada pobremente gradada. Matriz de arena limosa, color beige, compacidad semi compacto, no plástica.					
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												
5.0												



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 32 Distritos de Lima y Callao
Solicitado : ASOCIACIÓN PERUANA DE SEGUROS - APESEG
Estudio : Vulnerabilidad Sísmica del Distrito de La Molina
Ubicación : Dist. La Molina
Referencia : CISMID - UNI
Fecha : Mayo, 2002

Código : E 18
Prof. Total : 21 m
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ----
Revisado : Ing. Milagro Castro Cuba V.
Fecha de Rev. : Mayo, 2004

SPT E 18													
Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología gráfica	Resultados de campo		Descripción del estrato	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Golpes cada 45 cm					
								10	20	30	40	50	
0	1.00	S/M	R		---	---	Relleno						
	1.00	M-1	SM		---	---	Arena limosa	5					
2	1.00	M-2	SP-SM		---	---	Arena pobremente gradada con limo	23					
	1.00	M-3	SM		---	---	Arena limosa	46					
4	1.00	M-4	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad	18					
	1.00	S/M	---		---	---		30					
6	1.00	M-5	SM		---	---	Arena limosa	50					
	1.00	M-6	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad con arena	9					
8	1.00	M-7	SM		---	---	Arena limosa	50					
	1.00	M-8	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad	33					
10	1.00	M-9	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad	16					



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de 32 Distritos de Lima y Callao
Solicitado : ASOCIACIÓN PERUANA DE SEGUROS - APESEG
Estudio : Vulnerabilidad Sísmica del Distrito de La Molina
Ubicación : Dist. La Molina
Referencia : CISMID - UNI
Fecha : Mayo, 2002

Código : E 18
Prof. Total : 21 m
Nivel Freático : N. A.
Cota Absoluta : ----
Revisado : Ing. Milagro Castro Cuba V.
Fecha de Rev. : Mayo, 2004

SPT E 18

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología gráfica	Resultados de campo		Descripción del estrato	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT						
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Golpes cada 45 cm						
11								10	20	21				
	12.00	M-10	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad							
	1.00	M-11	SM		---	---	Arena limosa							
13														
	1.00	M-12	SP-SM		---	---	Arena pobremente gradada con limo						48	
	1.00	M-13	SM		---	---	Arena limosa						50	
15														
	1.00	M-14	CL		---	---	Arcilla arenosa de baja plasticidad						52	
	1.00	M-15	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad						38	
17														
	2.00	M-16	CL		---	---	Arcilla de baja plasticidad						32	
19														
	2.00	M-17	ML		---	---	Limo arenoso de baja plasticidad						50	
21														



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Suelos. Edificio de tres pisos y un sótano.
Ubicación : Calle las Caobas, al costado de la Clínica Santa Margarita. La Molina.
Referencia : M&M Consultores SRL
Fecha : Febrero, 2008

Código : E 22
Prof. Total (m) : 7.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E 22

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN CONO PECK				
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
0.0	0.30	M-1	R		-	-	Relleno. Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, seca, marrón, con gravas aisladas angulares de 2" de tam. máx.	10	20	30	40	50
1.0	1.30	M-2	SC		-	-	Arena fina, arcillosa, medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón claro. Finos de plasticidad baja.	10	20	30	40	50
2.0	0.30	M-3	SM		-	-	Arena fina limosa, medianamente densa, húmeda, marrón plumizo. Finos de plasticidad baja.	10	20	30	40	50
3.0	1.30	M-4	SM		-	-	Arena fina limosa, medianamente densa, húmeda, marrón amarillento.	10	20	30	40	50
4.0	0.60	M-5	ML		-	-	Limo arcilloso de plasticidad media, compacto, húmedo, marrón amarillento.	10	20	30	40	50
5.0	2.10	M-6	CL		-	-	Arcilla limosa, de plasticidad media, compacta, húmeda, marrón.	10	20	30	40	50
6.0	1.10	M-7	SM		-	-	Arena fina a media, limosa, medianamente densa a densa, húmeda, marrón plumizo. Finos no plásticos. Concreciones.	10	20	30	40	50
7.0								10	20	30	40	50



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : E 27
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 17.00
Estudio : Estudio de Suelos. Edificio de 8 a 12 pisos y 3 sótanos.	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Esquina de la Av. Prolongación de Javier Prado Este y la calle Toulón. La Molina	Cota Absoluta : -
Referencia : M&M Consultores SRL	Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha : Mayo, 2008	Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E 27

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				
								10	20	30	40	50
0.0	1.00	M-1	R		-	-	Relleno. Arcilla limosa, arena de plasticidad baja, compacta, seca, marrón, con gravas aisladas.					
2.0	5.90	M-2	CL		-	-	Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, compacta, húmeda, marrón amarillento.					
6.0	5.10	M-3	GP		-	-	Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, plomo, con piedras redondeadas de 6" de tamaño máximo.					
10.0	2.50	M-4	GC		-	-	Grava arenosa, arcillosa, densa, húmeda, marrón, con piedras y bolones redondeados de 8" de tamaño máximo. Finos de plasticidad baja.					
14.0	2.50	M-5	GP		-	-	Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, plomo a amarillento, con piedras y bolones redondeados de 10" de tamaño máximo.					
16.0												



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : E.S. Vivienda Sra. Hanna Rodrigo
Ubicación : Ca. El Haras 135, Urb. Club Campestre El Haras - La Molina
Referencia : M&M Consultores SRL
Fecha : Marzo, 2009

Código : E38
Prof. Total (m) : 6.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E38

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN CONO PECK	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N	
0.0	0.40	-	R		-	-	Arcilla limosa arenosa de plasticidad baja, medianamente compacta, ligeramente húmeda, marrón claro, con gravas aisladas redondeadas de 2" de tamaño máximo.	10	10
1.0	1.60	M-1	SC		-	-	Arena fina, arcillosa, medianamente densa, húmeda, marrón oscuro, fino de plasticidad baja.	21	14
2.0	0.60	M-2	SC		-	-	Arena fina, arcillosa, medianamente densa, húmeda, marrón oscuro. Finos de plasticidad baja.	16	14
3.0	0.60	M-3	SM		-	-	Arena fina, limosa, medianamente densa, húmeda, marrón, finos de plasticidad baja.	13	16
4.0	0.90	M-4	CL-ML		-	-	Arcilla limosa y arenosa, de plasticidad baja, muy compacta, húmeda, marrón amarillento.	24	16
5.0	0.30	M-5	CH		-	-	Arcilla limosa de plasticidad alta muy compacta, húmeda, marrón claro.	22	15
6.0	1.60	M-6	SM		-	-	Arena fina limosa, medianamente densa, húmeda, marrón plumizo. Finos de plasticidad baja.	35	15
								27	18
								20	18
								18	18
								18	18



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : E.S.F.C. Residencia Sr.Oswaldo Sandoval
Ubicación : Esq. Ca. El Farol con Av. Pontevedra, Lt 12 y 13, Mz. A, Urb. La Estancia
Referencia : M&M Consultores SRL
Fecha : Febrero, 2010

Código : E40
Prof. Total (m) : 7.50
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E40

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				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	-	R		-	-	Arcilla arenosa gravosa de plasticidad baja medianamente densa, ligeramente humeda, marron, gravas angulares de 2" de tamaño maximo. Restos de basura.					
0.50	0.50	M-1	CL		-	-	Arcilla limosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, ligeramente humeda, marron.					
1.0	0.20	M-2	SP-SM		-	-	Arena fina a gruesa, ligeramente limosa, mal gradada, medianamente densa, ligeramente humeda, plomo, finos nos plasticos.					
1.20	0.70	M-3	CL-ML		-	-	Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, ligeramente humeda, marron.					
2.0	1.90	M-4	SP-SM		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, ligeramente limosa, mal gradada, densa ligeramente limosa, mal gradada, densa, ligeramente humeda, marron plomizo, con piedras y bolones subangulares de					
3.0	2.00	M-5	SP-SM		-	-	Arena fina a gruesa ligeramente limosa, mal gradada, medianamente densa a densa, marron claro, finos no plasticos.					
4.0	1.20	M-6	GP		-	-	Grava arenosa, mal gradada, densa, ligeramente humeda, marron plomizo con piedras y bolones subangulares de 7" de tamaño maximo.					
5.0	0.50	M-7	SP		-	-	Arena fina a gruesa, ligeramente limosa, mal gradada, medianamente densa, ligeramente humeda, marron claro, finos no plasticos.					



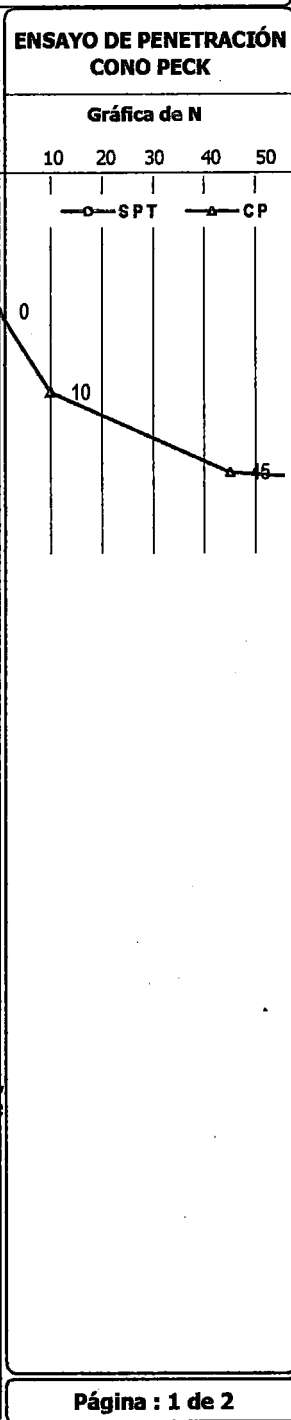
REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : E.M.S.F.C. Infraestructura Educativa La Molina
Ubicación : Av. La Molina, Lt. 21 y 22, Mz. D - Urb. El Sol de La Molina (1era Etapa)
Referencia : M&M Consultores SRL
Fecha : Junio, 2007

Código : E41
Prof. Total (m) : 10.5
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E41

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN CONO PECK					
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N					
								10	20	30	40	50	
0.0	0.40	M-1	R		-	-	Tierra de jardín. Arcilla limosa de plasticidad baja, blanda, húmeda, color marrón negruzco, gravas aisladas y raíces gruesas.						
0.5	0.50	M-2	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, medianamente densa, ligeramente húmeda, color plomo, con gravas sub-angulares de 3" de tamaño máximo.						
1.0	0.60	M-3	SM		-	-	Arena fina a gruesa, limosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, color marrón claro con gravas sub-angulares de 0.5" de tamaño máximo. Finos de plasticidad baja. Raíces delgadas.						
1.5	0.40	M-4	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, color plomo, con gravas sub-angulares de 1" de tamaño máximo.						
2.0	1.00	M-5	SW		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, bien graduada, medianamente densa, húmeda, color plomo, con piedras y bolones sub-angulares de 10" de tamaño máximo.						
3.0	1.10	M-6	SW-SM		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, ligeramente limosa, bien graduada, densa, húmeda, color plomo, con piedras sub-angulares de 4" de tamaño máximo. Finos no plásticos.						
4.0	0.50	M-7	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, color plomo, con piedras sub-angulares de 4" de tamaño máximo.						
4.5													





REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : E41
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 10.5
Estudio : E.M.S.F.C. Infraestructura Educativa La Molina	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Av. La Molina, Lt. 21 y 22, Mz. D - Urb. El Sol de La Molina (1era Etapa)	Cota Absoluta : -
Referencia : M&M Consultores SRL	Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha : Junio, 2007	Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E41

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				
								10	20	30	40	50
4.5	0.50	M-8	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, medianamente densa a densa, húmeda, color plomo, con gravas sub-angulares de 3.5" de tamaño máximo.					
5.5												
6.5	2.60	M-9	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, color plomo, con piedras sub-angulares de 4" de tamaño máximo.					
7.5												
8.5												
9.5	2.90	M-10	GP		-	-	Grava arenosa, mal graduada, densa, húmeda, color plomo, con piedras y bolones sub-angulares de 10" de tamaño máximo.					
10.5												



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : E 51
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 13.00
Estudio : Estudio de suelos. Edificio de 4 Pisos y 3 sótanos. Universidad San Ignacio de L.	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Av. Fontana 550. Sector sur de la Universidad San Ignacio de Loyola	Cota Absoluta : -
Referencia : M&M Consultores SRL	Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha : Mayo, 2008	Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E 51

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				
								10	20	30	40	50
0.0	0.20	M-1	R		-	-	Tierra de jardín. Arcilla limosa de plasticidad baja. Marrón.					
0.60	M-2	CL		-	-	Arcilla limosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, húmeda, marrón.						
1.0	0.90	M-3	SP-SM		-	-	Arena fina, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, marrón amarillento. Finos no plásticos.					
2.0	0.30	M-4	CL		-	-	Arcilla limosa, de plasticidad media, compacta, húmeda, marrón.					
3.0	1.20	M-5	CL		-	-	Arcilla limosa, de plasticidad media, compacta, húmeda, marrón amarillento, concreciones.					
4.0	1.60	M-6	CL-ML		-	-	Arcilla limosa de plasticidad baja, compacta, húmeda, marrón, concreciones.					
5.0	0.40	M-7	CL		-	-	Arcilla limosa, ligeramente arenosa, de plasticidad baja, compacta, húmeda, marrón amarillento					
6.0	1.40	M-8	CL		-	-	Arcilla limosa de plasticidad media, compacta, húmeda, marrón.					
7.0	0.40	M-9	SP		-	-	Arena fina limosa, medianamente densa, húmeda, marrón amarillento. Finos no plásticos.					



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



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Suelos. Condominio en La Molina
Ubicación : Av. Raul Ferrero, cerca a la interseccion con la Av. Prado Ugarteche. La Molina
Referencia : M&M Consultores SRL
Fecha : Febrero, 2008

Código : E 55
Prof. Total (m) : 8.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E 55

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				
								10	20	30	40	50
0.0	0.15	M-1	OL		-	-	Materia orgánica, arcilla limosa, arenosa de plasticidad baja.					
1.0	2.65	M-2	SC-SM		-	-	Arena fina, arcillosa, limosa, medianamente densa, seca, marrón claro. Finos de plasticidad baja.					
3.0	0.90	M-3	SP-SM		-	-	Arena fina, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa, seca, plomo. Finos no plásticos.					
4.0	2.30	M-4	SP-SM		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa, seca, plomo claro, con piedras angulares de 5" de tamaño máximo. Finos no plásticos.					
6.0	0.25	M-5	CL-ML		-	-	Lente de arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, compacta, seca, marrón amarillento.					
7.0	1.75	M-6	SM		-	-	Arena fina a gruesa, limosa, medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón claro. Finos no plásticos					
8.0												



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : E 56
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 5.20
Estudio : Estudio de Suelos. Vivienda Unifamiliar - La Planicie	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Lt 28A de la Alameda José León Barandarian. Urb. La Planicie - La Molina	Cota Absoluta : -
Referencia : M&M Consultores SRL	Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha : Febrero, 2008	Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E 56

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN CONO PECK	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N	
0.0	0.40	M-1	R		-	-	Relleno. Arena fina a gruesa, mal graduada, medianamente densa, seca, plomo, restos de desmonte. Raíces.	0	0
	0.10	M-2	SM		-	-	Arena fina limosa, densa, húmeda, marrón amarillento.	28	55
1.0	1.60	M-3	SP		-	-	Arena fina a gruesa, mal graduada, densa, húmeda, marrón claro, con gravas aisladas de 1 1/2" d etamaño máximo	50	55
2.0	1.00	M-4	SM		-	-	Arena fina limosa, densa, húmeda, amarillento. Finos no plásticos	55	55
3.0	1.70	M-5	SP		-	-	Arena fina a gruesa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, marrón claro, con piedras aisladas de 4" de tamaño máximo.		
4.0	0.40	M-6	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón claro, bolonería de 18" de tamaño máximo		



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : E.M.S.F.C. Edificio Multifamiliar "Los Castaños"
Ubicación : Entre las Calles Los Castaños y Los Aromos - Urb. La Molina Vieja
Referencia: M&M Consultores SRL
Fecha : Noviembre, 2007

Código : E64
Prof. Total (m) : 6.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E64

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				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	M-1	R		-	-	Relleno. Arcilla limosa de plasticidad media, compacta, seca, marrón oscura. Presencia de raíces.					
1.0	1.90	M-2	CL		-	-	Arcilla limosa arenosa, de plasticidad baja, muy compacta, seca, marrón amarillenta. Concreciones.					
3.0	1.20	M-3	CL		-	-	Arcilla limosa de plasticidad media, compacta, ligeramente húmeda, marrón amarillento. Concreciones.					
4.0	1.20	M-4	CL		-	-	Arcilla limosa arenosa, de plasticidad baja, compacta, húmeda, amarillenta.					
5.0	1.20	M-5	SP		-	-	Arena fina a media, mal graduada, medianamente densa, húmeda, plomo. Con gravas angulares de 3" de tamaño máximo en forma aislada.					
6.0												



REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : E.M.S.F.C. Casino de la Policía
Ubicación : Av. La Molina y Calles La Punta, Paraíso y Paracas - Urb. El Sol de La Molina
Referencia: M&M Consultores SRL
Fecha : Octubre, 1995

Código : E67
Prof. Total (m) : 6.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha de Revisión : Junio, 2010

CALICATA : E67

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACIÓN CONO PECK	
					H. N. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N	
								SPT	CP
0.0	0.60	M-1	R		-	-	Relleno. Arena fina a gruesa, mal graduada, muy suelta, seca, marrón plumizo, con gravas angulares de 3" de tamaño máximo. Restos de basura (plásticos, carbón y troncos de árboles).	10	10
1.0	1.20	M-2	SW		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, bien graduada, medianamente densa, seca, marrón plumizo, con piedras y bolones sub-angulares de 7" de tamaño máximo.	38	38
2.0	0.90	M-3	SW		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, bien graduada, medianamente densa, seca, marrón claro, con piedras angulares de 5" de tamaño máximo.	50	50
3.0	0.80	M-4	SW		-	-	Arena fina a gruesa, bien graduada, densa, seca, marrón plumizo, con gravas angulares de 3" de tamaño máximo.		
4.0	0.70	M-5	SW		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, bien graduada, medianamente densa, seca, marrón, con piedras y bolones angulares de 7" de tamaño máximo.		
5.0	1.80	M-6	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, medianamente densa, seca, marrón plumizo, con piedras angulares de 5" de tamaño máximo.		
6.0									

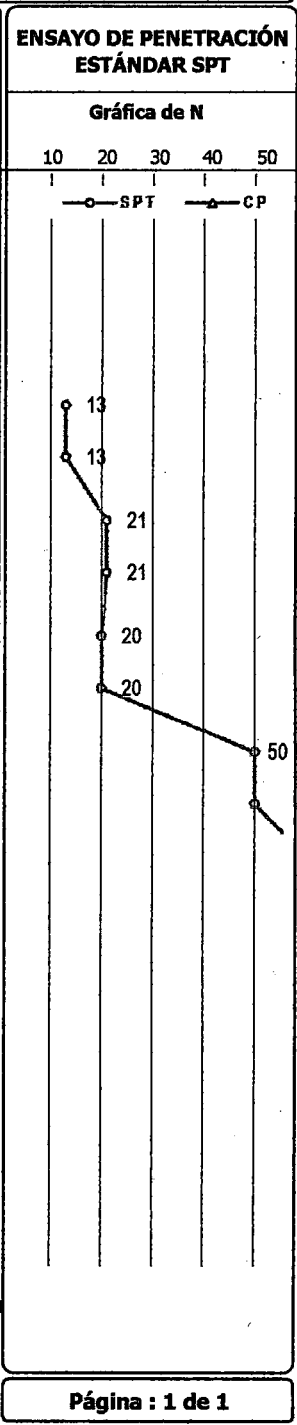


REGISTRO RECOPIADO

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : E81
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 10.20
Estudio : E.S. Inversiones Los Descalzos S.A.	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Entre Calle Siete, Av. Rinconada y Calle Cinco	Cota Absoluta : -
Referencia: M&M Consultores SRL	Revisado : Ing. Doris Veneros
Fecha : Octubre, 1993	Fecha de Revisión : Junio, 2010

SPT : E 81

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción
					H. N. %	D. N. g/cm ³	
0.0	0.20	M-1	CL		-	-	Arcilla arenosa, de plasticidad baja, compacta, húmeda, marrón.
1.80	M-2	SP-SM		-	-	Arena fina a media, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, marrón. Finos no plásticos.	
2.0	0.65	M-3	SM		-	-	Arena fina a media, limosa, medianamente densa, húmeda, marrón plumizo. Finos no plásticos.
2.15	M-4	SM		-	-	Arena fina a gruesa, limosa, medianamente densa, húmeda, marrón plumizo. Finos no plásticos.	
4.0	0.40	M-5	ML		-	-	Limo arenoso, no plástico, compacto, húmedo, marrón claro.
4.30	M-6	SM		-	-	Arena fina a media, limosa, densa, húmeda, marrón. Finos no plásticos.	
6.0	1.00	M-7	SM		-	-	Arena fina a media, limosa, densa, húmeda, marrón. Finos no plásticos.
7.0	1.00	M-8	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa, mal graduada, muy densa, húmeda, ploma; con gravas angulares.
8.0	0.50	M-9	SM		-	-	Arena fina a media, limosa, muy densa, húmeda, marrón. Finos
8.50	1.60	M-10	SP		-	-	Arena fina a gruesa, ligeramente gravosa, mal graduada, muy densa, húmeda, marrón plumizo; con piedras y bolones angulares. Lentes de arena limosa.
10.0	0.60	M-11	GP		-	-	Grava arenosa, mal graduada, muy densa, húmeda, ploma; con piedras y bolones angulares.





POZOS RECOPIRADOS

POZO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS	
			X	Y
P01	Calle 5 - Urb. Rinconada Baja	50.50	289418.66	8663850.19
P02	UNALM	53.00	288511.68	8663822.66
P03	Cruce Av. Colectora y Av. Universidad	61.00	288837.16	8664310.36
P04	Parque en la Calle el Caserío	45.00	287797.81	8661451.67
P05	Av. Los Eucaliptos	37.00	288667.81	8661942.35
P06	Cruce Calle Santiago de Compostela y Calle Pontevedra (parque)	98.00	289216.41	8663077.10
P07	Cruce Av. Rinconada Baja y Calle Torcazas	40.00	289360.43	8662597.60
P08	Cruce Calle Jilgueros y Calle Canarias	38.60	289465.53	8662410.34
P09	Ref. Cruce Calle 11 y Av. Universidad	59.00	290352.84	8663521.59
P10	Cruce Av. Rinconada del Lago y Calle Kasba	67.00	290573.83	8663142.40
P11	Calle Bejar Cuadra 1 Frente Al 115	110.00	286017.49	8664525.47
P12	Calle Los Granados Frente Al 320	180.00	287549.28	8663144.05



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



POZO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS	
			X	Y
P13	Calle Las Pecanas Junto Al Reservoirio	116.00	286351.92	8665316.46
P14	Av Cieneguilla Frente Al Grifo	110.00	290256.87	8662909.51
P15	Av El Bosque Frente Al Colegio Newton	110.00	290213.83	8663651.73
P16	Calle Los Pinos Y Los Tiamos Parq.	110.00	285672.01	8663837.42
P17	Av La Floresta Cuadra 2	110.00	285168.94	8663636.48
P18	Jr Los Hidraulicos Frente Al 123	86.50	287581.90	8665306.47
P19	Calle El Velero Frente Al 515	40.50	290983.85	8663749.50
P20	Calle Huallaquil - Urb. Sta Patricia	95.00	288849.88	8665027.47
P21	Calle Los Sauces Fte Mz B Lt-19 Parque	84.80	287901.23	8662639.89
P22	Av La Laguna Grande	47.50	291288.85	8663371.50
P23	Calle El Pozo Frente Al 145 Parque	49.00	288004.90	8661644.52
P24	Mz C-6 Lote 49 -Urb. La Riviera. Parq	100.00	288450.89	8664822.47

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 - LIMA 25 - PERÚ - Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511)482-0790 FAX: (511)481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe <http://www.cismid.uni.edu.pe> <http://www.cismid-uni.org>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



POZO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS	
			X	Y
P25	Esq Av La Universidad Y Rinconada Baja	134.50	288852.78	8664267.10
P26	Frente Calle 25 Y Calle 6 Fte. Mz D	40.00	288220.89	8665341.47
P27	Esq Meteorologicos Y Agroquimicos	142.00	286994.87	8665175.04
P28	Calle 11 No 536	79.00	289869.87	8663274.50
P29	Av Rinconada S/N Urb Rinconada Baja	131.00	289309.31	8663791.48
P30	Parq Calle Los Alamos Y Los Eucaliptos	138.00	287569.46	8662720.83
P31	Parq Av Los Constructores Y Analistas	88.00	287442.90	8665606.46
P32	Parq Calle Los Cerezos Y Los Melones	180.00	286587.91	8665007.47
P33	Interior Complejo Cooperacion Popular	99.00	289628.87	8663810.49
P34	Av. Santa Felicia Fte Al 286	141.00	286979.18	8665814.13
P35	Calle Los Granados Frente Al 320	150.00	287552.90	8663137.55
P36	Calle Las Pecanas Junto Al Reservoirio	150.00	286346.84	8665308.98



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



POZO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS	
			X	Y
P37	La Fontana Esq. La Molina (Ovalo)	93.00	287159.36	8664499.38
P38	Jr. Arcos de la Frontera Urb. Camino Real	180.00	286015.97	8664525.40
P39	Jr. Los Pinos Cdra 2 Esq. Tiamos Urb. Camacho	200.00	285664.83	8663842.67
P40	Calle datileros y Membrillos parque	184.00	286380.24	8664719.31

AV. TÚPAC AMARU N° 1150 – LIMA 25 – PERÚ – Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511)482-0790 FAX: (511)481-0170

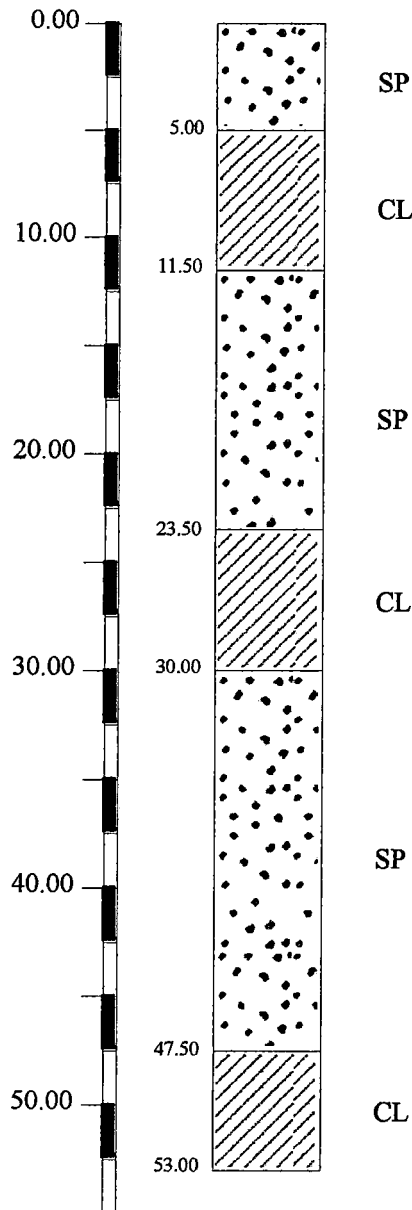
e-mail: director@uni.edu.pe <http://www.cismid.uni.edu.pe> <http://www.cismid.uni.org>



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P02
DISTRITO : LA MOLINA

Profundidad Descripción Litológica



Nota: Se ha transcrito la información de la tesis mencionada.

FUENTE: Tesis "Ensayos de Microtrepidaciones y Apreciaciones Geotécnicas para la Microzonificación del Distrito de La Molina" Autor: Martínez Del Rosario, José Alberto.

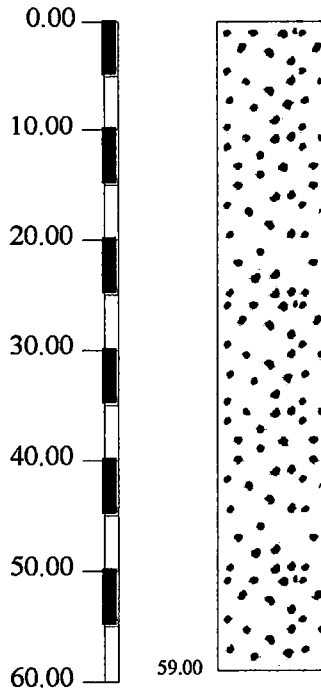
ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P09
DISTRITO : LA MOLINA

Profundidad Descripción Litológica



SP

*Nota: Se ha transcrito
la información de la
tesis mencionada.*

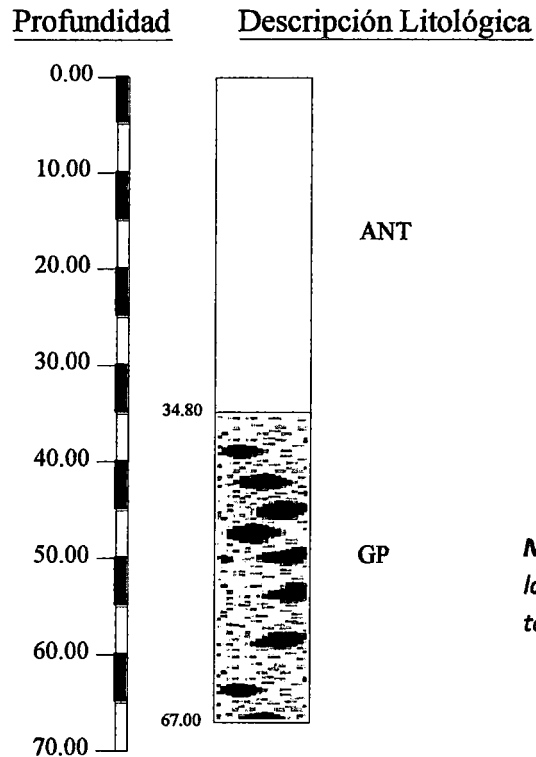
FUENTE: Tesis "Ensayos de Microtrepidaciones y Apreciaciones Geotécnicas para la Microzonificación del Distrito de La Molina" Autor: Martínez Del Rosario, José Alberto.

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P10
DISTRITO : LA MOLINA



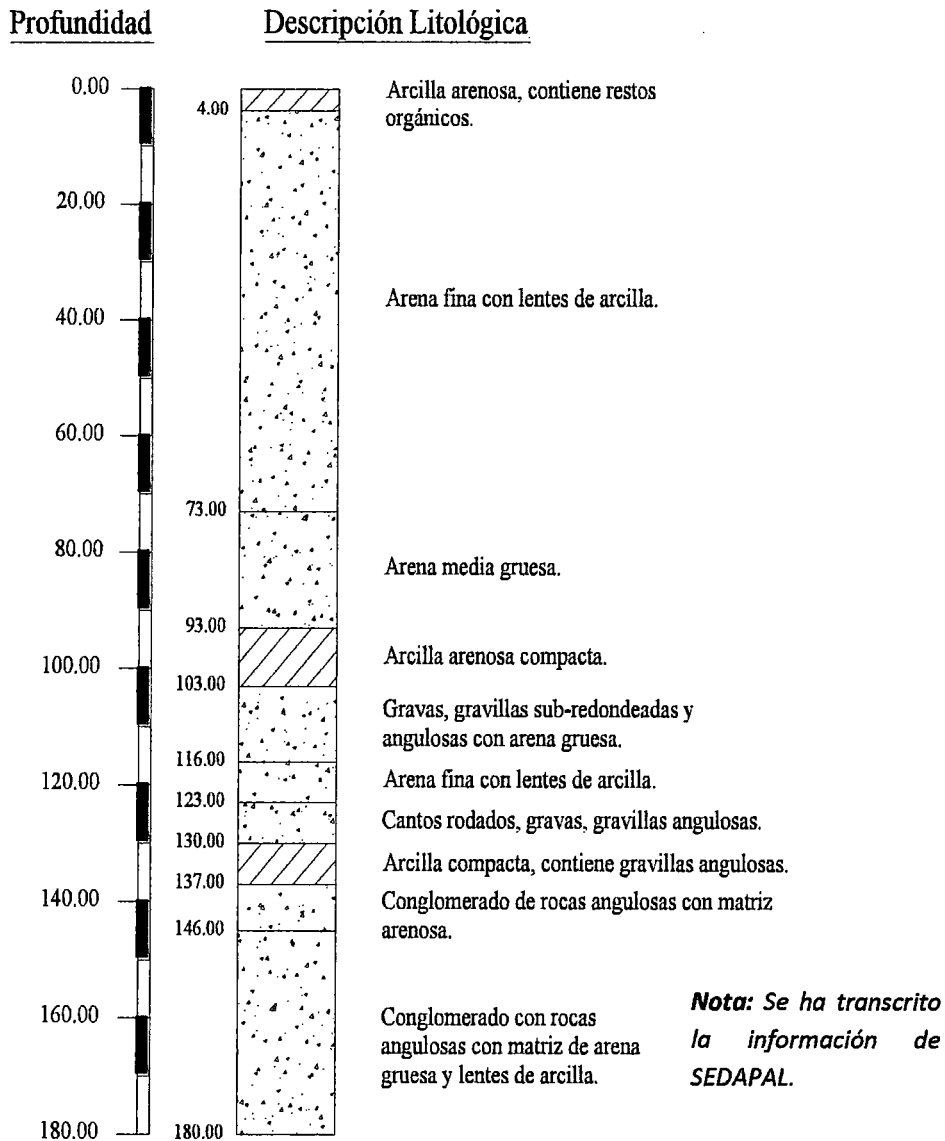
FUENTE: Tesis "Ensayos de Microtrepidaciones y Apreciaciones Geotécnicas para la Microzonificación del Distrito de La Molina" Autor: Martínez Del Rosario, José Alberto.

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P12
 DISTRITO : LA MOLINA



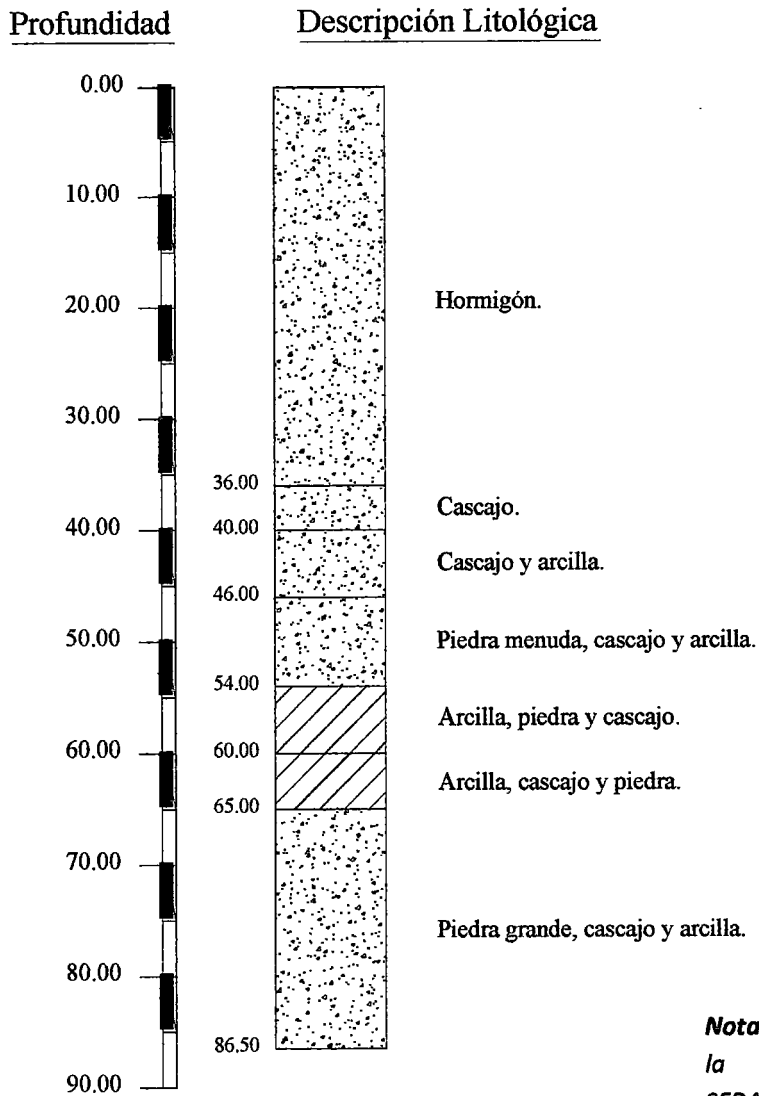
FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P18
DISTRITO : LA MOLINA



Nota: Se ha transcrito la información de SEDAPAL.

FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E

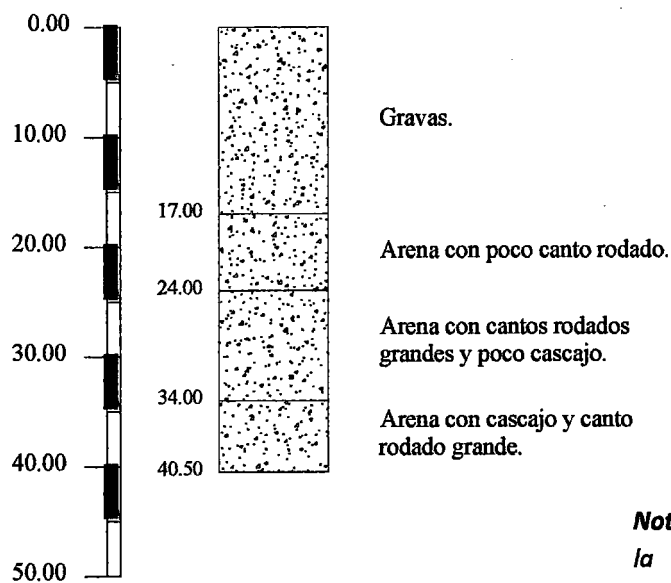


ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P19
DISTRITO : LA MOLINA

Profundidad

Descripción Litológica



Nota: Se ha transcrito la información de SEDAPAL.

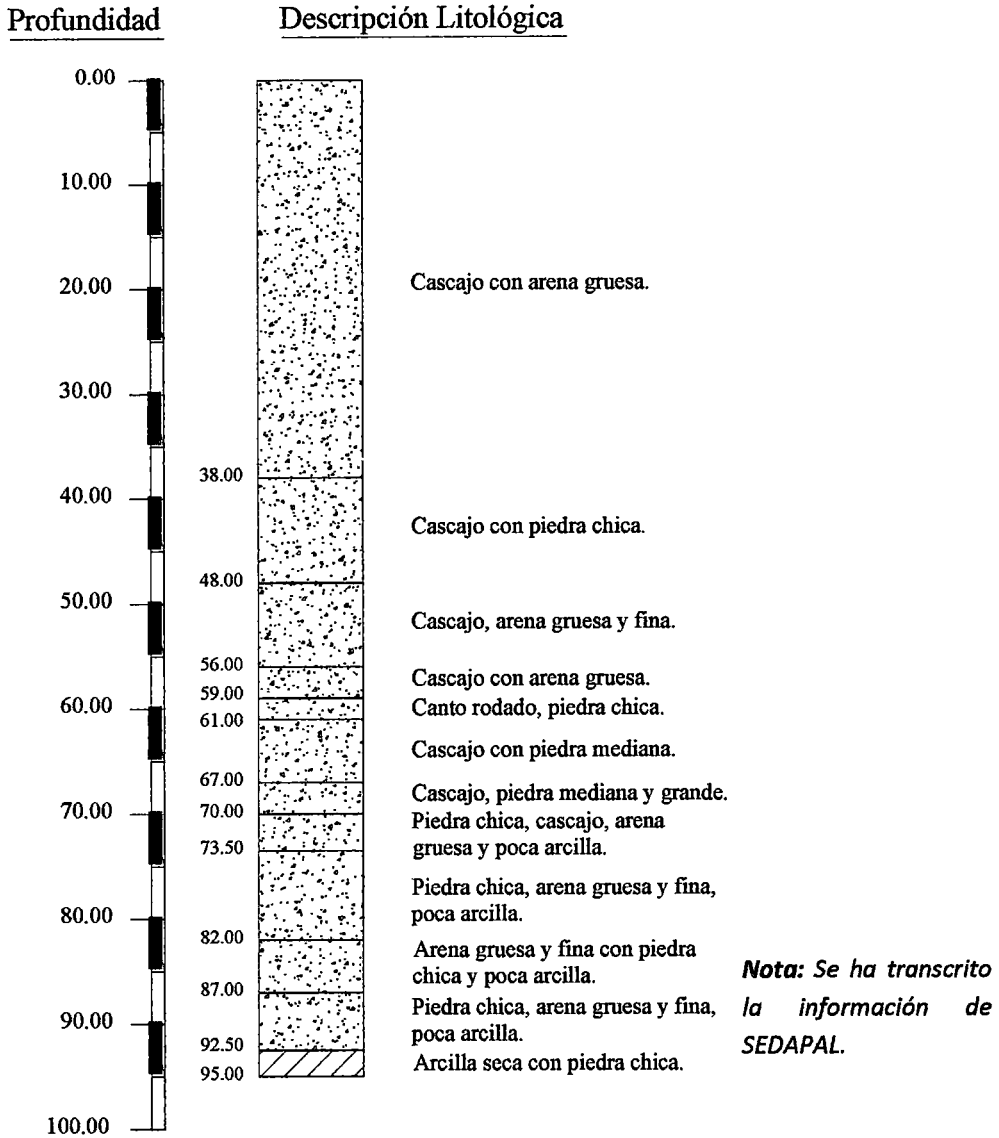
FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P20
 DISTRITO : LA MOLINA



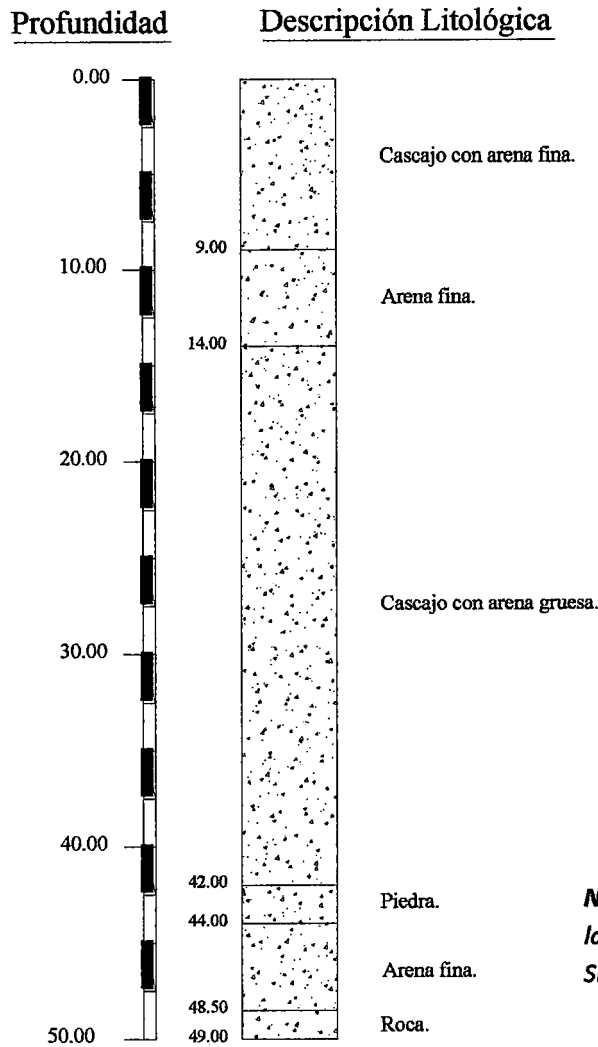
FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P23
DISTRITO : LA MOLINA



Nota: Se ha transcrito la información de SEDAPAL.

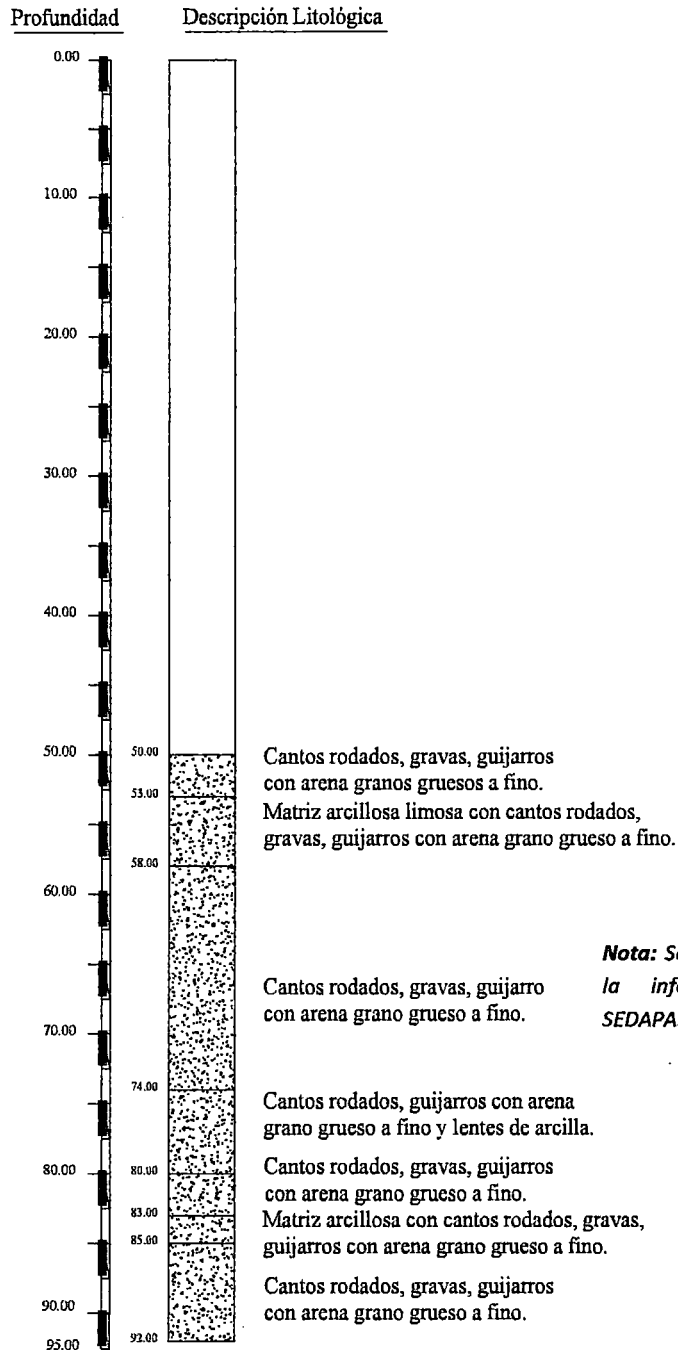
FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P40
 DISTRITO : LA MOLINA



Nota: Se ha transcrito la información de SEDAPAL.

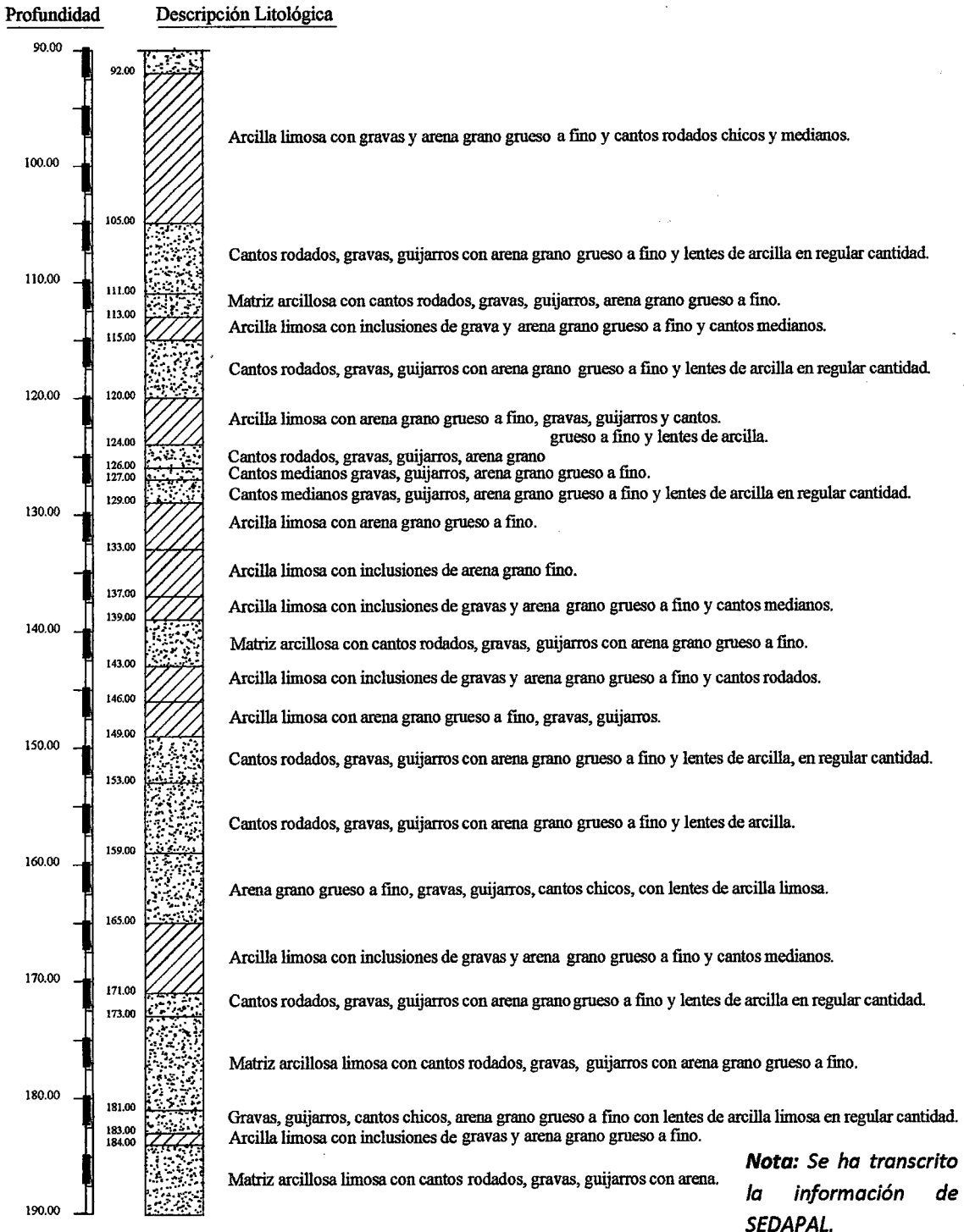
FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA.

POZO : P40
 DISTRITO : LA MOLINA



Nota: Se ha transcrito la información de SEDAPAL.

FUENTE: SEDAPAL

ESCALA: S/E

ANEXO III:
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS EJECUTADOS



ESTUDIOS EJECUTADOS

ESTUDIO	DIRECCIÓN	PROF (m)	COORDENADAS		FECHA
			X	Y	
C-1	Parque en la Intersección de las Calles Los Datileros y Los Membrillos	2.00	286420.06	8664644.69	Jun. 10
C-2	Parque en el cruce de las Calles Pegaso y Andrómeda	2.00	288826.13	8660152.04	Jun. 10
C-3	Parque O'Higgins. Cruce de las Calles Las Norias y El Pozo	2.20	287905.11	8661657.26	Jun. 10
C-4	Parque Perú-Bolivia. Intersección de las Calles Los Industriales y Los Madrigales	1.50	287097.01	8665660.87	Jun. 10
C-5	Parque de la Amistad Perú-Taype. Urb. Santa Patricia 3era Etapa	1.50	288197.37	8665411.40	Jun. 10
C-6	Parque La Reconciliación. Cruce de Jr. Mercedes Cabello y Jr. Antonio Encinas	2.20	288680.86	8665642.86	Jun. 10
C-7	Intersección de Calle Muelle y Av. Laguna Grande	1.50	291459.57	8663499.72	Jun. 10
C-8	Cruce de Calle Las Bahamas y Calle Naplo	1.60	293602.27	8664669.55	Jun. 10
C-9	Intersección de Av. La Punta y Calle Cabo Blanco	2.20	293149.73	8664740.18	Jun. 10



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Intersección de Calle Los Datileros y Calle Los Membrillos - La Molina
Fecha : Junio, 2010

Código : C-1
Prof. Total (m) : 2.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-1

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION					
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N					
								10	20	30	40	50	
0.0	0.60	S/M	R		-	-	Tierra de cultivo, presencia de abundantes raíces. Arcilla limosa, color marrón oscuro, húmedo con gravas aisladas de 1" de tamaño máximo.						—○— SPT —△— CP
0.5													
1.0	1.40	M-1	GC		6.9	-	Grava arcillosa con arena de mediana plasticidad . Color marrón oscuro y de ligera humedad. Tamaño máximo de gravas 6". Grava=51.4%, Arena=16.5% y Finos=32.0%.						
1.5													
2.0													
2.5													
3.0													
3.5													
4.0													
4.5													



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Intersección de Calle Pegaso y Calle Andrómeda - La Molina
Fecha : Junio, 2010

Código : C-2
Prof. Total (m) : 2.00
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-2

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0												
0.5	1.20	S/M	R		-	-	Terreno de cultivo superficial de 0.20m de espesor, húmedo, color marrón oscuro, presencia de abundantes raíces. Continúa material gravoso medio suelto de hasta 2" sub-angulosos, húmedo, con bloques a 0.70m de prof. de hasta 12". Raíces gruesas aisladas.					
1.0												
1.5	0.80	M-1	SM		5	-	Arena limosa, de ligera humedad, color beige. Compacidad media. Presencia de gravillas aisladas. Grava=29.1%, Arena=42.7% y Finos=28.3%.					
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



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



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Parque en la Intersección de Calle Las Norias y Calle El Pozo - La Molina
Fecha : Junio, 2010

Código : C-3
Prof. Total (m) : 2.20
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-3

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.40	S/M	R		-	-	Tierra de cultivo. Presencia de raíces y de bloques de concreto.					
0.5	0.90	M-1	CL-ML		22.5	-	Arcilla limosa de color marrón oscuro, húmeda, de consistencia media blanda, plasticidad de media a alta. Grava=0.0%, Arena=6.4% y Finos=93.6%.					
1.0	0.90	M-2	SM		7.8	-	Arena fina limosa, color beige oscuro, húmeda, medianamente densa. Grava=0.0%, Arena=71.3% y Finos=28.7%.					
1.5												
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



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



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Parque Perú-Bolivia (Inters. Calle Los Industriales y Calle Los Madrigales)
Fecha : Junio, 2010

Código : C-4
Prof. Total (m) : 1.50
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-4

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.60	S/M	R		-	-	Terreno de cultivo superficial de 0.20m de espesor con presencia de raíces, ladrillos y gravas aisladas.					
0.5	0.90	M-1	GP-GM		4.1	-	Grava mal gradada con matriz limosa y arenosa, húmeda, de color marrón oscuro. Gravas con tamaño máximo de 6". Presencia de bolonería de forma sub-redondeada. Grava=74.7%, Arena=17.7% y Finos=7.6%.					
1.0												
1.5												
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



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



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Parque Perú-Taype Urb. Sta. Patricia (III Etapa) - La Molina
Fecha : Junio, 2010

Código : C-5
Prof. Total (m) : 1.50
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-5

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0												
0.2	0.50	S/M	R		-	-	Material de cultivo. Presencia de raíces. Arcilla de color marrón oscuro, seco, de mediana plasticidad. Presencia aislada de gravas sub-redondeadas de 1" .					
0.6	0.30	M-1	GC		4.8	-	Grava con matriz arcillosa de color marrón oscuro, de mediana plasticidad y en estado suelto. La forma de las partículas son sub-angulares y sub-redondeadas de tamaño máximo 2". Grava=60.7%, Arena=8.1% y Finos=31.3%.					
0.8	0.15	M-2	CL		9.5	-	Arcilla delgada con arena y presencia de gravas. Color marrón oscuro. Baja plasticidad. Consistencia blanda. Raíces aisladas. Grava=9.5%, Arena=13.5% y Finos=77.1%.					
1.2	0.55	M-3	GC		2.9	-	Grava arcillosa con arena, seca. Color marrón oscuro, de mediana plasticidad. Presencia de gravas de forma sub-redondeadas de tamaño máximo 3.5". Grava=69.5%, Arena=17.5% y Finos=12.9%.					
1.6												
1.8												
2.0												



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : C-6
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 2.20
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Parque La Reconciliación (Intersección Jr. M. Cabello y Jr. A. Encinas) - La Molina	Cota Absoluta : -
Fecha : Junio, 2010	Operador : C.G. - D.B.
	Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-6

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.20	S/M	R		-	-	Tierra de Cultivo.					
0.5	0.80	M-1	SC		12.2	-	Arena arcillosa de mediana compactad, húmeda, color marrón, de alta plasticidad, de compactad medio suelta, presencia aislada de gravilla sub-redondeada. Grava=11.5%, Arena=40.6% y Finos=48.0%.					
1.0	1.20	M-2	GW		2.6	-	Grava bien gradada con matriz arenosa limosa, saturada, medianamente densa, tamaño máximo de 4". Grava=70.6%, Arena=27.2% y Finos=2.2%.					
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



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



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Código : C-7
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m) : 1.50
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima	Nivel Freático : N.A.
Ubicación : Intersección Calle El Muelle y Av. Laguna Grande - La Molina	Cota Absoluta : -
Fecha : Junlo, 2010	Operador : C.G. - D.B.
	Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-7

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.60	S/M	R		-	-	Relleno constituido por tierra de desmonte y basura.					
0.5	0.90	M-1	SW		1	-	Arena bien gradada limosa, color beige claro, en estado seco, compacidad medianamente densa. Presencia de grava de tamaño máximo de 4". Grava=26.7%, Arena=71.7% y Finos=2.2%.					
1.0												
1.5												
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Intersección de Calle Las Bahamas y Calle Naplo - La Molina
Fecha : Junio, 2010

Código : C-8
Prof. Total (m) : 1.60
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALIGATA : C-8

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	M-1	SP-SM		1.2	-	Arena mal gradada con limo y grava, seca, medianamente densa. Presencia de gravilla de hasta 1.5", de bordes angulosos. Grava=17.1%, Arena=72.4% y Finos=10.5%.					
0.5	0.70	M-2	SP-SM		1.2	-	Arena gruesa mal gradada con limo y grava, color amarillento. Presencia de bolonería aislada sub-angulosa y sub-redondeada. Grava=34.4%, Arena=59.7% y Finos=5.9%.					
1.0	0.40	M-3	SP		1	-	Arena mal gradada con grava, ligera humedad, medianamente densa, bolonería de tamaño máximo de 8". Grava=45.7%, Arena=51.3% y Finos=3.0%.					
1.5												
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



REGISTRO DE SONDAJE

Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Solicitado : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Estudio : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la Ciudad de Lima
Ubicación : Intersección de Calle La Punta y Calle Máncora - La Molina
Fecha : Junio, 2010

Código : C-9
Prof. Total (m) : 2.20
Nivel Freático : N.A.
Cota Absoluta : -
Operador : C.G. - D.B.
Revisado : Ing. Doris Veneros

CALICATA : C-9

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					C. H. %	D. N. g/cm ³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0	0.50	S/M	R		-	-	Relleno con restos de ladrillo, plásticos, desmonte.					
0.5	1.70	M-1	SP		0.4	-	Arena gruesa mal gradada, color beige claro, medianamente densa. Presencia de grava de tamaño máximo de 30". Grava=45.7%, Arena=51.8% y Finos=2.5%.					
1.0												
1.5												
2.0												
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												

ANEXO IV:
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS (ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

Sondaje : C - 1
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.60 - 2.00

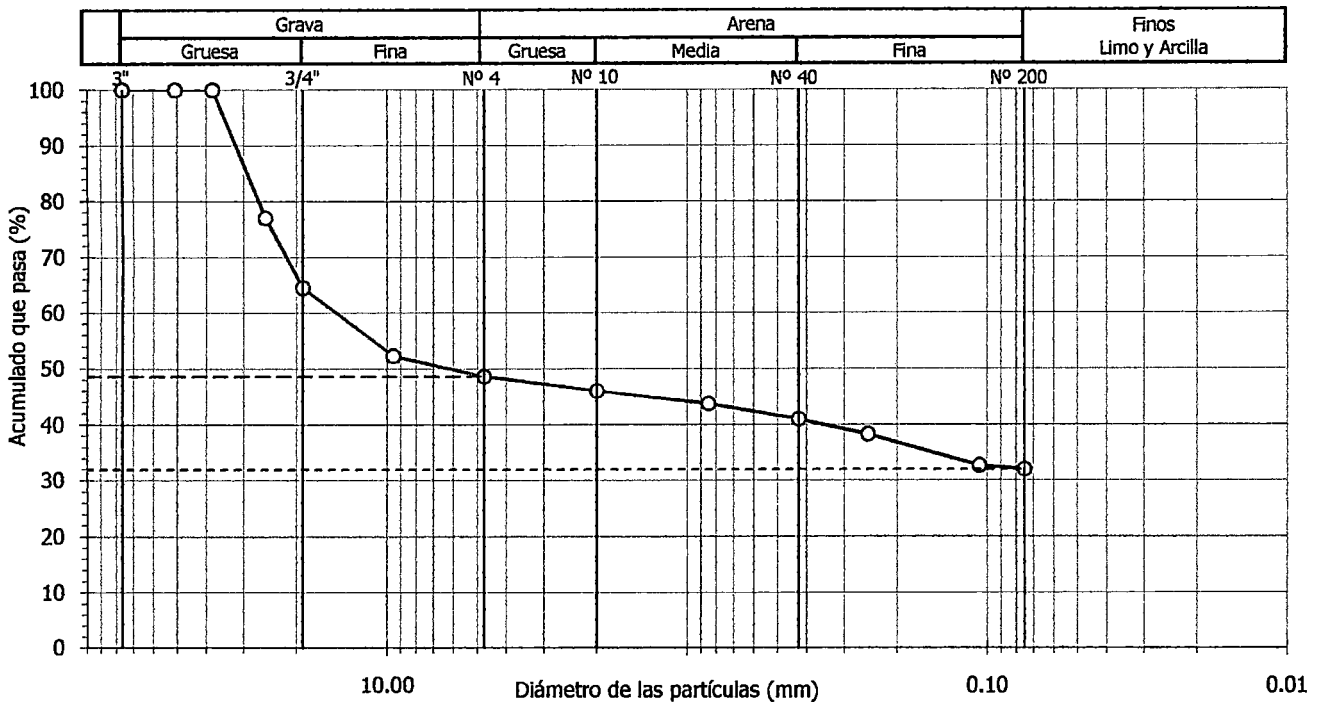
Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	77.1
¾"	19.050	64.5
3/8"	9.525	52.3
Nº 4	4.750	48.6
Nº 10	2.000	46.0
Nº 20	0.850	43.8
Nº 40	0.425	41.0
Nº 60	0.250	38.3
Nº 140	0.106	32.7
Nº 200	0.075	32.0

Contenido de humedad (%)		6.9
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	29
	Límite Plástico (%)	17
	Índice de Plasticidad (%)	12
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	51.4
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	16.5
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	32.0

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-2-6 (0)	GC Grava arcillosa con arena

CURVA GRANULOMETRICA





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

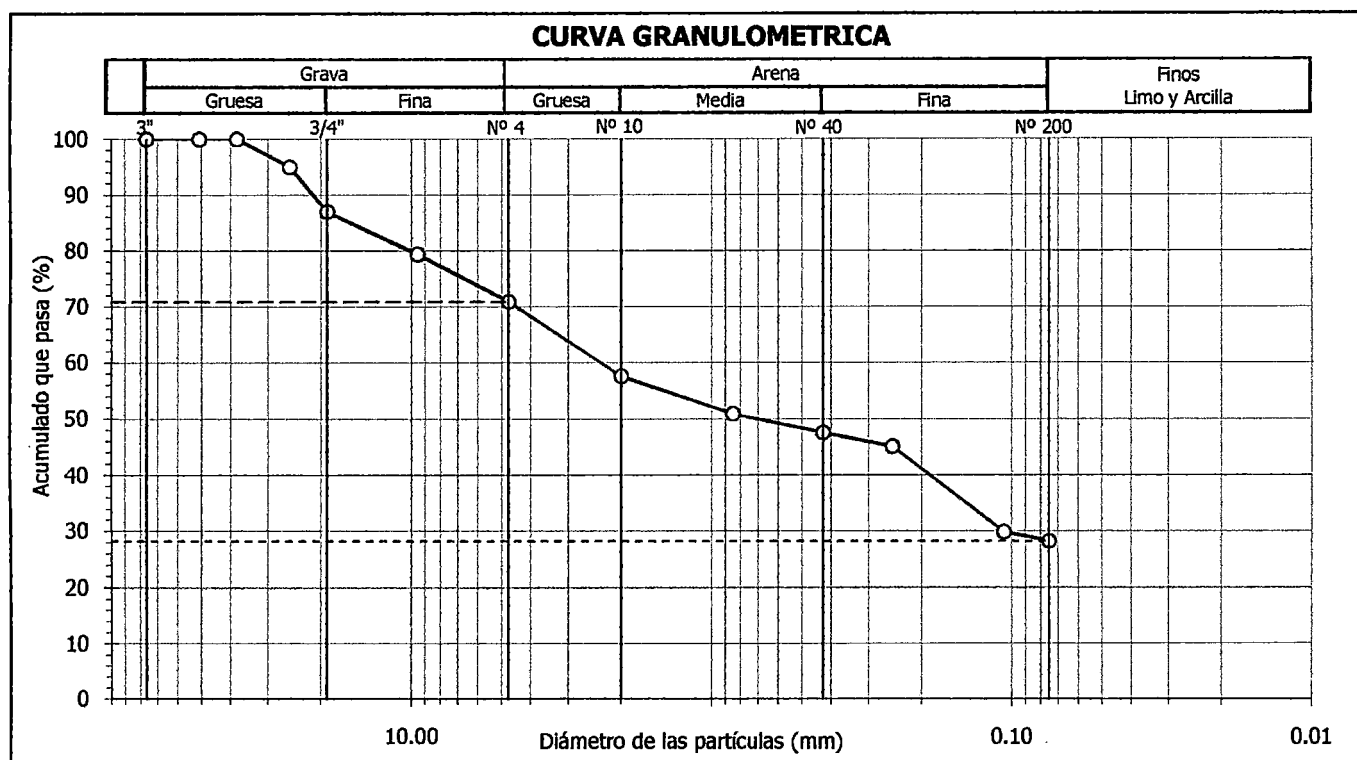
Sondaje : C - 2
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 1.20 - 2.00

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	95.0
¾"	19.050	87.0
3/8"	9.525	79.4
Nº 4	4.750	70.9
Nº 10	2.000	57.6
Nº 20	0.850	50.9
Nº 40	0.425	47.6
Nº 60	0.250	45.1
Nº 140	0.106	29.9
Nº 200	0.075	28.3

Contenido de humedad (%)		5.0
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	14
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	29.1
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	42.7
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	28.3

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	SM Arena limosa con grava





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS
(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

Sondaje : C - 3
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.40 - 1.30

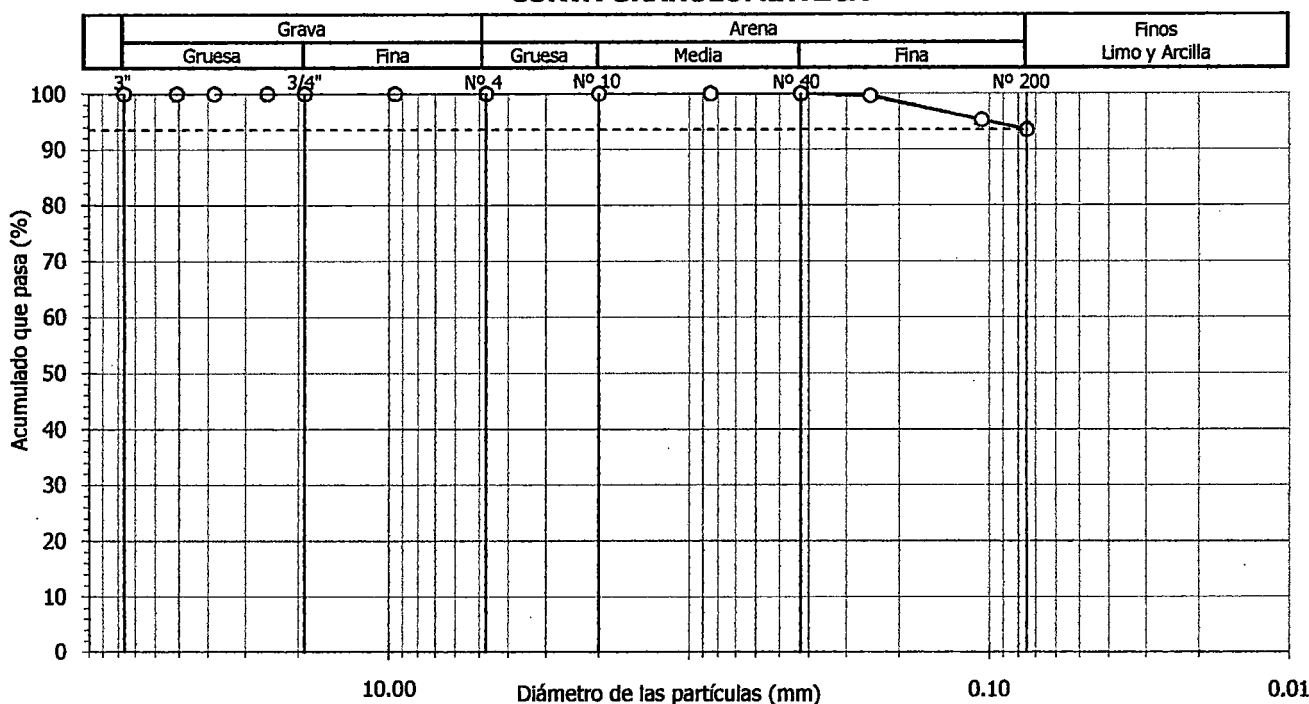
Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
¾"	19.050	100.0
3/8"	9.525	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 20	0.850	100.0
Nº 40	0.425	100.0
Nº 60	0.250	99.7
Nº 140	0.106	95.3
Nº 200	0.075	93.6

Contenido de humedad (%)		22.5
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	28
	Límite Plástico (%)	21
	Índice de Plasticidad (%)	7
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	0.0
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	6.4
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	93.6

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-4 (6)	CL - ML Arcilla limosa

CURVA GRANULOMETRICA





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
 Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
 Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
 Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

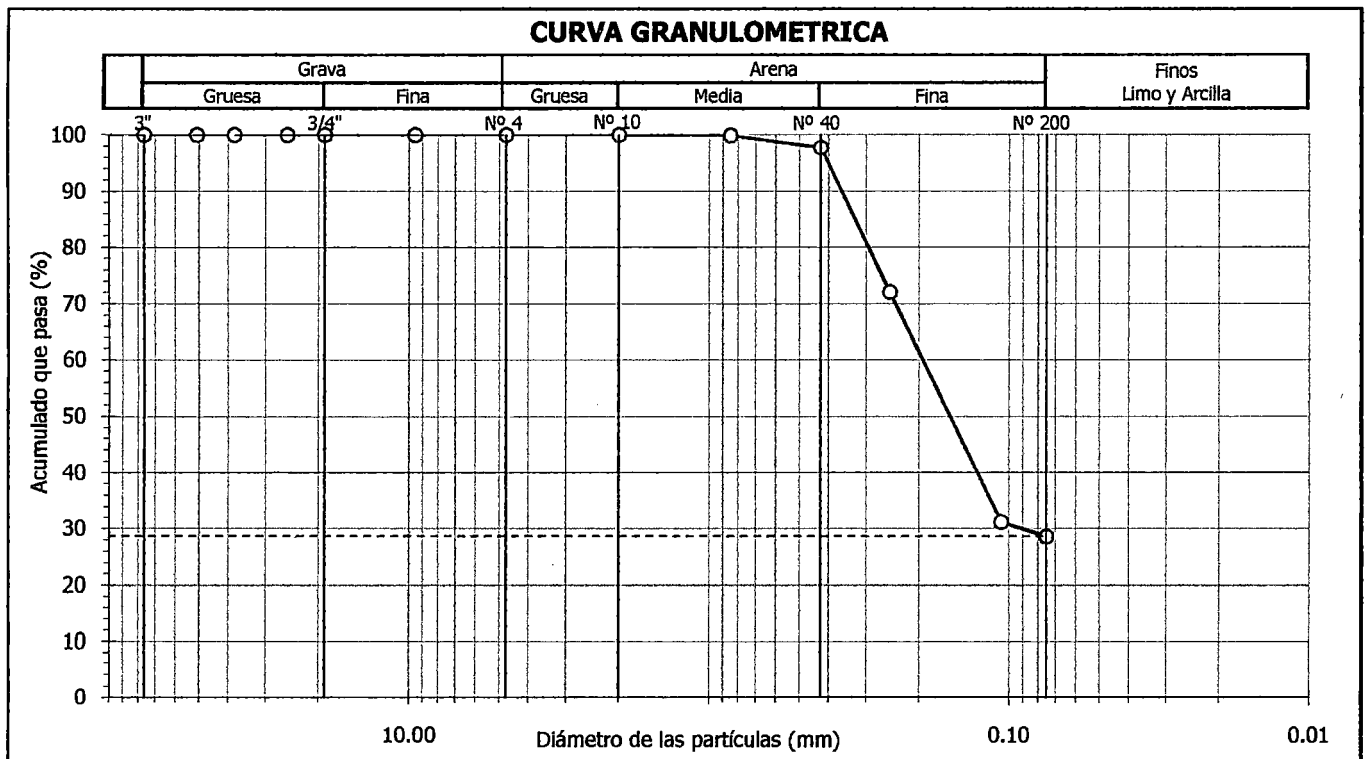
Sondaje : C - 3
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 1.30 - 2.20

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
¾"	19.050	100.0
3/8"	9.525	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 20	0.850	99.9
Nº 40	0.425	97.8
Nº 60	0.250	72.1
Nº 140	0.106	31.2
Nº 200	0.075	28.7

Contenido de humedad (%)		7.8
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [N° 4 < ϕ < 3"] (%)	0.0
	Arena [N° 200 < ϕ < N° 4] (%)	71.3
	Finos [ϕ < N° 200] (%)	28.7

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	SM Arena limosa





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS
(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
 Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
 Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

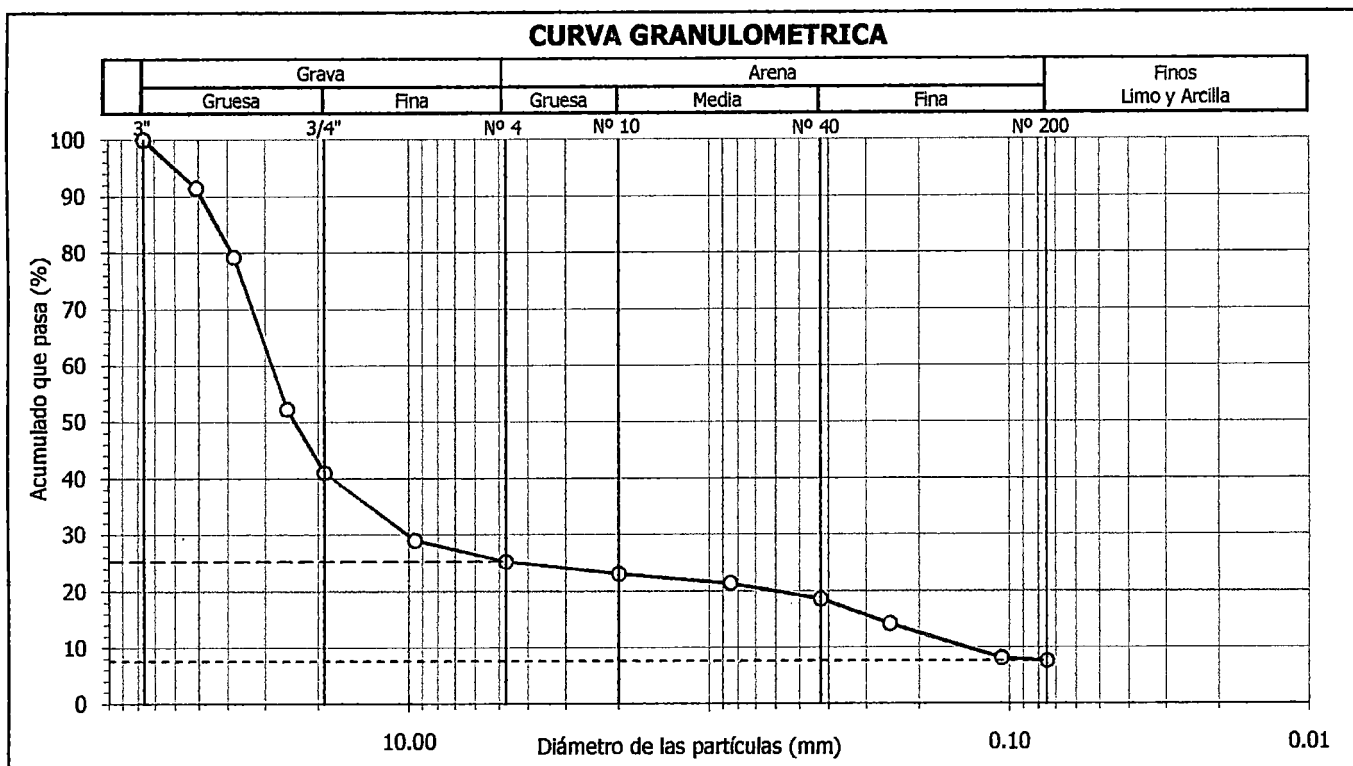
Sondaje : C - 4
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.60 - 1.50

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	91.5
1½"	38.100	79.3
1"	25.400	52.3
¾"	19.050	41.1
3/8"	9.525	29.0
Nº 4	4.750	25.3
Nº 10	2.000	23.1
Nº 20	0.850	21.4
Nº 40	0.425	18.6
Nº 60	0.250	14.2
Nº 140	0.106	8.1
Nº 200	0.075	7.6

Contenido de humedad (%)		4.1
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	17
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coficiente de Uniformidad (Cu)	205.3
	Coficiente de Curvatura (Cc)	25.8
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	74.7
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	17.7
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	7.6

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-1a (0)	GP - GM Grava mal gradada con limo y arena





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

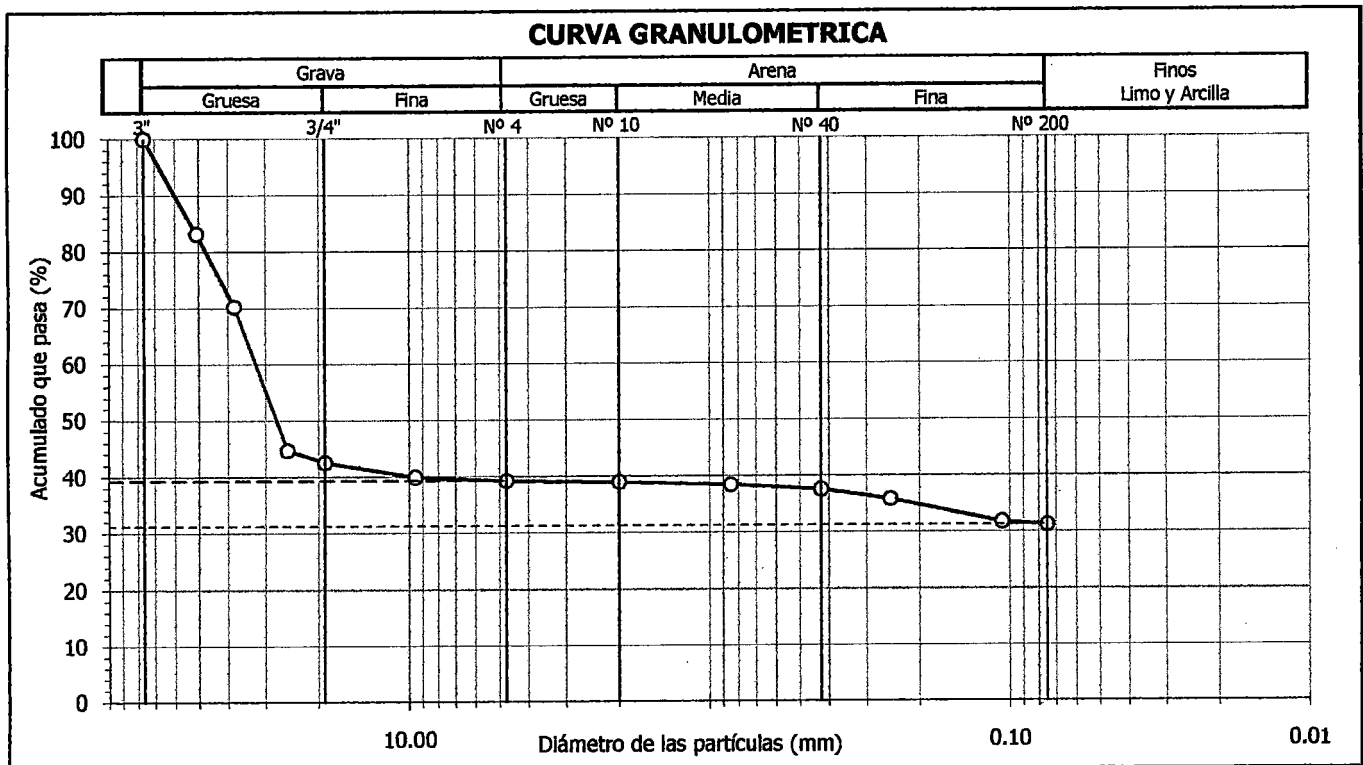
Sondaje : C - 5
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.50 - 0.80

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	83.2
1½"	38.100	70.3
1"	25.400	44.7
¾"	19.050	42.5
3/8"	9.525	39.9
Nº 4	4.750	39.3
Nº 10	2.000	39.0
Nº 20	0.850	38.5
Nº 40	0.425	37.6
Nº 60	0.250	35.9
Nº 140	0.106	31.8
Nº 200	0.075	31.3

Contenido de humedad (%)		4.8
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	34
	Límite Plástico (%)	19
	Índice de Plasticidad (%)	15
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	60.7
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	8.1
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	31.3

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-2-6 (0)	GC Grava arcillosa





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

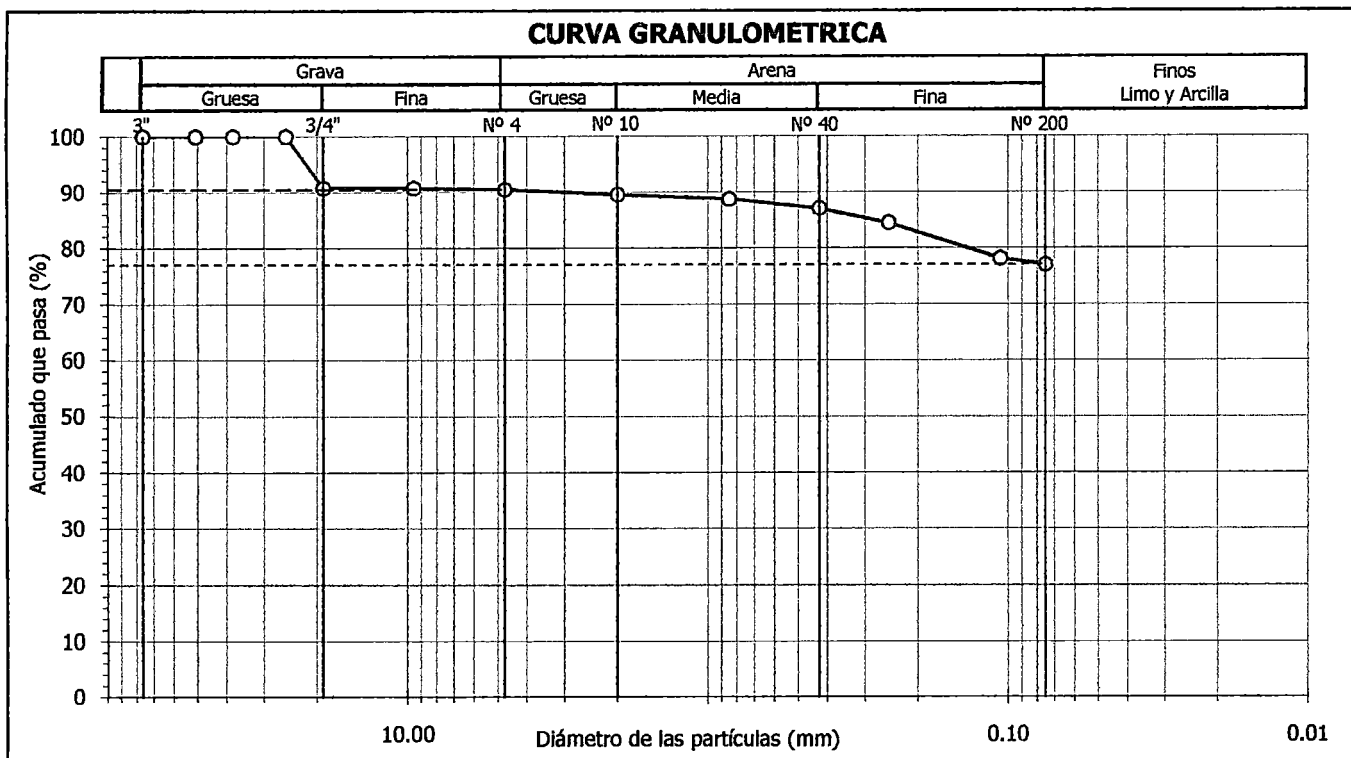
Sondaje : C - 5
Muestra : M - 2
Profundidad (m) : 0.80 - 0.95

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
¾"	19.050	90.8
3/8"	9.525	90.8
Nº 4	4.750	90.5
Nº 10	2.000	89.6
Nº 20	0.850	88.8
Nº 40	0.425	87.1
Nº 60	0.250	84.5
Nº 140	0.106	78.2
Nº 200	0.075	77.1

Contenido de humedad (%)		9.5
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	31
	Límite Plástico (%)	18
	Índice de Plasticidad (%)	13
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	9.5
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	13.5
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	77.1

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-6 (8)	CL Arcilla delgada con arena





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

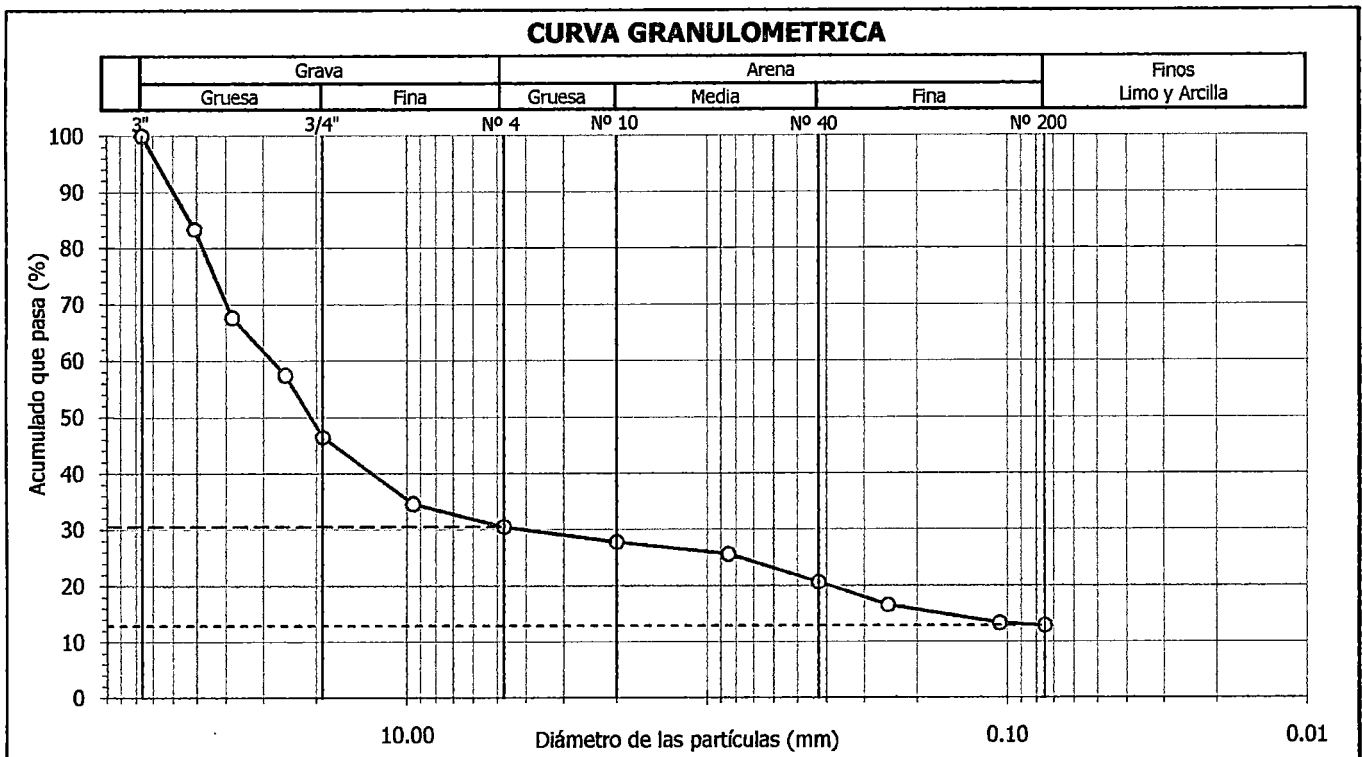
Sondaje : C - 5
Muestra : M - 3
Profundidad (m) : 0.95 - 1.50

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	83.4
1½"	38.100	67.7
1"	25.400	57.5
¾"	19.050	46.5
3/8"	9.525	34.6
Nº 4	4.750	30.5
Nº 10	2.000	27.8
Nº 20	0.850	25.7
Nº 40	0.425	20.7
Nº 60	0.250	16.6
Nº 140	0.106	13.3
Nº 200	0.075	12.9

Contenido de humedad (%)		2.9
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	26
	Límite Plástico (%)	15
	Índice de Plasticidad (%)	11
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	69.5
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	17.5
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	12.9

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-2-6 (0)	GC Grava arcillosa con arena





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

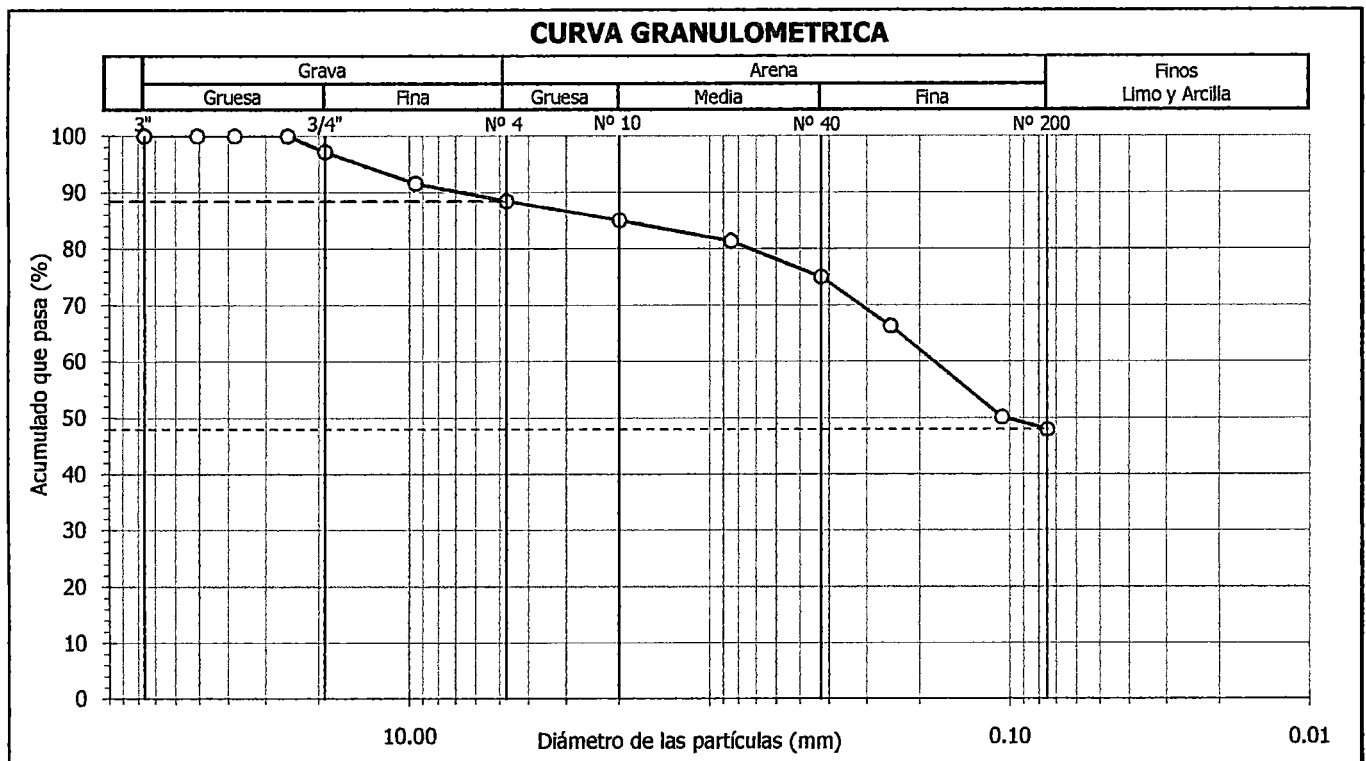
Sondaje : C - 6
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.20 - 1.00

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
¾"	19.050	97.2
3/8"	9.525	91.6
Nº 4	4.750	88.5
Nº 10	2.000	85.1
Nº 20	0.850	81.4
Nº 40	0.425	75.0
Nº 60	0.250	66.3
Nº 140	0.106	50.2
Nº 200	0.075	48.0

Contenido de humedad (%)		12.2
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	23
	Límite Plástico (%)	15
	Índice de Plasticidad (%)	8
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [N° 4 < ϕ < 3"] (%)	11.5
	Arena [N° 200 < ϕ < N° 4] (%)	40.6
	Finos [ϕ < N° 200] (%)	48.0

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-4 (1)	SC Arena arcillosa





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS
 (ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
 Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
 Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
 Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

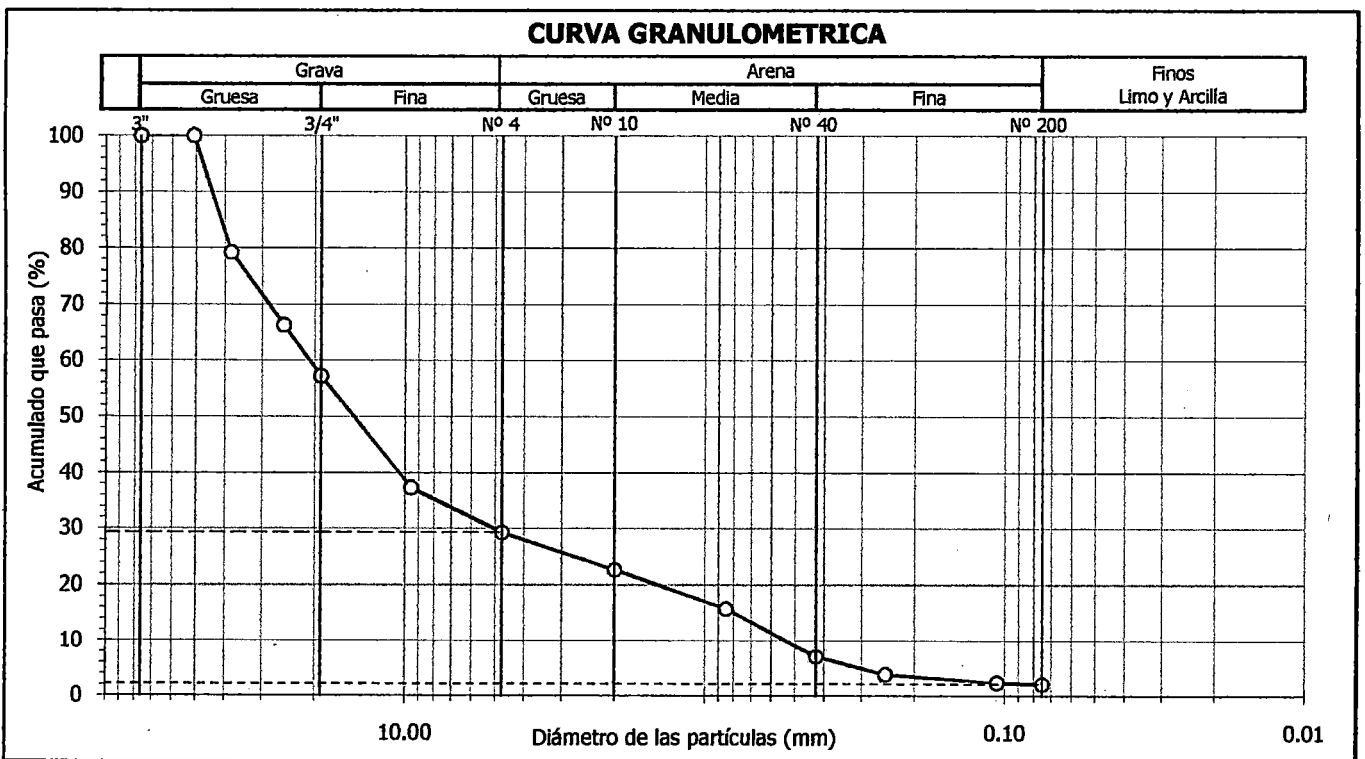
Sondaje : C - 6
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 1.00 - 2.20

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	79.3
1"	25.400	66.3
¾"	19.050	57.2
3/8"	9.525	37.3
Nº 4	4.750	29.4
Nº 10	2.000	22.7
Nº 20	0.850	15.8
Nº 40	0.425	7.2
Nº 60	0.250	3.9
Nº 140	0.106	2.4
Nº 200	0.075	2.2

Contenido de humedad (%)		2.6
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coficiente de Uniformidad (Cu)	39.1
	Coficiente de Curvatura (Cc)	2.3
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	70.6
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	27.2
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	2.2

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-1a (0)	GW Grava bien gradada con arena





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS
(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

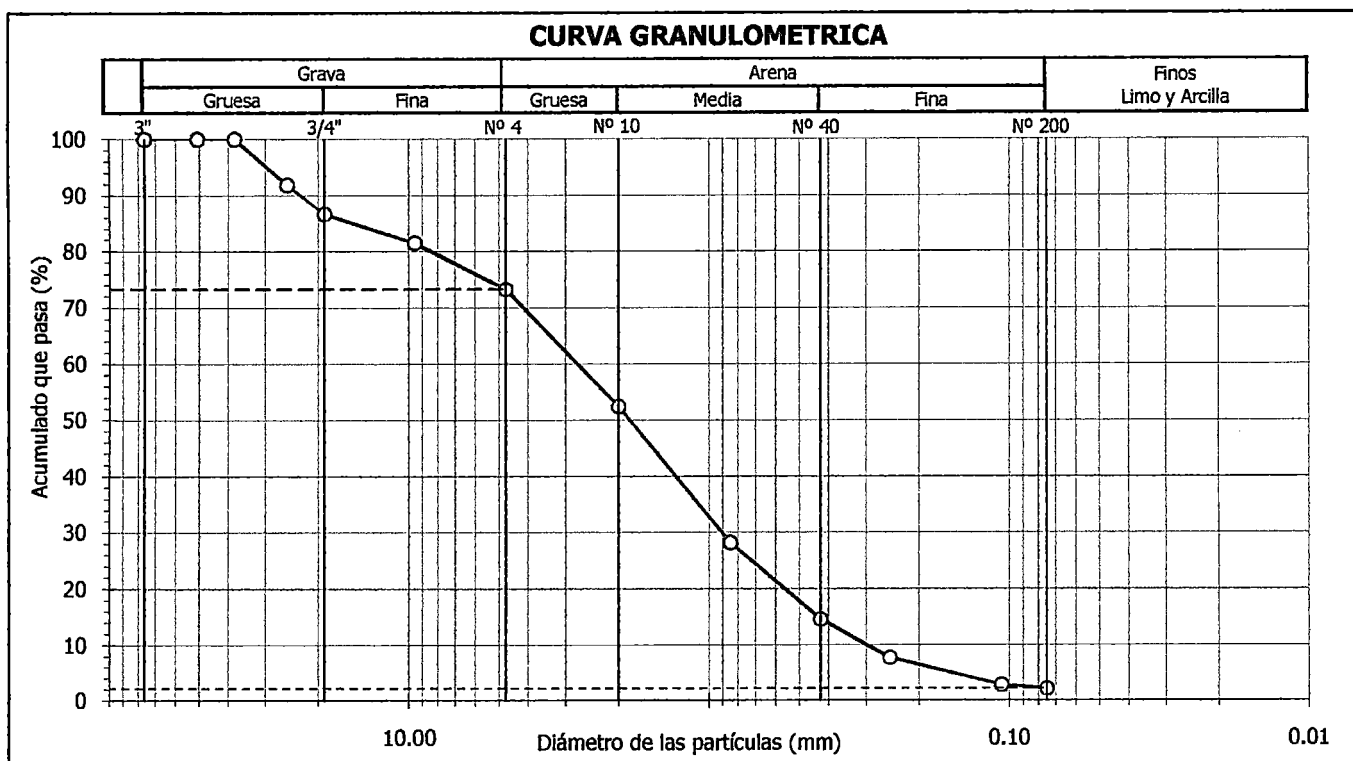
Sondaje : C - 7
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.60 - 1.50

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	91.9
¾"	19.050	86.7
3/8"	9.525	81.5
Nº 4	4.750	73.3
Nº 10	2.000	52.4
Nº 20	0.850	28.2
Nº 40	0.425	14.6
Nº 60	0.250	7.7
Nº 140	0.106	2.8
Nº 200	0.075	2.2

Contenido de humedad (%)		1.0
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coficiente de Uniformidad (Cu)	9.2
	Coficiente de Curvatura (Cc)	1.0
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	26.7
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	71.1
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	2.2

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SW
Arena bien gradada con grava	





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima

Fecha : Julio, 2010

Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

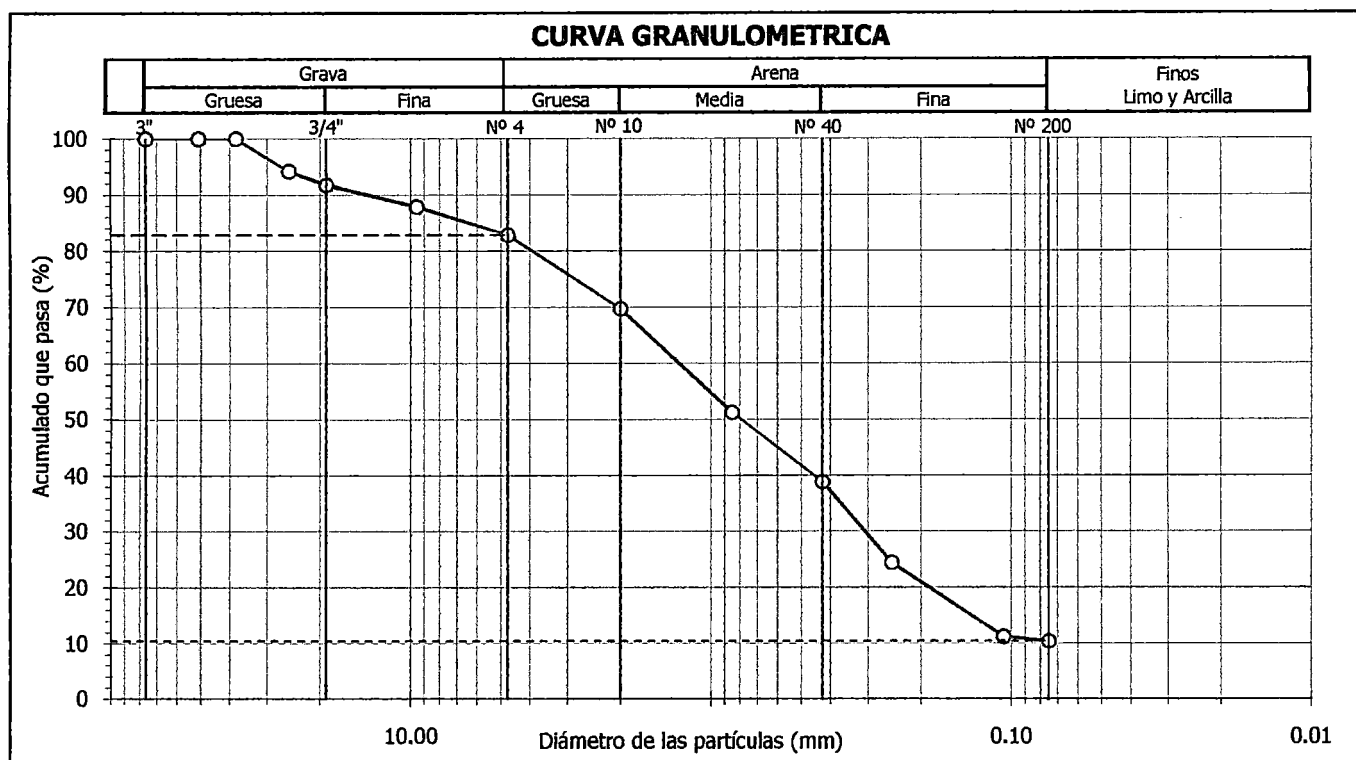
Sondaje : C - 8
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.00 - 0.50

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	94.2
¾"	19.050	91.8
3/8"	9.525	87.9
Nº 4	4.750	82.9
Nº 10	2.000	69.7
Nº 20	0.850	51.3
Nº 40	0.425	38.9
Nº 60	0.250	24.4
Nº 140	0.106	11.3
Nº 200	0.075	10.5

Contenido de humedad (%)		1.2
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	17.1
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	72.4
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	10.5

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SP - SM
Arena mal gradada con limo y grava	





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

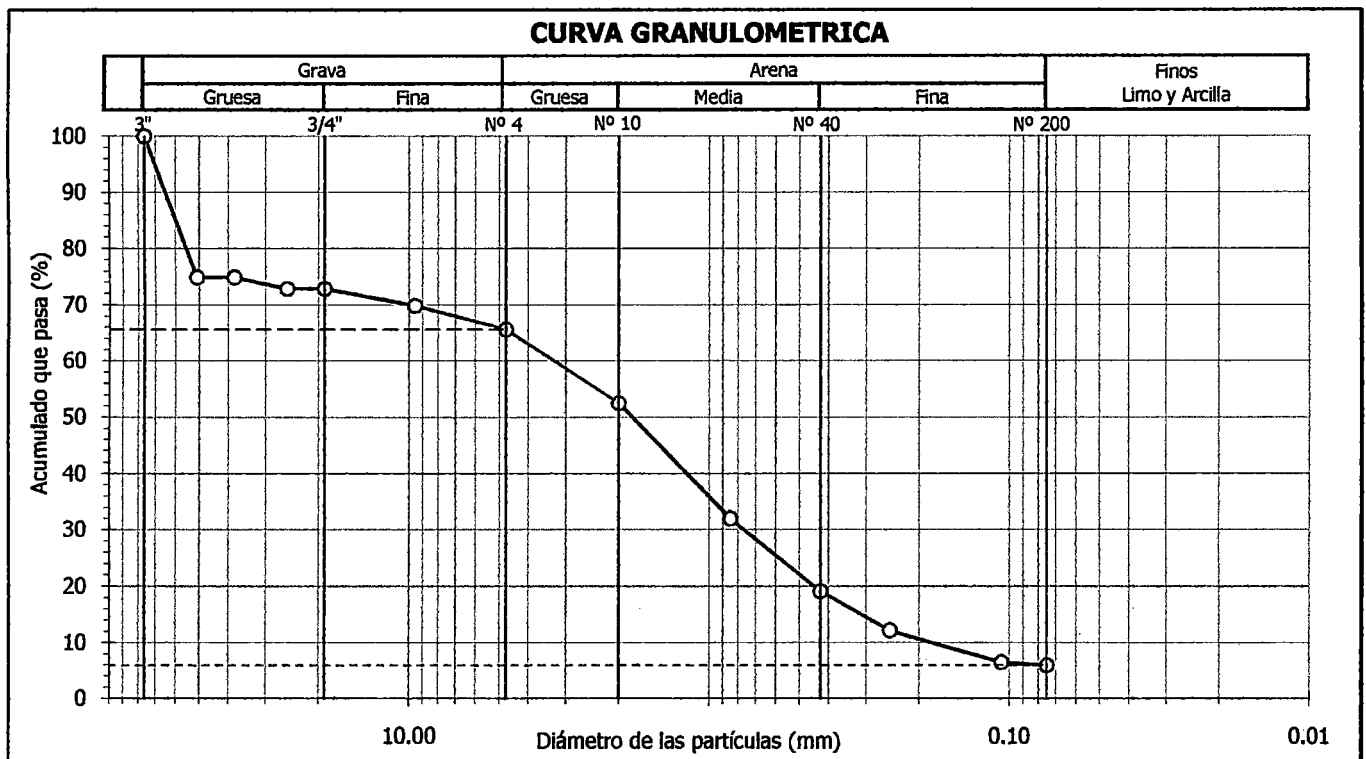
Sondaje : C - 8
Muestra : M - 2
Profundidad (m) : 0.50 - 1.20

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	74.9
1½"	38.100	74.9
1"	25.400	72.9
¾"	19.050	72.9
3/8"	9.525	69.9
Nº 4	4.750	65.6
Nº 10	2.000	52.5
Nº 20	0.850	32.0
Nº 40	0.425	19.1
Nº 60	0.250	12.2
Nº 140	0.106	6.5
Nº 200	0.075	5.9

Contenido de humedad (%)		1.2
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	18.4
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	1.0
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	34.4
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	59.7
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	5.9

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SP - SM
Arena mal gradada con limo y grava	





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D4426; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG10-226
Solicitante : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
Proyecto : Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Ubicación : Dist. La Molina, Prov. y Dpto. Lima

Fecha : Julio, 2010

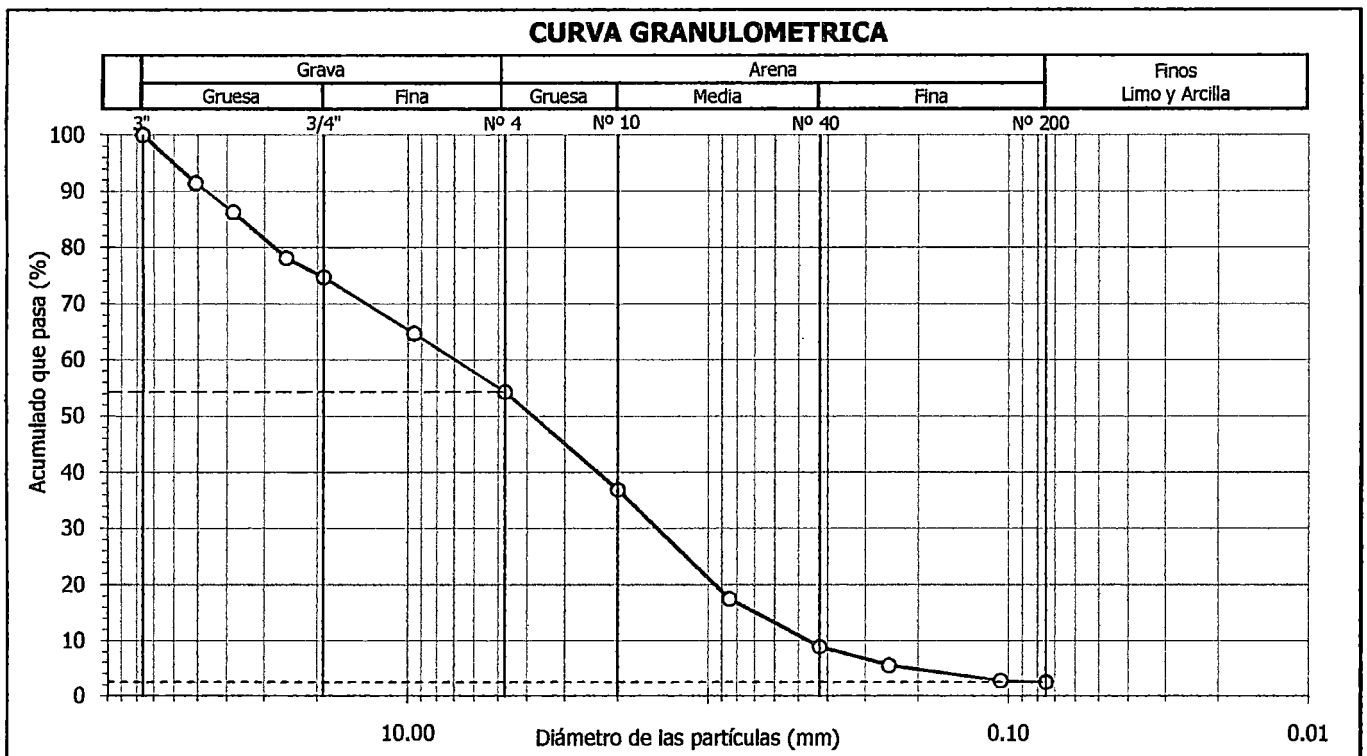
Sondaje : C - 9
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.50 - 2.20

Hoja : 1 de 1

Granulometría por tamizado		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	91.5
1½"	38.100	86.3
1"	25.400	78.2
¾"	19.050	74.7
3/8"	9.525	64.7
Nº 4	4.750	54.3
Nº 10	2.000	36.9
Nº 20	0.850	17.5
Nº 40	0.425	9.0
Nº 60	0.250	5.5
Nº 140	0.106	2.8
Nº 200	0.075	2.5

Contenido de humedad (%)		0.4
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
	Límite de Contracción (%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	15.1
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.7
	Grava [Nº 4 < ϕ < 3"] (%)	45.7
	Arena [Nº 200 < ϕ < Nº 4] (%)	51.8
	Finos [ϕ < Nº 200] (%)	2.5

Clasificación	
AASHTO	SUCS
A-1a (0)	SP
Arena mal gradada con grava	



**ANEXO V:
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

Proyecto: Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de La Molina
Ubicación: La Molina - Zona I

1. DATOS

Ángulo de fricción	=	32.00	°
Cohesión	=	0.00	tn/m ²
Peso específico	=	1.95	tn/m ³
Relación largo ancho	=	0.005	
Ancho	=	0.60	m
Factor de seguridad	=	3	
Módulo de Poisson	=	0.30	
Módulo de elasticidad	=	7000	tn/m ²
Inclinación de la carga (β)	=	0.00	°
		0.80	m
Profundidades (Df)	=	1.00	m
		1.50	m
		1.56	tn/m ²
Esfuerzos efectivos fondo	=	1.95	tn/m ²
(q)		2.93	tn/m ²

2. FACTORES

Df	Inclinación de carga			Capacidad de carga		
	Fci	Fqi	Fiy	Nc	Nq	Ny
0.80	1.00	1.00	1.00	35.49	23.18	30.21
1.00	1.00	1.00	1.00	35.49	23.18	30.21
1.50	1.00	1.00	1.00	35.49	23.18	30.21

Df	De forma			De profundidad		
	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd
0.80	1.00	1.00	1.00	1.37	1.26	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.28	1.00
1.50	1.00	1.00	1.00	1.48	1.33	1.00

3. CAPACIDAD PORTANTE

Df	qu	qneto	tn/m ²	kg/cm ²
			qadm	qadm
0.80	63.20	61.64	20.55	2.05
1.00	75.88	74.32	24.77	2.48
1.50	108.00	106.44	35.48	3.55

4. ASENTAMIENTO

Df	qo	cm	cm
		S rigido	S flexible
0.80	20.55	0.337	0.407
1.00	24.77	0.406	0.491
1.50	35.48	0.581	0.703

S calculado
en el centro

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

Proyecto: Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de La Molina
Ubicación: La Molina - Zona II

1. DATOS

Ángulo de fricción	=	28.00	°
Cohesión	=	0.00	tn/m ²
Peso específico	=	1.80	tn/m ³
Relación largo ancho	=	0.005	
Ancho	=	0.60	m
Factor de seguridad	=	3	
Módulo de Poisson	=	0.30	
Módulo de elasticidad	=	2000	tn/m ²
Inclinación de la carga (β)	=	0.00	°
		1.00	m
Profundidades (Df)	=	1.20	m
		1.50	m
		1.80	tn/m ²
Esfuerzos efectivos fondo (q)	=	2.16	tn/m ²
		2.70	tn/m ²

2. FACTORES

Df	Inclinación de carga			Capacidad de carga		
	Fci	Fqi	Fiy	Nc	Nq	Ny
1.00	1.00	1.00	1.00	25.80	14.72	16.72
1.20	1.00	1.00	1.00	25.80	14.72	16.72
1.50	1.00	1.00	1.00	25.80	14.72	16.72

Df	De forma			De profundidad		
	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd
1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.31	1.00
1.20	1.00	1.00	1.00	1.44	1.33	1.00
1.50	1.00	1.00	1.00	1.48	1.36	1.00

3. CAPACIDAD PORTANTE

Df	qu	qneto	tn/m ²		kg/cm ²	
			qadm	qadm	qadm	qadm
1.00	43.77	41.97	13.99	13.99	1.40	1.40
1.20	51.45	49.65	16.55	16.55	1.66	1.66
1.50	63.06	61.26	20.42	20.42	2.04	2.04

4. ASENTAMIENTO

Df	qo	cm	
		S rígido	S flexible
1.00	13.99	0.802	0.970
1.20	16.55	0.949	1.148
1.50	20.42	1.171	1.416

S calculado en el centro

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

Proyecto: Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de La Molina
Ubicación: La Molina - Zona III

1. DATOS

Ángulo de fricción	=	22.00	°
Cohesión	=	0.00	tn/m ²
Peso específico	=	1.60	tn/m ³
Relación largo ancho	=	0.005	
Ancho	=	0.60	m
Factor de seguridad	=	3	
Módulo de Poisson	=	0.30	
Módulo de elasticidad	=	1500	tn/m ²
Inclinación de la carga (β)	=	0.00	°
		1.50	m
Profundidades (Df)	=	1.70	m
		2.00	m
		2.40	tn/m ²
Esfuerzos efectivos fondo	=	2.72	tn/m ²
(q)		3.20	tn/m ²

2. FACTORES

Df	Inclinación de carga			Capacidad de carga		
	Fci	Fqi	Fiy	Nc	Nq	Ny
1.50	1.00	1.00	1.00	16.88	7.82	7.13
1.70	1.00	1.00	1.00	16.88	7.82	7.13
2.00	1.00	1.00	1.00	16.88	7.82	7.13

Df	De forma			De profundidad		
	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd
1.50	1.00	1.00	1.00	1.48	1.38	1.00
1.70	1.00	1.00	1.00	1.49	1.39	1.00
2.00	1.00	1.00	1.00	1.51	1.40	1.00

3. CAPACIDAD PORTANTE

Df	qu	qneto	tn/m ²	kg/cm ²
			qadm	qadm
1.50	29.30	26.90	8.97	0.90
1.70	33.03	30.63	10.21	1.02
2.00	38.63	36.23	12.08	1.21

4. ASENTAMIENTO

Df	qo	cm	cm
		S rígido	S flexible
1.50	8.97	0.685	0.829
1.70	10.21	0.780	0.944
2.00	12.08	0.923	1.117

S calculado
en el centro

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

Proyecto: Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de La Molina
Ubicación: La Molina - Zona IV

1. DATOS

Ángulo de fricción	=	19.00	°
Cohesión	=	0.00	tn/m ²
Peso específico	=	1.50	tn/m ³
Relación largo ancho	=	0.005	
Ancho	=	0.60	m
Factor de seguridad	=	3	
Módulo de Poisson	=	0.30	
Módulo de elasticidad	=	1500	tn/m ²
Inclinación de la carga (β)	=	0.00	°
		1.80	m
Profundidades (Df)	=	2.00	m
		2.50	m
		2.70	tn/m ²
Esfuerzos efectivos fondo	=	3.00	tn/m ²
(q)		3.75	tn/m ²

2. FACTORES

Df	Inclinación de carga			Capacidad de carga		
	Fci	Fqi	Fiy	Nc	Nq	Ny
1.80	1.00	1.00	1.00	13.93	5.80	4.68
2.00	1.00	1.00	1.00	13.93	5.80	4.68
2.50	1.00	1.00	1.00	13.93	5.80	4.68

Df	De forma			De profundidad		
	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd
1.80	1.00	1.00	1.00	1.50	1.39	1.00
2.00	1.00	1.00	1.00	1.51	1.40	1.00
2.50	1.00	1.00	1.00	1.53	1.42	1.00

3. CAPACIDAD PORTANTE

Df	qu	qneto	tn/m ²	kg/cm ²
			qadm	qadm
1.80	23.92	21.22	7.07	0.71
2.00	26.51	23.81	7.94	0.79
2.50	32.99	30.29	10.10	1.01

4. ASENTAMIENTO

Df	qo	cm	cm
		S rígido	S flexible
1.80	7.07	0.541	0.654
2.00	7.94	0.607	0.734
2.50	10.10	0.772	0.934

S calculado
en el centro

**ANEXO VI:
PERIODOS DE SUELO RECOPIRADOS**



PERIODOS DE SUELO RECOPIRADOS

PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
01	0.09	289385.85	8659632.34	Amecpa Lado Izquierdo, Mz. E	MARTINEZ (1997)
02	0.25	288951.92	8659758.97	Amecpa Mz. O y N	MARTINEZ (1997)
03	0.35	288783.49	8659992.60	Amecpa Mz. E y D	MARTINEZ (1997)
04	0.32	288362.17	8660145.81	Urb. Linares, Mz. G	MARTINEZ (1997)
05	0.25	288824.27	8660402.43	Urb. Los Robles, Mz. C	MARTINEZ (1997)
06	0.32	289369.29	8660429.24	Urb. Portada del Sol, Mz. E2	MARTINEZ (1997)
07	0.29	289094.02	8660993.88	Urb. Portada del Sol, Mz. M	MARTINEZ (1997)
08	0.29	288745.89	8661014.54	Urb. El Cascajal, Mz. 1 y 2	MARTINEZ (1997)
09	0.32	289556.56	8661240.86	Urb. Las Lomas, Mz. L	MARTINEZ (1997)
10	0.10	287769.59	8661292.74	Cerca del afloramiento rocoso en Las Viñas	MARTINEZ (1997)
11	0.32	289228.04	8661412.26	Urb. Las Lomas, Mz. F	MARTINEZ (1997)
12	0.13	287408.53	8661597.77	Urb. Isla del Sol, Mz. G	MARTINEZ (1997)
13	0.27	288733.56	8661661.82	Urb. Las Lomas, Mz. A	MARTINEZ (1997)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
14	0.18	288884.26	8661702.36	Urb. Las Lomas, Mz. J	MARTINEZ (1997)
15	0.27	288137.63	8661883.71	Av. Las Palmeras	MARTINEZ (1997)
16	0.32	290219.72	8661931.45	Urb. Rinconada del Lago, Mz. K4 y K5	MARTINEZ (1997)
17	0.19	288485.49	8662180.04	UNALM	MARTINEZ (1997)
18	0.32	290350.39	8661980.65	Urb. Rinconada del lago, Mz. Q	MARTINEZ (1997)
19	0.32	290927.04	8662013.21	Urb. Rinconada del Lago, Mz. L3 e Y	MARTINEZ (1997)
20	0.33	287777.24	8662309.38	Av. Arboleda	MARTINEZ (1997)
21	0.32	289276.53	8662264.70	Urb. La Pradera, lado derecho	MARTINEZ (1997)
22	0.17	289596.58	8662321.48	Urb. La Pradera, lado izquierdo	MARTINEZ (1997)
23	0.32	290239.13	8662279.16	Urb. Rinconada del Lago, Mz. K2 y K3	MARTINEZ (1997)
24	0.32	290497.19	8662287.43	Urb. Rinconada del Lago, Mz. E	MARTINEZ (1997)
25	0.10	290781.21	8662306.91	Urb. Rinconada del Lago, Mz. L y L2	MARTINEZ (1997)
26	0.09	287357.26	8662480.15	Urb. Las Terrazas, Mz. B	MARTINEZ (1997)
27	0.08	286786.33	8662595.88	Parque entre Calle Orquideas y Calle Las Dalias	MARTINEZ (1997)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
28	0.31	287696.70	8662696.78	Av. Raul Ferrero (Centro Comercial)	MARTINEZ (1997)
29	0.12	288362.22	8662386.31	UNALM	MARTINEZ (1997)
30	0.44	287988.79	8662808.45	Esquina Av. Los Frenos y Av. Ferrero	MARTINEZ (1997)
31	0.10	286811.46	8663054.91	Calle Crisantemos y Claveles	MARTINEZ (1997)
32	0.41	289263.33	8663068.31	Calle Coruña (parque)	MARTINEZ (1997)
33	0.32	289460.74	8662848.37	Club Rinconada, Calle 13	MARTINEZ (1997)
34	0.21	289850.68	8662943.48	Urb. Rinconada de Ate, Calle 13	MARTINEZ (1997)
35	0.12	290260.84	8662898.53	Calle Junín - Urb. Rinconada del Lago	MARTINEZ (1997)
36	0.12	290568.05	8662977.07	Calle Ontario - Urb. Rinconada del Lago	MARTINEZ (1997)
37	0.17	291018.61	8663288.79	Urb. Rinconada del Lago	MARTINEZ (1997)
38	0.26	287559.04	8663338.02	Cruce Calle Tipuana y Calle Jacarandas	MARTINEZ (1997)
39	0.31	287887.49	8663570.94	UNALM: Aulas cerca al tanque elevado	MARTINEZ (1997)
40	0.12	286957.47	8663526.51	Cruza Av. Del Corregidor y Calle Los Alhelies	MARTINEZ (1997)
41	0.28	288417.13	8663785.78	UNALM: Centro de Investigaciones	MARTINEZ (1997)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
42	0.30	287069.78	8663685.37	Cruce Av. Del Corregidor y Calle Amapolas	MARTINEZ (1997)
43	0.31	287242.72	8663860.78	Cruce Av. Del Corregidor y Calle Los Olivos	MARTINEZ (1997)
44	0.31	287824.03	8663887.19	UNALM: Frente al Dpto. de Suelos	MARTINEZ (1997)
45	0.29	288377.62	8664077.72	UNALM: Cerca del puesto GC	MARTINEZ (1997)
46	0.23	289327.11	8663932.96	Urb. Rinconada Baja Calle 3	MARTINEZ (1997)
47	0.29	290322.56	8663919.50	Cruce Calle Blair y Calle Malecón Monte Bello - Urb. Rinconada Baja	MARTINEZ (1997)
48	0.27	290096.15	8664141.38	Urb. Rinconada Alta - Calle Monte Bello	MARTINEZ (1997)
49	0.23	288834.77	8664261.85	Cruce Av. Universidad (Final de UNALM)	MARTINEZ (1997)
50	0.34	293287.82	8662653.92	Coop. Viv. Manuel Polo Jimenez, Mz. E	MARTINEZ (1997)
51	0.21	293451.80	8662572.55	Urb. El Descanso, Mz. E y F	MARTINEZ (1997)
52	0.17	294343.18	8662981.21	Cooperativa Musa (Paradero)	MARTINEZ (1997)
53	0.11	294754.66	8662838.89	Cooperativa Musa, Mz. E	MARTINEZ (1997)
54	0.09	292182.73	8663115.34	Calle Herradura	MARTINEZ (1997)
55	0.10	293163.88	8663230.11	Cruce Calle La Punta y Av. La Molina	MARTINEZ (1997)



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

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
56	0.17	294045.64	8663210.95	Cruce Calle Punta Pejerrey y Av. La Molina	MARTINEZ (1997)
57	0.11	291449.70	8663446.59	Entre Calle Chalana y Av. La Laguna Grande - Urb. Las Lagunas	MARTINEZ (1997)
58	0.31	291455.56	8663804.76	Calle El Faro - Urb. Las Lagunas	MARTINEZ (1997)
59	0.16	292509.50	8663629.76	Calle Montecarlo	MARTINEZ (1997)
60	0.18	293417.11	8663735.02	Cruce Calle Samoa y Calle Acapulco	MARTINEZ (1997)
61	0.17	294052.63	8663715.43	Cruce Calle Punta Pejerrey y Calle Acapulco	MARTINEZ (1997)
62	0.29	294070.65	8663964.76	Cruce Calle Costa de Orú y Calle Punta Pejerrey	MARTINEZ (1997)
63	0.09	292522.26	8664167.11	Calle Dunas - Urb. La Planicie	MARTINEZ (1997)
64	0.22	293086.24	8664254.66	Calle Colina - Urb. La Planicie	MARTINEZ (1997)
65	0.32	293908.99	8664314.33	Urb. El Rincón de la Planicie, Mz. A y B	MARTINEZ (1997)
66	0.29	292546.39	8664396.97	Campo de Golf, Calle Arroyo - Urb. La Planicie	MARTINEZ (1997)
67	0.30	294668.66	8664481.73	Urb. El Rincón de la Planicie, Mz. E	MARTINEZ (1997)
68	0.30	291762.65	8664661.65	Cruce Av. La Planicie y Calle Cerillo	MARTINEZ (1997)
69	0.11	292123.36	8663705.34	Calle Oasis - Urb. La Laguna	MARTINEZ (1997)

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - LIMA 25 - PERÚ - Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511) 482-0790 FAX: (511) 481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe <http://www.cismid.uni.edu.pe> <http://www.cismid-uni.org>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
70	0.10	292846.61	8664880.76	Cruce Av. El Golf y Calle Lomas - Urb. La Planicie	MARTINEZ (1997)
71	0.08	291700.26	8665224.45	Calle Los Alamos - Urb. La Laguna	MARTINEZ (1997)
72	0.32	292045.18	8665470.23	Cruce Calle Pinos y Psje. Laguna	MARTINEZ (1997)
01	0.15	289273.93	8660086.50	Calle Río Verí - Urb. Portada del Sol	CISMID (2004)
02	0.15	288420.93	8660198.32	Calle Volcán Coropuna Linares (ROCA) - Urb. El Cascajal	CISMID (2004)
03	0.10	289247.09	8660476.46	Calle Huaca de Paramonga (ROCA) - Urb. El Cascajal	CISMID (2004)
04	0.12	288943.14	8660635.22	Av. Portada del Sol (Ex Los Fresnos) Cdra. 16 - Urb. El Cascajal	CISMID (2004)
05	0.21	288440.05	8661130.36	Parque de la Virgen de la Inmaculada Concepción - Urb. El Cascajal	CISMID (2004)
06	0.14	289114.78	8661489.72	Av. Alameda de los Conquistadores - Urb. Las Lomas	CISMID (2004)
07	0.31	288001.65	8661678.62	Calle El Pozo - Urb. Las Lomas	CISMID (2004)
08	0.36	288096.69	8662260.00	Parque Los Castaños - Urb. Los Remansos	CISMID (2004)
09	0.41	287607.07	8662890.84	Calle Los Sauces - La Molina Vieja - Urb. Las Viñas	CISMID (2004)
10	0.27	286931.15	8663364.13	Parque Barbara D'Achille, Av. Del Corregidor - Urb. De las Viñas	CISMID (2004)
11	0.21	287806.19	8663953.74	Av. La Universidad - Frente a la puerta principal de la UNALM - Urb. La Planicie	CISMID (2004)



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
12	0.00	290234.31	8661762.88	Calle Omega (ROCA) - Urb. Rinconada del Lago	CISMID (2004)
13	0.13	290363.13	8661925.20	Cruce Calle Omega y Calle Lagonave - Urb. Rinconada del Lago	CISMID (2004)
14	0.16	290560.42	8662355.76	Cruce Calle Valencia y Calle Tiberiades - Urb. Rinconada del Lago	CISMID (2004)
15	0.24	290327.93	8662970.37	Calle Junín - Urb. Rinconada del Lago	CISMID (2004)
16	0.24	290562.06	8663092.79	Parque en la Urb. Rinconada del Lago	CISMID (2004)
17	0.37	291339.52	8664029.15	Municipalidad de La Molina - Urb. La Planicie	CISMID (2004)
18	0.28	291928.44	8665168.28	Av. La Laguna - Urb. La Planicie	CISMID (2004)
19	0.12	292466.84	8664060.08	Calle El Manantial - Urb. La Planicie	CISMID (2004)
20	0.21	293119.06	8664066.95	Parque Antonio Raimondi - Urb. La Planicie	CISMID (2004)
21	0.12	294438.39	8664498.17	Alameda de La Planicie, Mz. D	CISMID (2004)
22	0.12	294825.61	8662807.18	Urb. Musa (ROCA)	CISMID (2004)
23	0.15	294687.46	8662793.05	Mz. A - Urb. Musa	CISMID (2004)
24	0.18	294448.01	8663060.06	Parque Cooperativa Musa - Urb. Musa	CISMID (2004)
25	0.18	294536.55	8663205.55	Psje. 3, a una Cdra. de la Av. La Molina - Urb. Musa	CISMID (2004)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
26	0.19	294306.75	8663125.38	Psje. 18, a una Cdra. de la Av. La Molina - Urb. Musa	CISMID (2004)
27	0.08	285261.13	8663622.81	Entre Calla Las Azadeas y Caobas	CISMID (2004)
28	0.08	285660.84	8663975.99	Parque Nuestra Señora de la Reconciliación. Entre las Calles los Pinos y Las Moreras	CISMID (2004)
29	0.08	285210.46	8664216.64	Entre Calles Eucalipto y Psj. Eucalipto	CISMID (2004)
30	0.12	286369.66	8664764.67	Parque Meuin Jones	CISMID (2004)
31	0.12	288217.63	8664632.66	Entre la Av. Coronel Juan Pascal Pringles y CI Antunez de Mayolo	CISMID (2004)
32	0.08	285867.28	8664862.26	Cruce entre las calles Santa Rosa y Rosa	CISMID (2004)
33	0.16	286666.07	8664947.34	Parque Javier Heraud. Entre Calles Los Fresnos y Las Toronjas	CISMID (2004)
34	0.07	288855.94	8664743.93	Entre las Calles Aruba y Cruzadas	CISMID (2004)
35	0.11	287419.64	8665225.92	Entre Calles Los Mineros y Electricistas	CISMID (2004)
36	0.08	285764.93	8665395.14	Entre la Av. Separadora Industrial y Av. Evitamiento	CISMID (2004)
37	0.09	286274.06	8665430.17	Cruce entre calles Mandarinas y Ciruelos	CISMID (2004)
38	0.17	288238.24	8665332.75	Parque de la Amistad Lima Taipei Uno. Entre las Calles José Alcedo y De Orellana	CISMID (2004)
39	0.08	288871.34	8665311.20	Entre Las Calles Mar de Plata y La Paz	CISMID (2004)

AV. TUPAC AMARU N° 1150 - LIMA 25 - PERÚ - Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511) 482-0790 FAX: (511) 481-0170

e-mail: director@uni.edu.pe http://www.cismid.uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



PUNTO	T (s)	X	Y	UBICACIÓN	REFERENCIA
40	0.25	289157.44	8665336.29	Parque San Jorge. Entre las calles Managua y S. Domingo	CISMID (2004)
41	0.08	286899.76	8665630.85	Parque Cristo Reconciliador. Cruce entre las Calles San Felipe y Carrizal	CISMID (2004)
42	0.08	287461.30	8665706.07	Parque Los Constructores. Altura Cdra. 5, Av. Los Constructores	CISMID (2004)
43	0.08	288486.85	8665787.13	Parque Nro. 2. Cruce entre las calles Tristán y J. Alarco de Dammert	CISMID (2004)
44	0.07	287973.03	8666202.33	Entre la Av. Separadora Industrial y Av. Los Ingenieros	CISMID (2004)

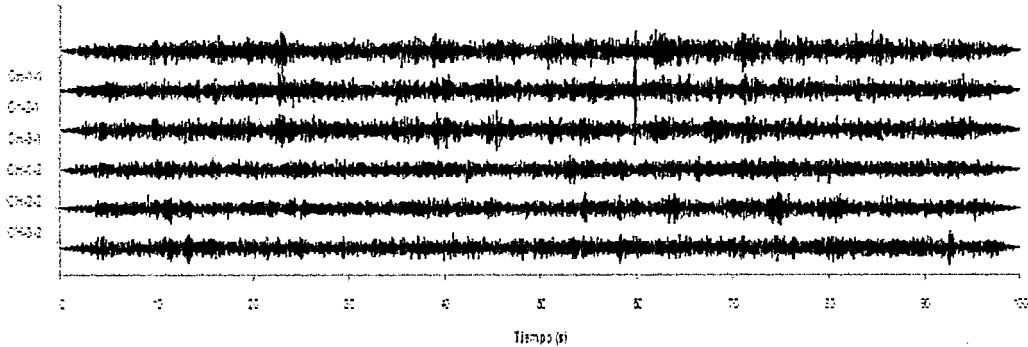
ANEXO VII:
REGISTRO DE MICROTREPIDACIONES

**MICROTREPIDACIONES:
CISMID (2011)**

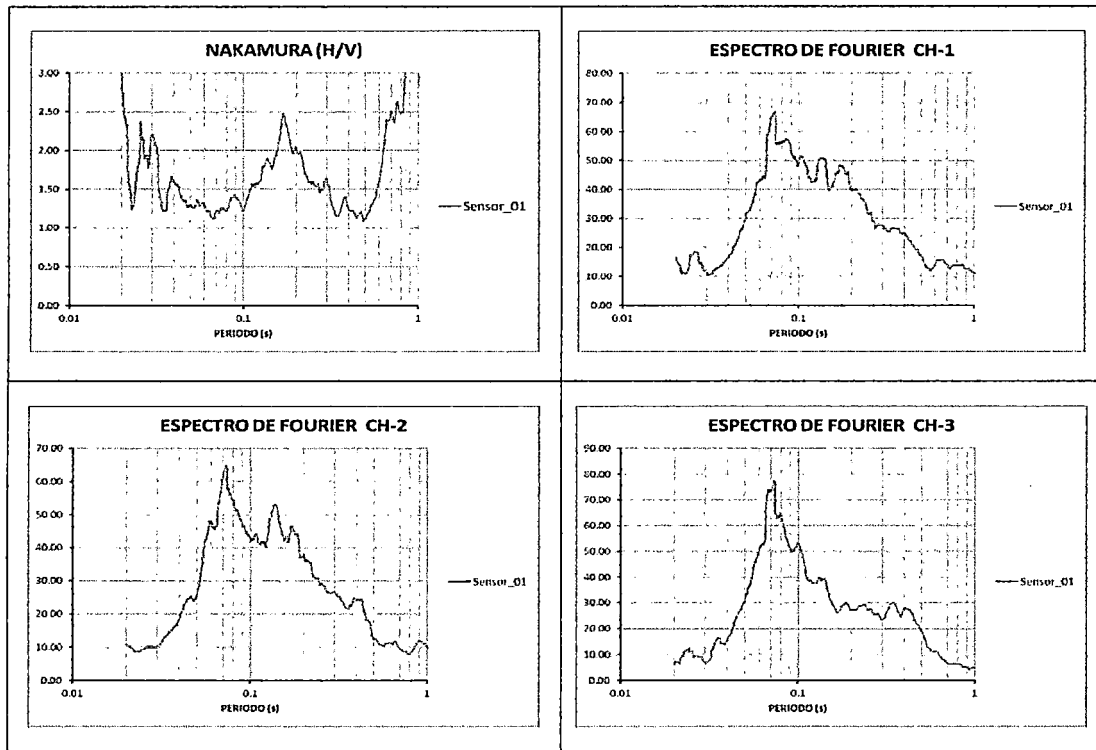


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

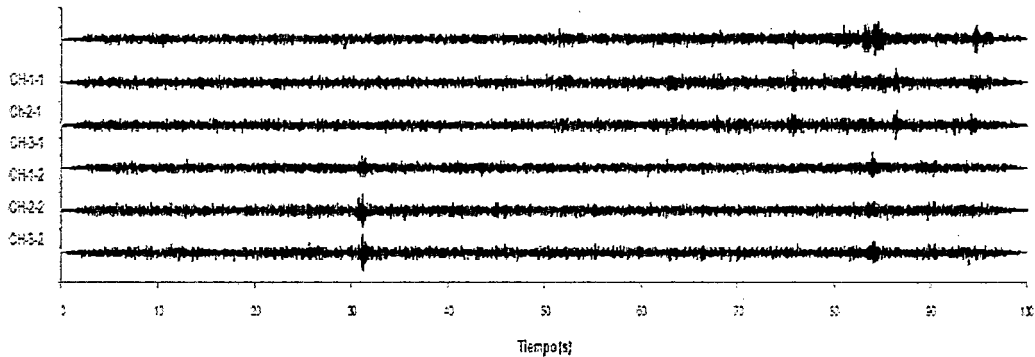


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 01
FECHA : 21/06/10
HORA : 12:15
LATITUD : 12° 04' 19.98" S
LONGITUD : 76° 57' 44.15" O
PERIODO : 0.18 s

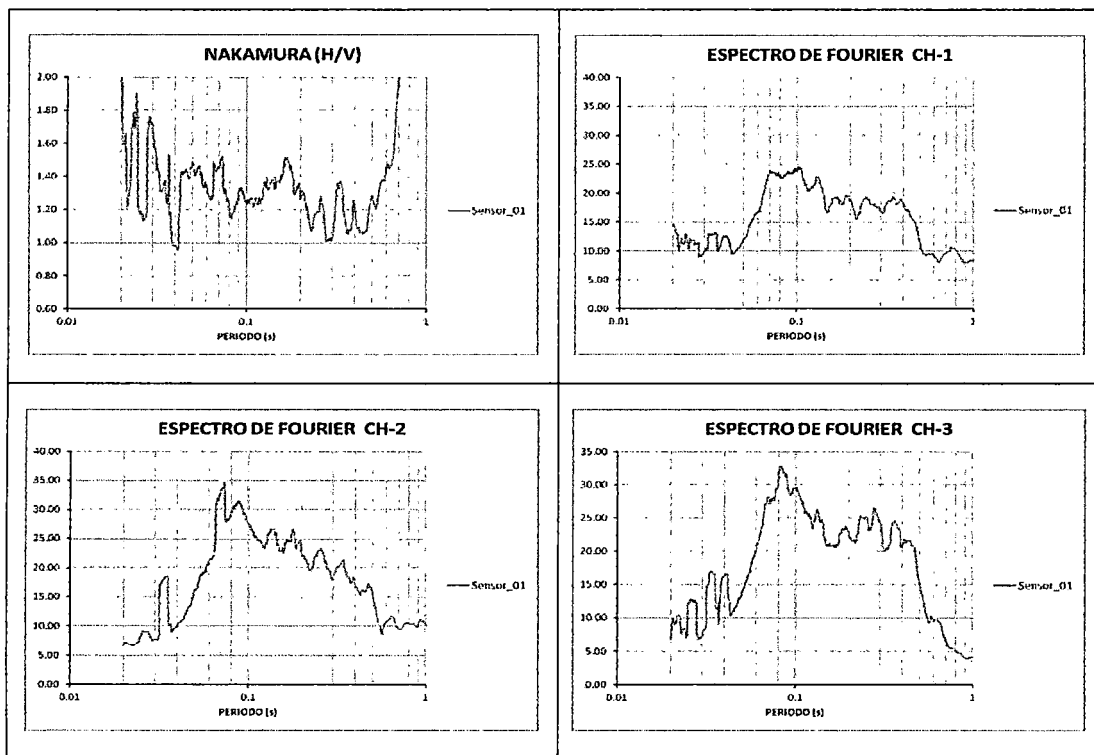


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

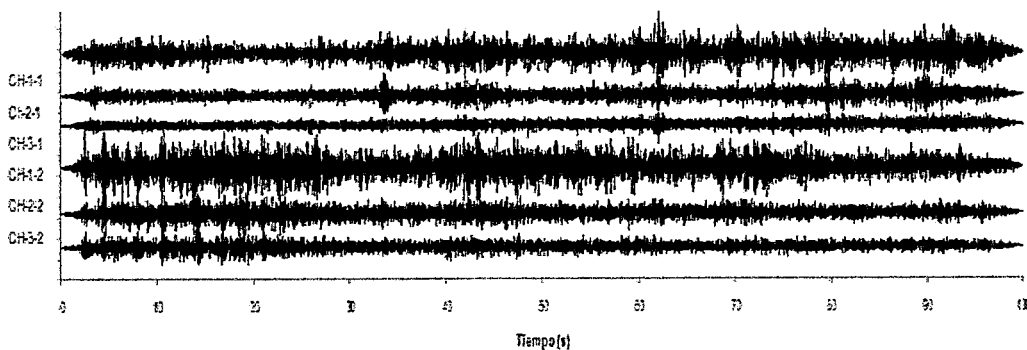


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 02
FECHA : 21/06/10
HORA : 12:43
LATITUD : 12° 04' 26.57" S
LONGITUD : 76° 57' 57.73" O
PERIODO : 0.17 s

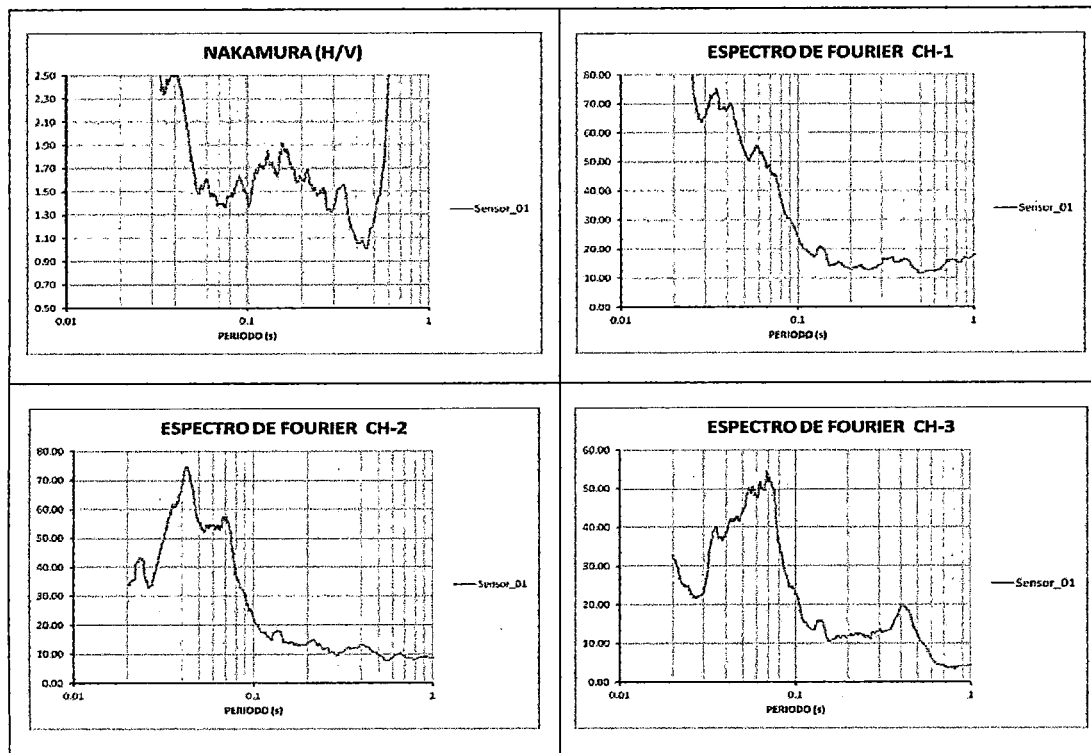


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

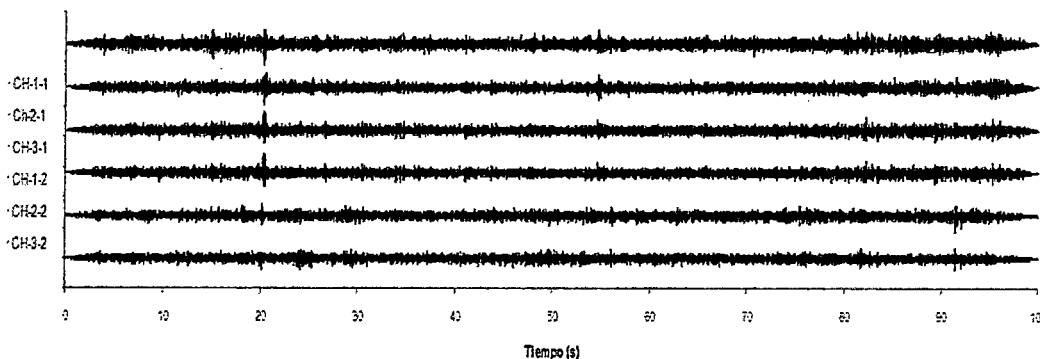


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 03
FECHA : 21/06/10
HORA : 13:20
LATITUD : 12° 04' 15.74" S
LONGITUD : 76° 57' 10.76" O
PERIODO : 0.17 s

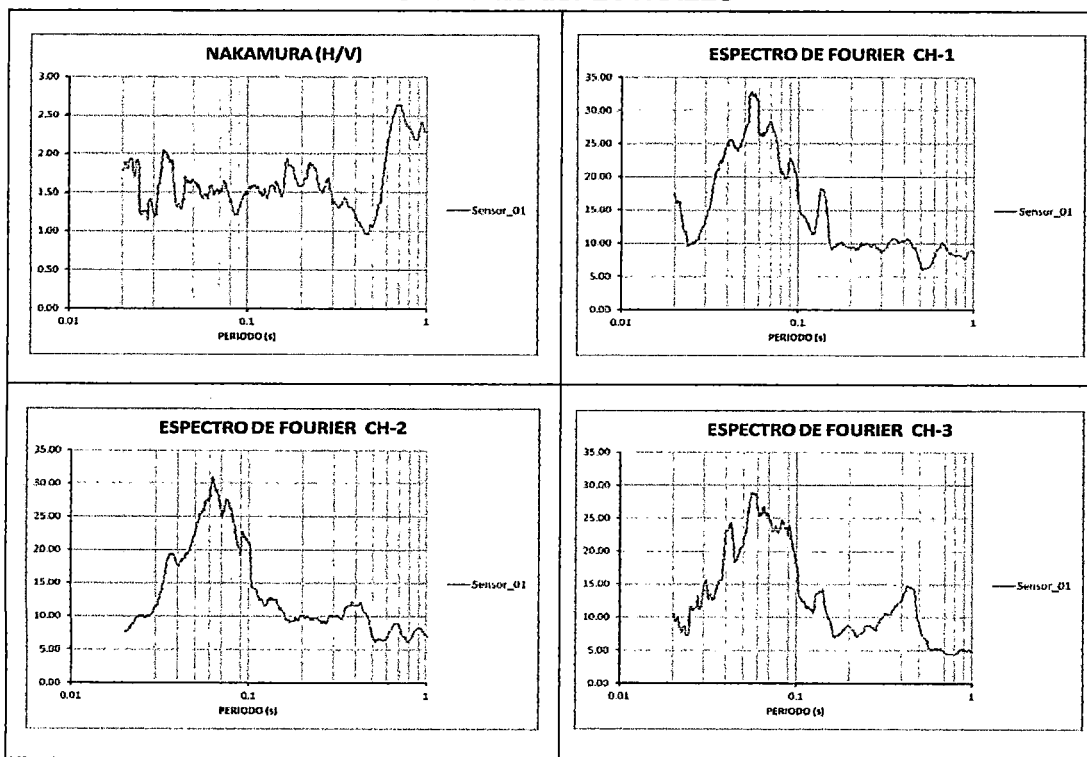


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

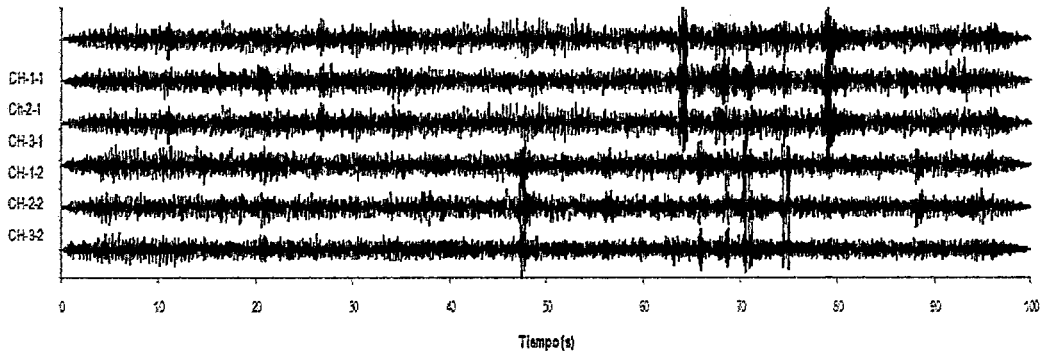


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 04
FECHA : 21/06/10
HORA : 14:10
LATITUD : 12° 04' 03.21" S
LONGITUD : 76° 56' 53.81" O
PERIODO : 0.17 s

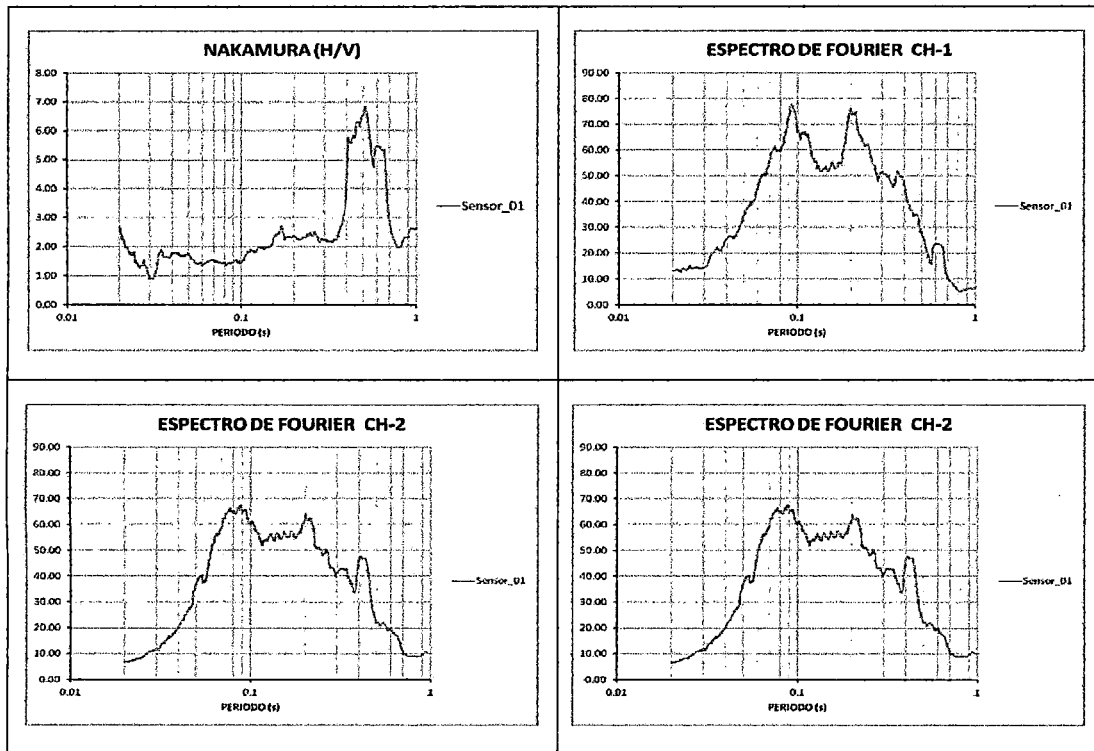


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

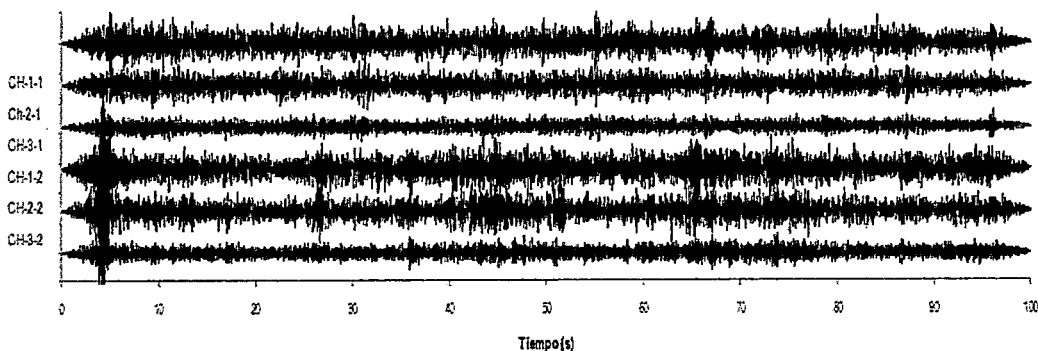


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 05
FECHA : 21/06/10
HORA : 16:15
LATITUD : 12° 05' 20.16" S
LONGITUD : 76° 57' 05.28" O
PERIODO : 0.51 s

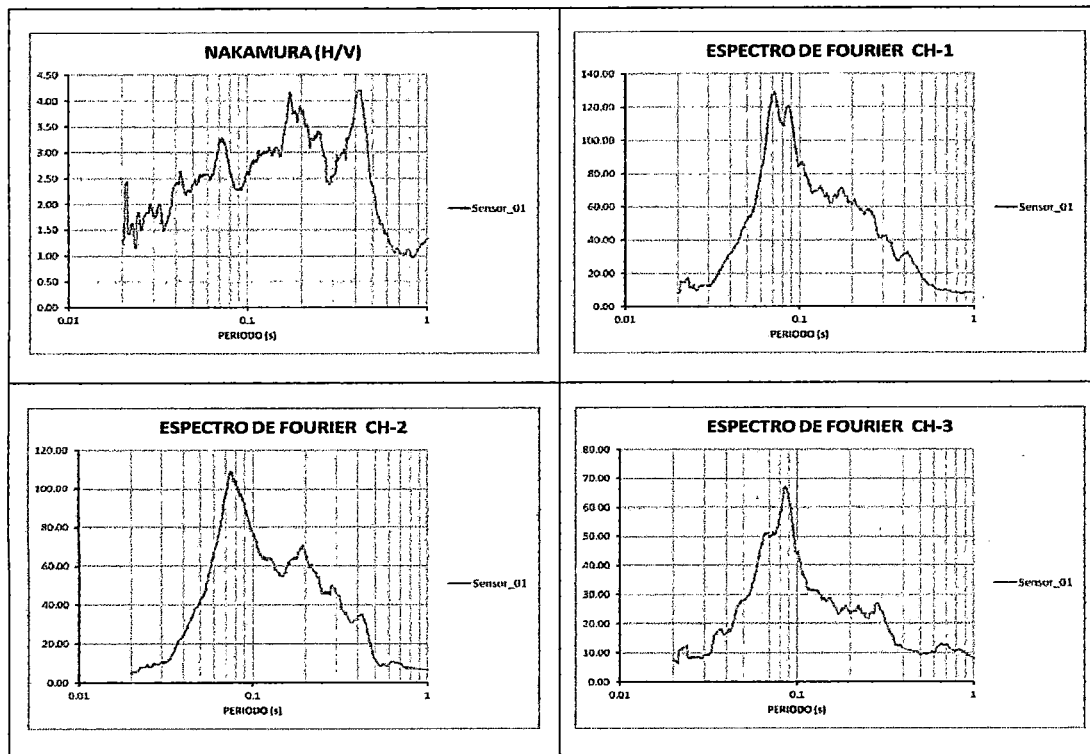


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

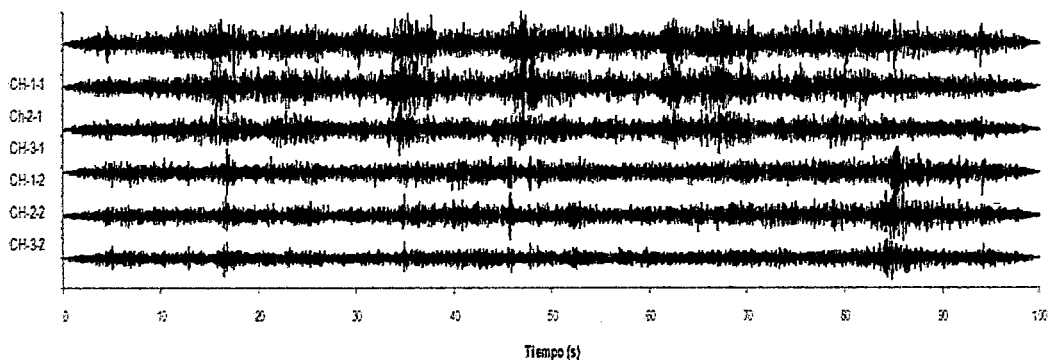


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 06
FECHA : 21/06/10
HORA : 16:40
LATITUD : 12° 05' 21.05" S
LONGITUD : 76° 57' 21.19" O
PERIODO : 0.42 s

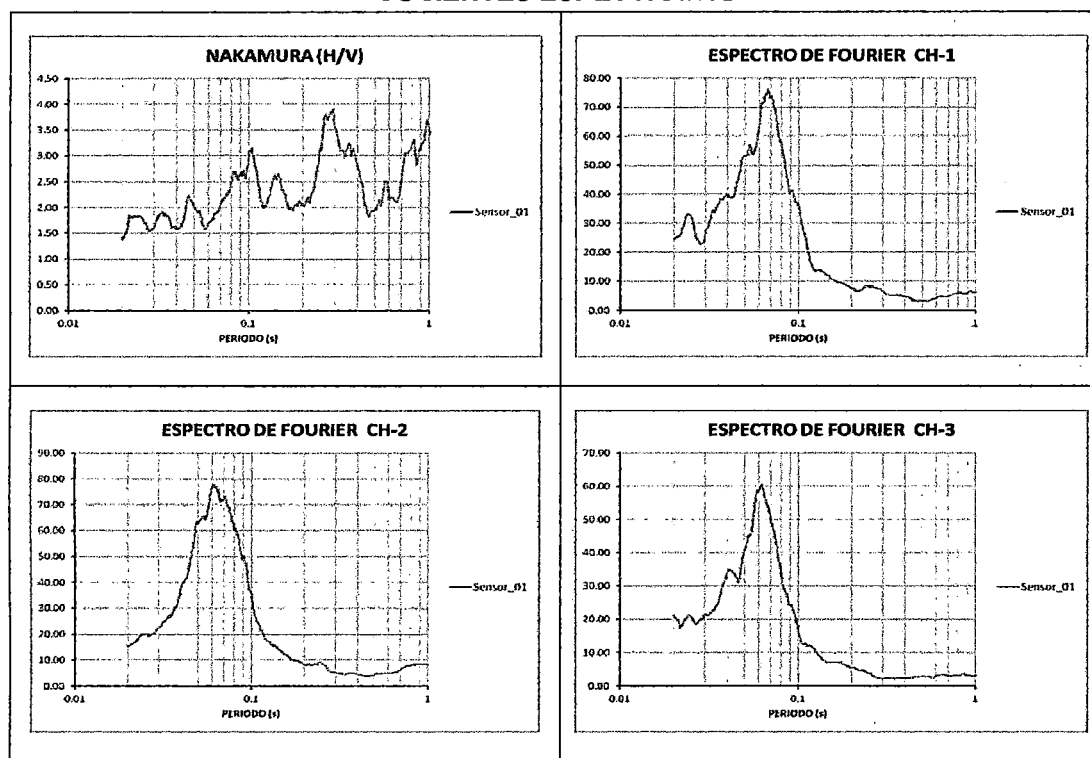


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

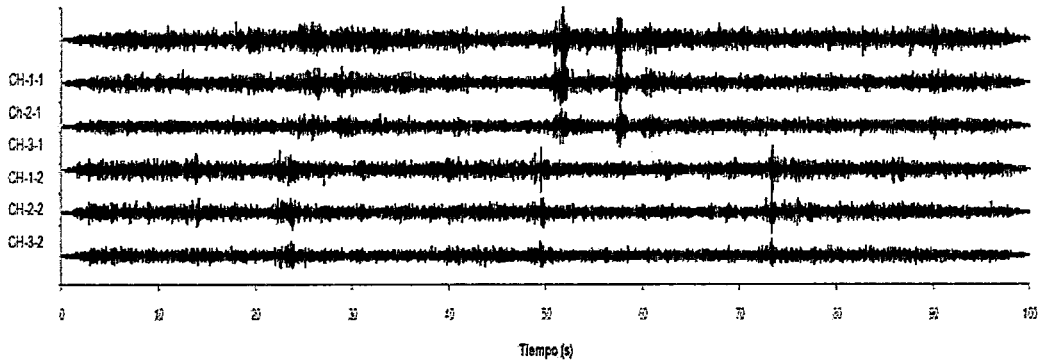


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 07
FECHA : 21/06/10
HORA : 17:25
LATITUD : 12° 06' 34.33" S
LONGITUD : 76° 56' 31.02" O
PERIODO : 0.29 s

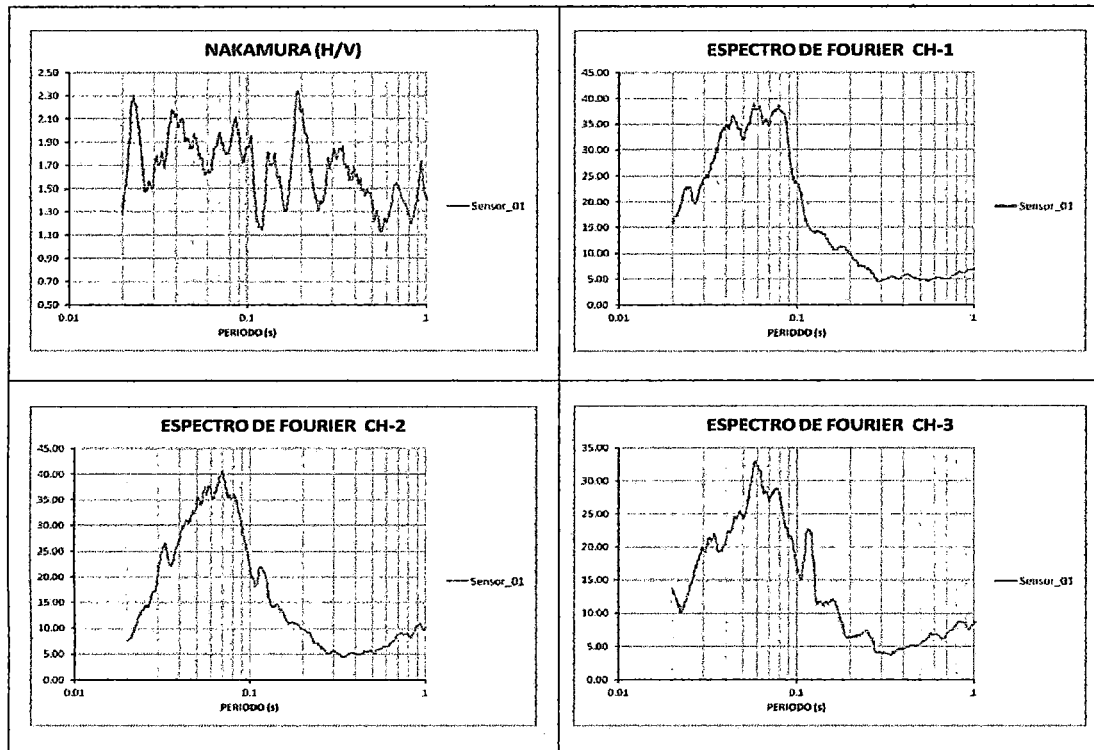


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

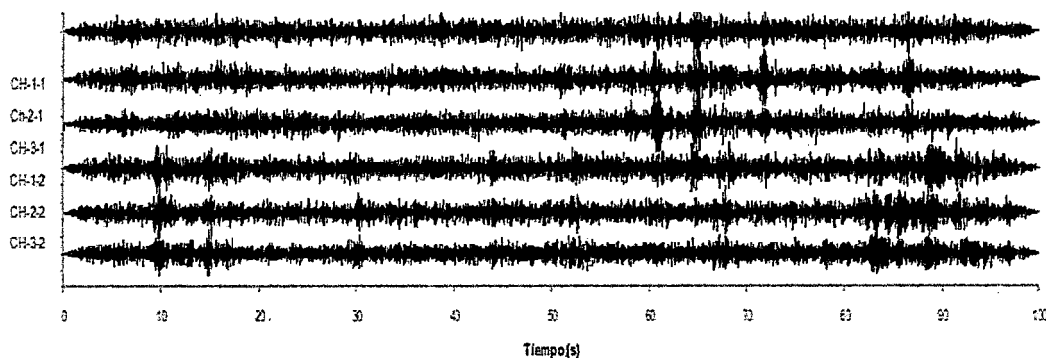


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 08
FECHA : 22/06/10
HORA : 11:15
LATITUD : 12° 06' 02.52" S
LONGITUD : 76° 56' 43.10" O
PERIODO : 0.21 s

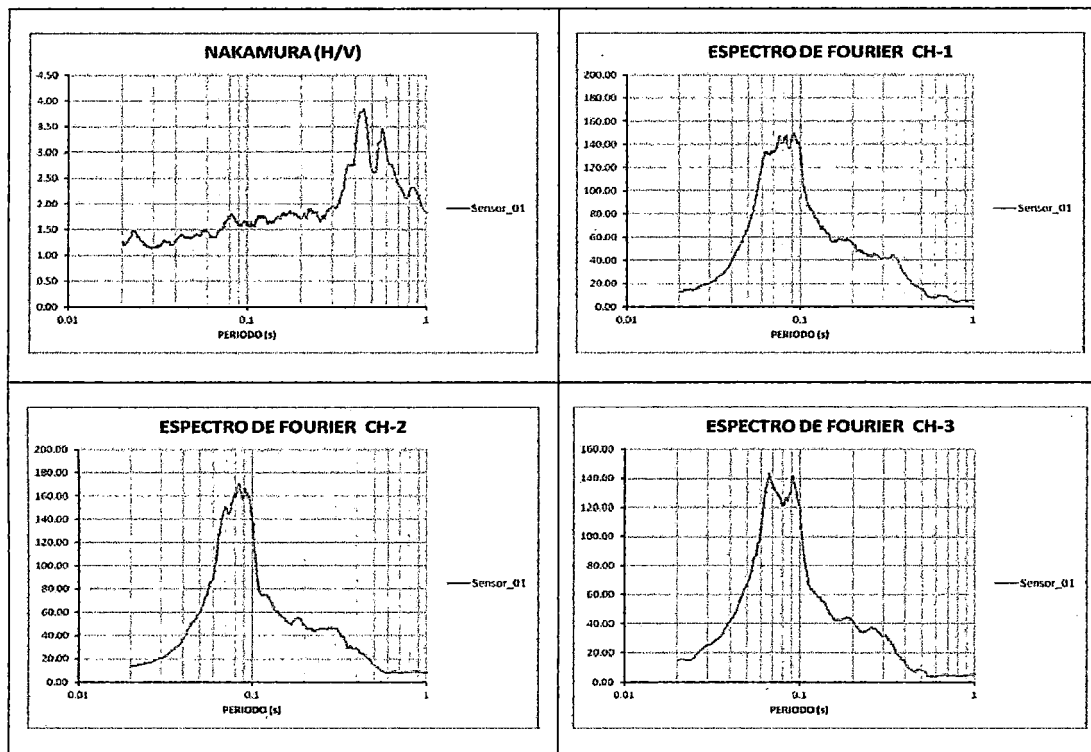


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

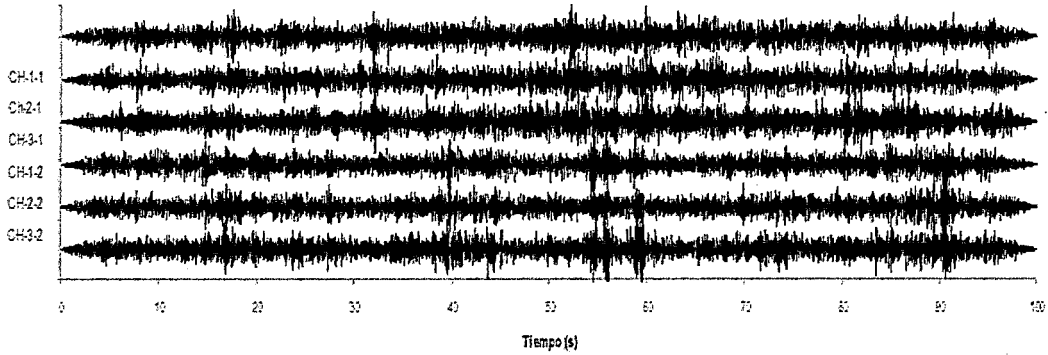


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 09
FECHA : 22/06/10
HORA : 12:20
LATITUD : 12° 04' 50.43" S
LONGITUD : 76° 55' 48.64" O
PERIODO : 0.46 s

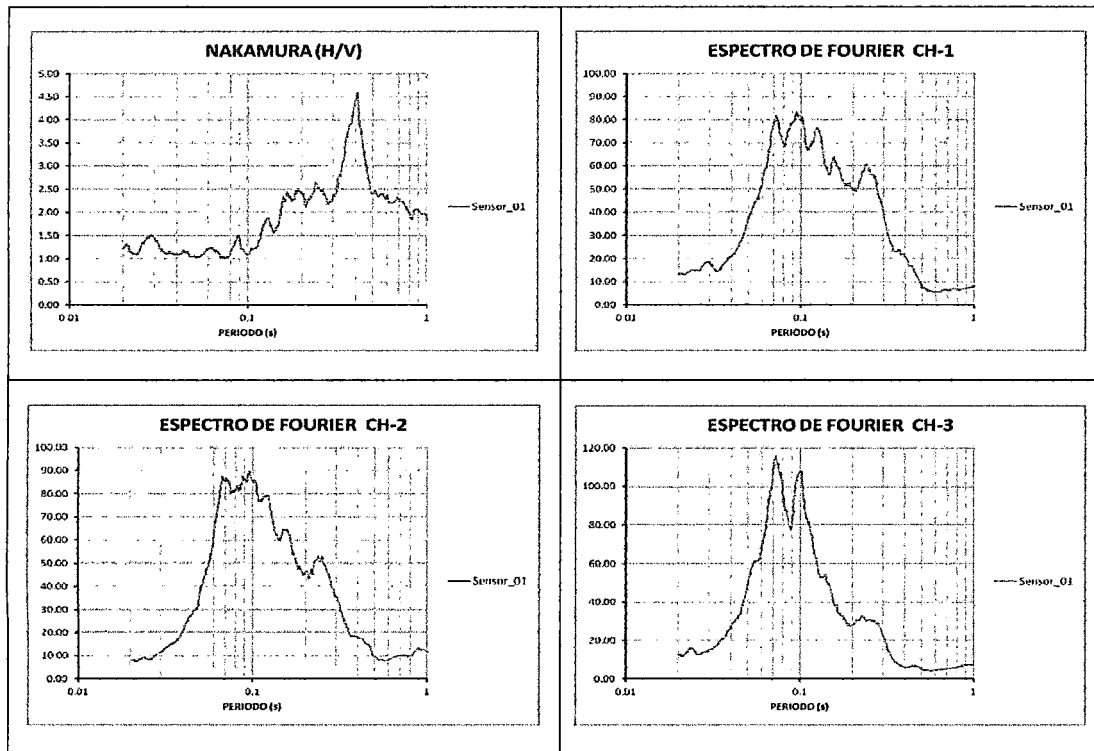


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

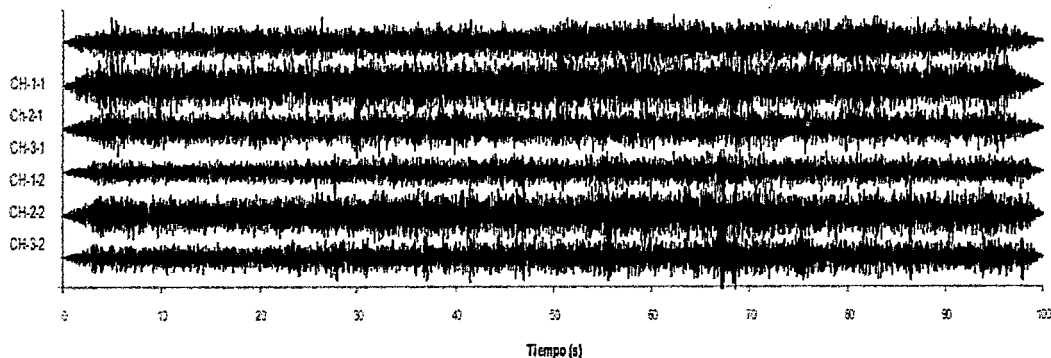


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 10
FECHA : 22/06/10
HORA : 13:25
LATITUD : 12° 05' 03.17" S
LONGITUD : 76° 56' 12.06" O
PERIODO : 0.41 s

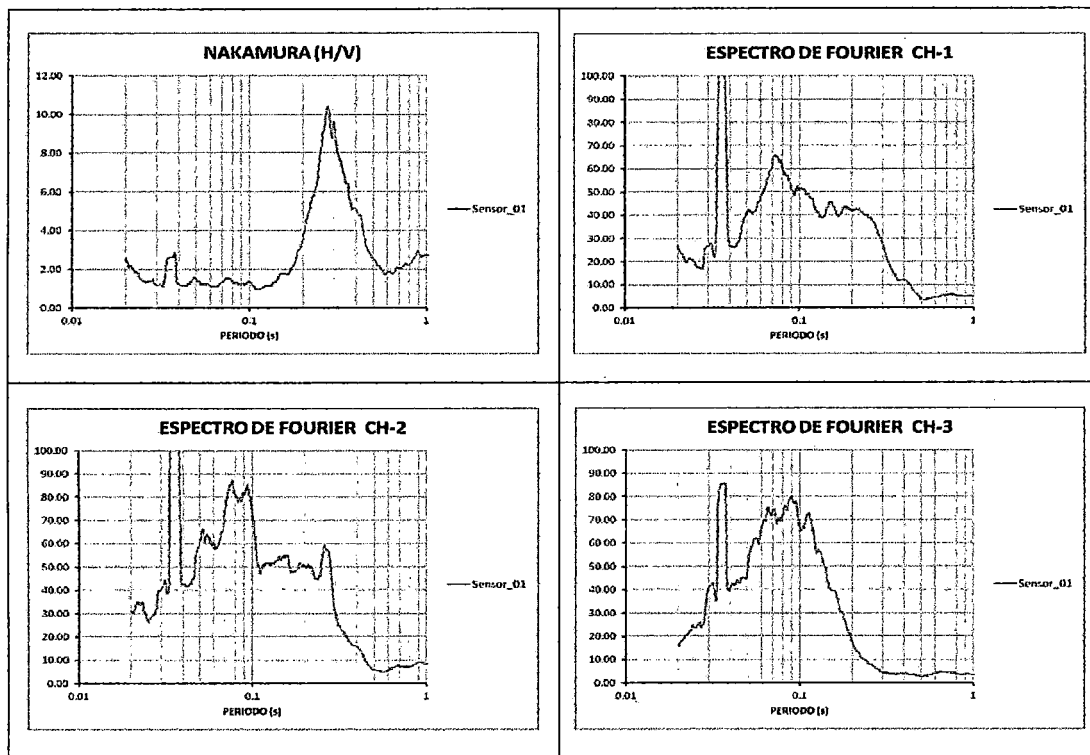


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

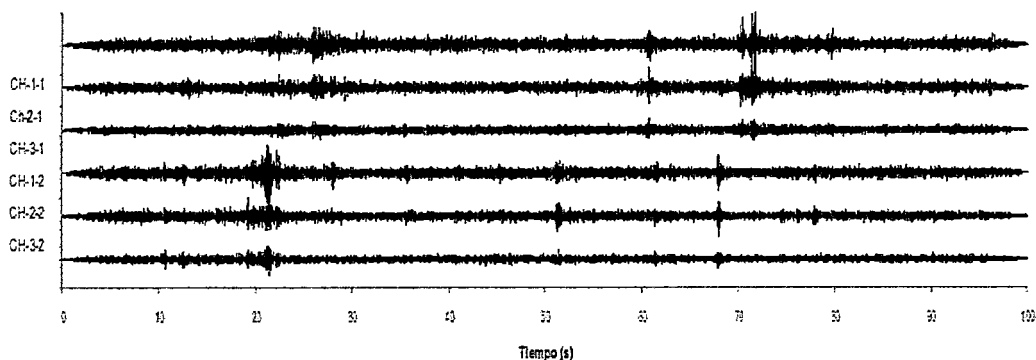


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 11
FECHA : 22/06/10
HORA : 14:10
LATITUD : 12° 04' 42.99" S
LONGITUD : 76° 55' 19.14" O
PERIODO : 0.28 s

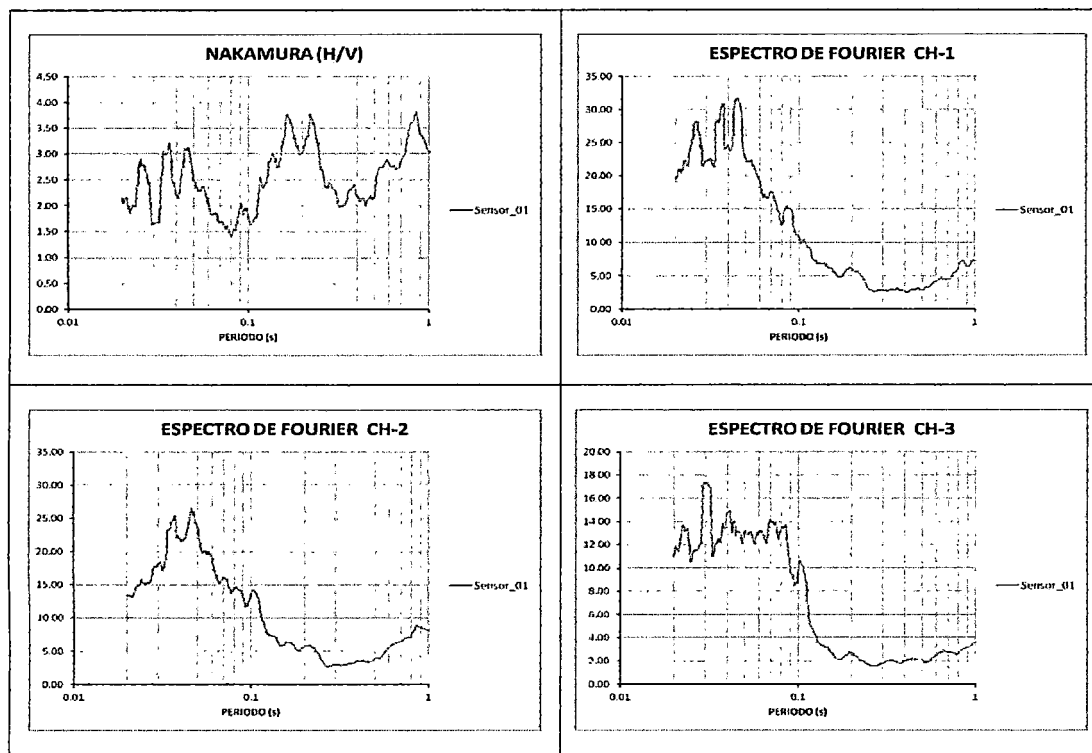


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

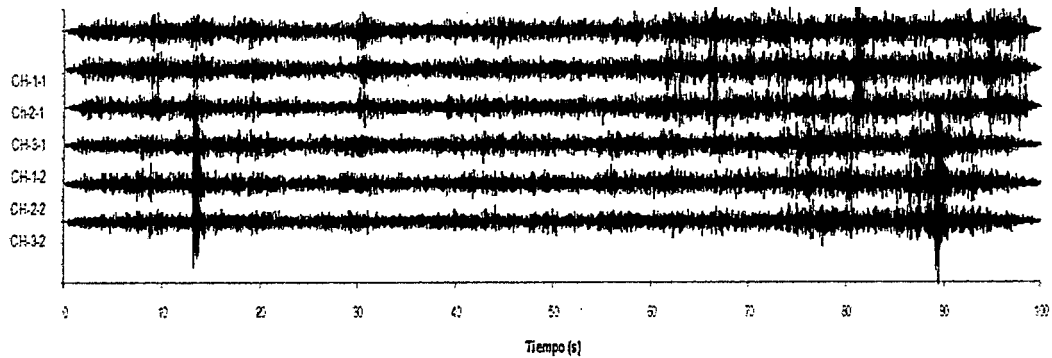


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 12
FECHA : 22/06/10
HORA : 16:05
LATITUD : 12° 05' 44.97" S
LONGITUD : 76° 55' 23.05" O
PERIODO : 0.22 s

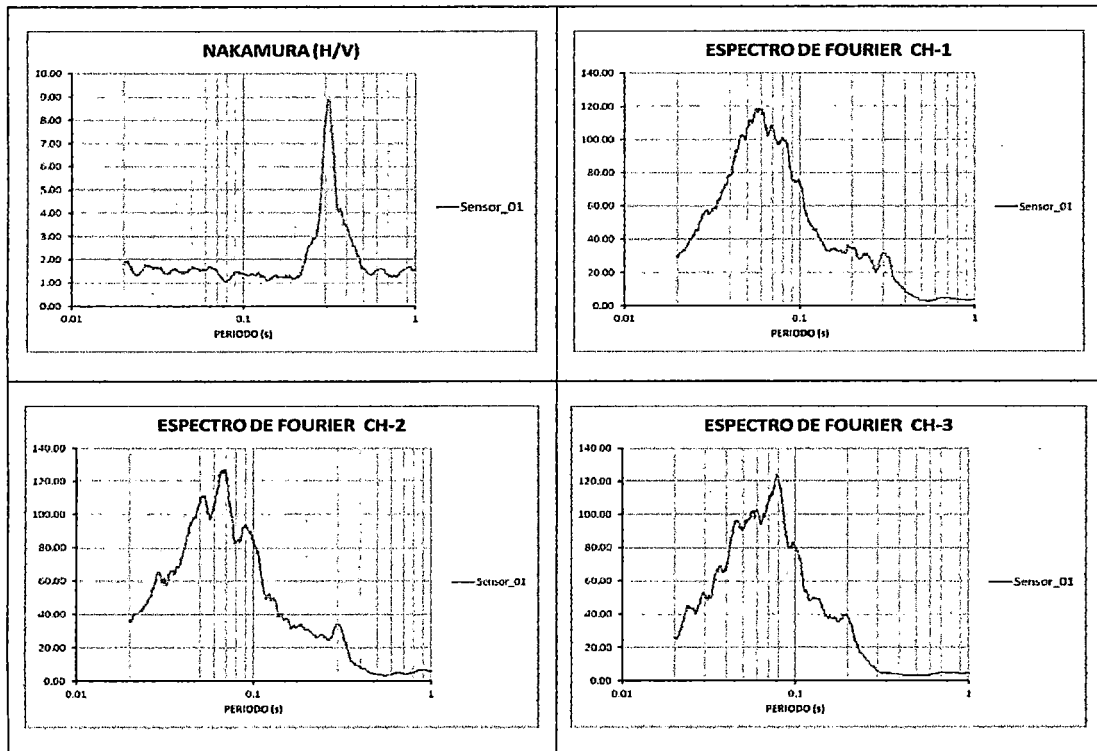


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

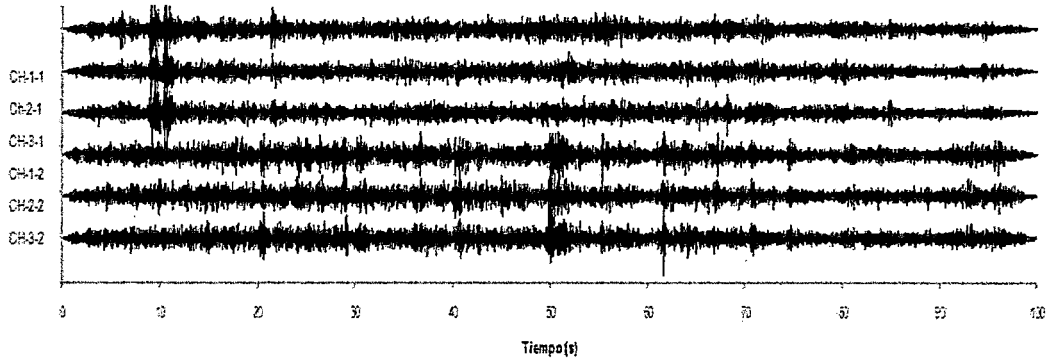


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 13
FECHA : 22/06/10
HORA : 17:05
LATITUD : 12° 04' 32.39" S
LONGITUD : 76° 54' 59.09" O
PERIODO : 0.31 s

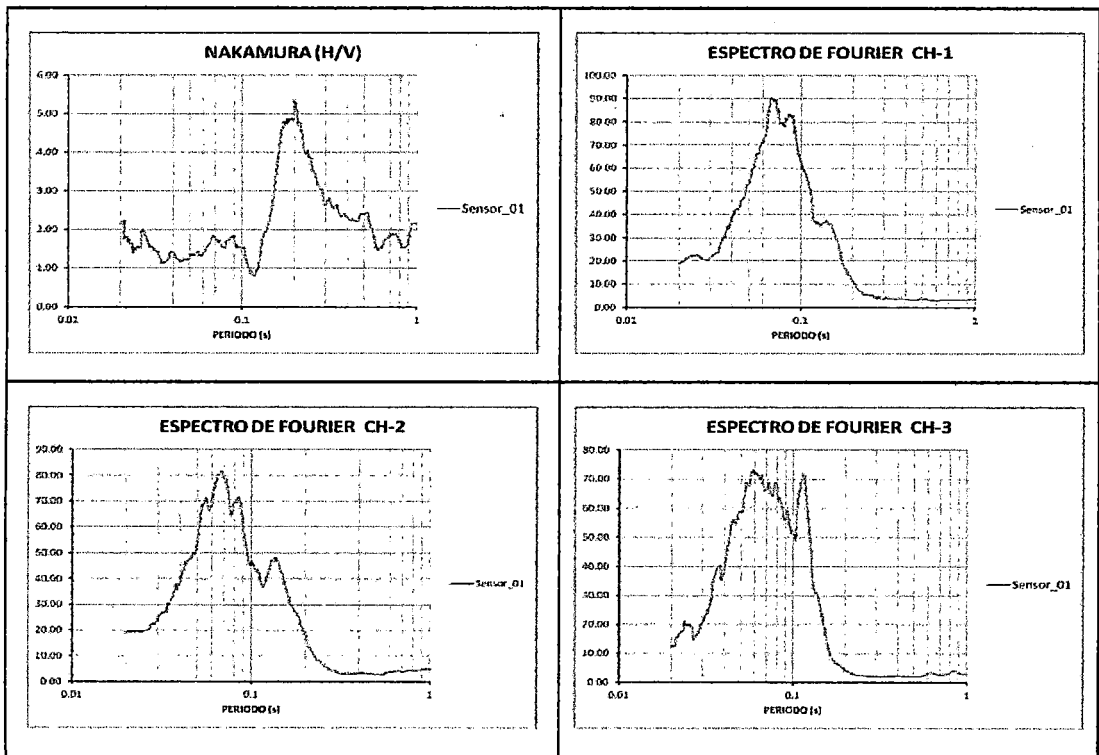


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

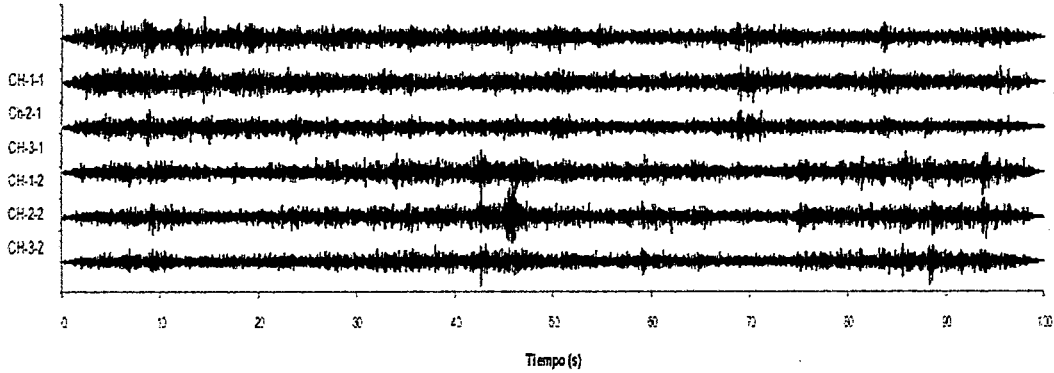


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 14
FECHA : 22/06/10
HORA : 17:35
LATITUD : 12° 04' 41.97" S
LONGITUD : 76° 54' 39.49" O
PERIODO : 0.20 s

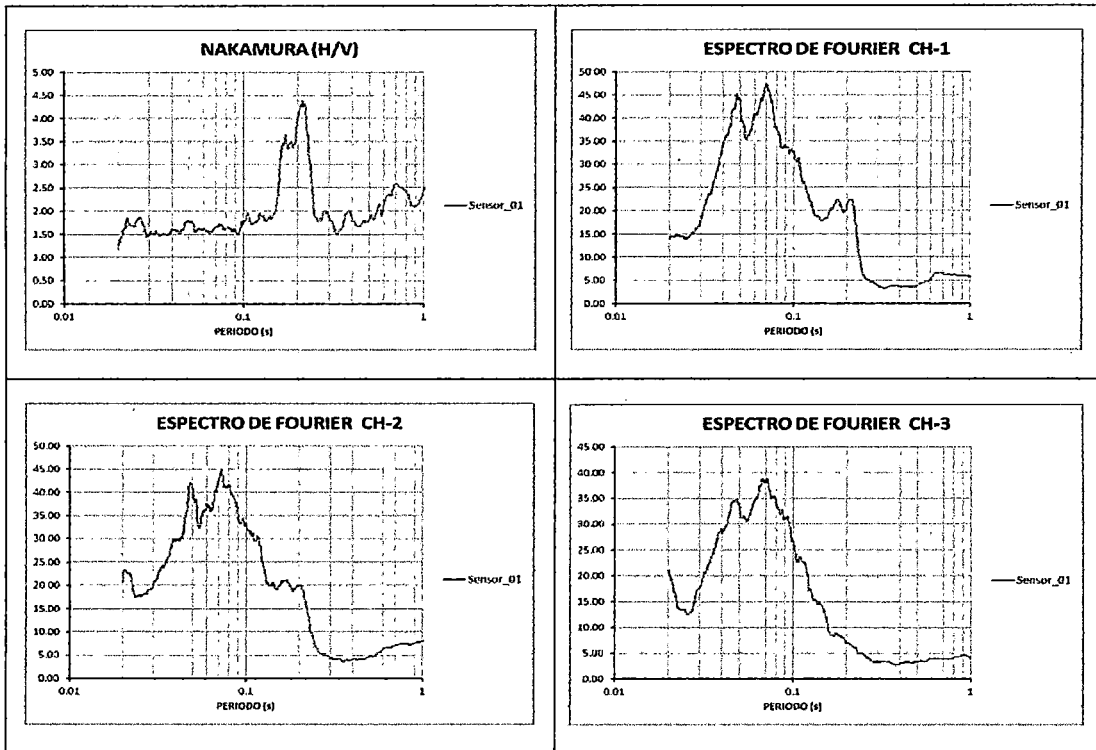


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

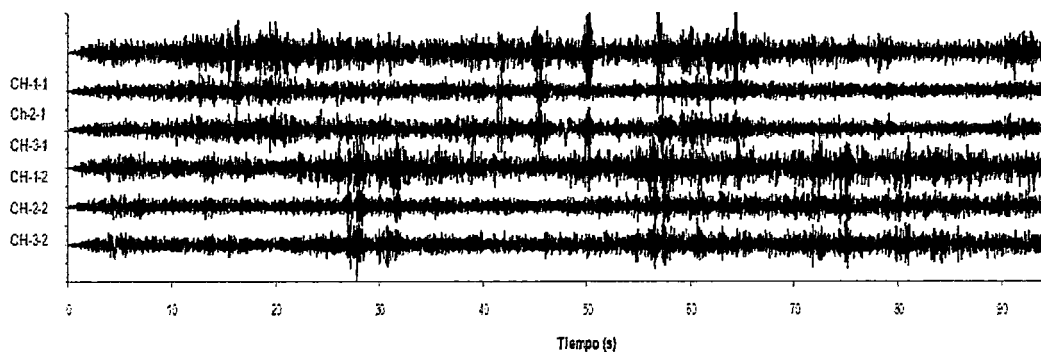


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 15
FECHA : 02/07/10
HORA : 12:50
LATITUD : 12° 04' 42.80" S
LONGITUD : 76° 53' 58.63" O
PERIODO : 0.21 s

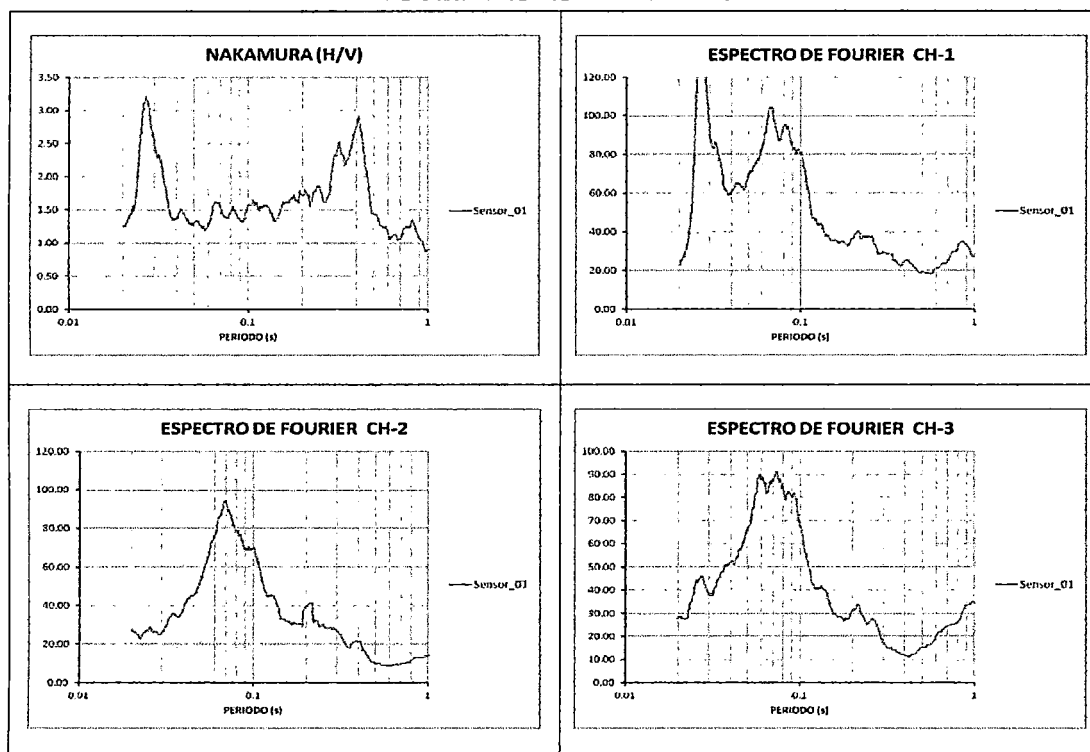


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

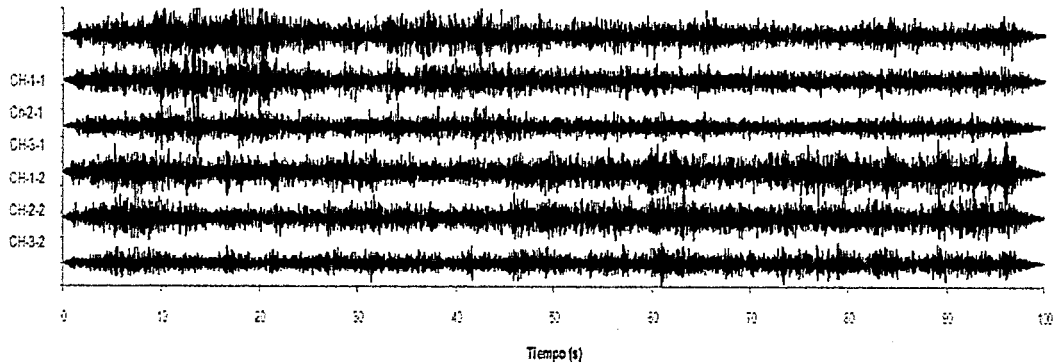


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 16
FECHA : 02/07/10
HORA : 13:20
LATITUD : 12° 05' 00.60" S
LONGITUD : 76° 54' 34.92" O
PERIODO : 0.41 s

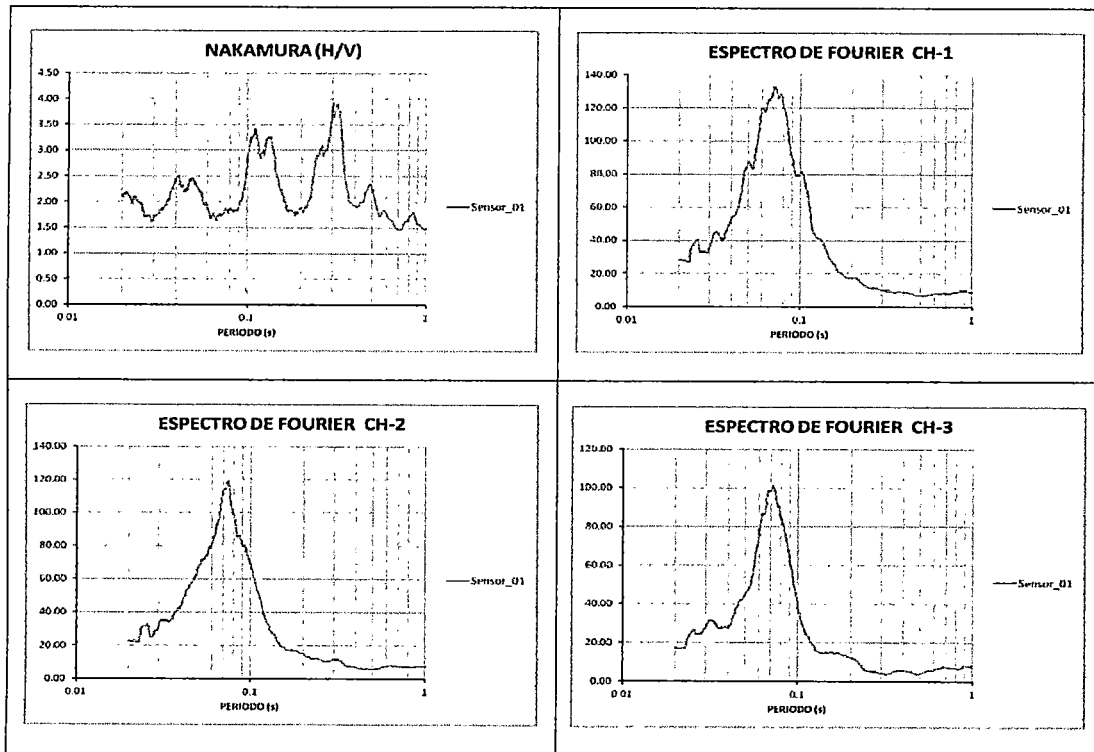


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

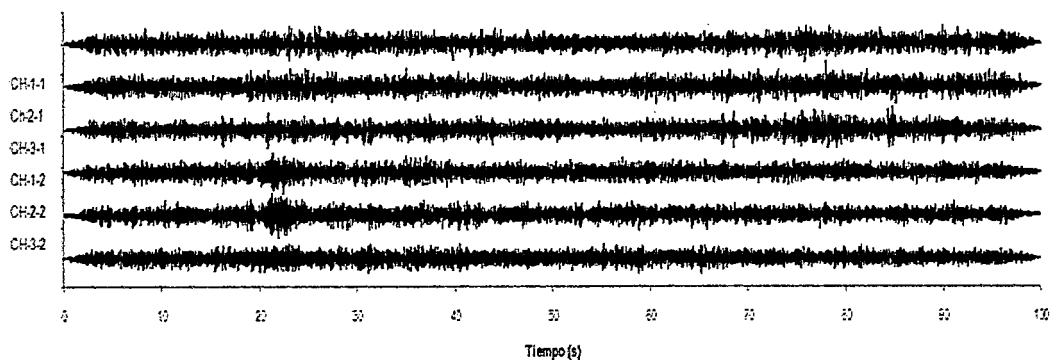


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 17
FECHA : 02/07/10
HORA : 15:20
LATITUD : 12° 05' 19.54" S
LONGITUD : 76° 54' 08.03" O
PERIODO : 0.33 s

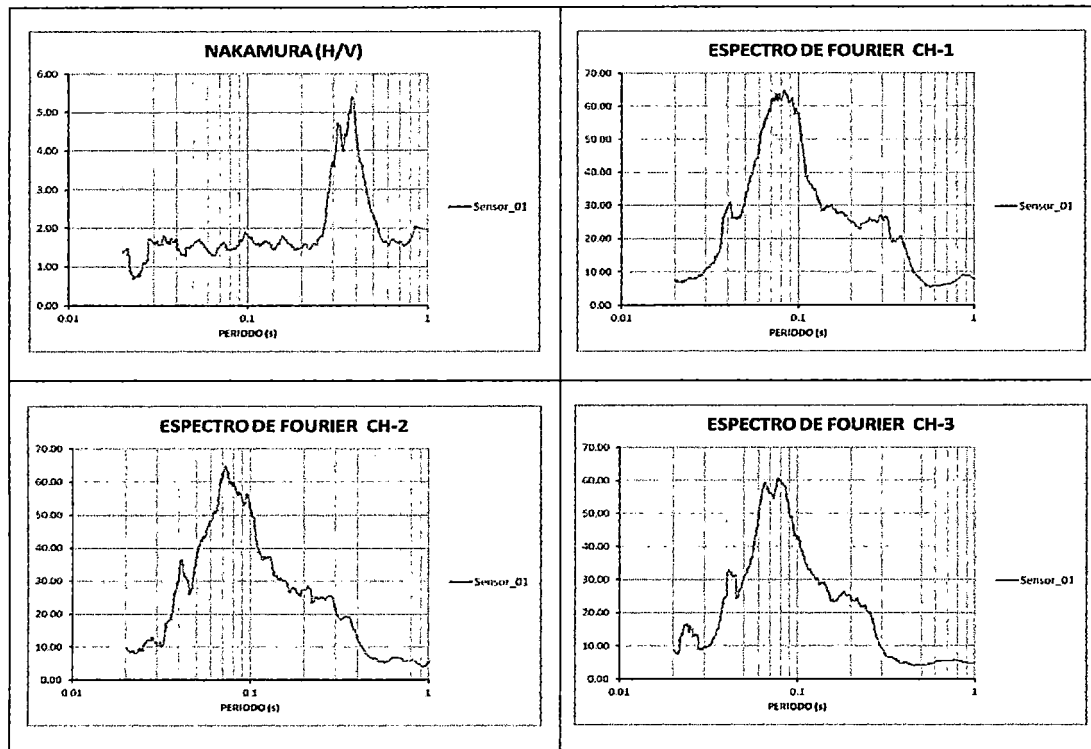


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

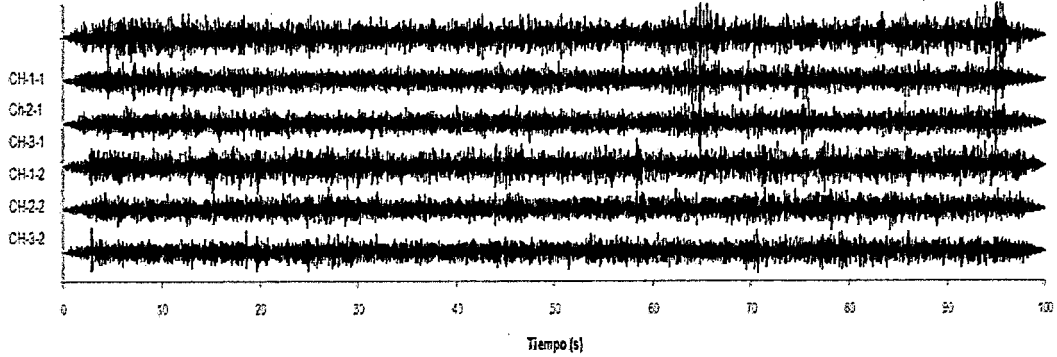


SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 18
FECHA : 02/07/10
HORA : 16:00
LATITUD : 12° 04' 57.72" S
LONGITUD : 76° 53' 56.83" O
PERIODO : 0.38 s

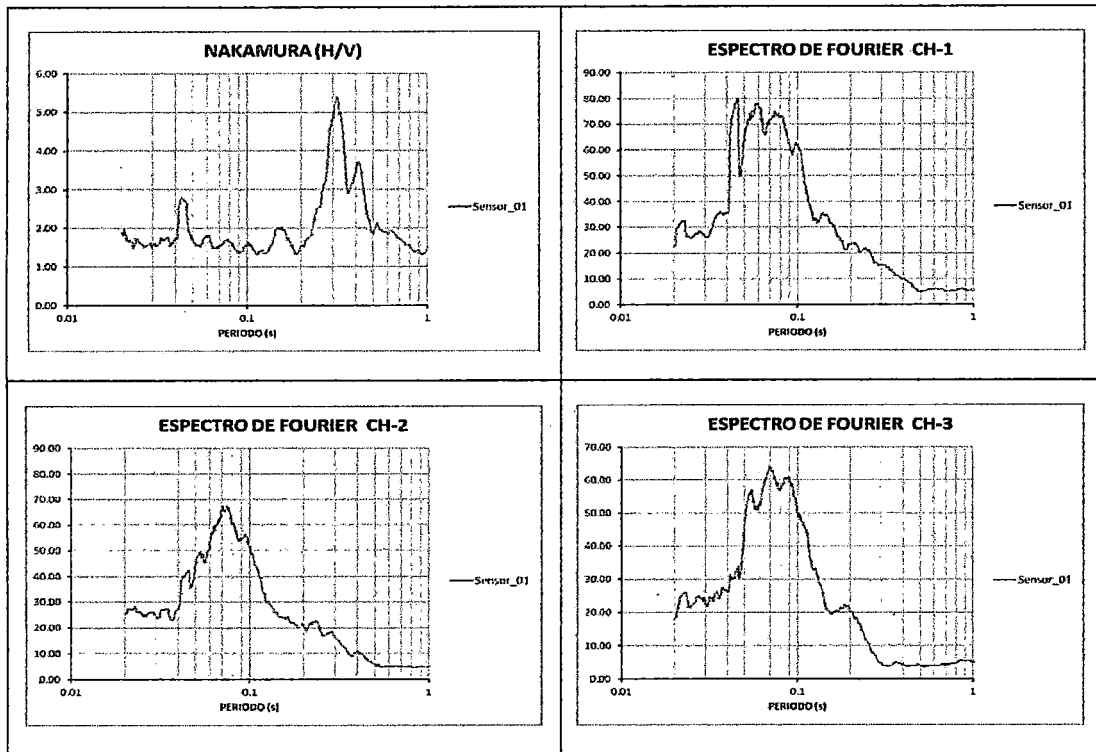


MEDICION DE MICROTREPIDACIONES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES



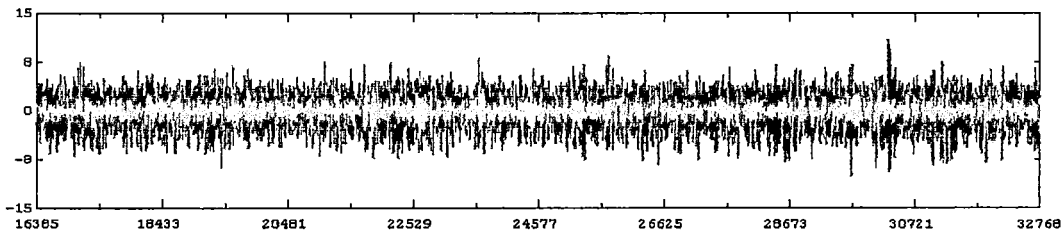
SOLICITADO : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO
PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 19
FECHA : 02/07/10
HORA : 16:33
LATITUD : 12° 05' 00.56" S
LONGITUD : 76° 53' 35.16" O
PERIODO : 0.32 s

**MICROTREPIDACIONES:
SIFUENTES (2012)**

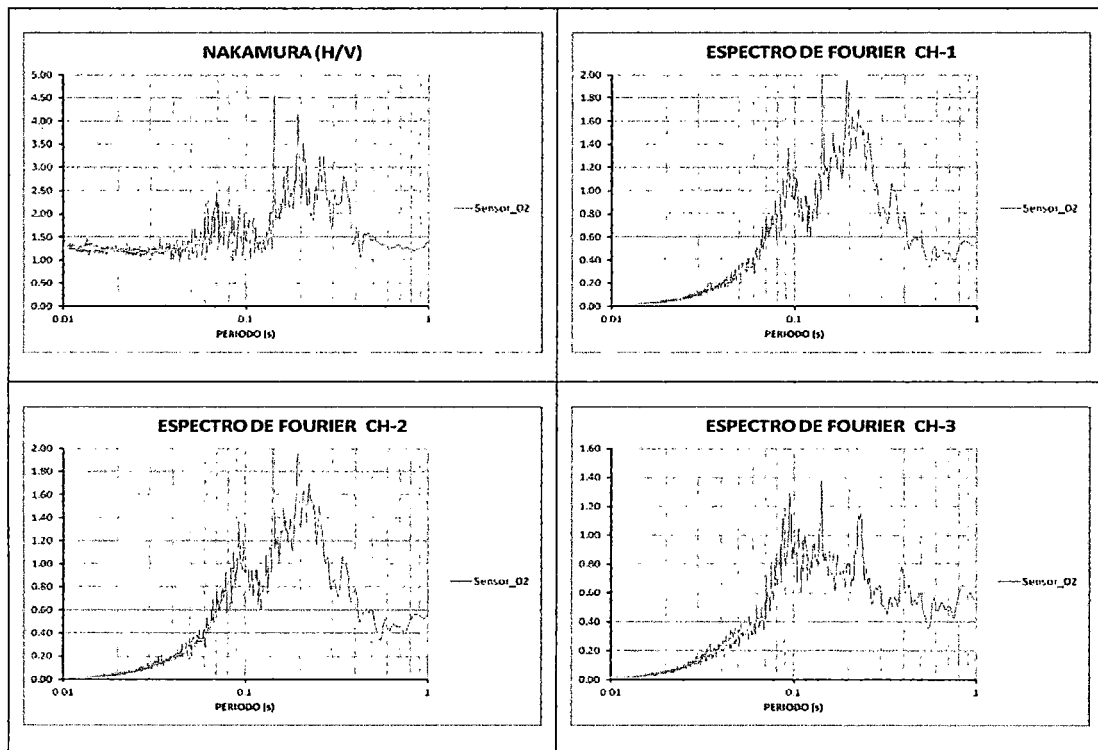


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

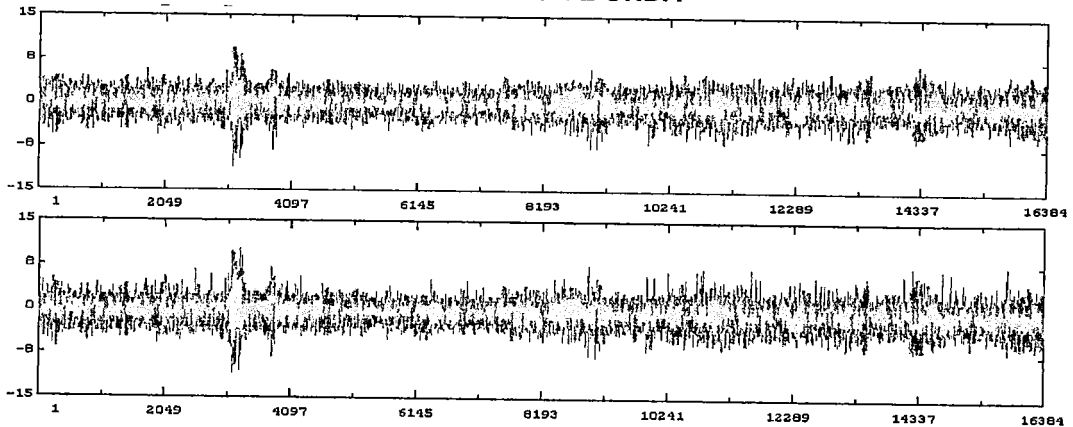


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 01
FECHA : 25/02/11
HORA : 15:01
LATITUD : 12° 4' 50.39" S
LONGITUD : 76° 56' 26.05" O
PERIODO : 0.20 s

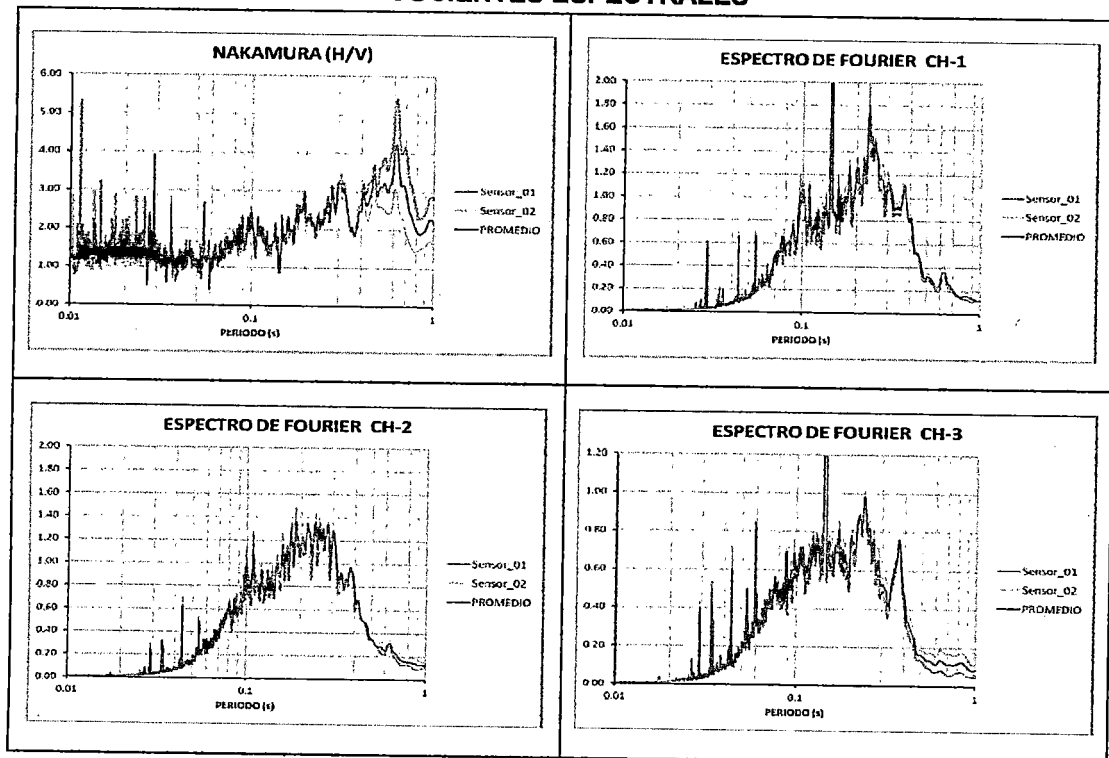


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

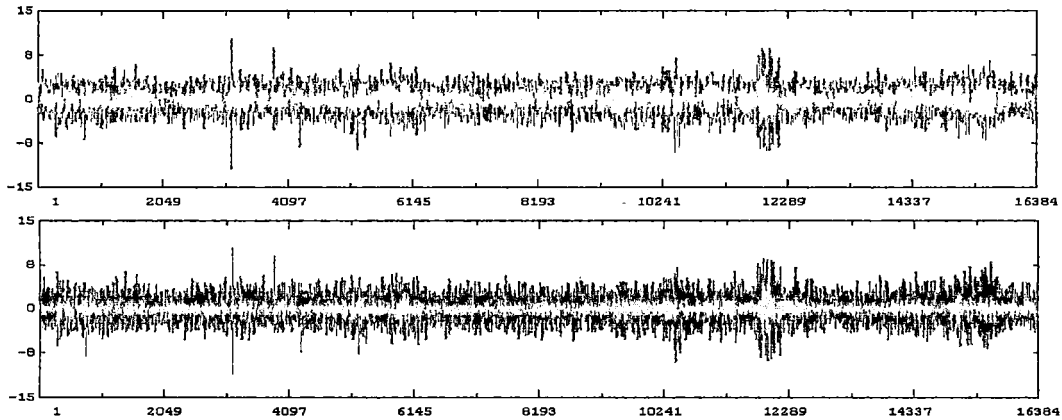


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 02
FECHA : 25/02/11
HORA : 15:30
LATITUD : 12° 4' 45.61" S
LONGITUD : 76° 56' 35.92" O
PERIODO : 0.30 s

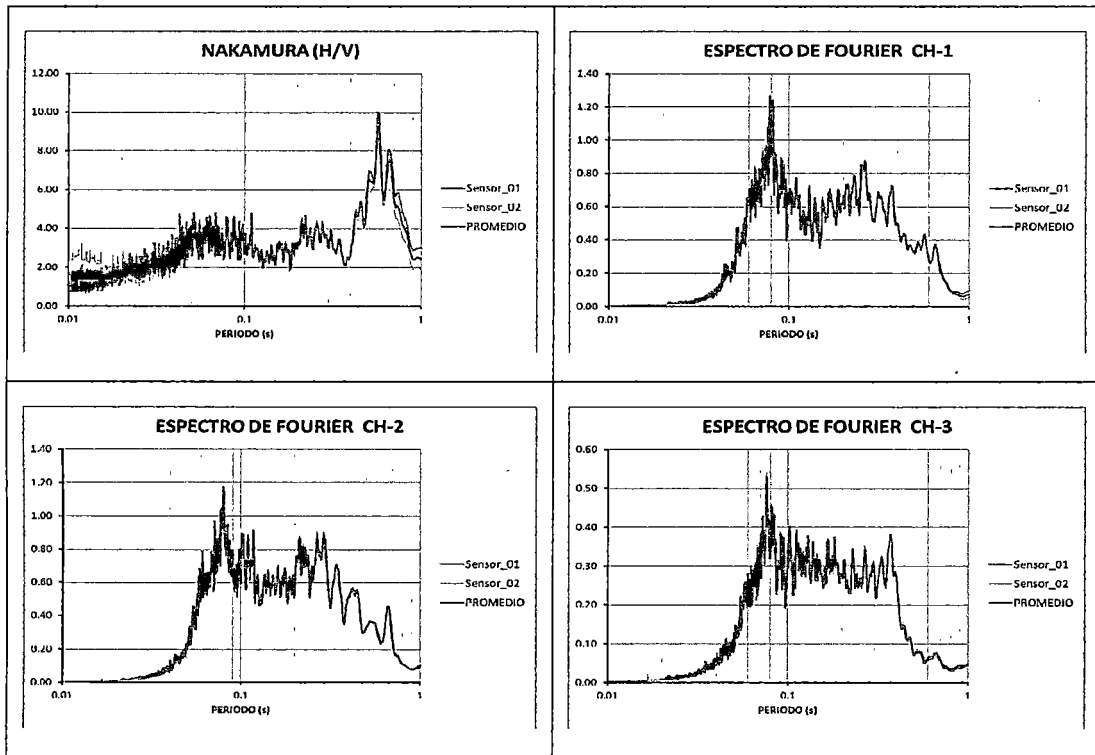


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

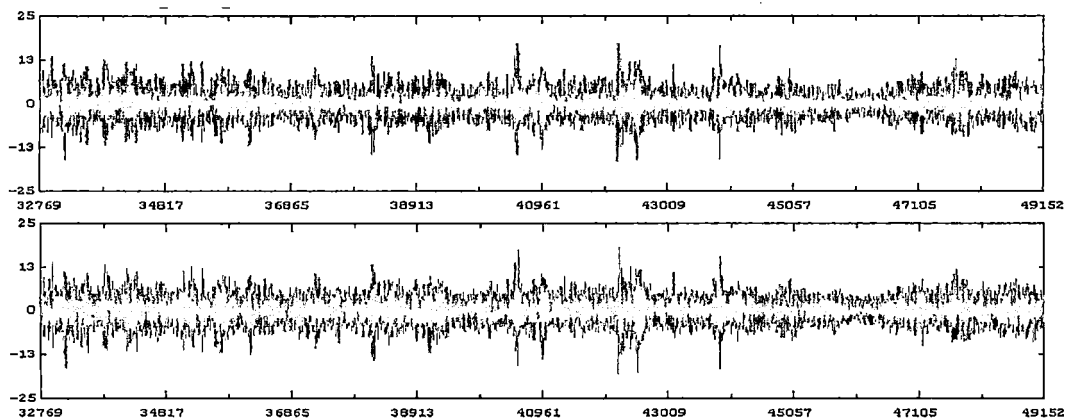


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 04
FECHA : 25/02/11
HORA : 16:57
LATITUD : 12° 4'57.37" S
LONGITUD : 76°57'15.97" O
PERIODO : 0.55 s

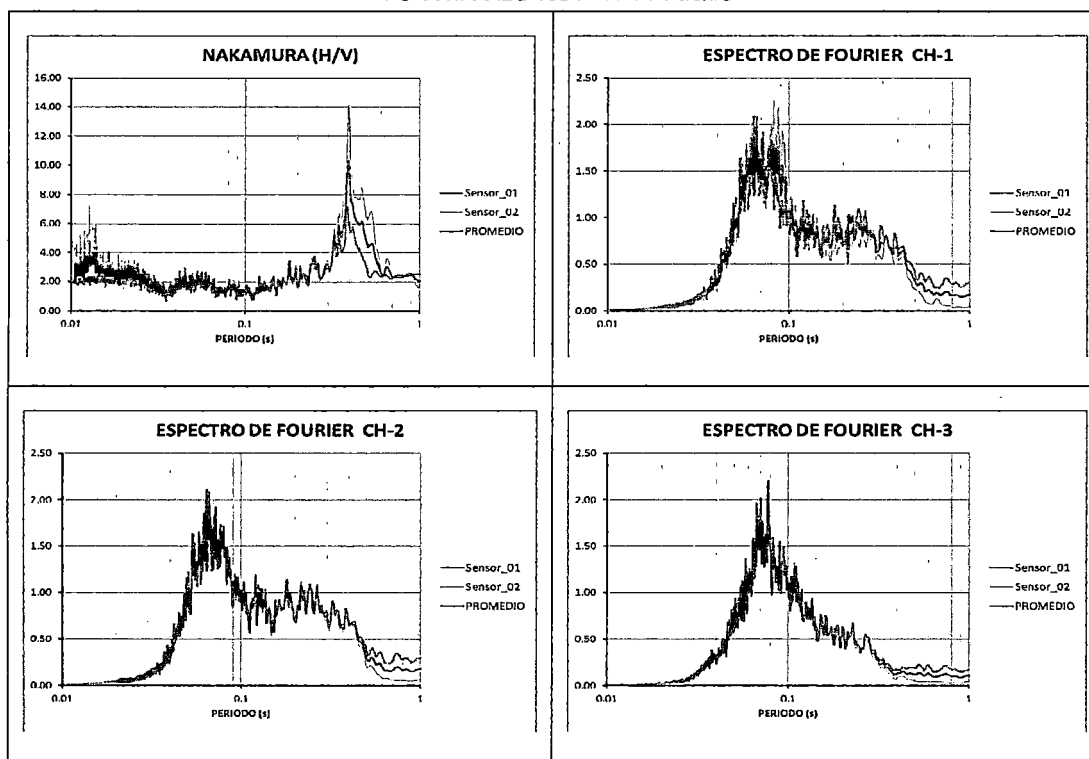


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

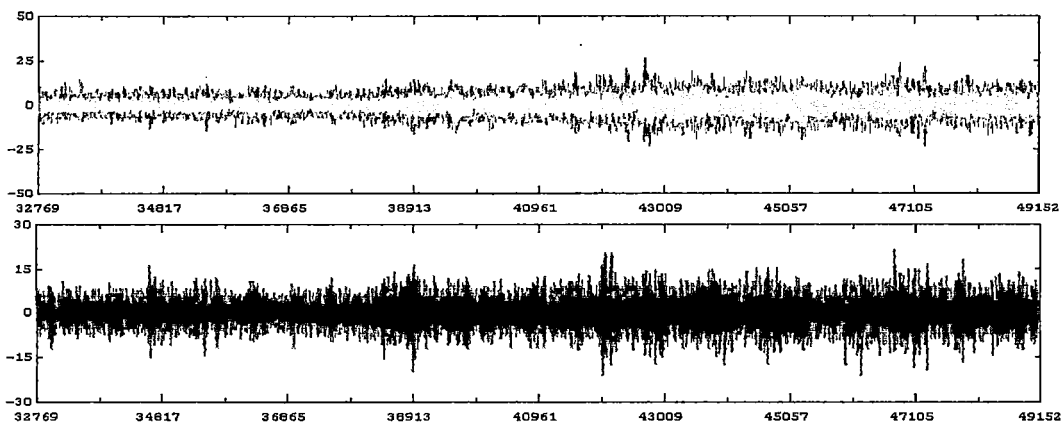


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 05
FECHA : 25/02/11
HORA : 17:18
LATITUD : 12° 5' 4.87" S
LONGITUD : 76° 57' 24.76" O
PERIODO : 0.40 s

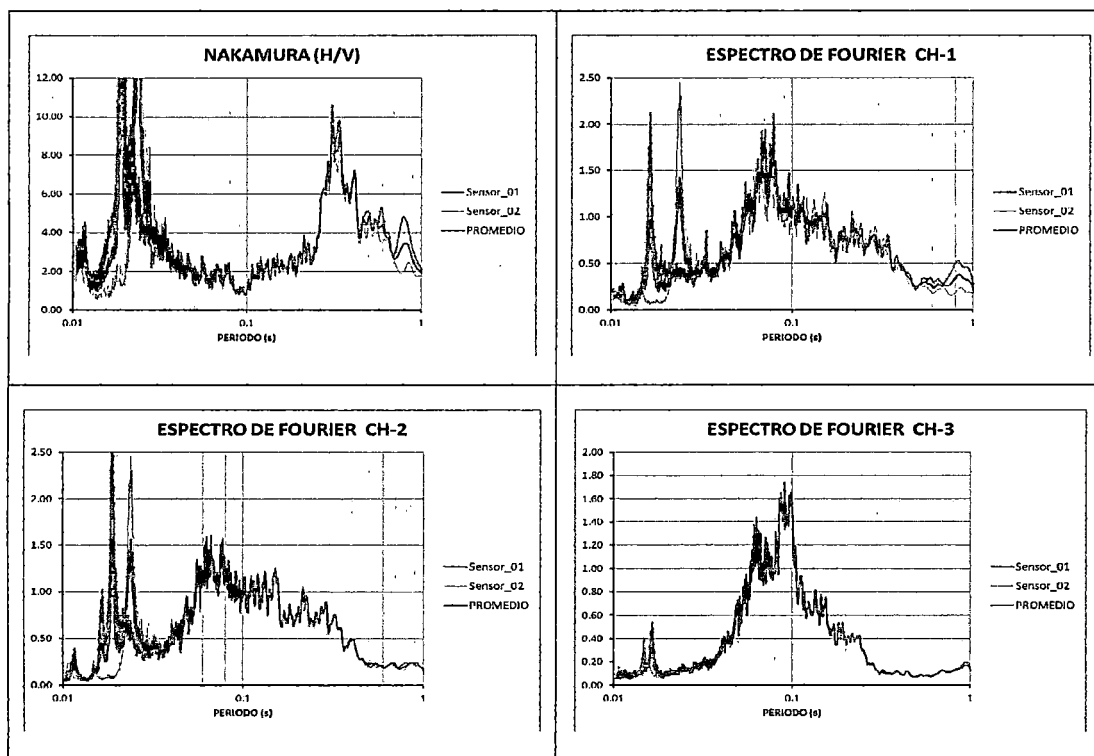


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

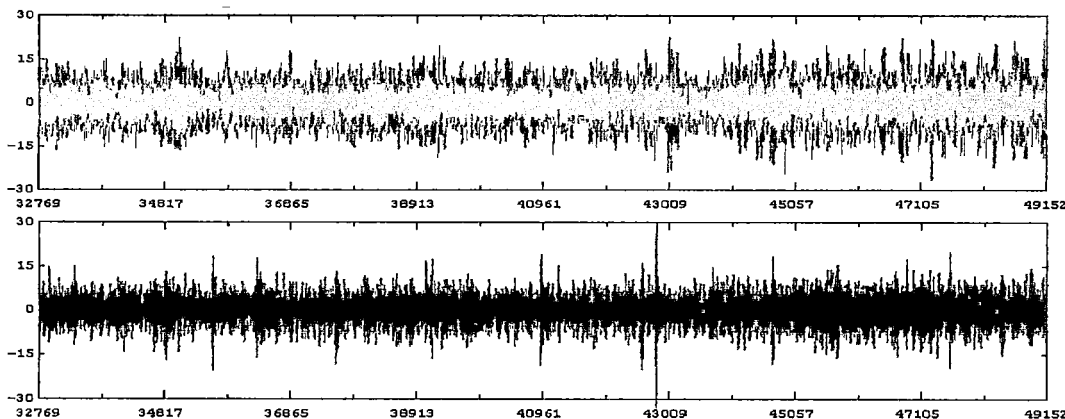


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 06
FECHA : 25/02/11
HORA : 11:59
LATITUD : 12° 5' 10.89" S
LONGITUD : 76° 56' 33.93" O
PERIODO : 0.30 s

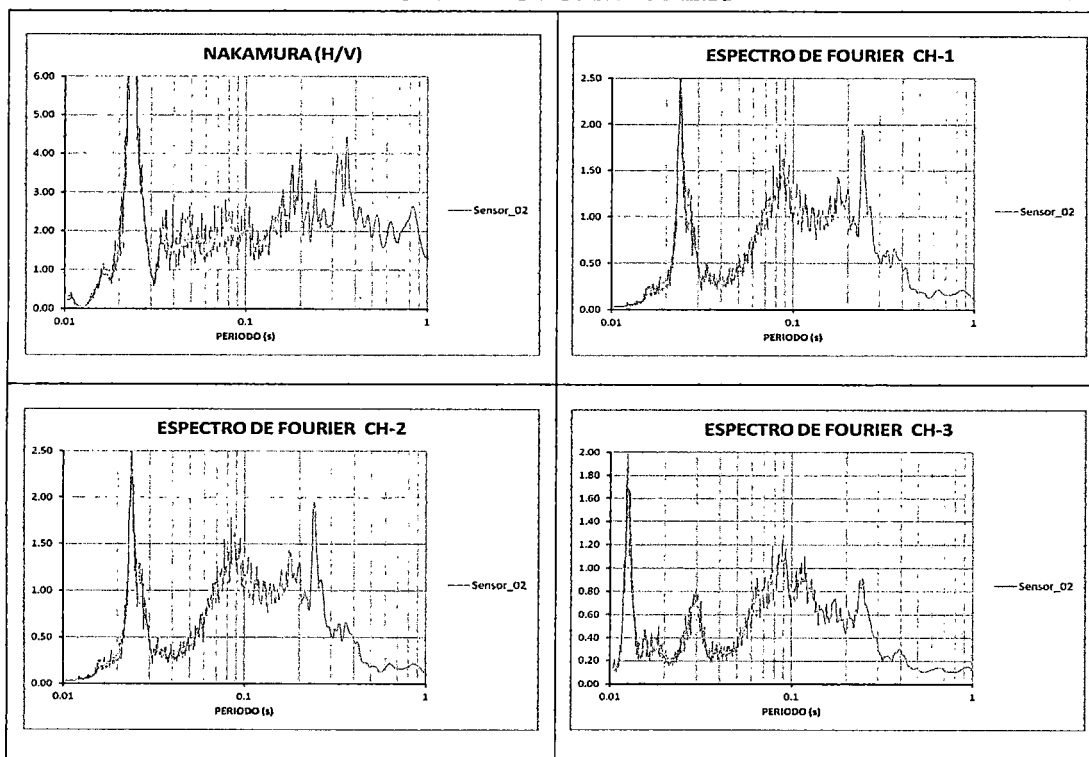


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

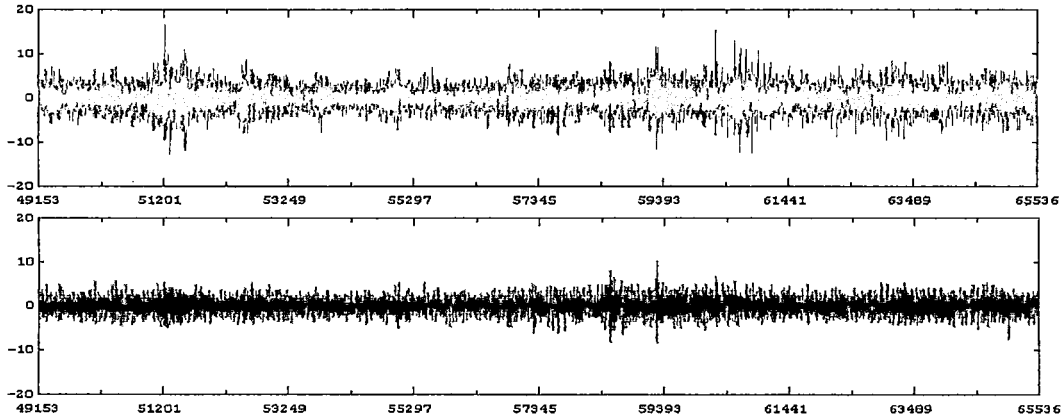


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 07
FECHA : 25/02/11
HORA : 12:27
LATITUD : 12° 5' 2.27" S
LONGITUD : 76° 56' 26.28" O
PERIODO : 0.33 s

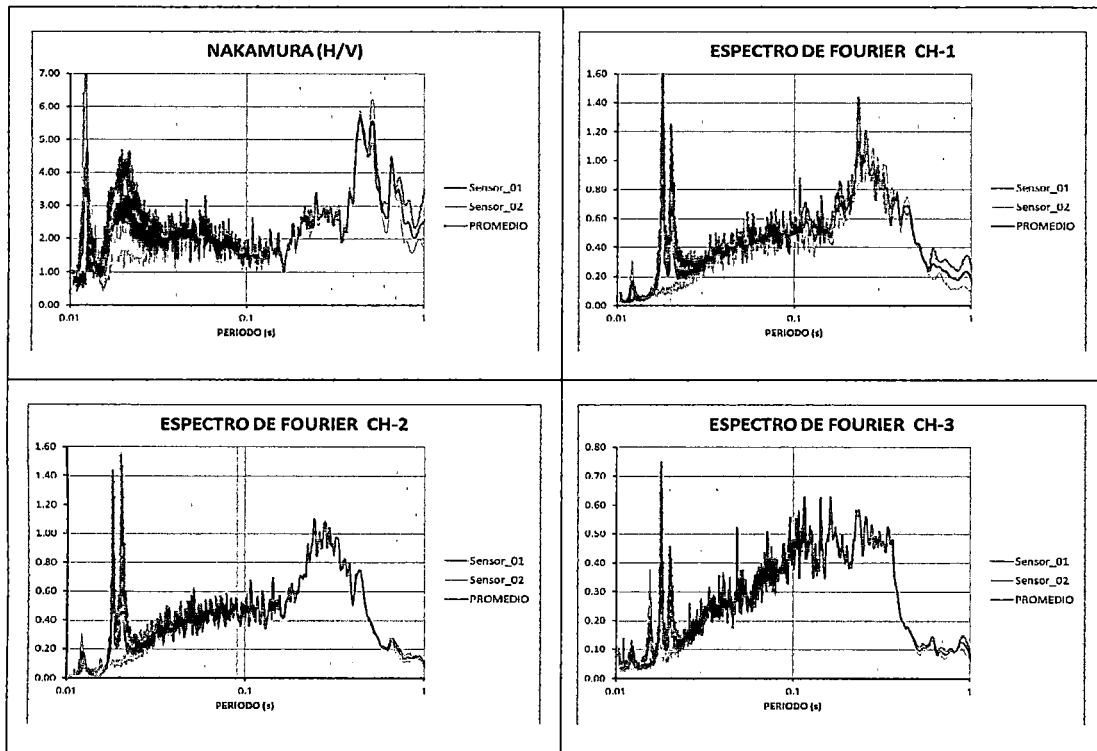


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

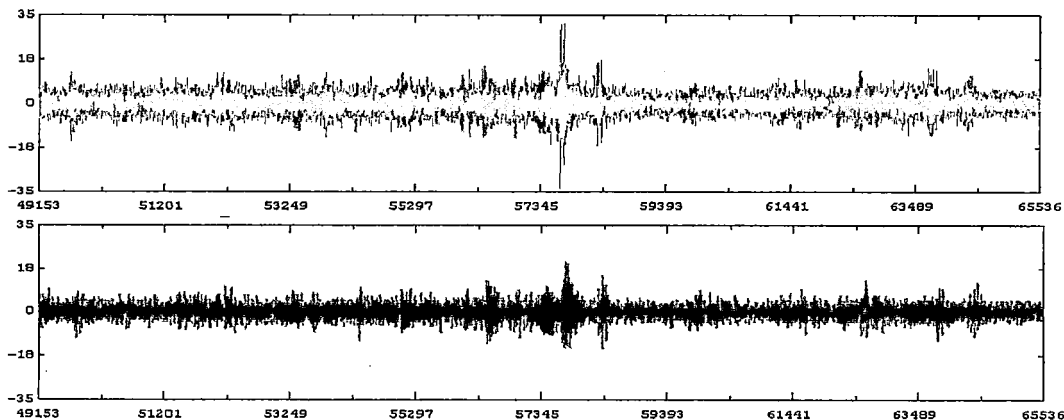


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 08
FECHA : 25/02/11
HORA : 14:26
LATITUD : 12° 4' 54.12" S
LONGITUD : 76° 56' 49.52" O
PERIODO : 0.44 s

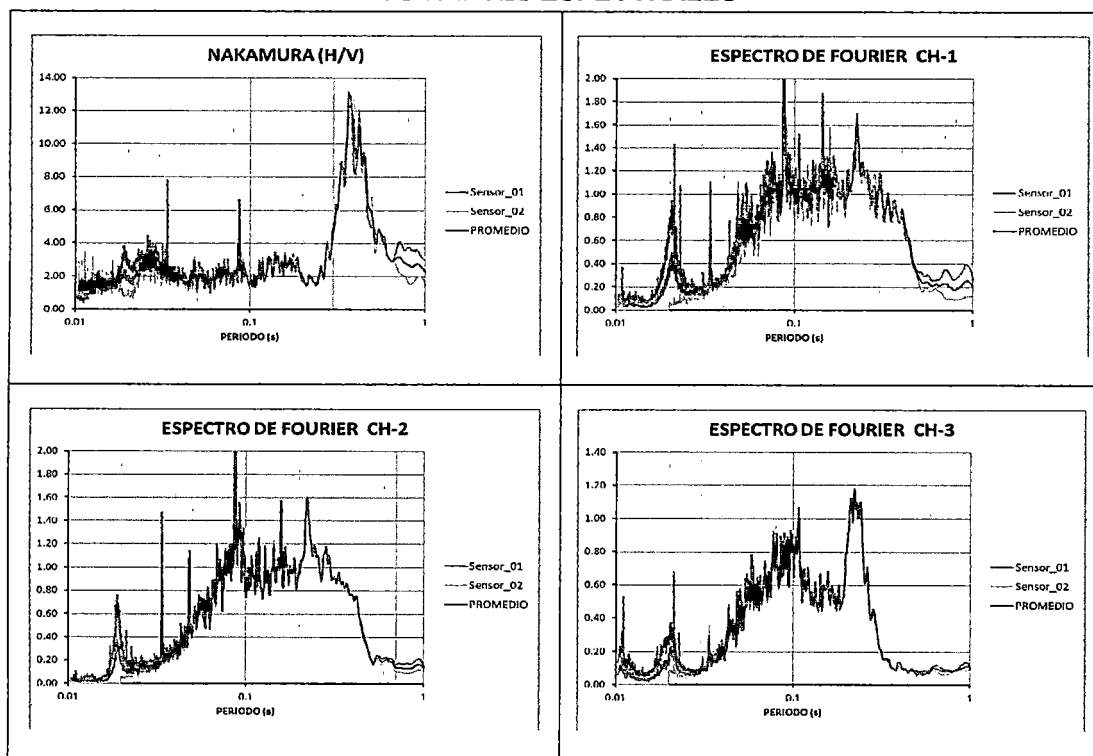


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

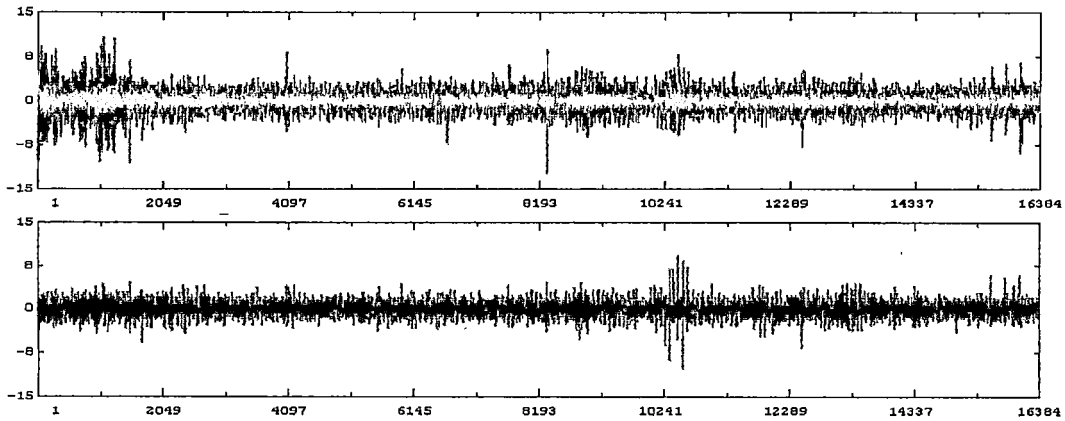


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 09
FECHA : 25/02/11
HORA : 14:54
LATITUD : 12° 4' 57.66" S
LONGITUD : 76° 56' 45.55" O
PERIODO : 0.37 s

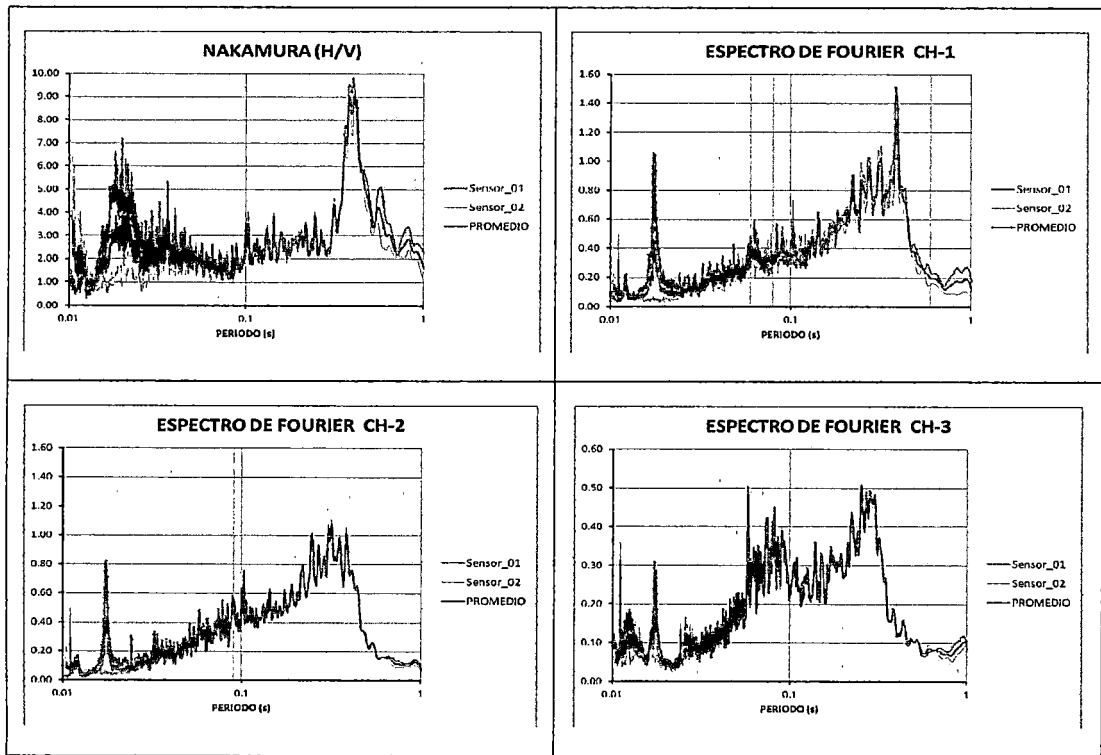


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

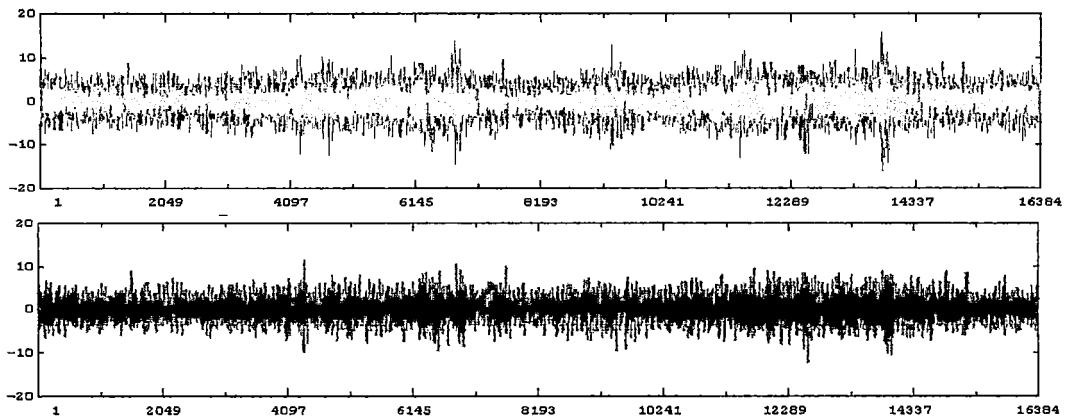


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 10
FECHA : 25/02/11
HORA : 15:23
LATITUD : 12° 4' 56.66" S
LONGITUD : 76° 56' 57.34" O
PERIODO : 0.37 s

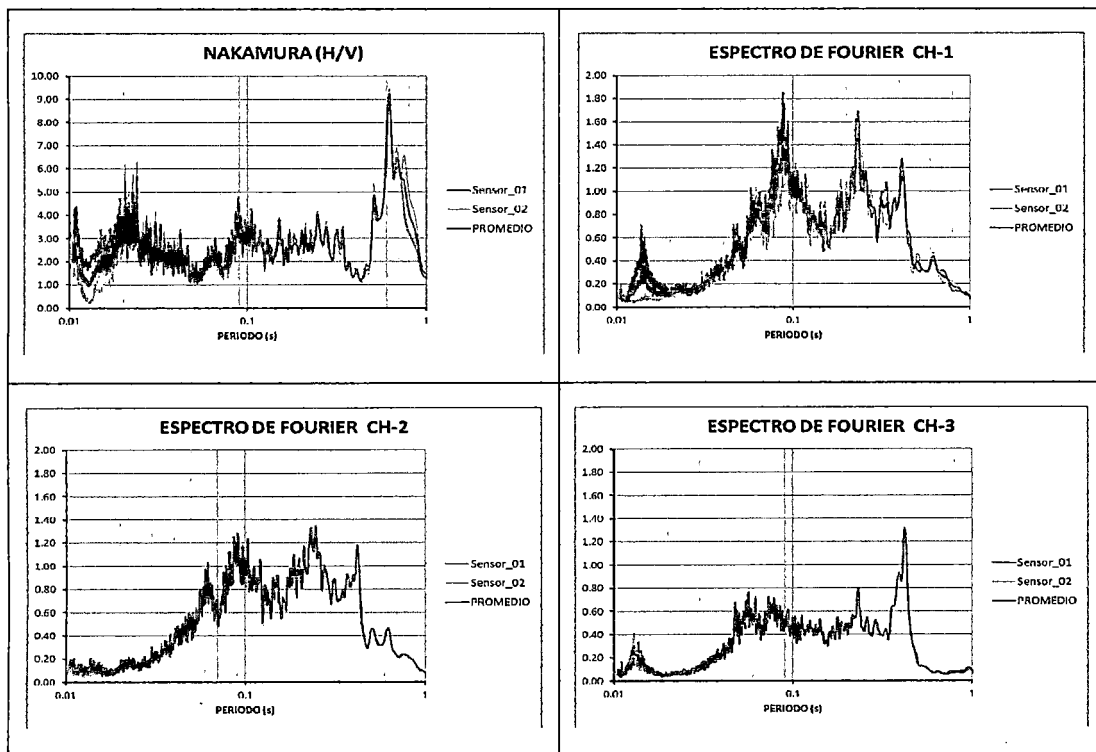


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

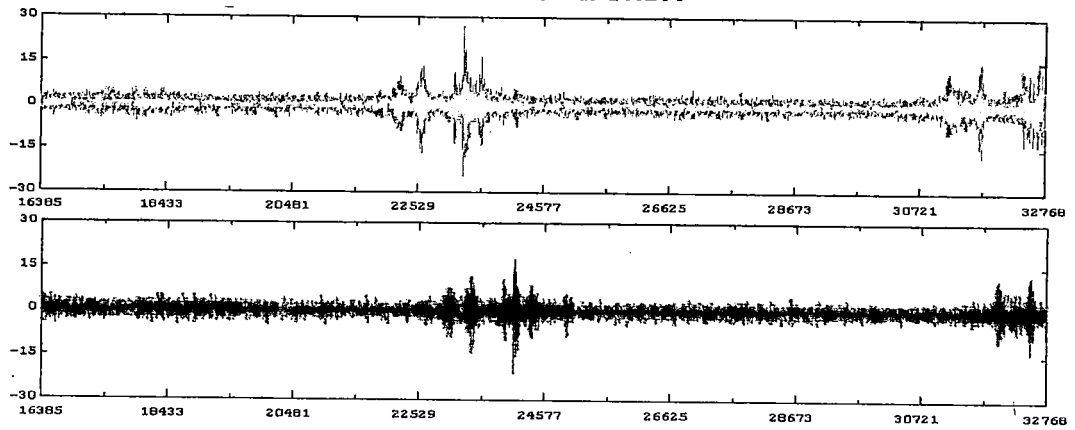


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 11
FECHA : 25/02/11
HORA : 15:58
LATITUD : 12° 4' 50.89" S
LONGITUD : 76° 56' 58.36" O
PERIODO : 0.60 s

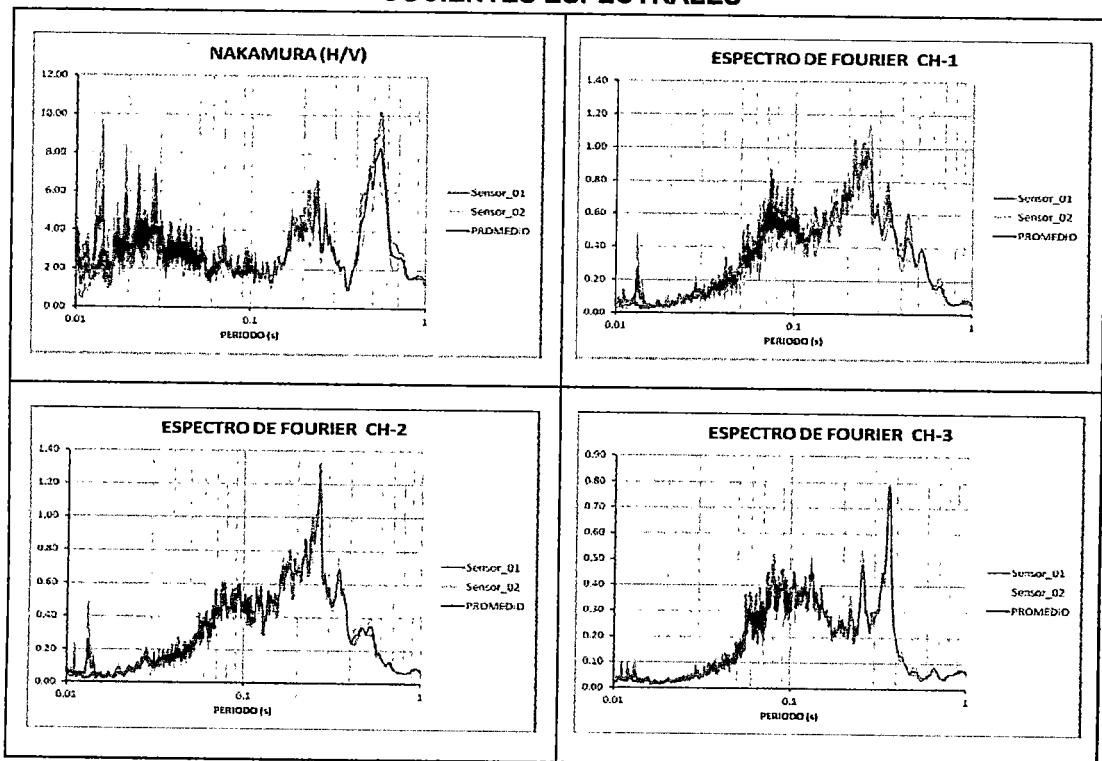


MEDICION DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



COCIENTES ESPECTRALES

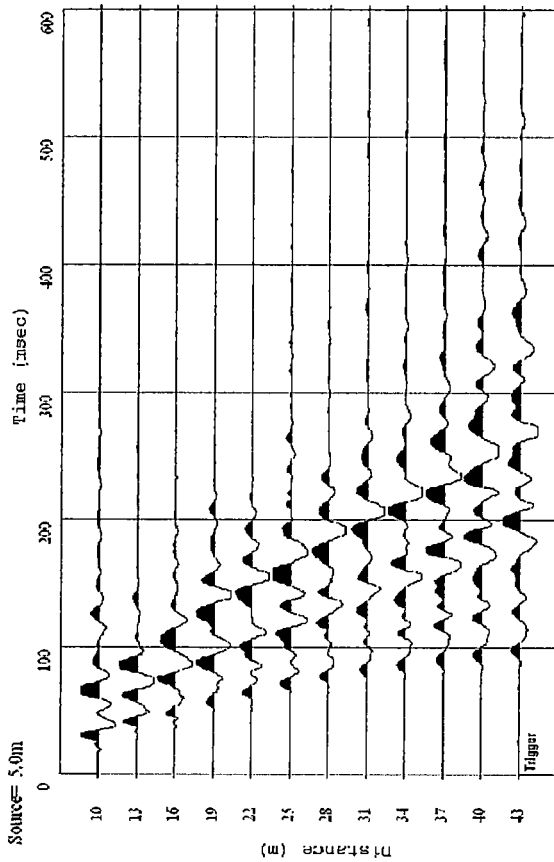


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
PUNTO : 12
FECHA : 25/02/11
HORA : 17:05
LATITUD : 12° 5'6.37" S
LONGITUD : 76°56' 43.34" O
PERIODO : 0.25 s

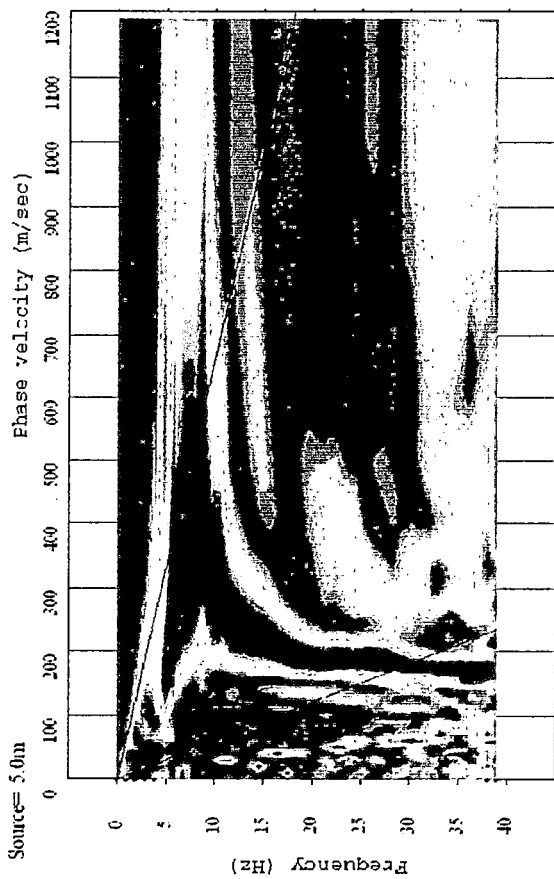
**ANEXO VIII:
REGISTRO DE ONDAS Y CURVAS DE DISPERSIÓN DE
ENSAYO MASW**



REGISTRO DE ONDAS



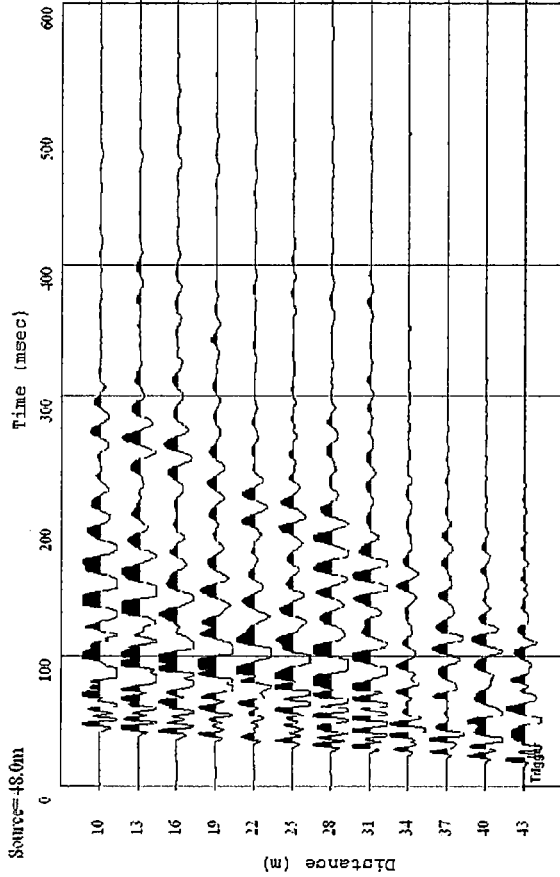
CURVA DE DISPERSIÓN



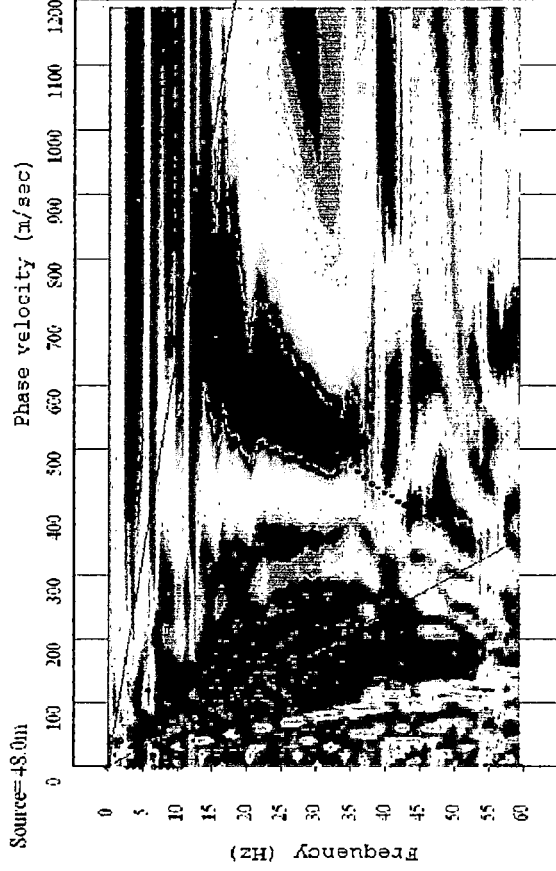
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-01
SHOT : 102
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
 : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



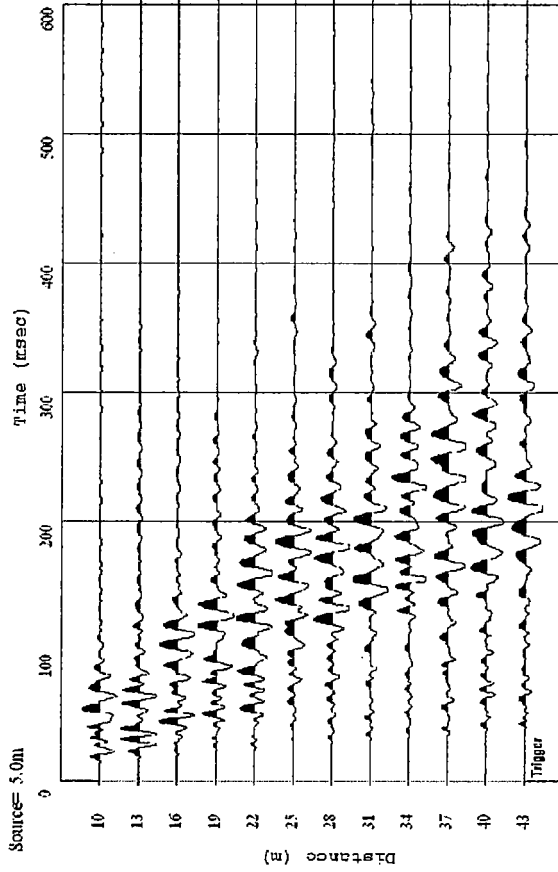
CURVA DE DISPERSIÓN



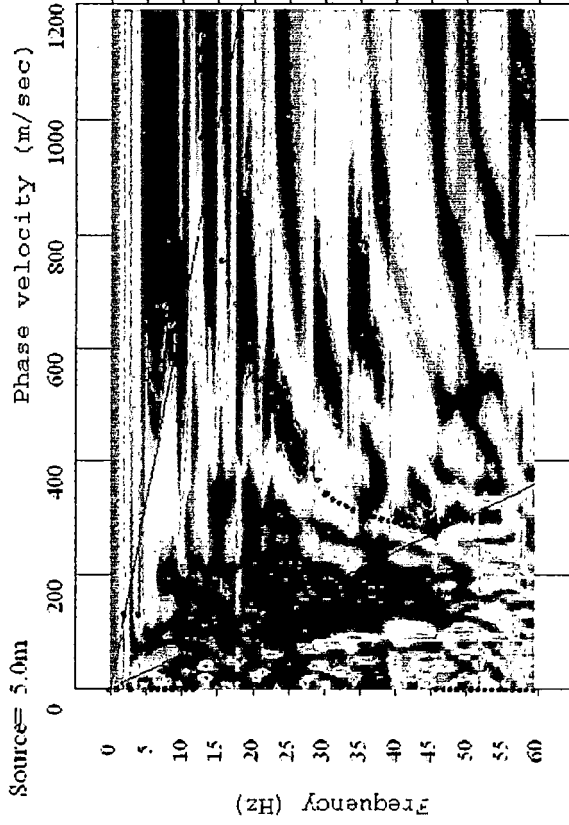
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
 LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
 SONDAJE : LA MOLINA
 REGISTRO : MASW-02
 SHOT : 203
 ARREGLO : 03
 DIMENSIÓN : LINEAL
 FECHA : 53.00 m
 : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



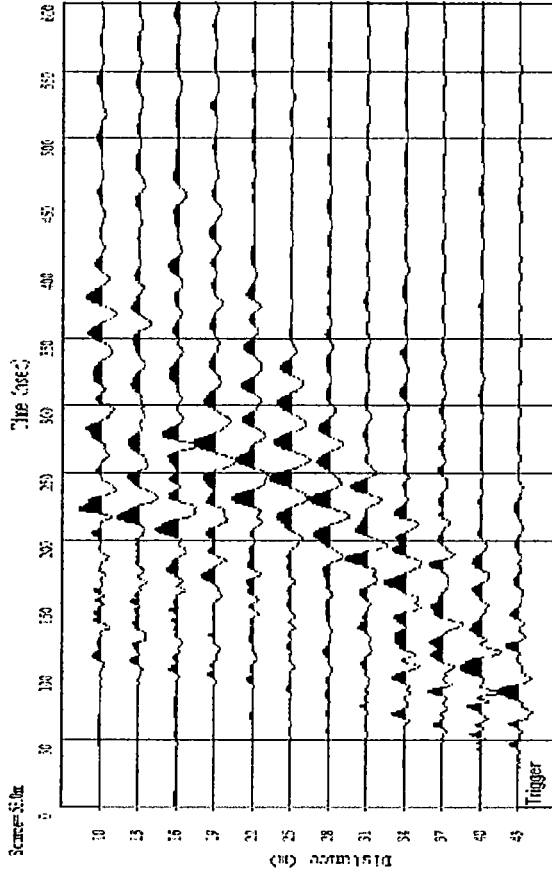
CURVA DE DISPERSIÓN



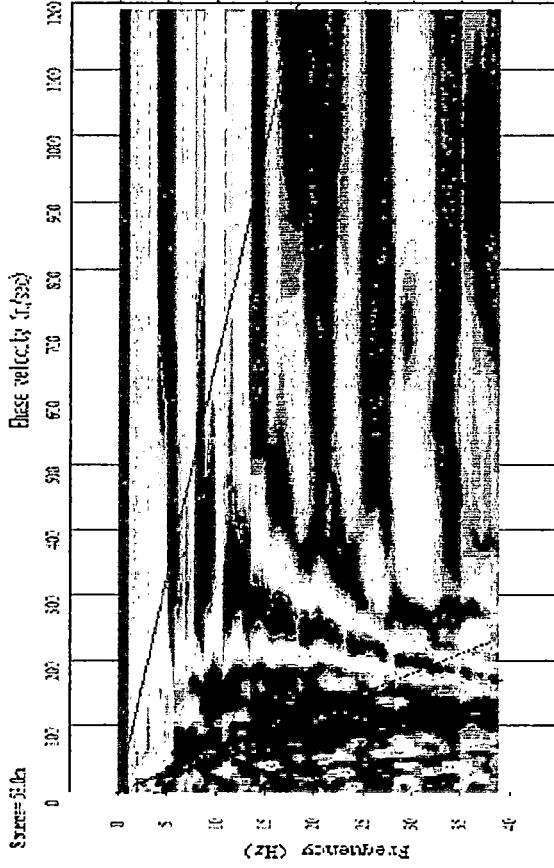
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-03
SHOT : 302
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
FECHA : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



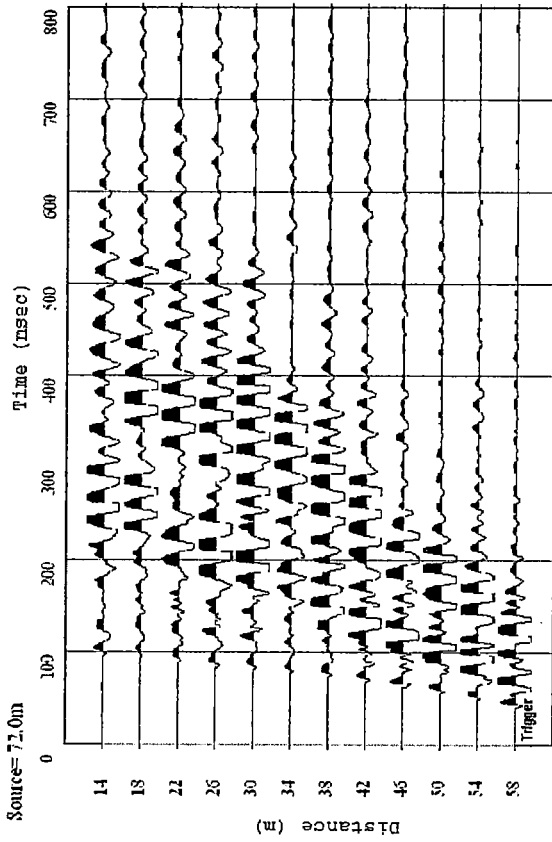
CURVA DE DISPERSIÓN



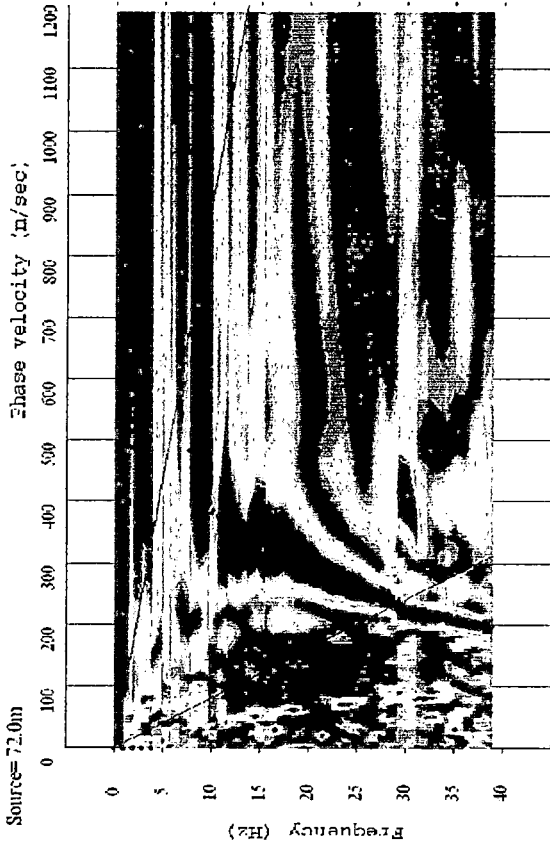
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-04
SHOT : 404
ARREGLO : 04
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
 : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



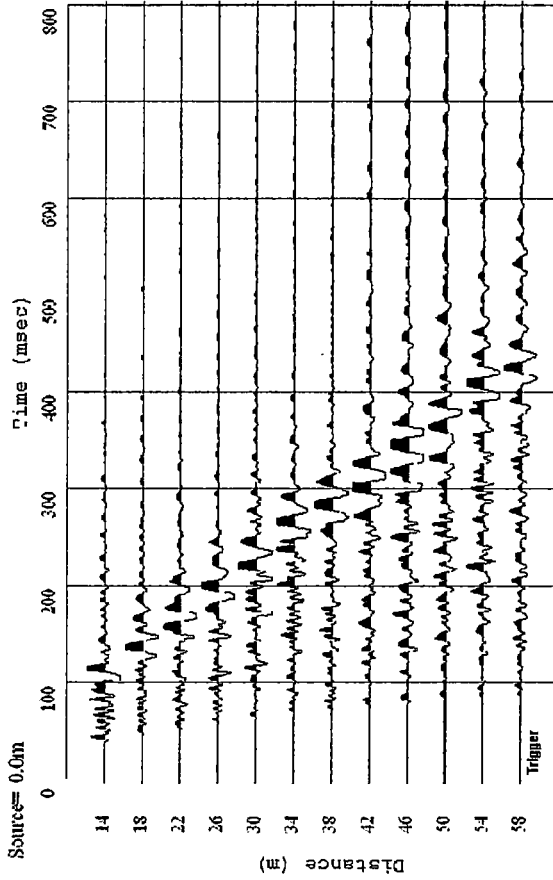
CURVA DE DISPERSIÓN



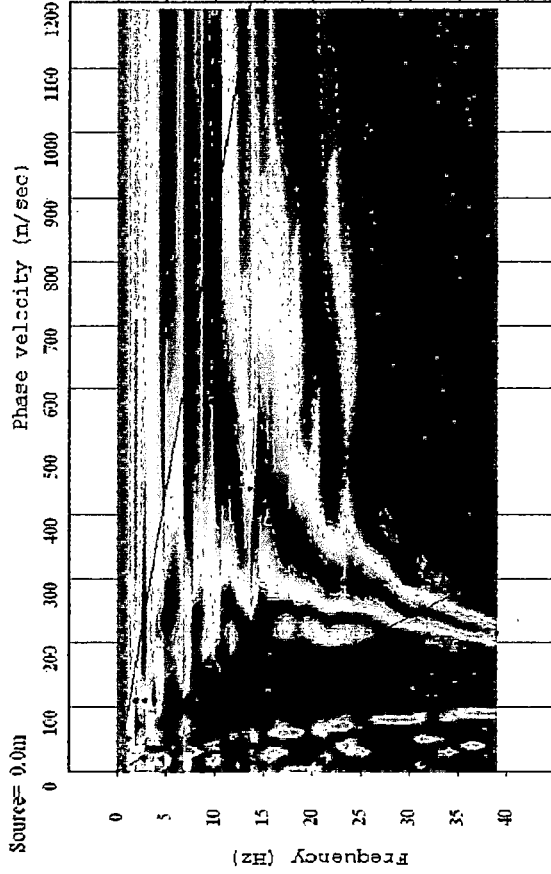
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-05
SHOT : 504
ARREGLO : 04
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
 : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



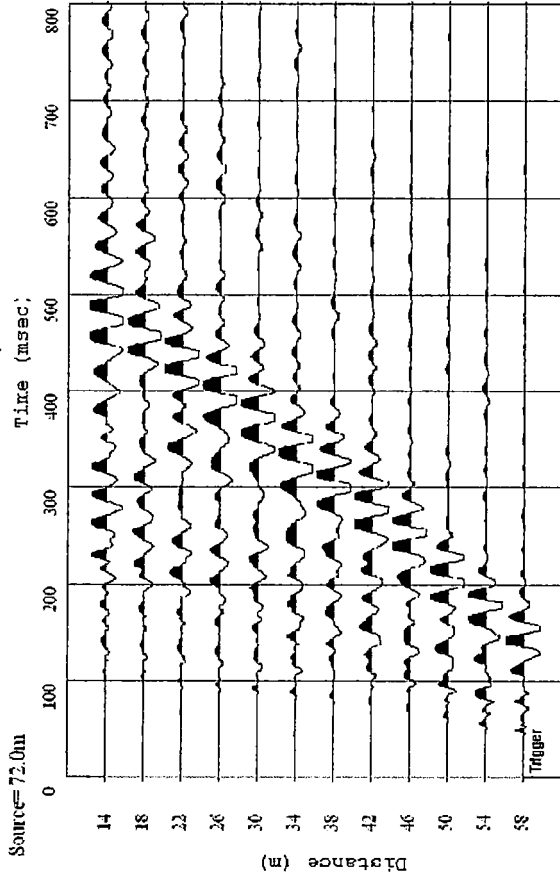
CURVA DE DISPERSIÓN



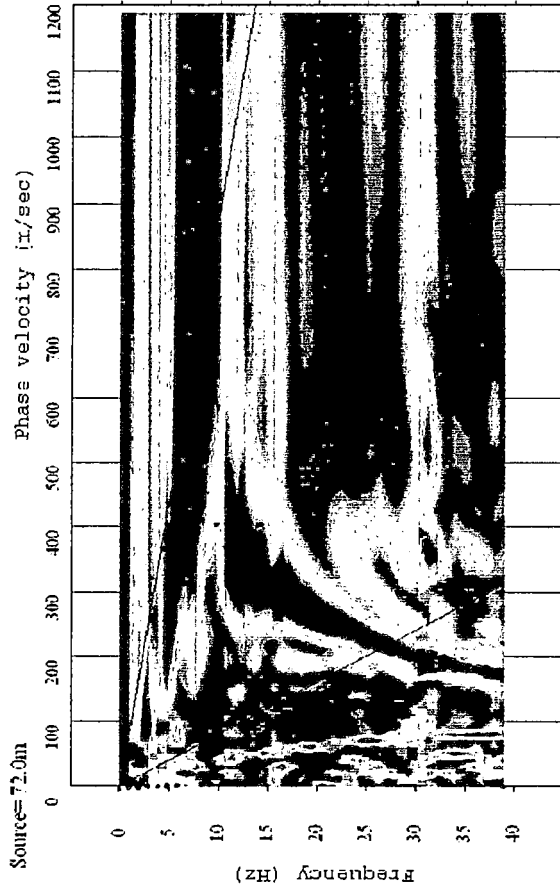
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-06
SHOT : 601
ARREGLO : 01
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



CURVA DE DISPERSIÓN



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD

LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA

SONDAJE : LA MOLINA

REGISTRO : MASW-07

SHOT : 704

ARREGLO : 04

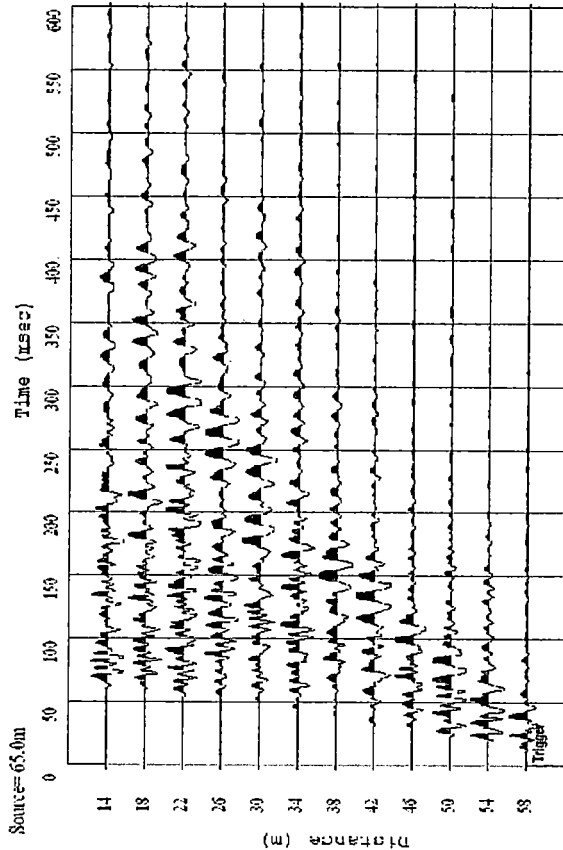
DIMENSIÓN : LINEAL

FECHA : 72.00 m

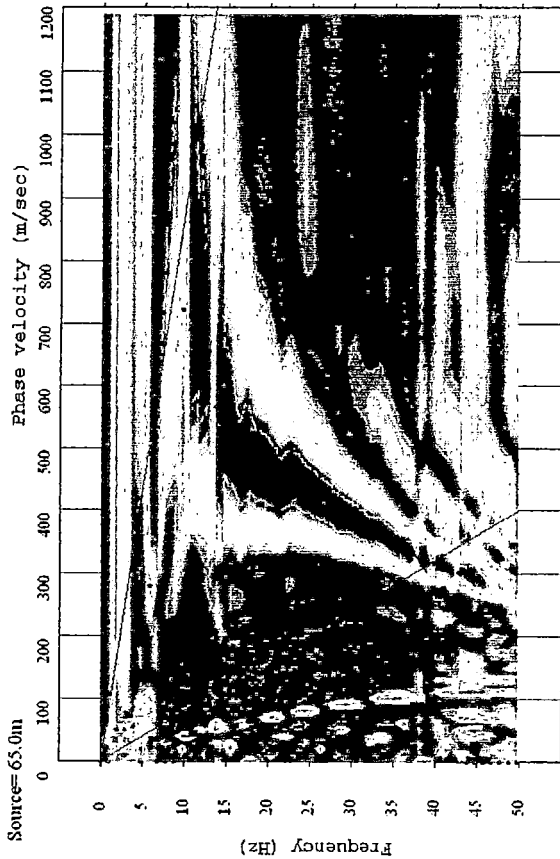
FECHA : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



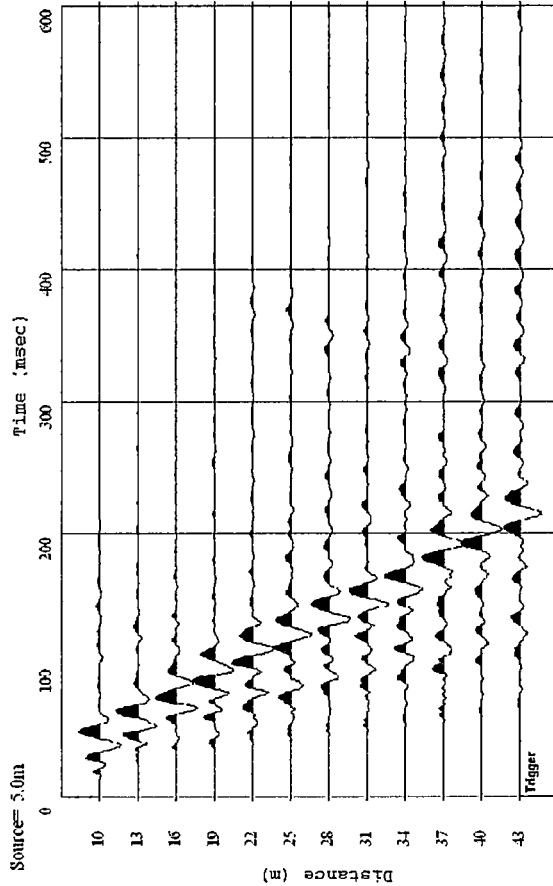
CURVA DE DISPERSIÓN



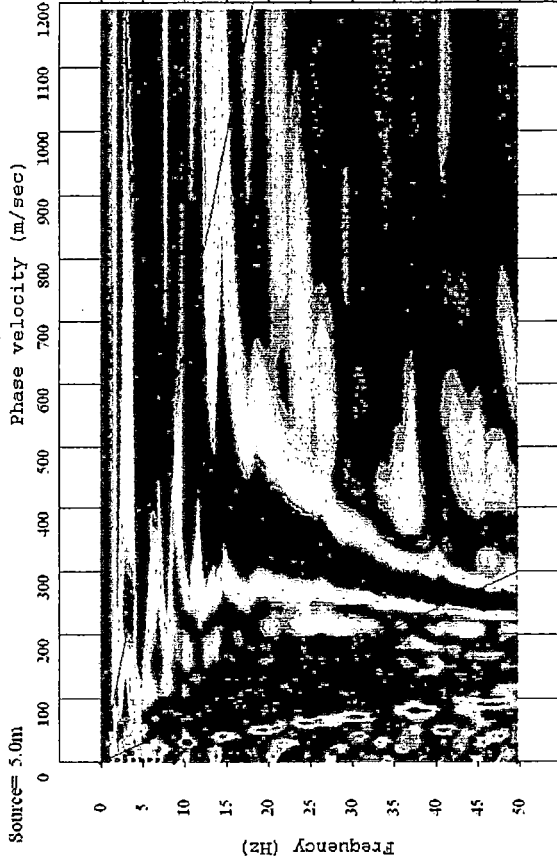
PROYECTO	:	ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR	:	EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE	:	LA MOLINA
REGISTRO	:	MASW-08
SHOT	:	803
ARREGLO	:	03
DIMENSIÓN	:	LINEAL
FECHA	:	72.00 m
	:	MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



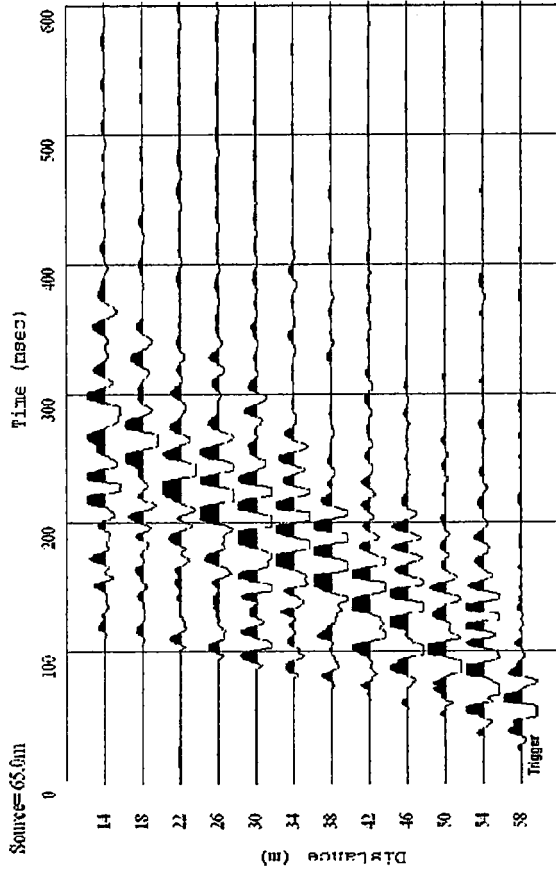
CURVA DE DISPERSIÓN



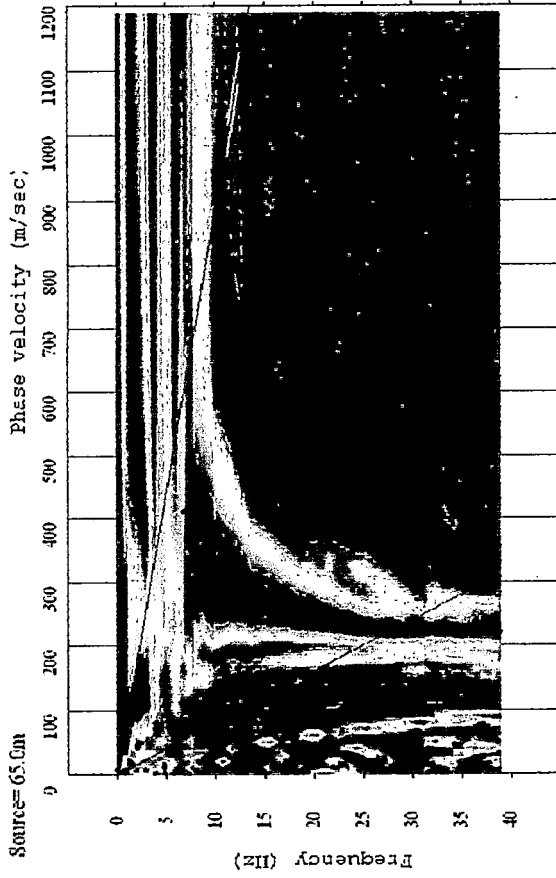
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-09
SHOT : 902
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
 : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



CURVA DE DISPERSIÓN



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD

LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA

SONDAJE : LA MOLINA

REGISTRO : MASW-10

SHOT : 1003

ARREGLO : 03

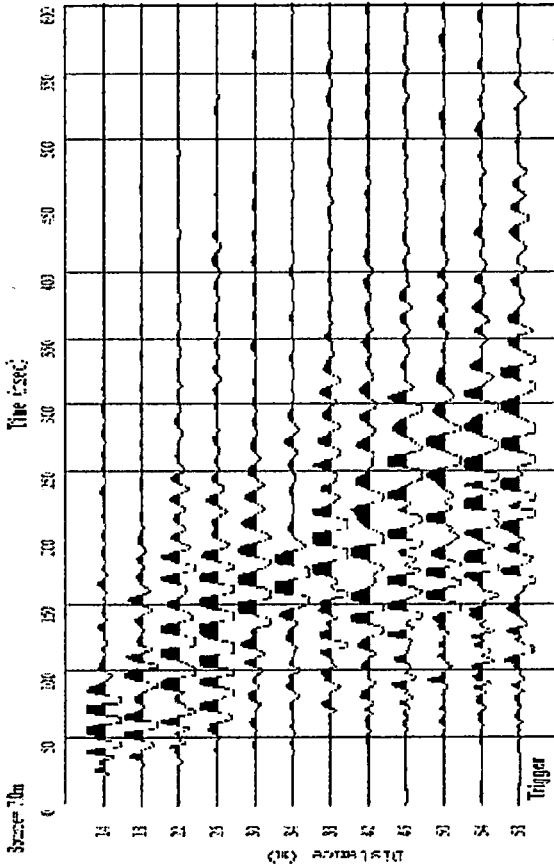
DIMENSIÓN : LINEAL

FECHA : 72.00 m

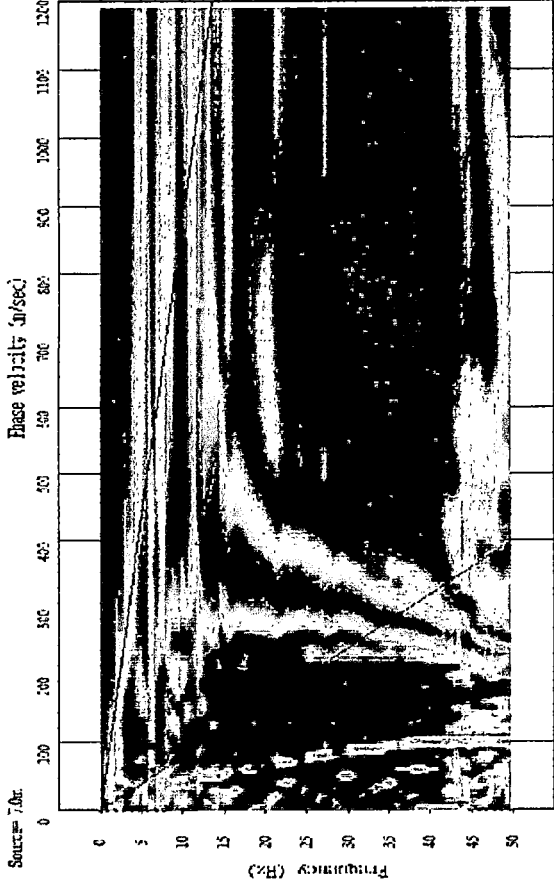
: MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



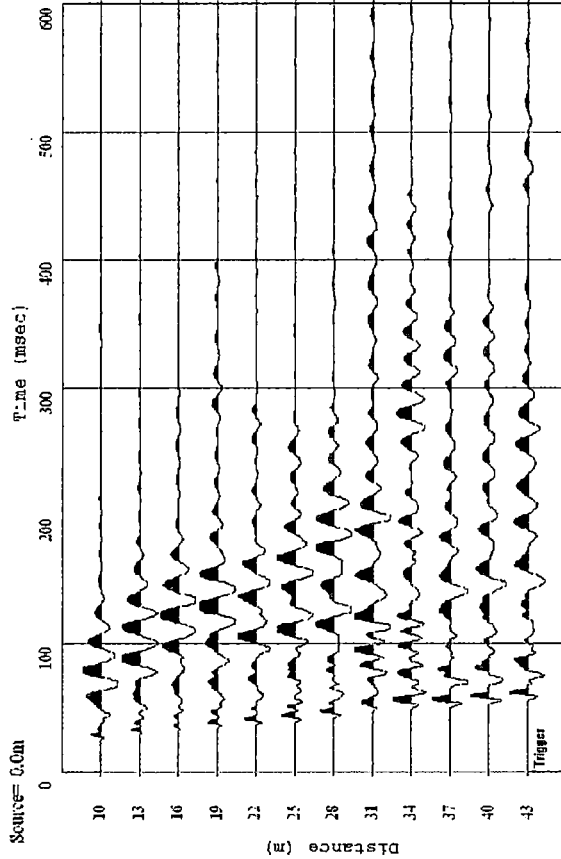
CURVA DE DISPERSIÓN



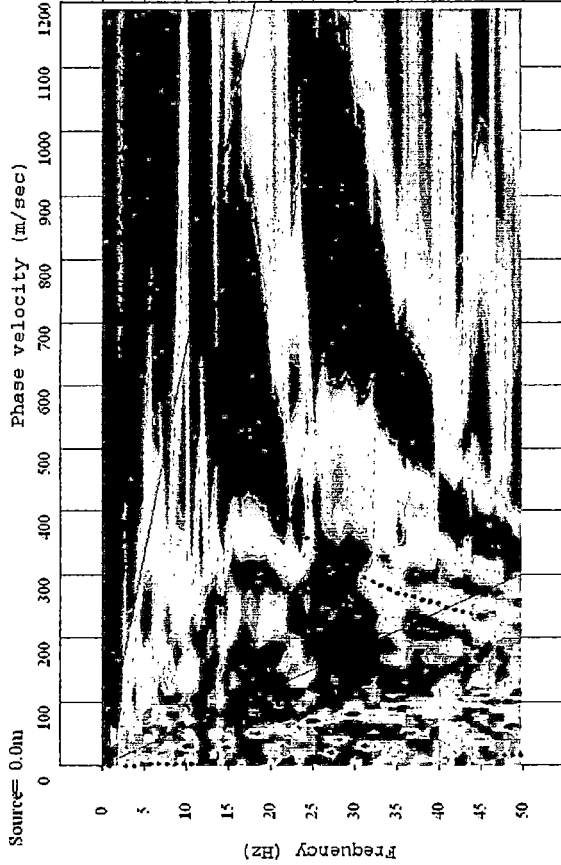
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-11
SHOT : 1102
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
 : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



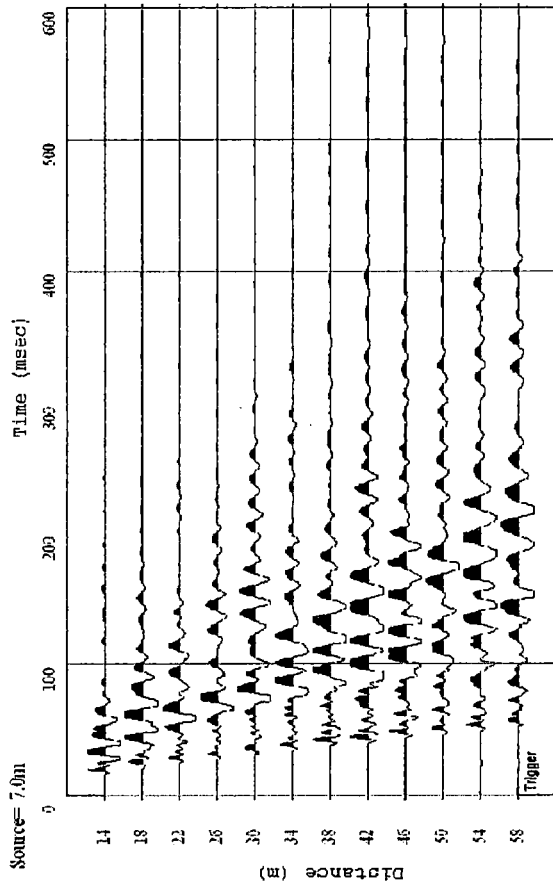
CURVA DE DISPERSIÓN



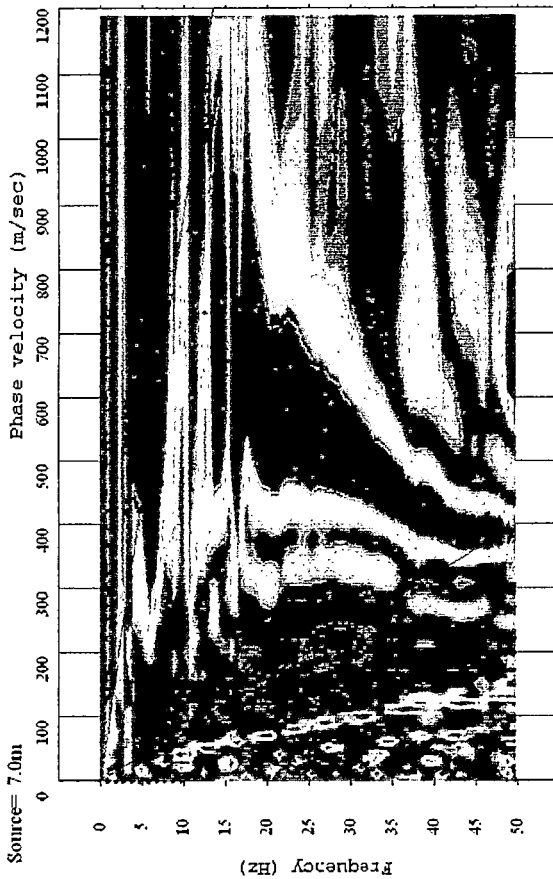
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-12
SHOT : 1201
ARREGLO : 01
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
FECHA : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



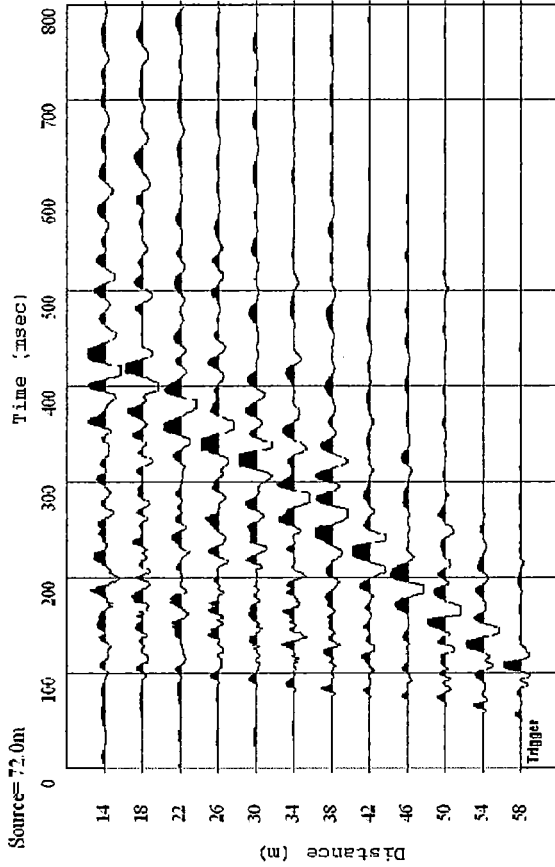
CURVA DE DISPERSIÓN



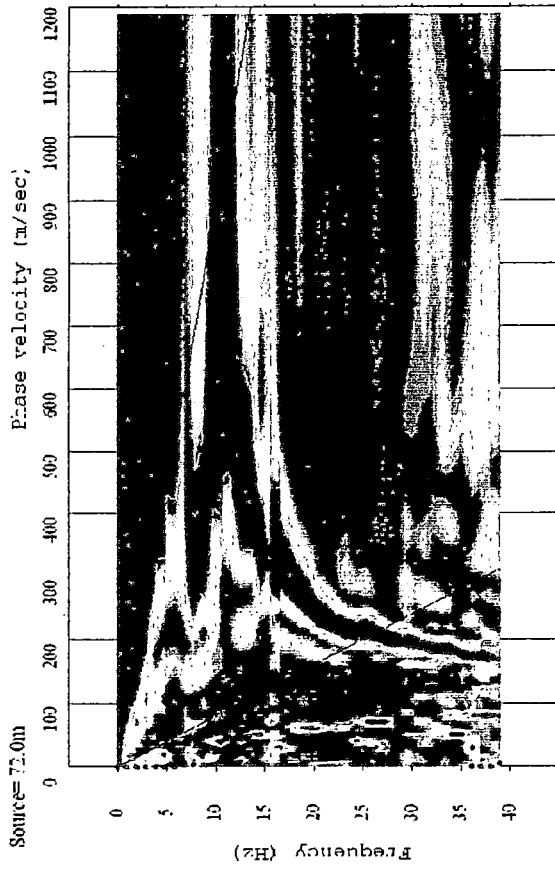
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-13
SHOT : 1302
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
: MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



CURVA DE DISPERSIÓN



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-14
SHOT : 1404
ARREGLO : 04
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
FECHA : MAYO, 2010



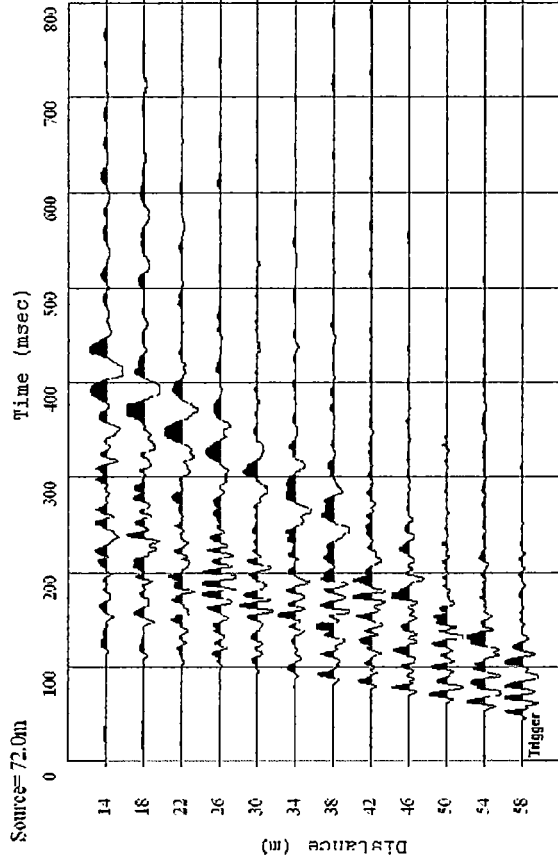
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

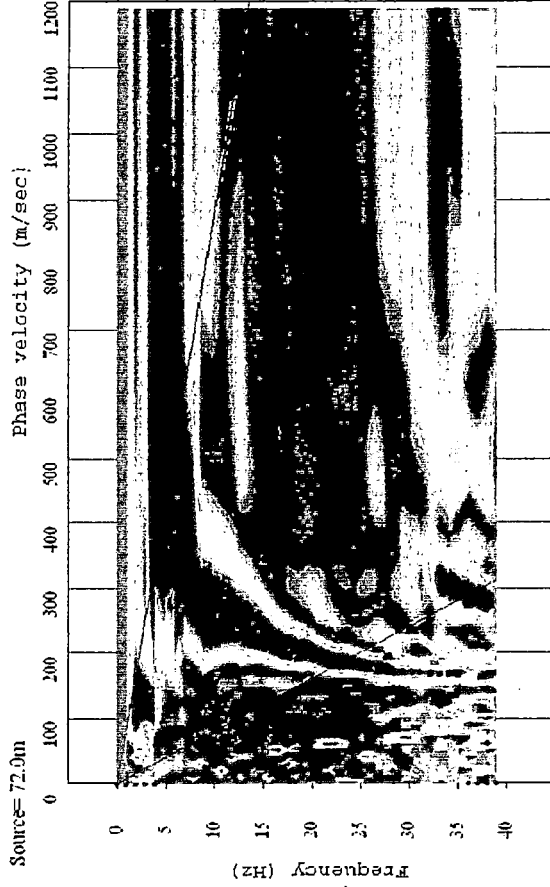
CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



REGISTRO DE ONDAS



CURVA DE DISPERSIÓN



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD

LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA

SONDAJE : LA MOLINA

REGISTRO : MASW-15

SHOT : 1504

ARREGLO : 04

DIMENSIÓN : LINEAL

FECHA : 72.00 m

FECHA : MAYO, 2010

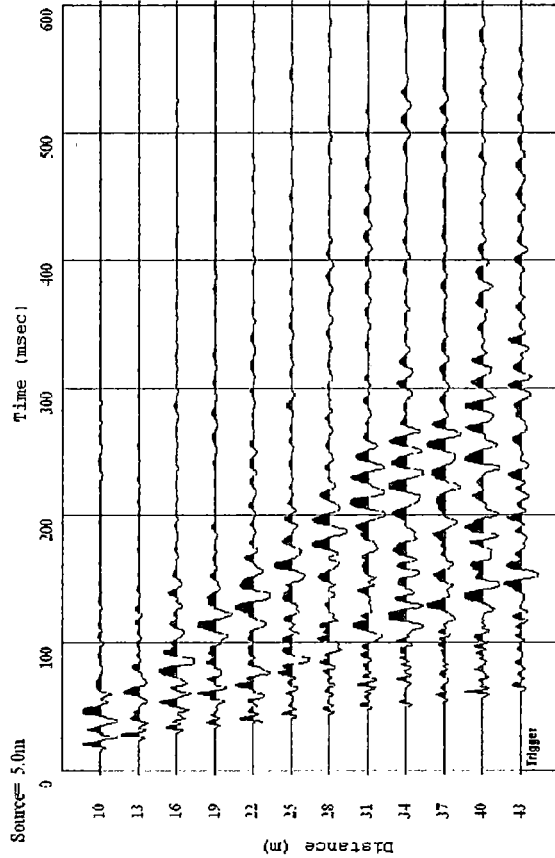
AV. TÚPAC AMARU N° 1150 – LIMA 25 – PERÚ – Apartado Postal 31-250 Lima 31

Teléfono (511) 482-0777, (511) 482-0804, (511) 482-0790 FAX: (511) 481-0170

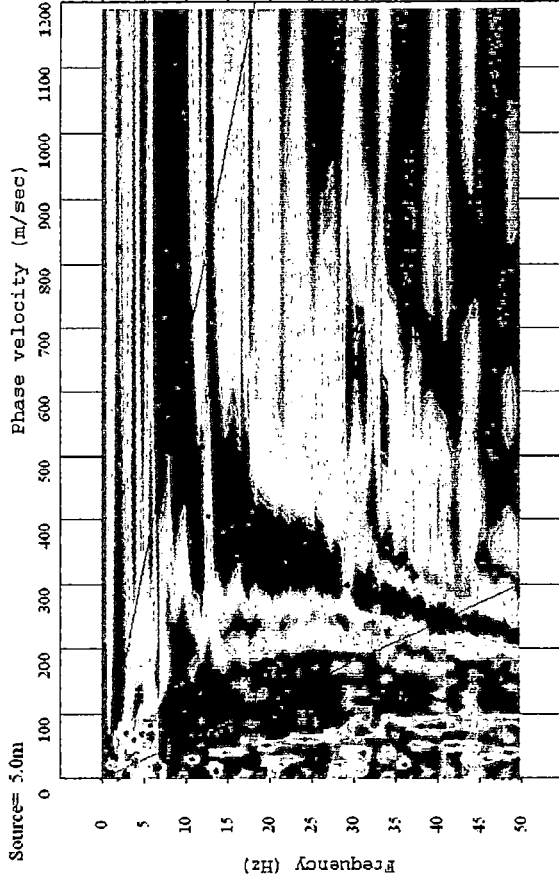
e-mail: director@uni.edu.pe http://www.cismid.uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org



REGISTRO DE ONDAS



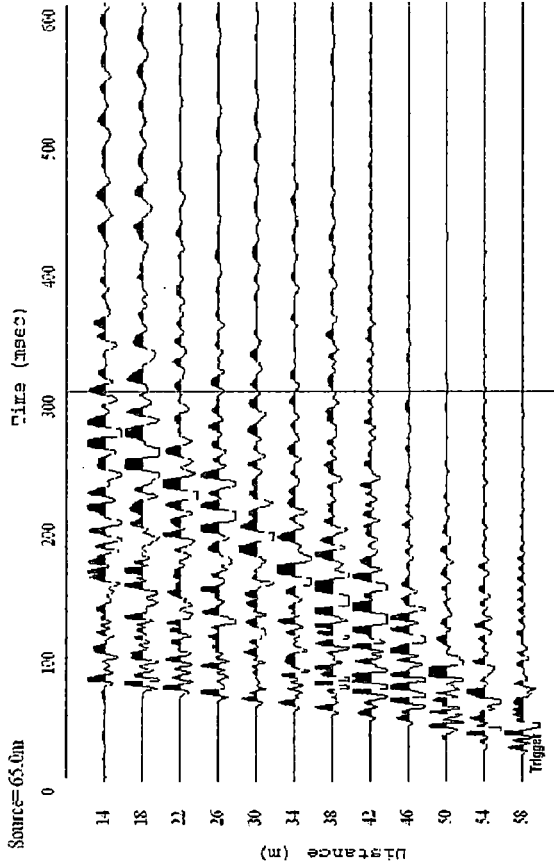
CURVA DE DISPERSIÓN



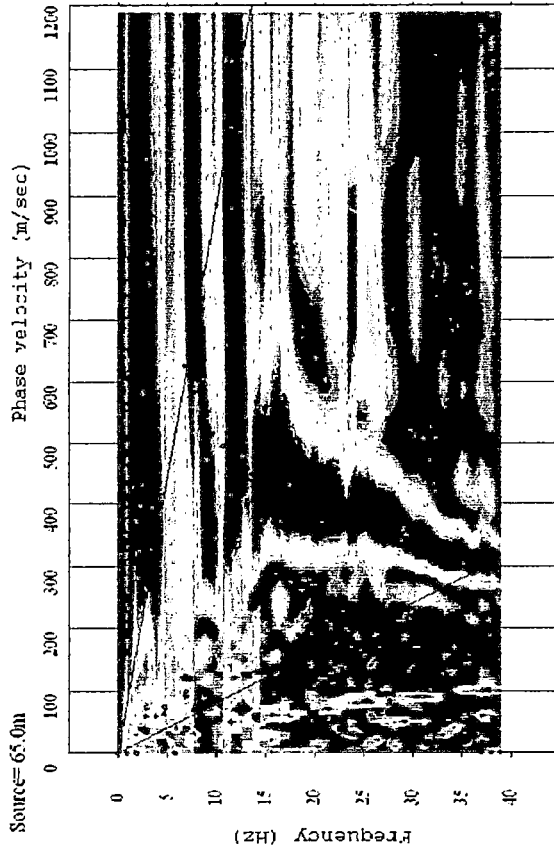
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-16
SHOT : 1602
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
 MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



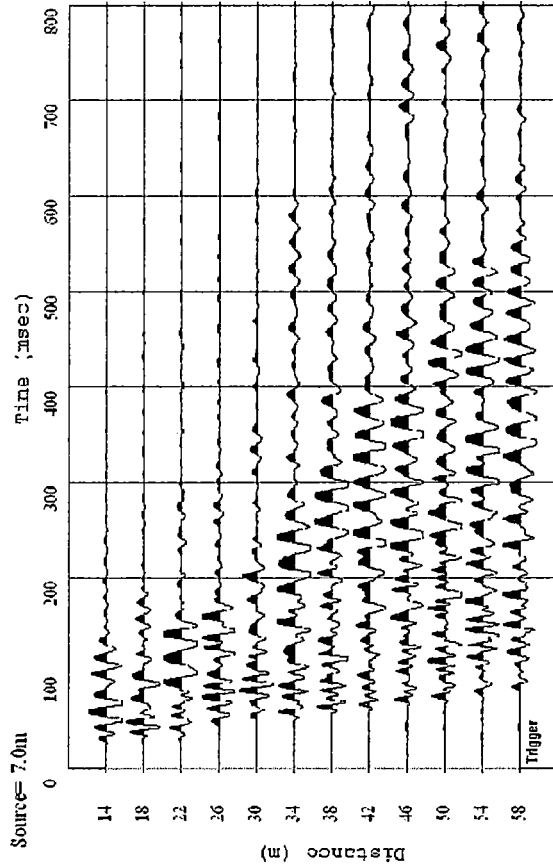
CURVA DE DISPERSIÓN



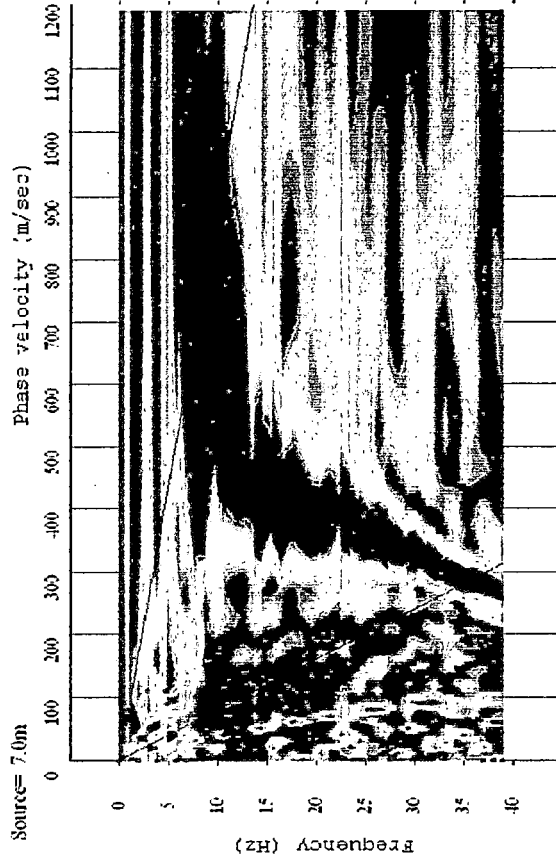
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-17
SHOT : 1703
ARREGLO : 03
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 53.00 m
MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



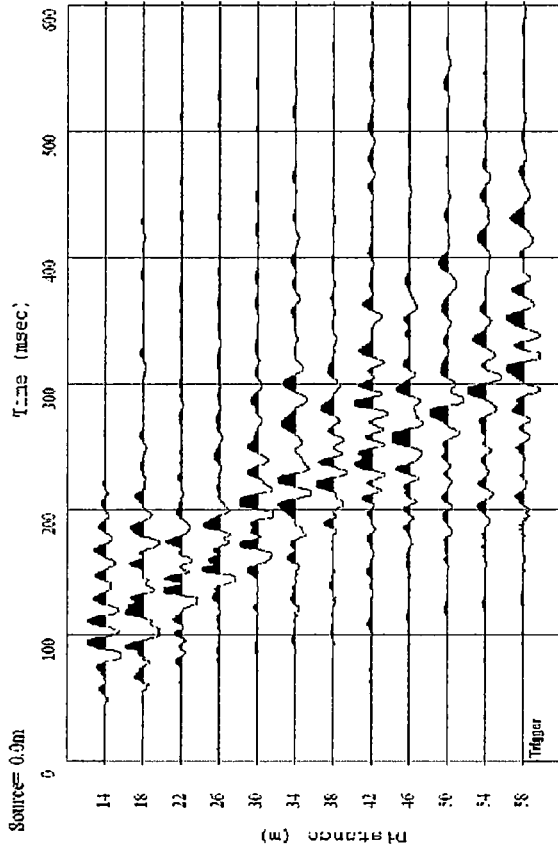
CURVA DE DISPERSIÓN



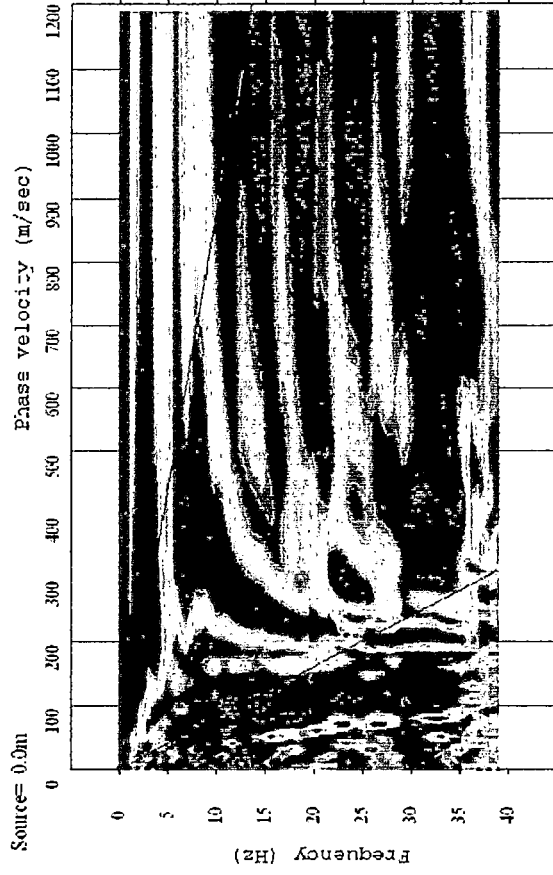
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-18
SHOT : 1802
ARREGLO : 02
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



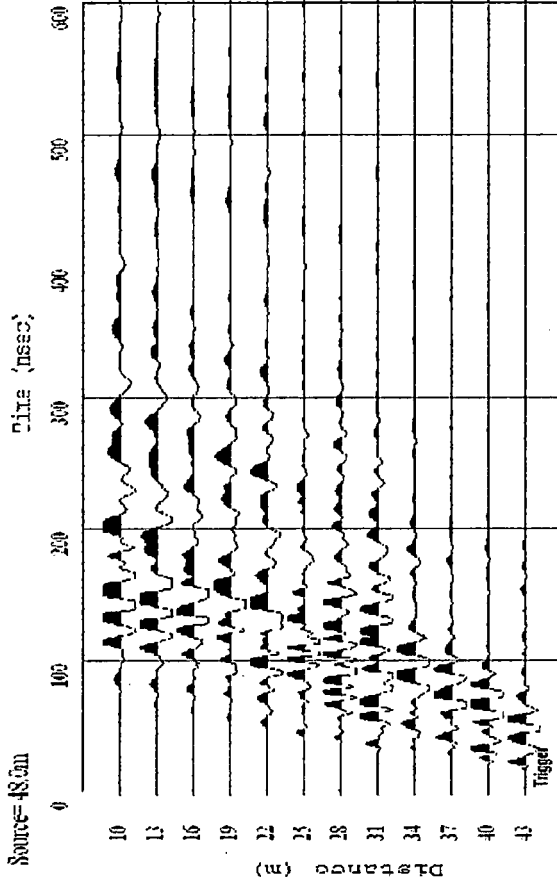
CURVA DE DISPERSIÓN



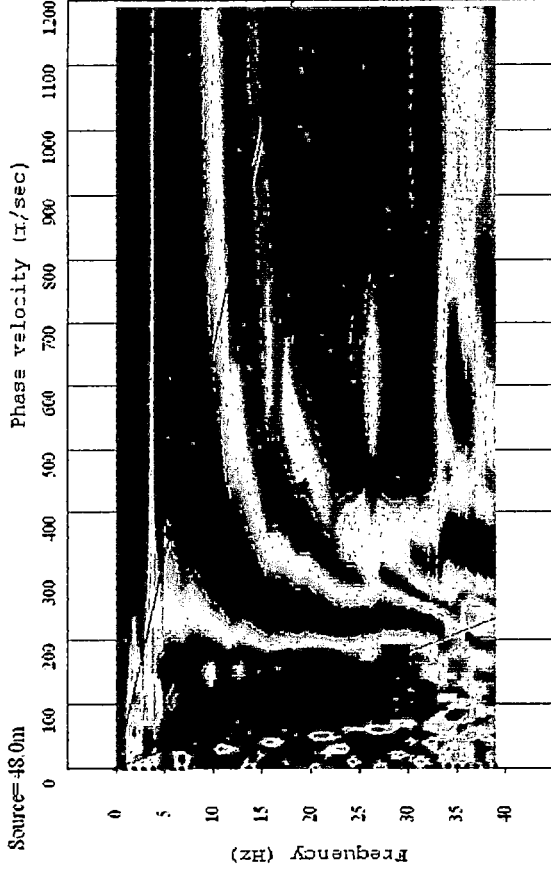
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA
SONDAJE : LA MOLINA
REGISTRO : MASW-19
SHOT : 1901
ARREGLO : 01
DIMENSIÓN : LINEAL
FECHA : 72.00 m
FECHA : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



CURVA DE DISPERSIÓN

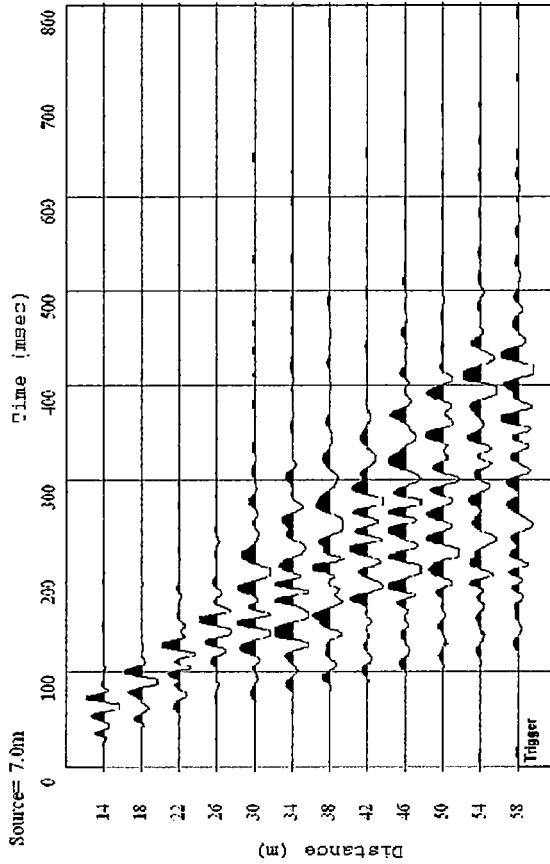


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD
EN LA CIUDAD DE LIMA

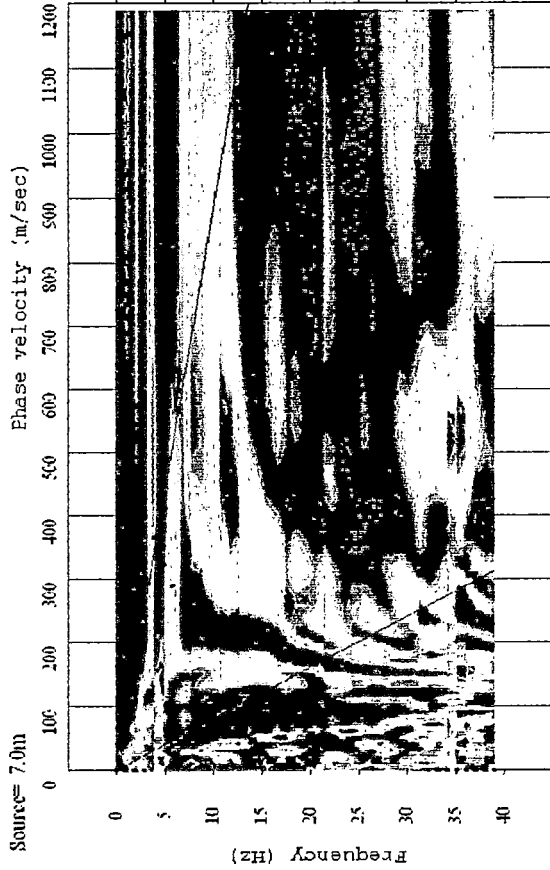
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-20
REGISTRO : 2003
SHOT : 03
ARREGLO : LINEAL
DIMENSIÓN : 53.00 m
FECHA : MAYO, 2010



REGISTRO DE ONDAS



CURVA DE DISPERSIÓN



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD

LUGAR : EN LA CIUDAD DE LIMA

SONDAJE : LA MOLINA

REGISTRO : MASW-21

SHOT : 2102

ARREGLO : 02

DIMENSIÓN : LINEAL

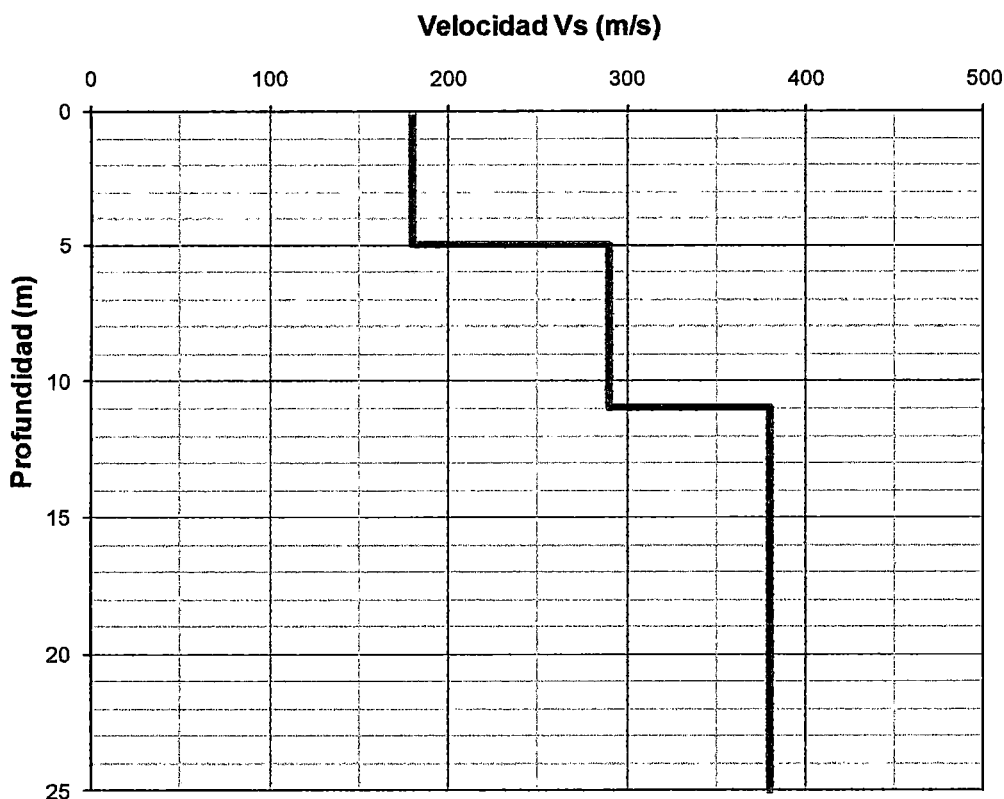
FECHA : 72.00 m

FECHA : MAYO, 2010

**ANEXO IX:
PERFILES DE VELOCIDADES DE ONDAS DE CORTE DE
ENSAYO MASW**



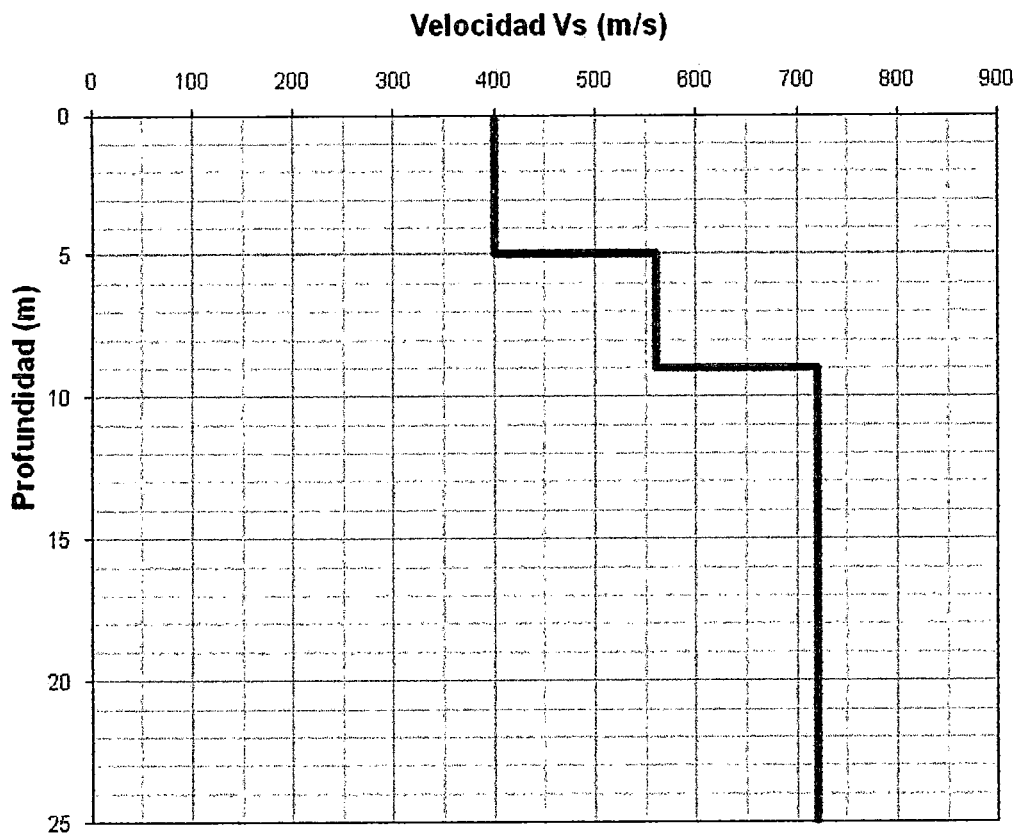
MASW 01



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-01
REGISTRO : 102
SHOT : 02
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 4' 56.07" S
LONGITUD : 76° 56' 27.79" O
FECHA : MAYO, 2010



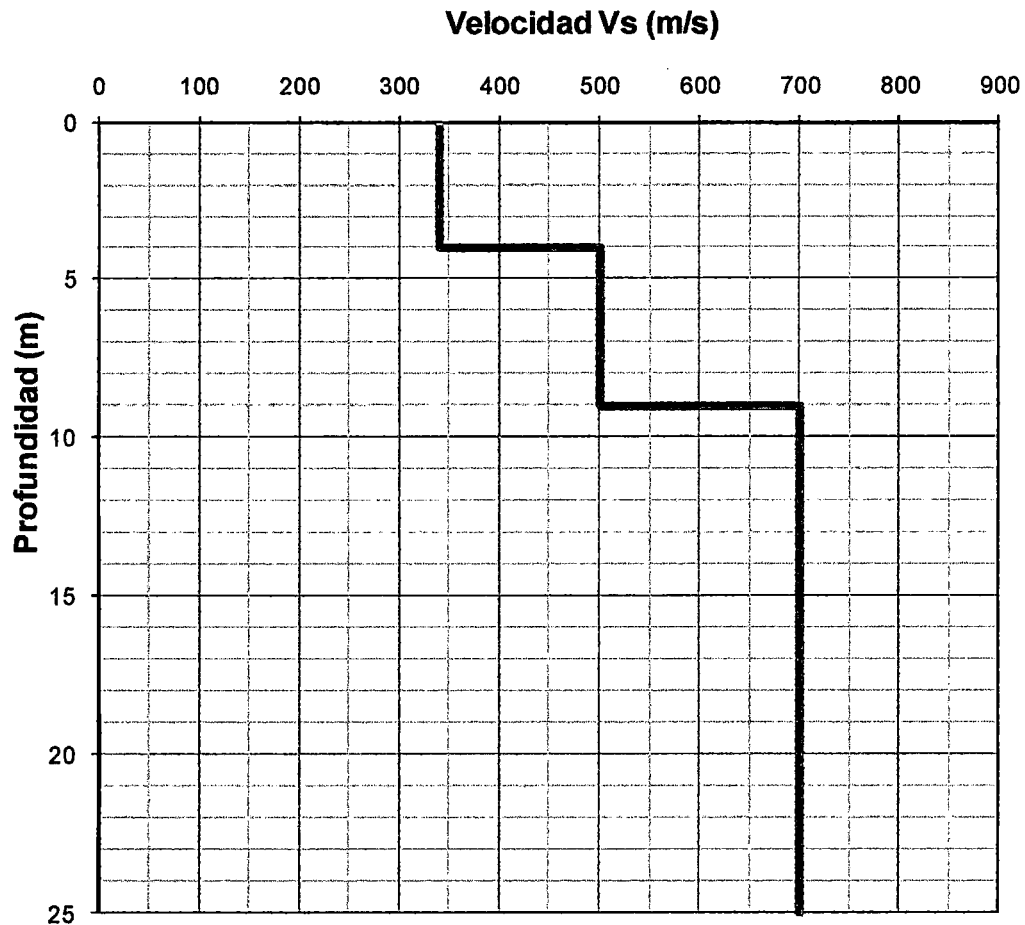
MASW 02



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-02
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 3' 34.08" S
LONGITUD : 76° 56' 39.76" O
FECHA : MAYO, 2010



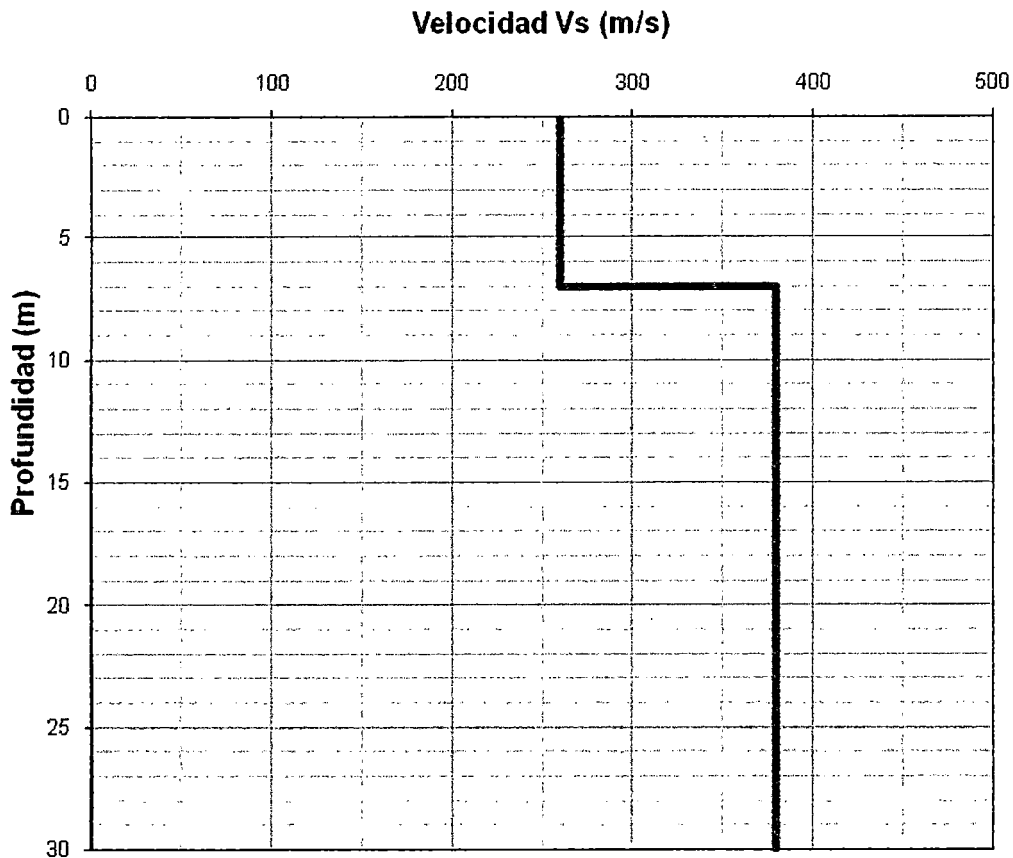
MASW 03



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-03
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 3' 36.77" S
LONGITUD : 76° 56' 51.45" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 04

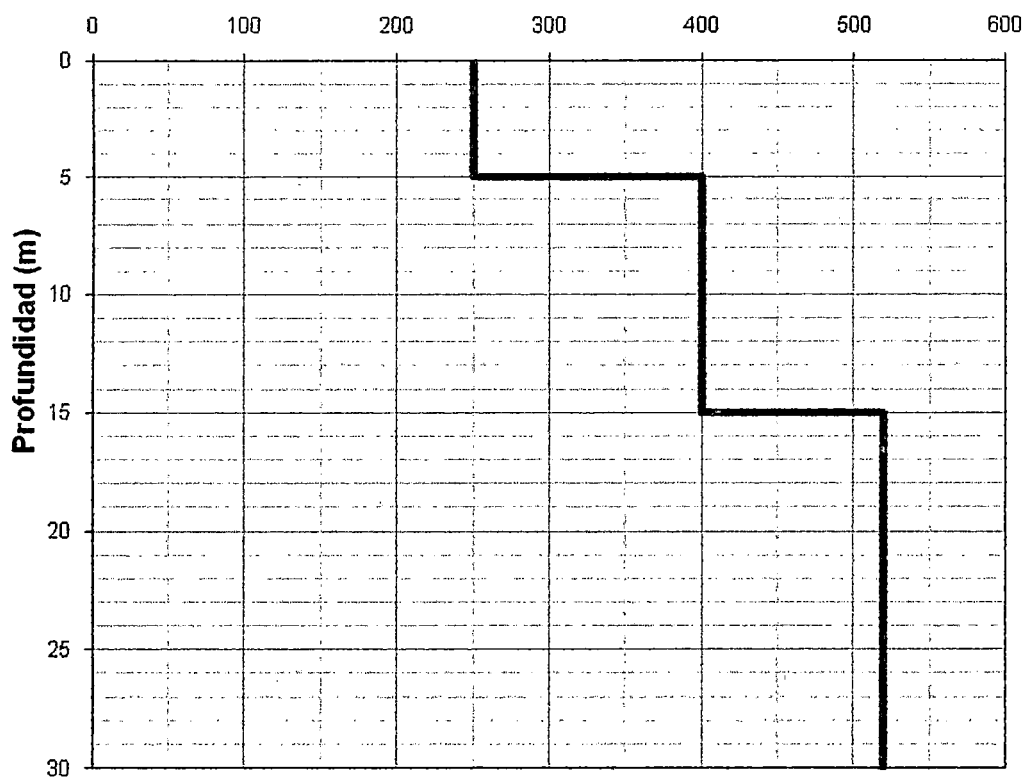


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-04
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 4' 18.76" S
LONGITUD : 76° 54' 36.89" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 05

Velocidad V_s (m/s)

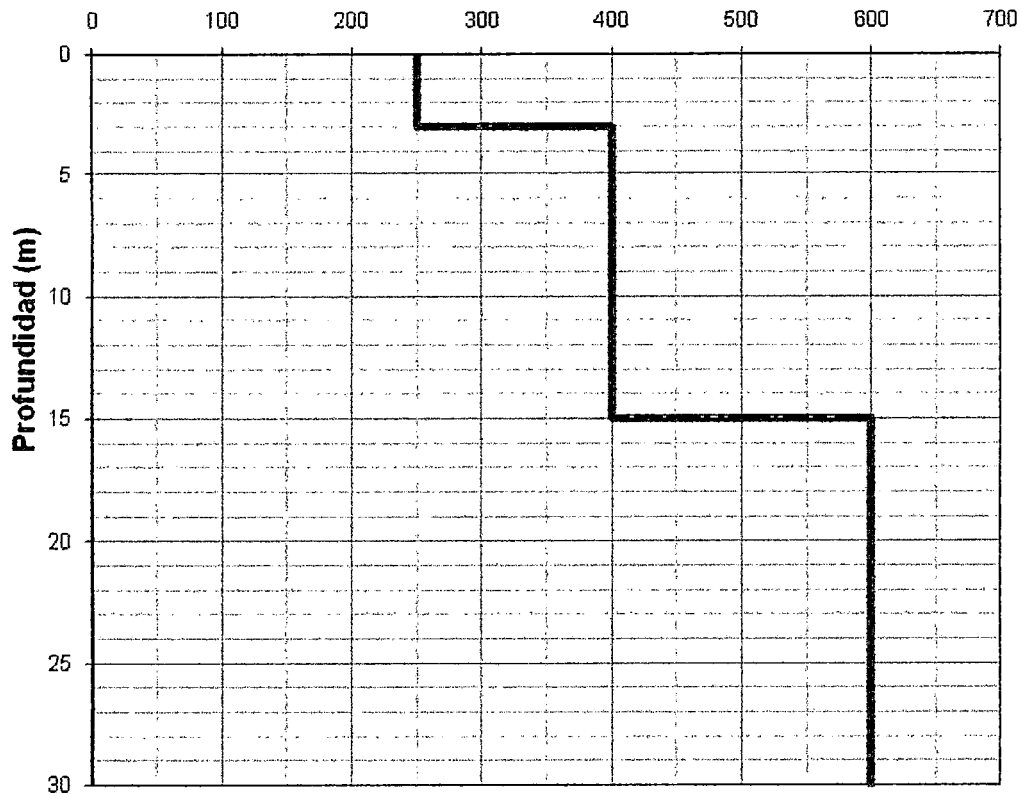


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-05
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 4' 41.97" S
LONGITUD : 76° 53' 58.87" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 06

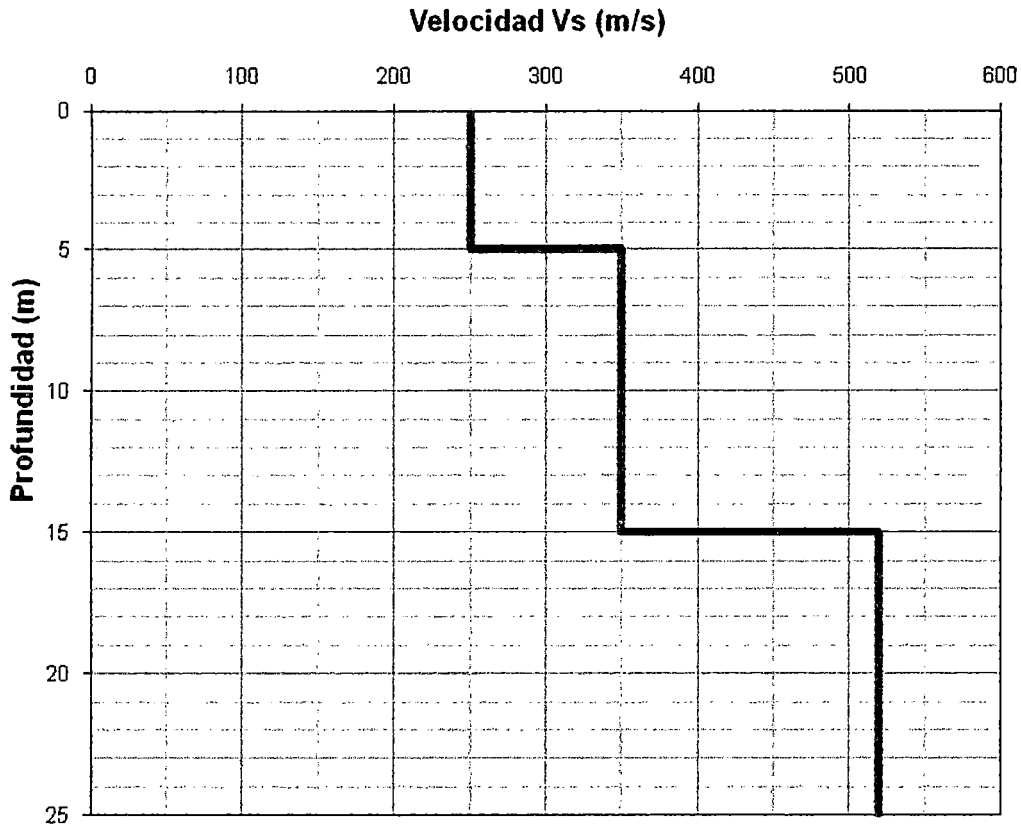
Velocidad V_s (m/s)



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-06
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 19.65" S
LONGITUD : 76° 54' 8.26" O
FECHA : MAYO, 2010



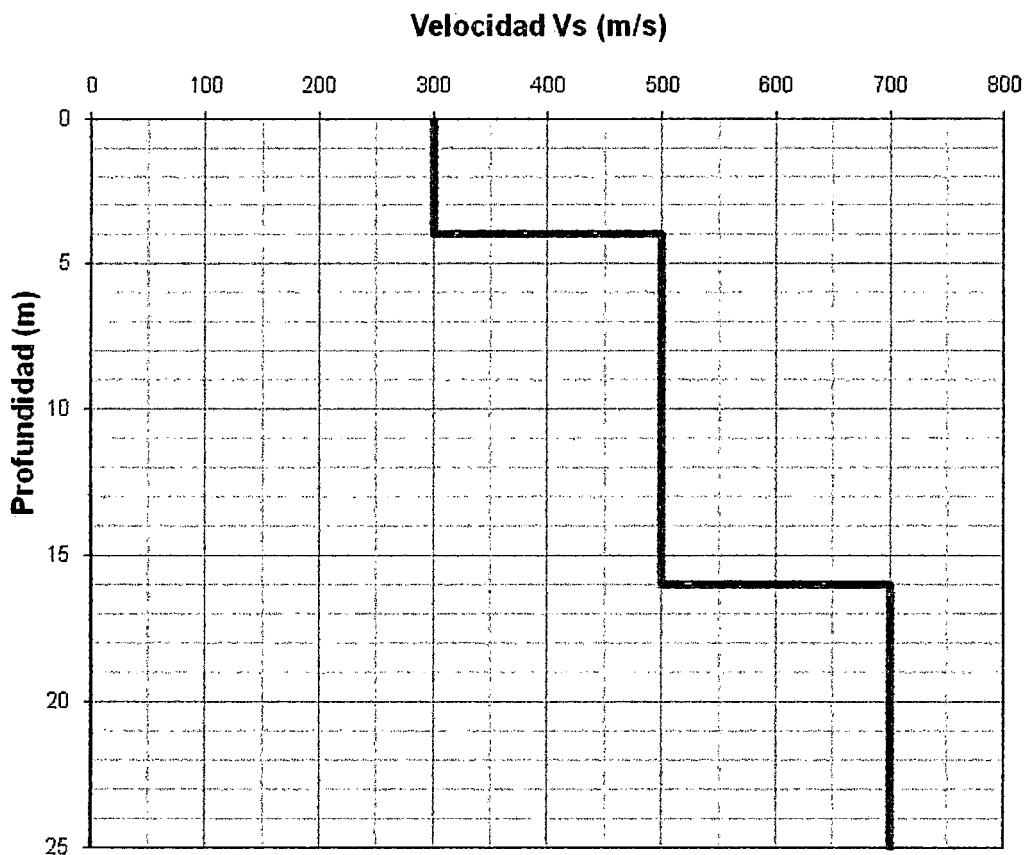
MASW 07



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-07
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 14.14" S
LONGITUD : 76° 53' 17.70" O
FECHA : MAYO, 2010



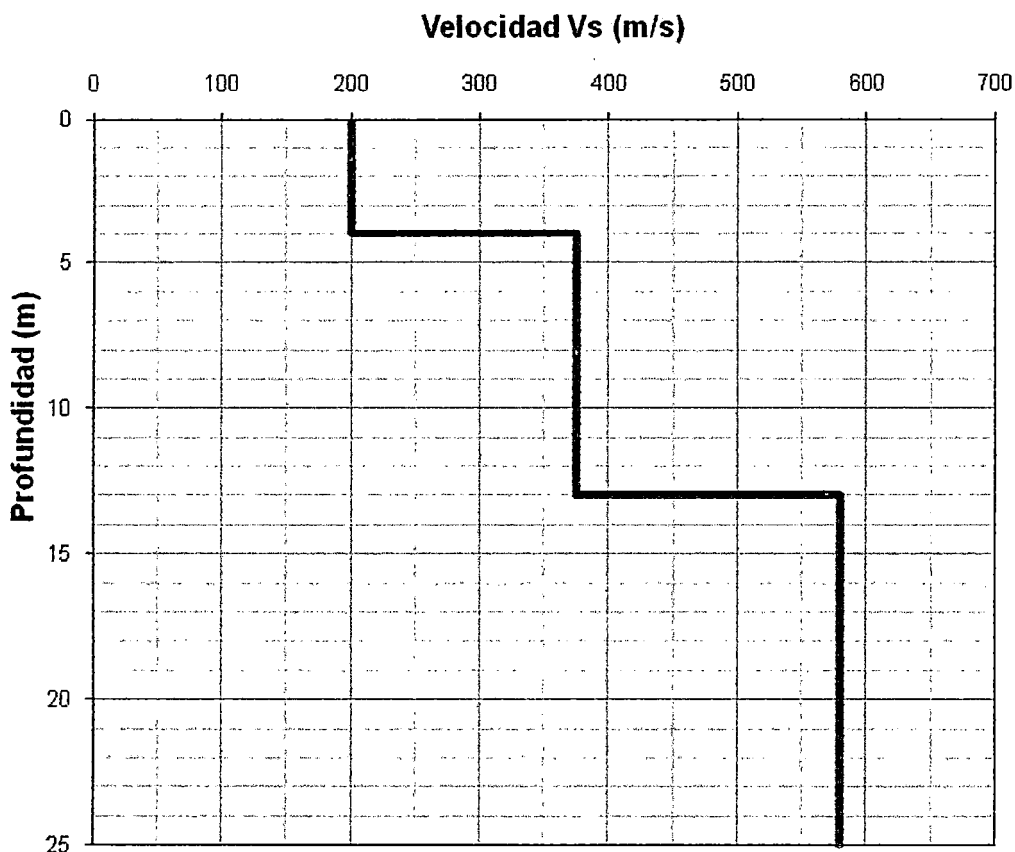
MASW 08



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-08
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 50.11" S
LONGITUD : 76° 55' 32.16" O
FECHA : MAYO, 2010



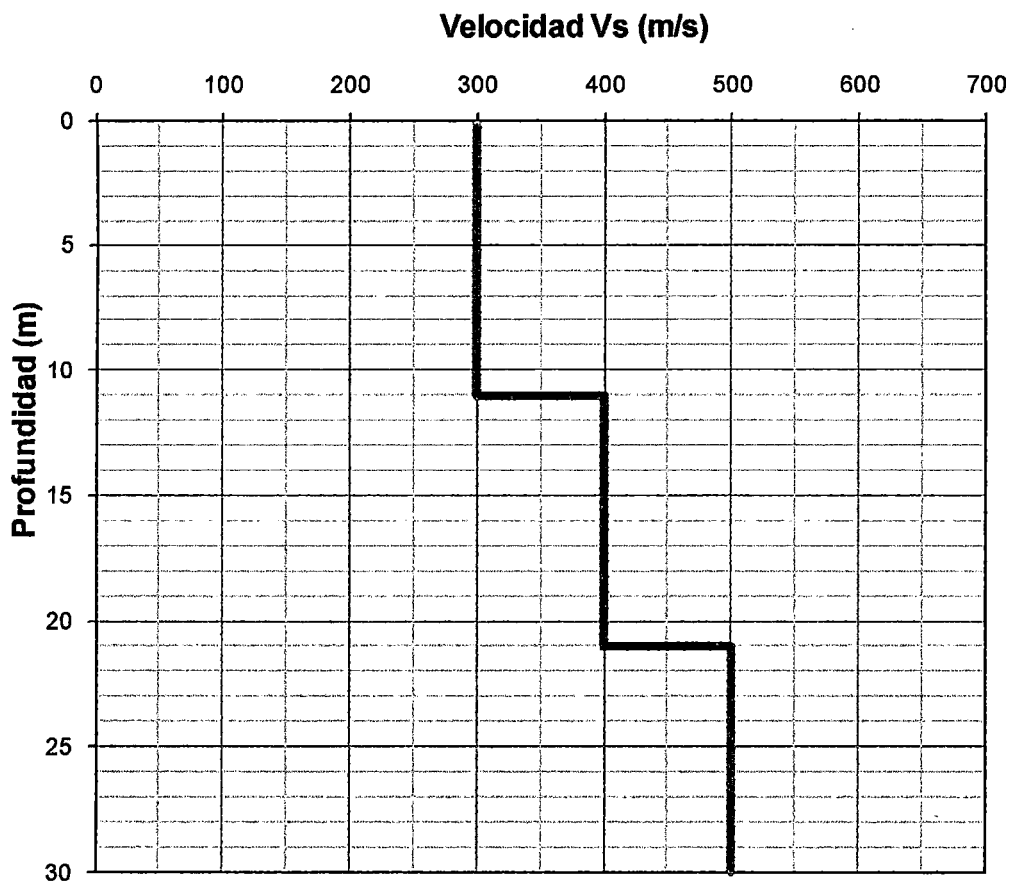
MASW 09



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-09
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 5' 2.53" S
LONGITUD : 76° 55' 10.17" O
FECHA : MAYO, 2010



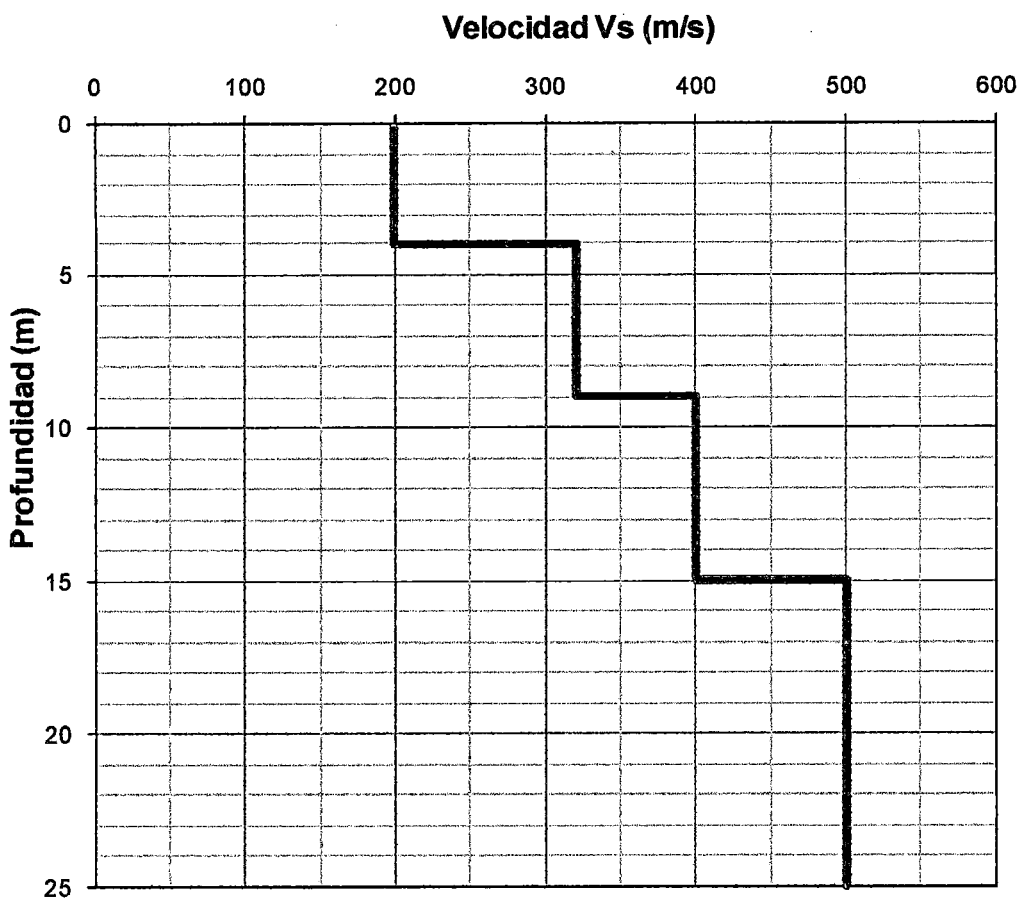
MASW 10



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-10
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 14.82" S
LONGITUD : 76° 56' 12.98" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 11

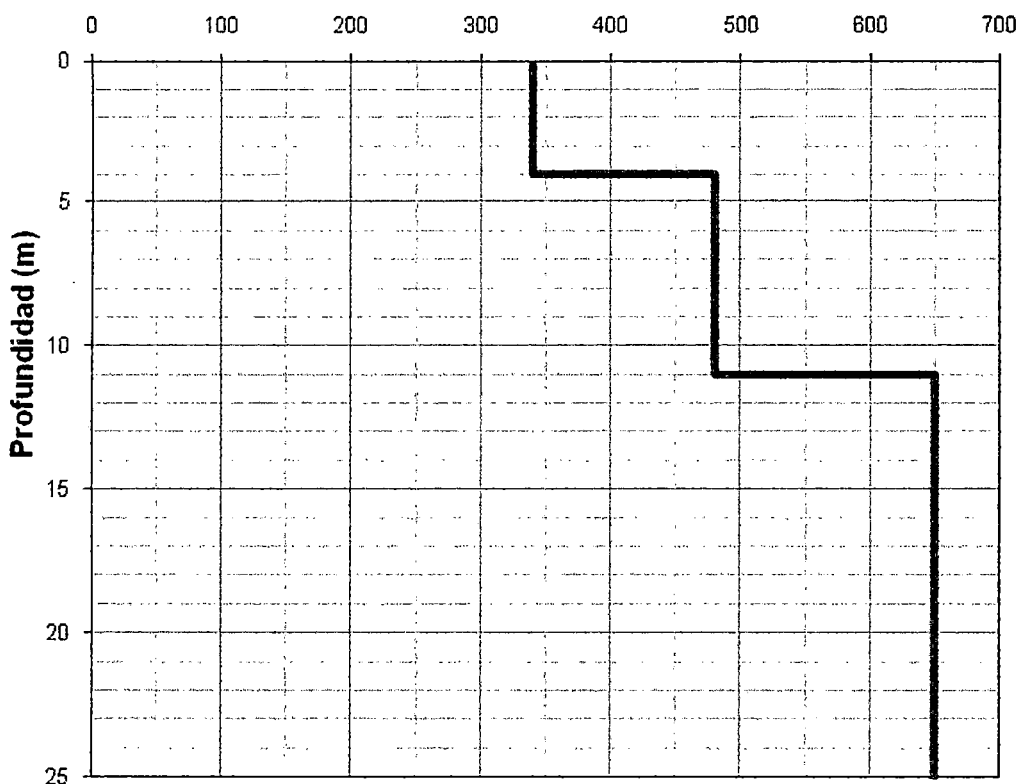


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-11
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 4' 44.30" S
LONGITUD : 76° 56' 8.29" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 12

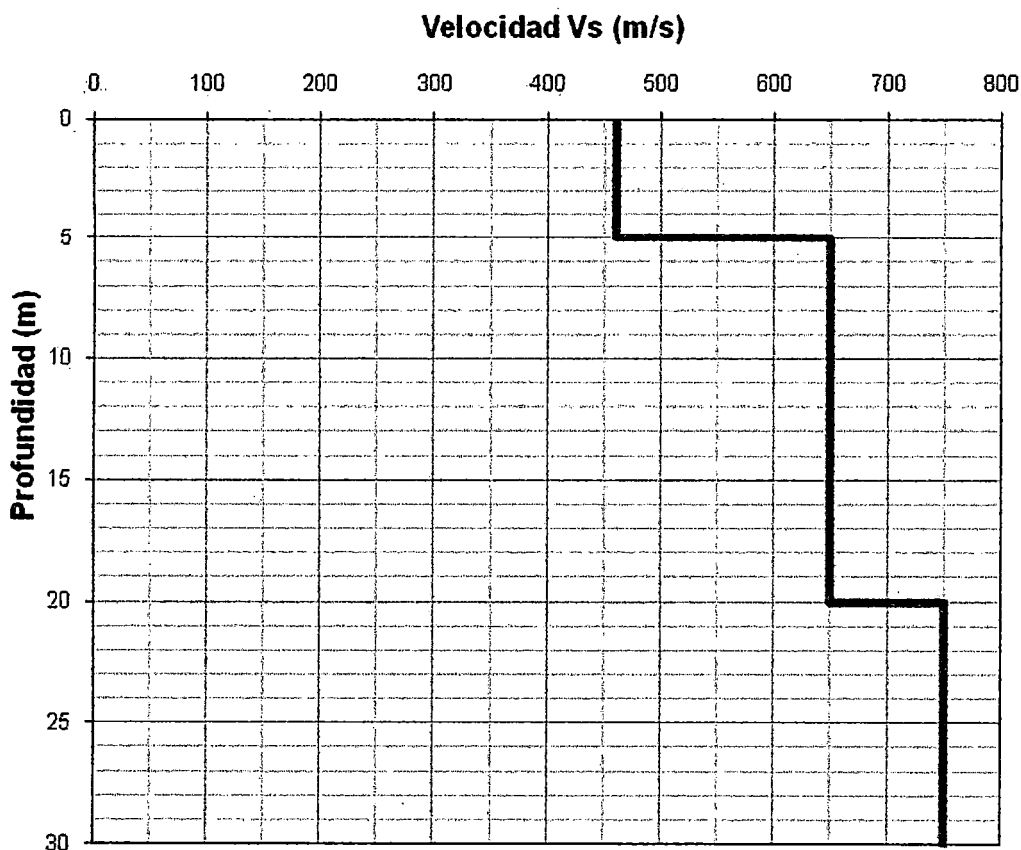
Velocidad V_s (m/s)



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-12
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 4' 0.94" S
LONGITUD : 76° 57' 19.26" O
FECHA : MAYO, 2010



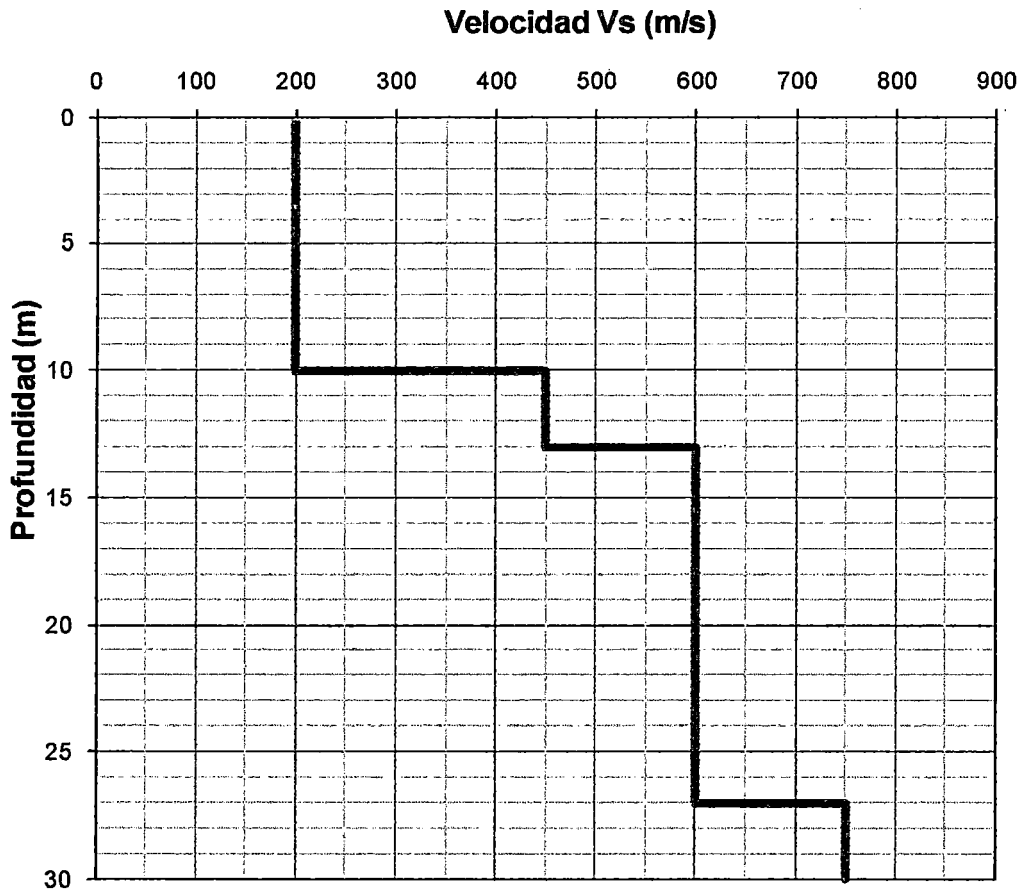
MASW 13



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-13
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 4' 45.16" S
LONGITUD : 76° 58' 10.93" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 14

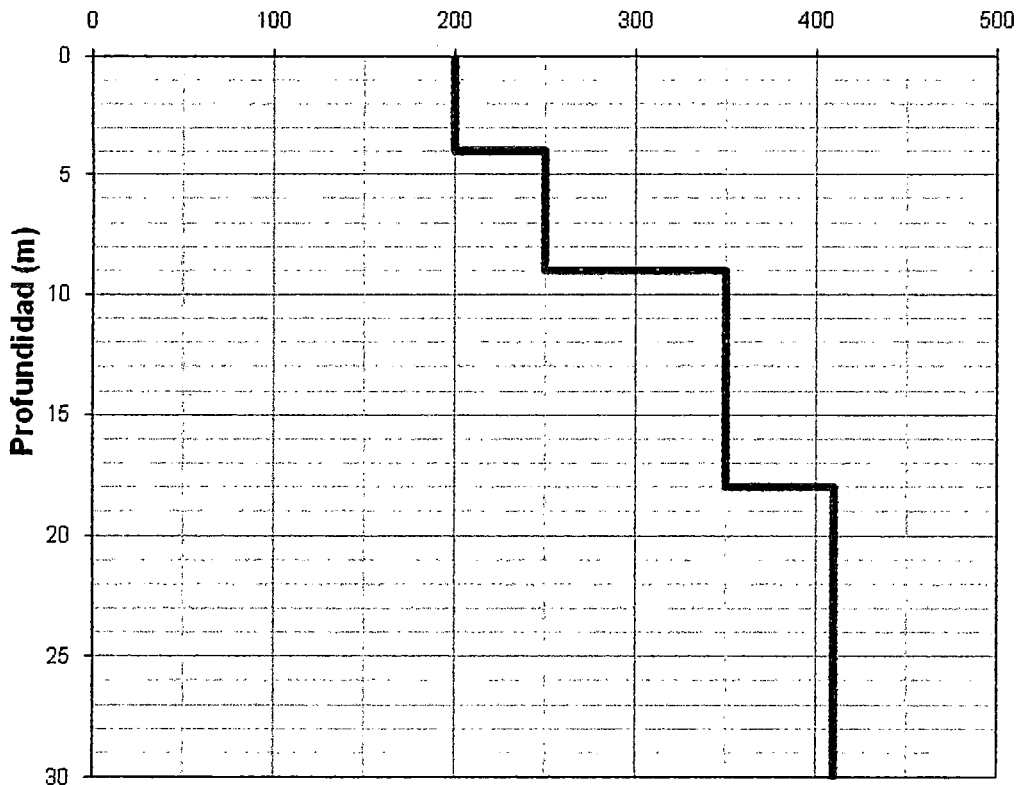


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-14
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 4' 23.95" S
LONGITUD : 76° 57' 28.09" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 15

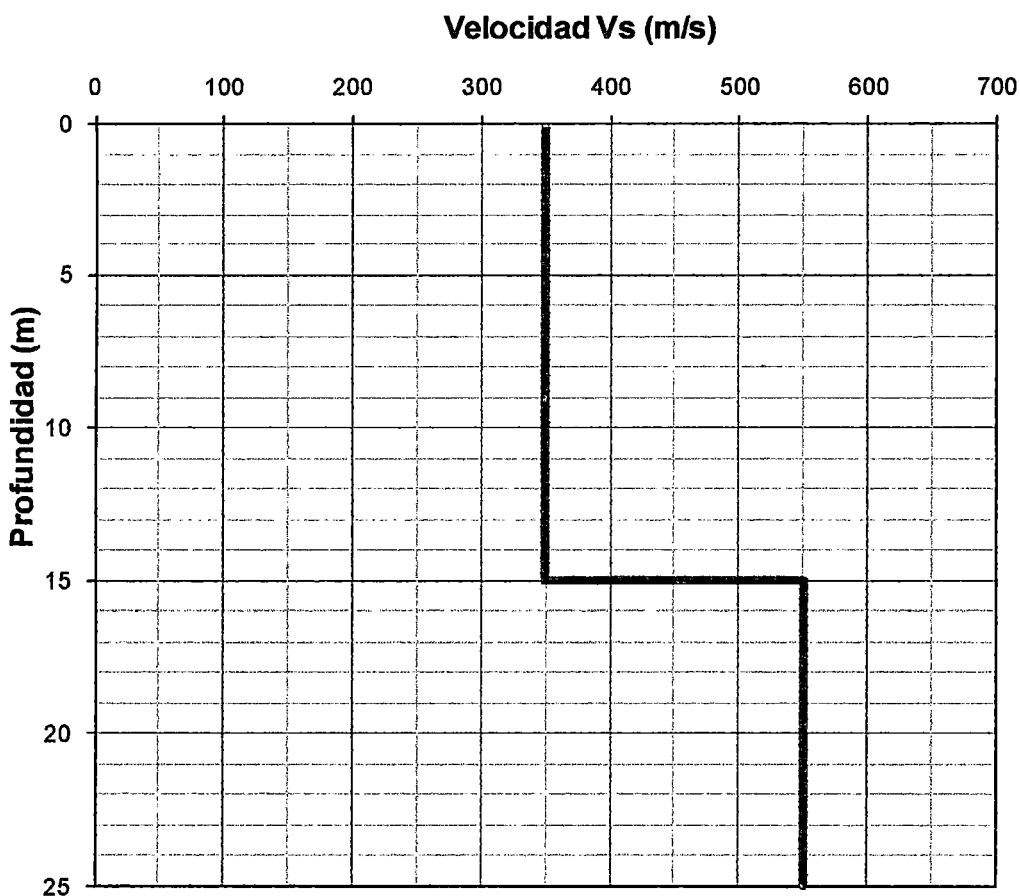
Velocidad V_s (m/s)



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-15
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 20.13" S
LONGITUD : 76° 57' 2.41" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 16

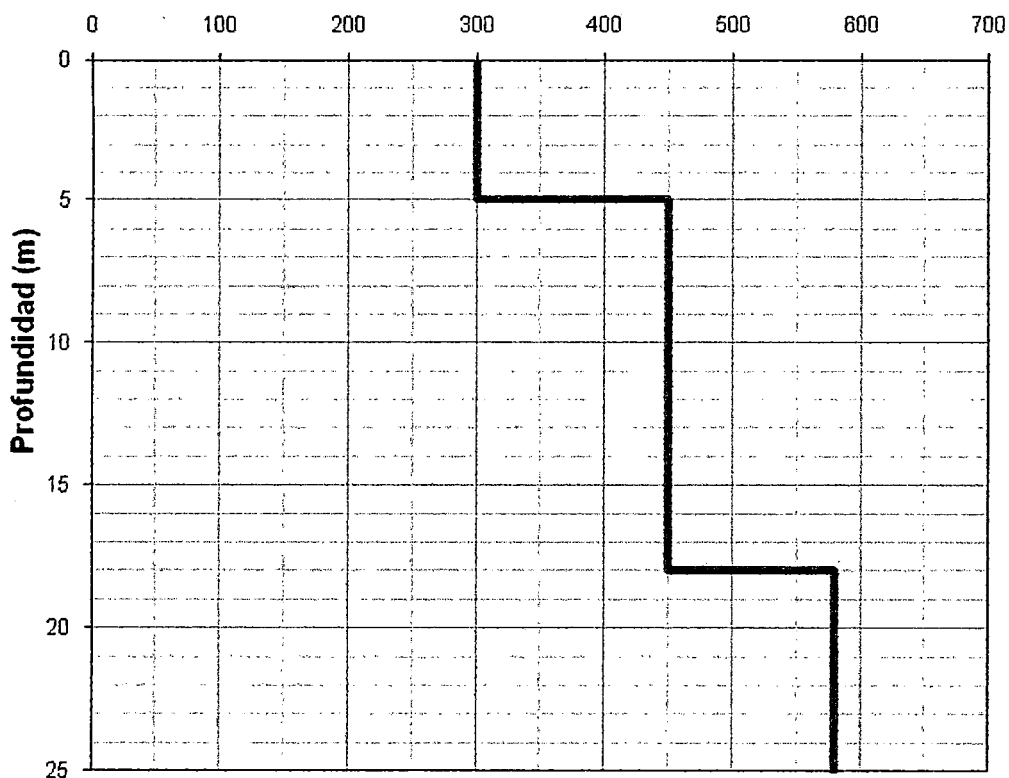


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-16
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 6' 0.99" S
LONGITUD : 76° 57' 7.73" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 17

Velocidad V_s (m/s)

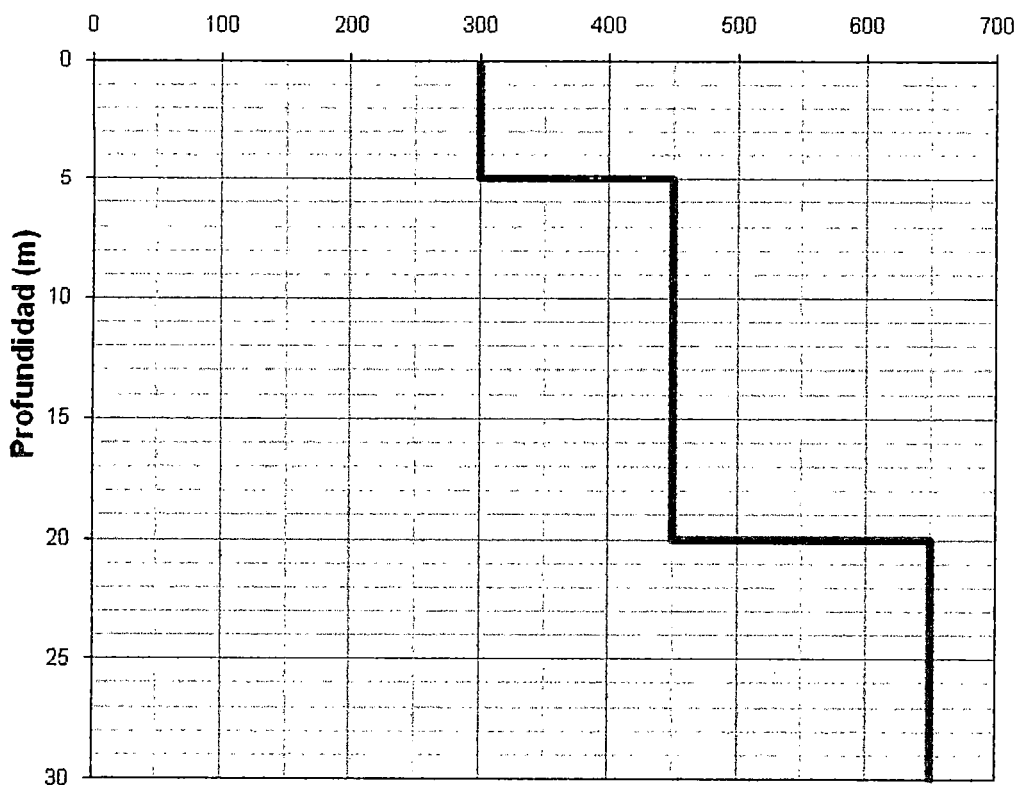


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-17
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 6' 33.90" S
LONGITUD : 76° 56' 29.78" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 18

Velocidad V_s (m/s)

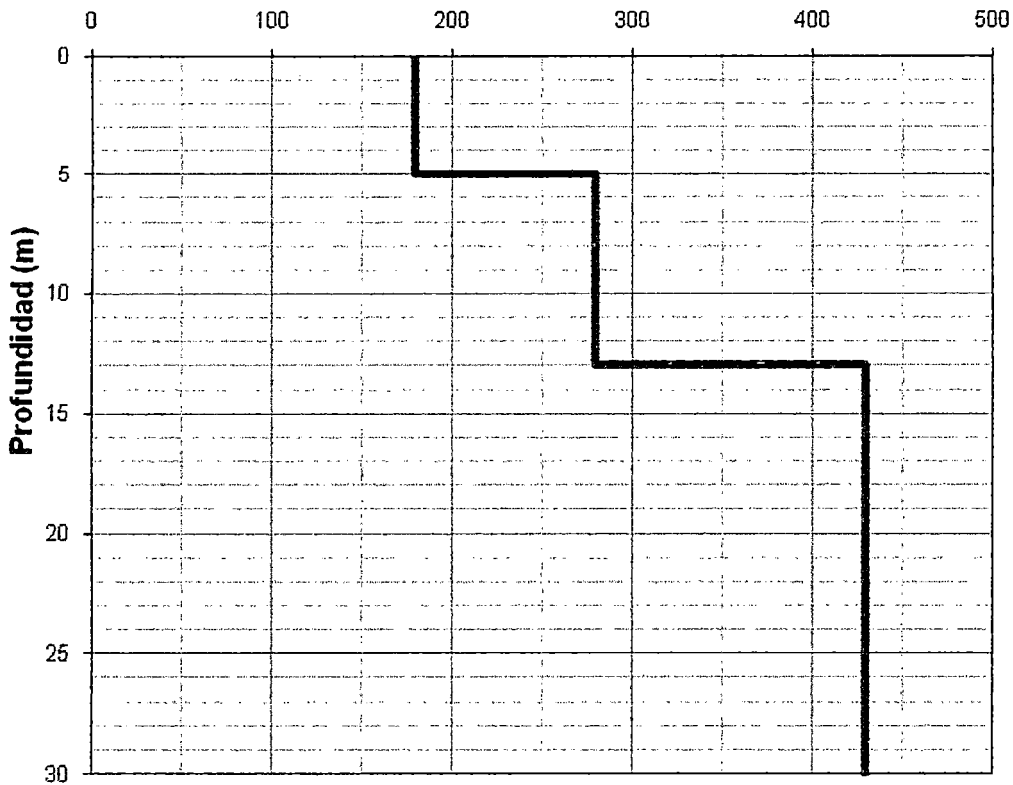


PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-18
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 57.45" S
LONGITUD : 76° 56' 30.58" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 19

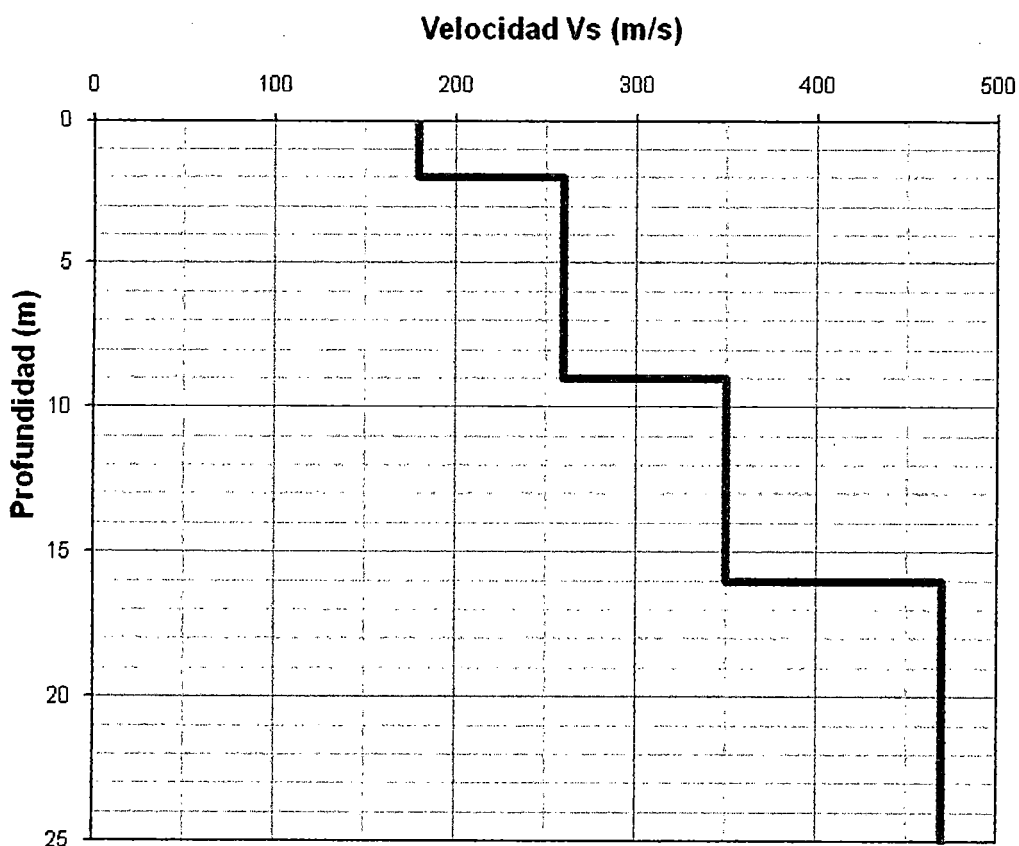
Velocidad V_s (m/s)



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-19
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 5' 4.12" S
LONGITUD : 76° 57' 6.63" O
FECHA : MAYO, 2010



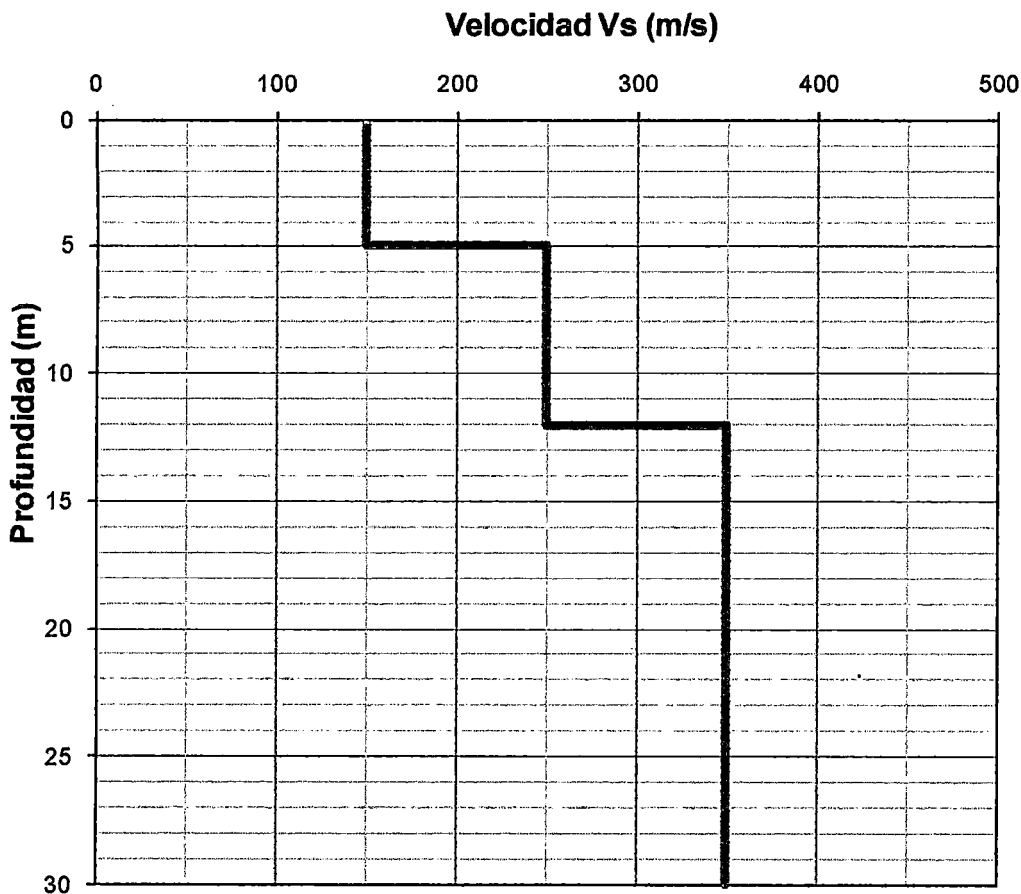
MASW 20



PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-20
DIMENSIÓN : 53.00 m
LATITUD : 12° 4' 31.49" S
LONGITUD : 76° 57' 1.17" O
FECHA : MAYO, 2010



MASW 21



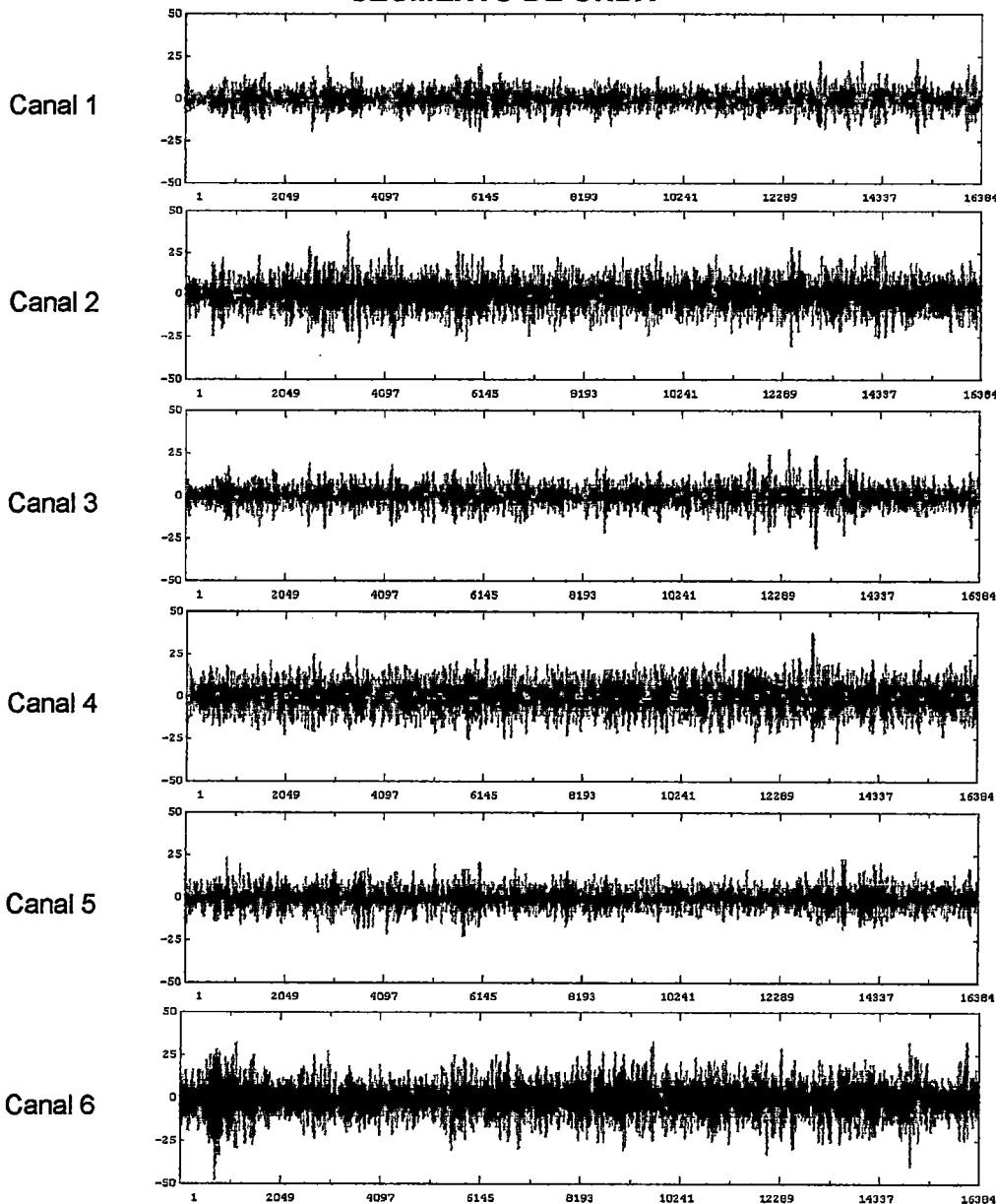
PROYECTO : ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA
LUGAR : LA MOLINA
SONDAJE : MASW-21
DIMENSIÓN : 72.00 m
LATITUD : 12° 4' 45.30" S
LONGITUD : 76° 56' 32.37" O
FECHA : MAYO, 2010

ANEXO X:
REGISTRO DE ONDAS DE ARREGLO DE
MICROTREPIDACIONES



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

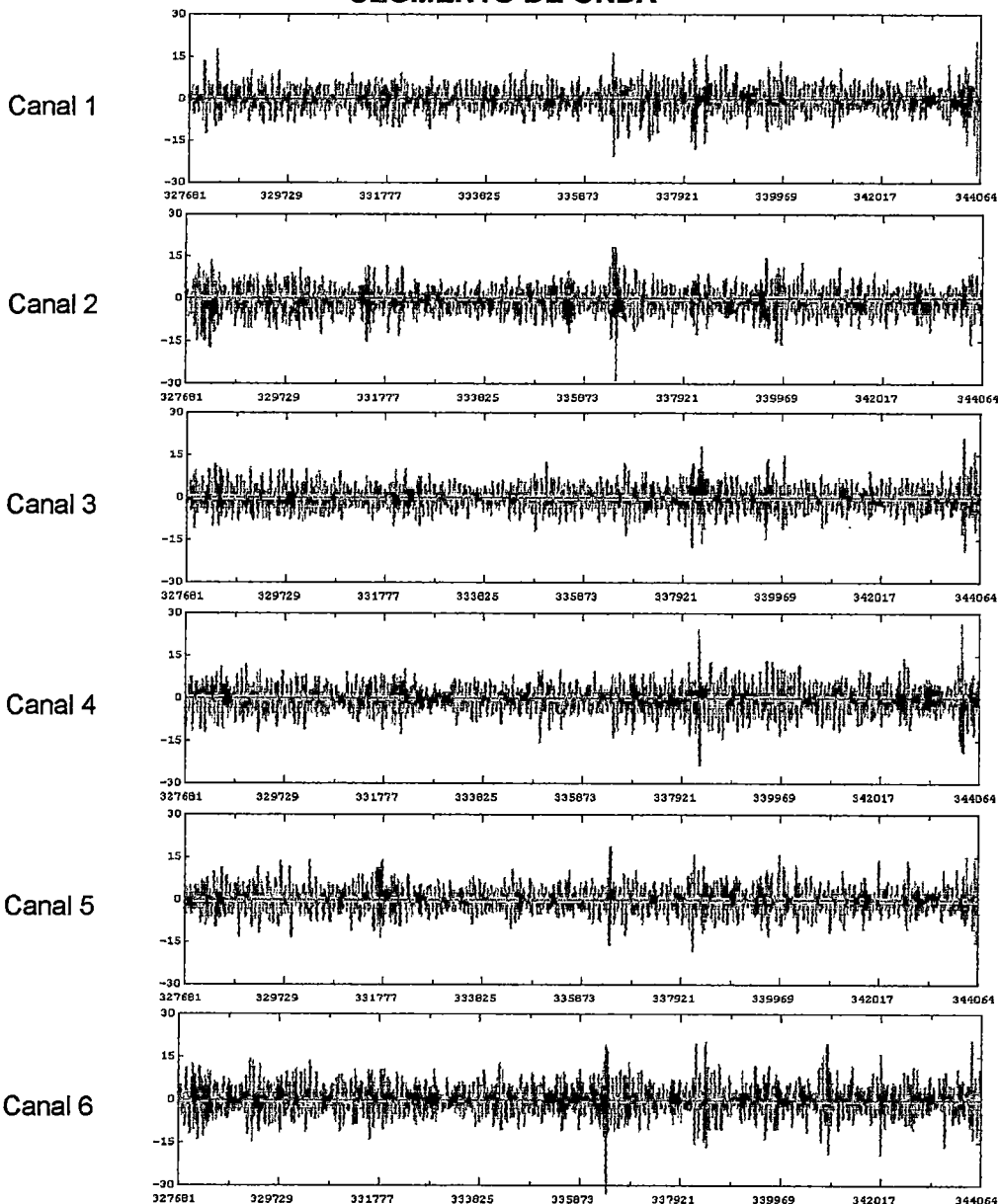


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-01
GEOMETRÍA : CIRCULAR DE RADIO PROMEDIO 40 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 40.78" S
LONGITUD : 76° 55' 2.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

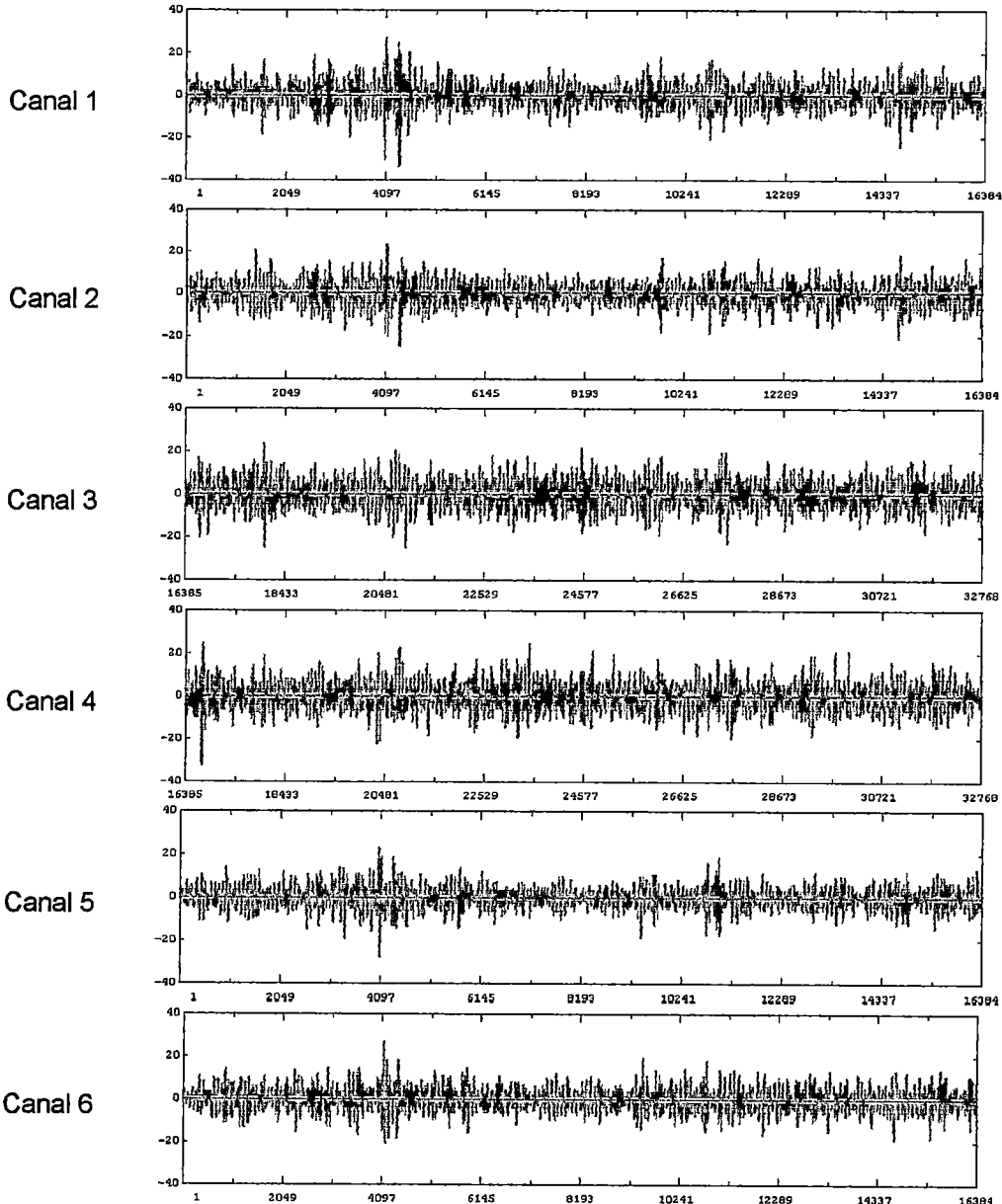


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-01
GEOMETRÍA : CIRCULAR DE RADIO 18 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 40.78" S
LONGITUD : 76° 55' 2.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

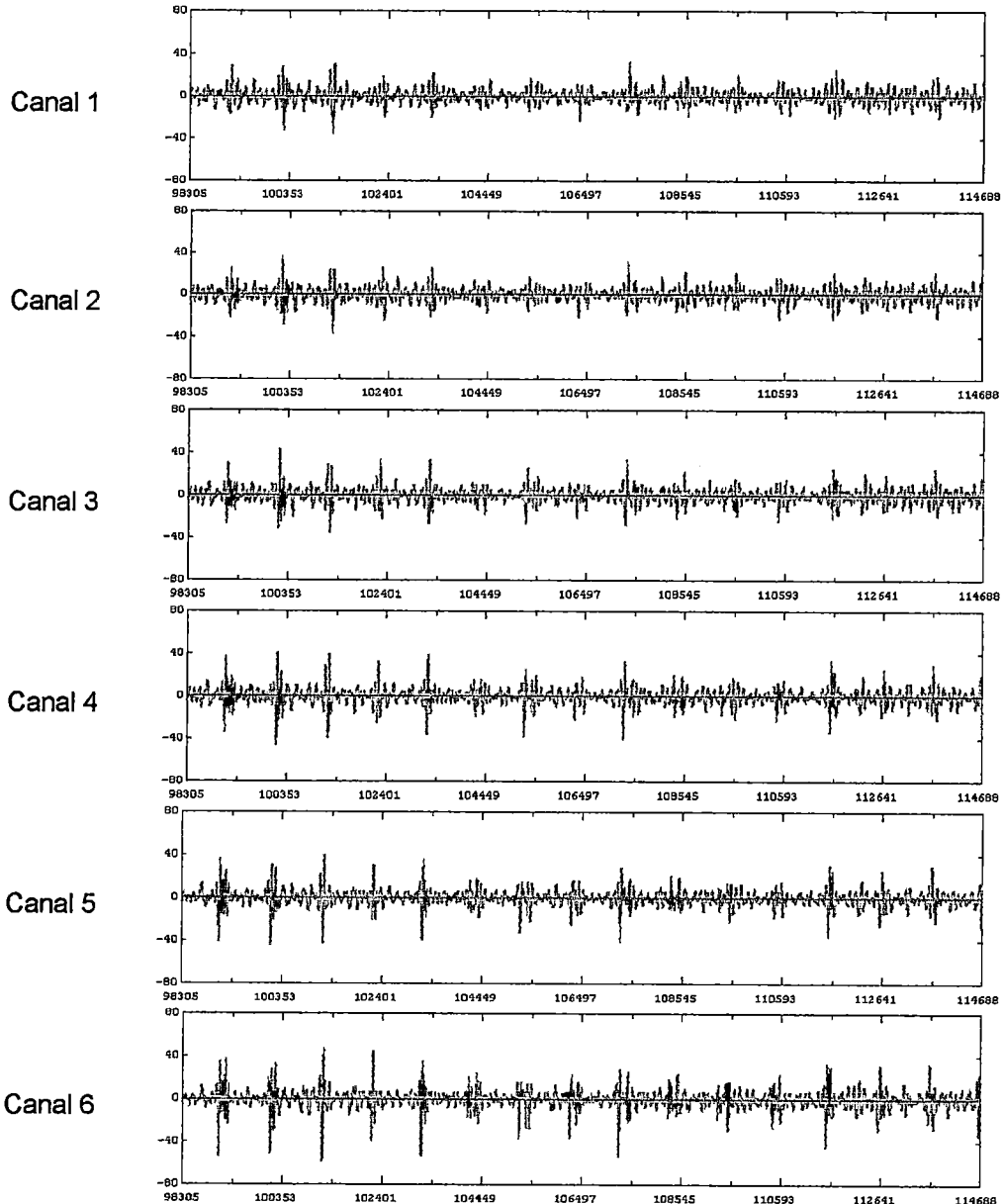


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-01
GEOMETRÍA : CIRCULAR DE RADIO 10 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 40.78" S
LONGITUD : 76° 55' 2.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

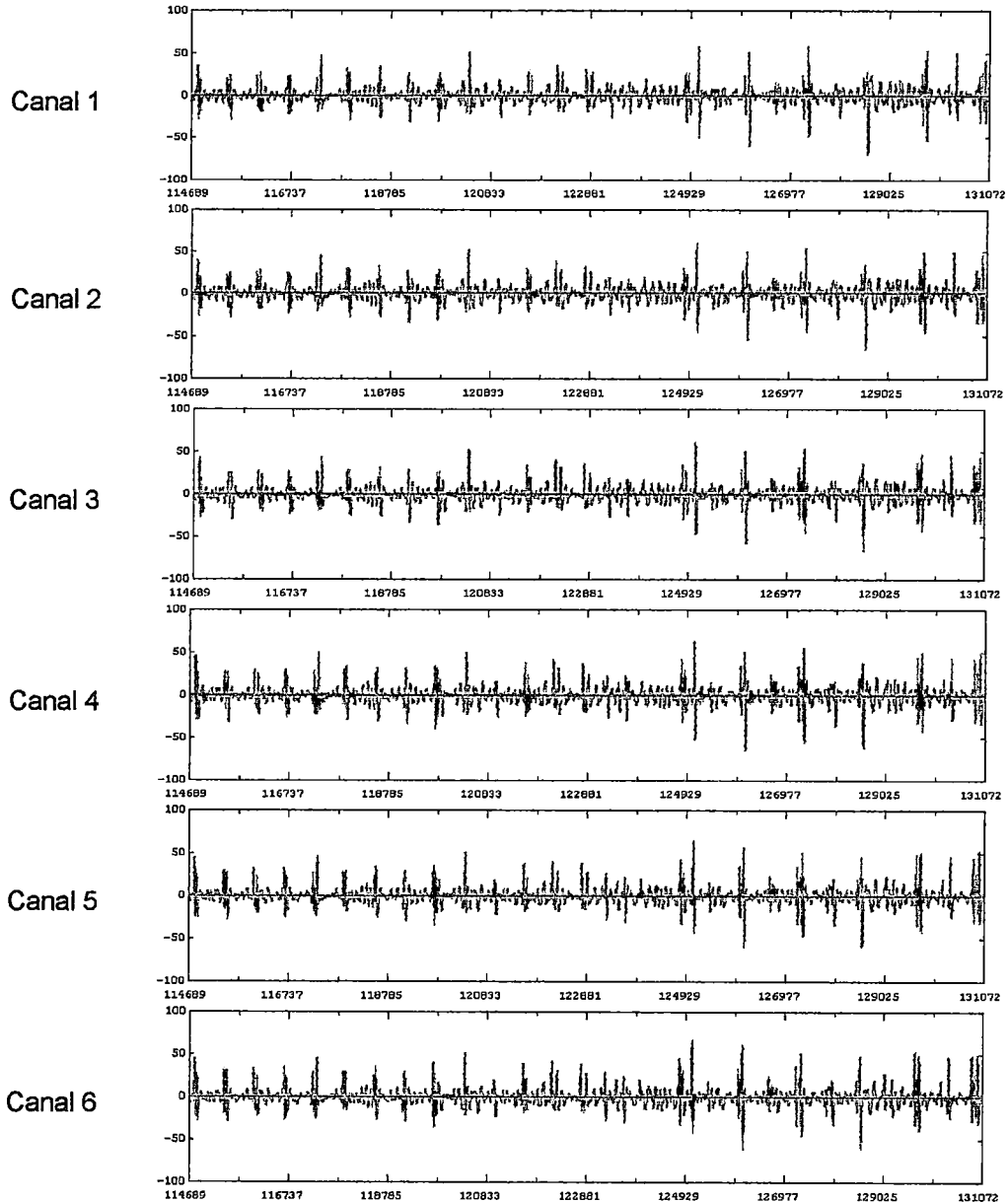


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-01
GEOMETRÍA : LINEAL CON SEPARACION DE 2 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 40.78" S
LONGITUD : 76° 55' 2.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

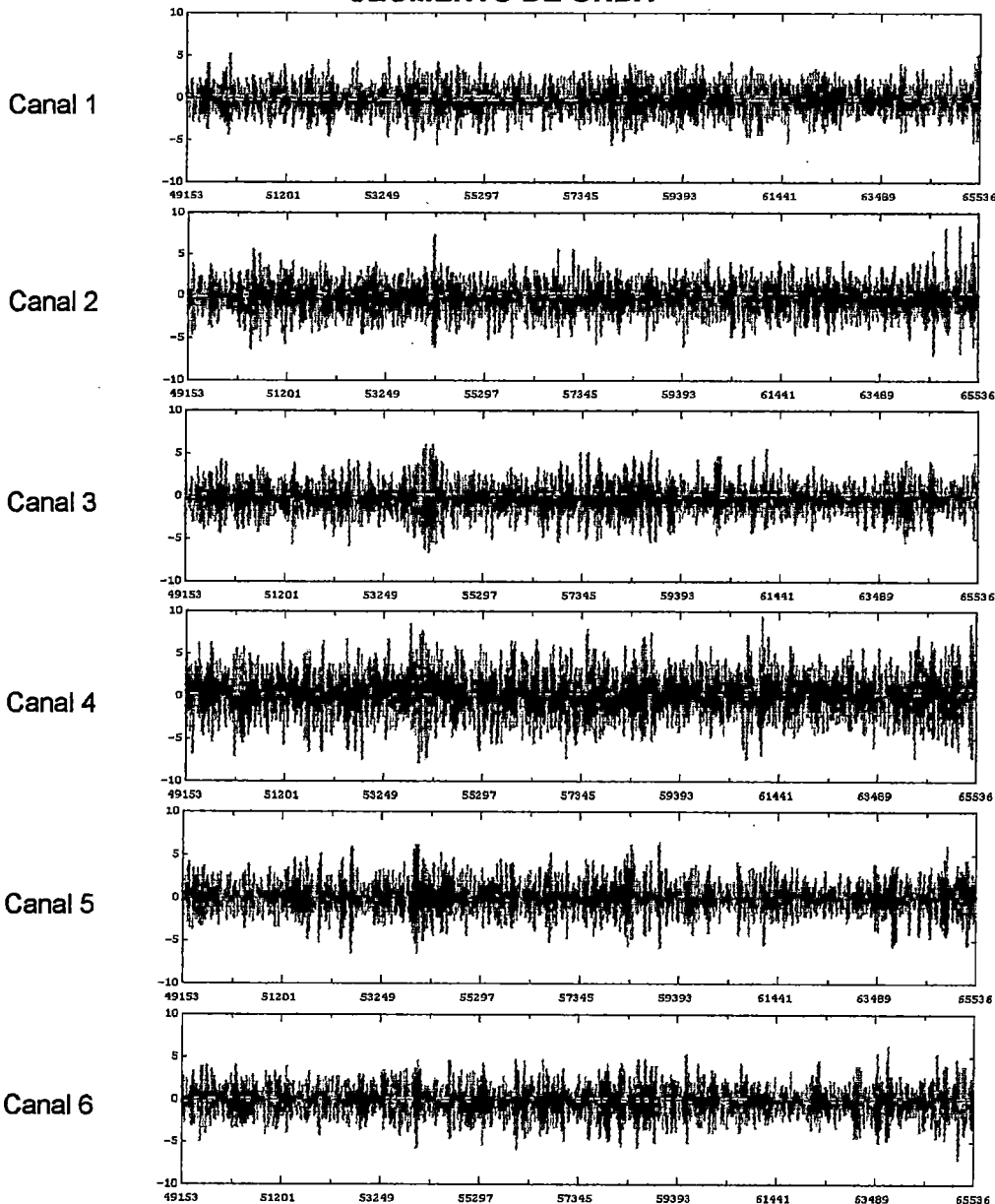


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-01
GEOMETRÍA : LINEAL CON SEPARACION DE 0.50 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 40.78" S
LONGITUD : 76° 55' 2.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA

LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA

ARREGLO : A-02

GEOMETRÍA : CIRCULAR DE RADIO 45 METROS

FECHA : SETIEMBRE, 2010

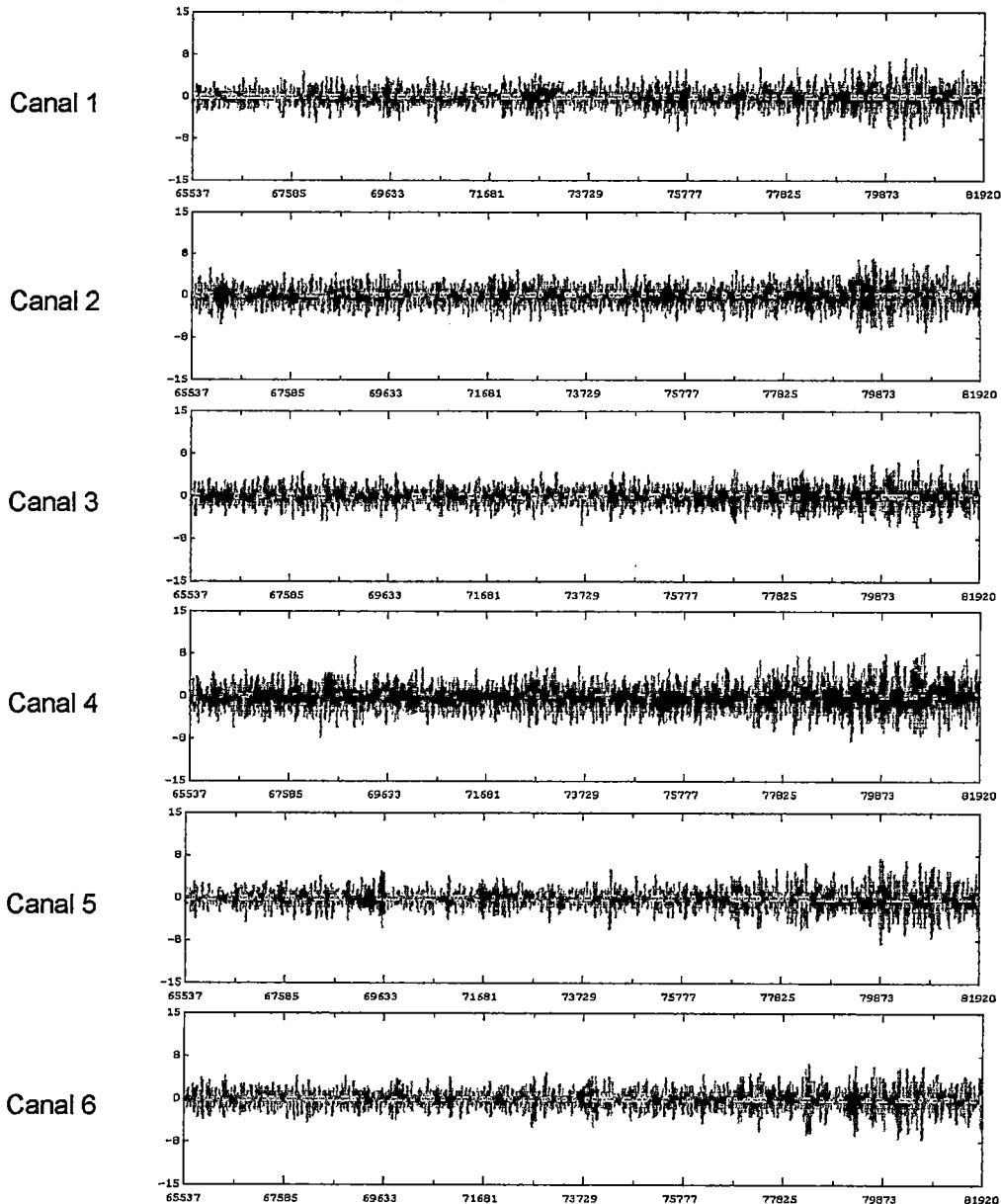
LATITUD : 12° 4' 55.40" S

LONGITUD : 76° 56' 20.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

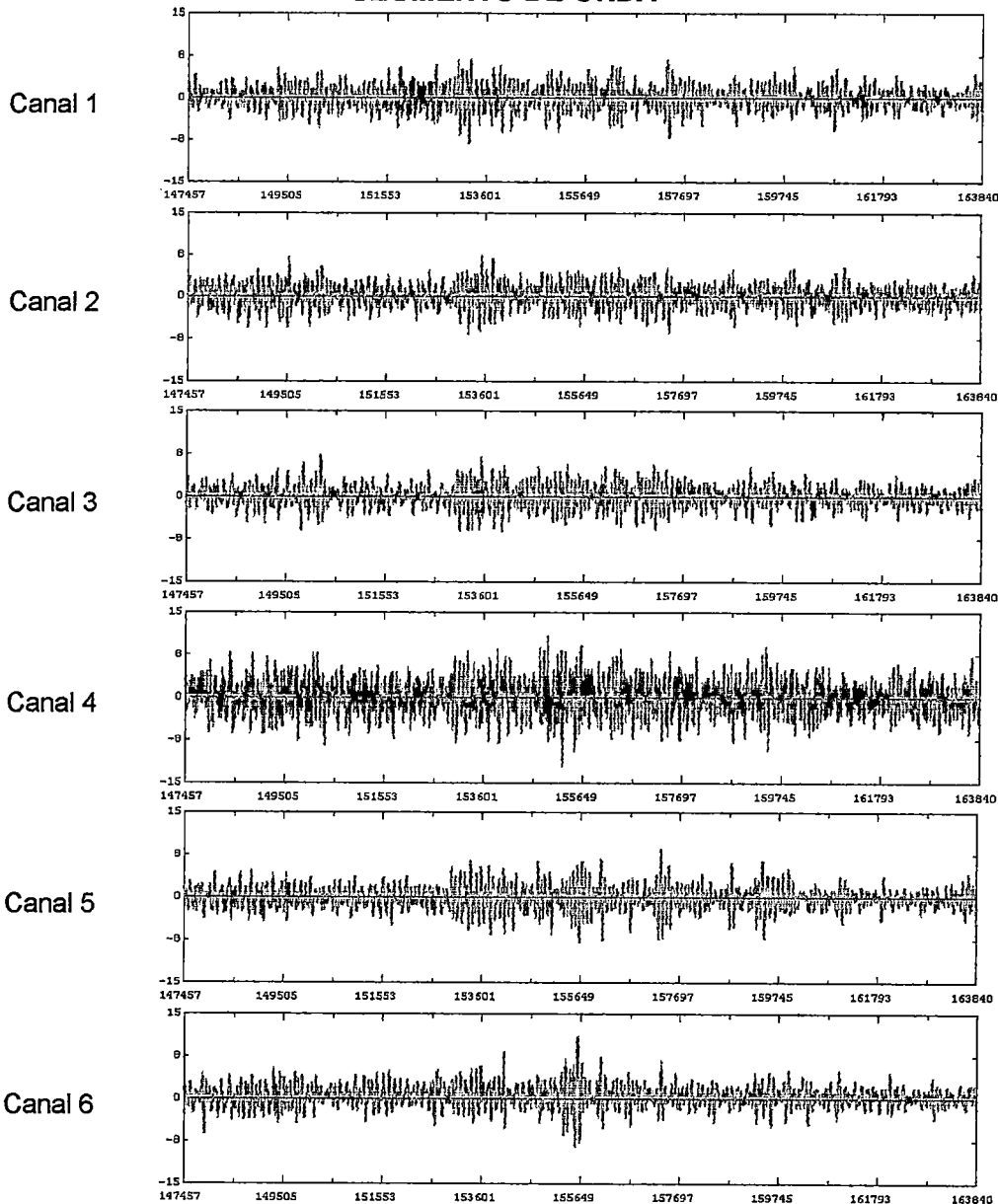


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-02
GEOMETRÍA : CIRCULAR DE RADIO 20 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 55.40" S
LONGITUD : 76° 56' 20.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

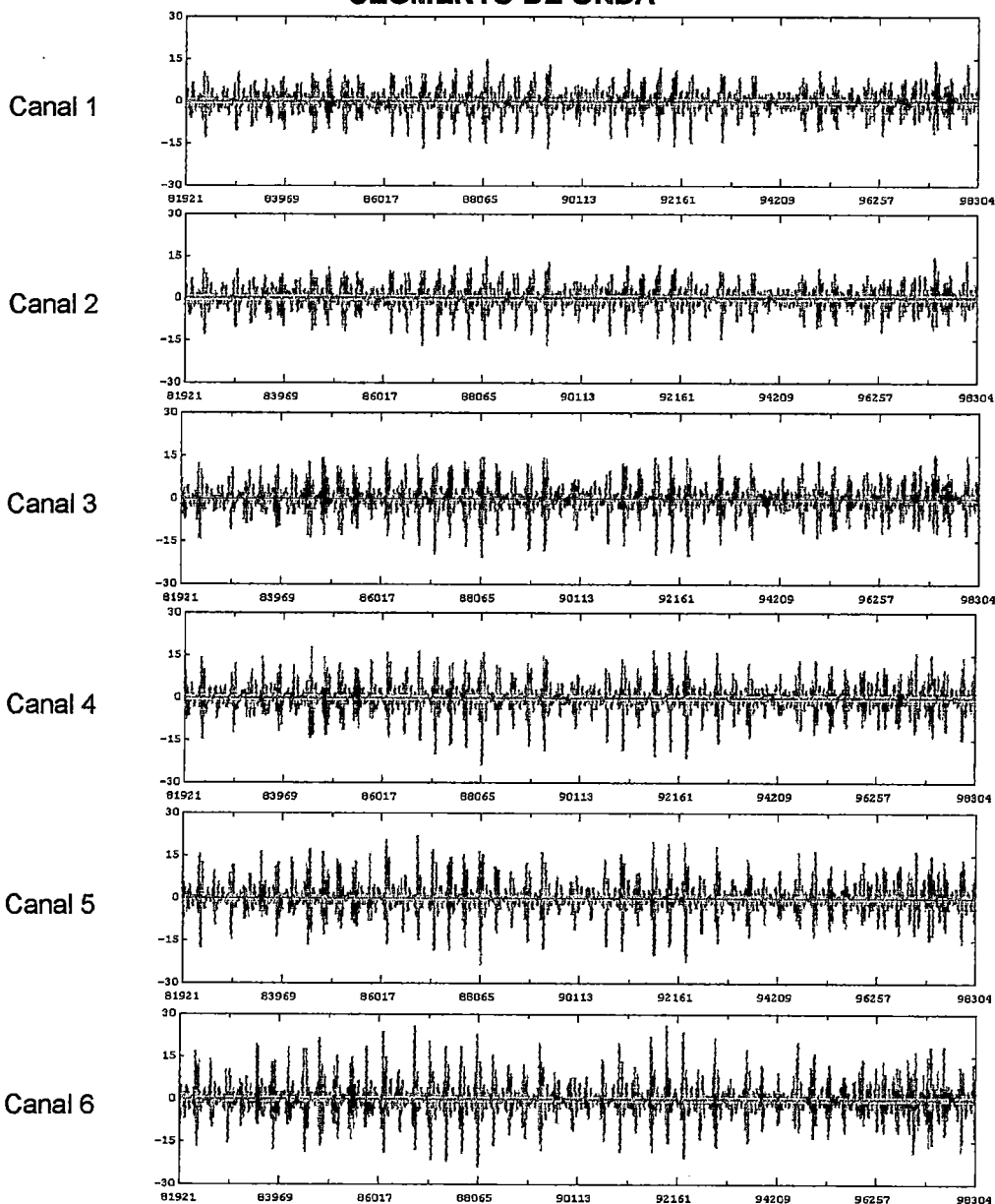


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-02
GEOMETRÍA : CIRCULAR DE RADIO 10 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 55.40" S
LONGITUD : 76° 56' 20.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA

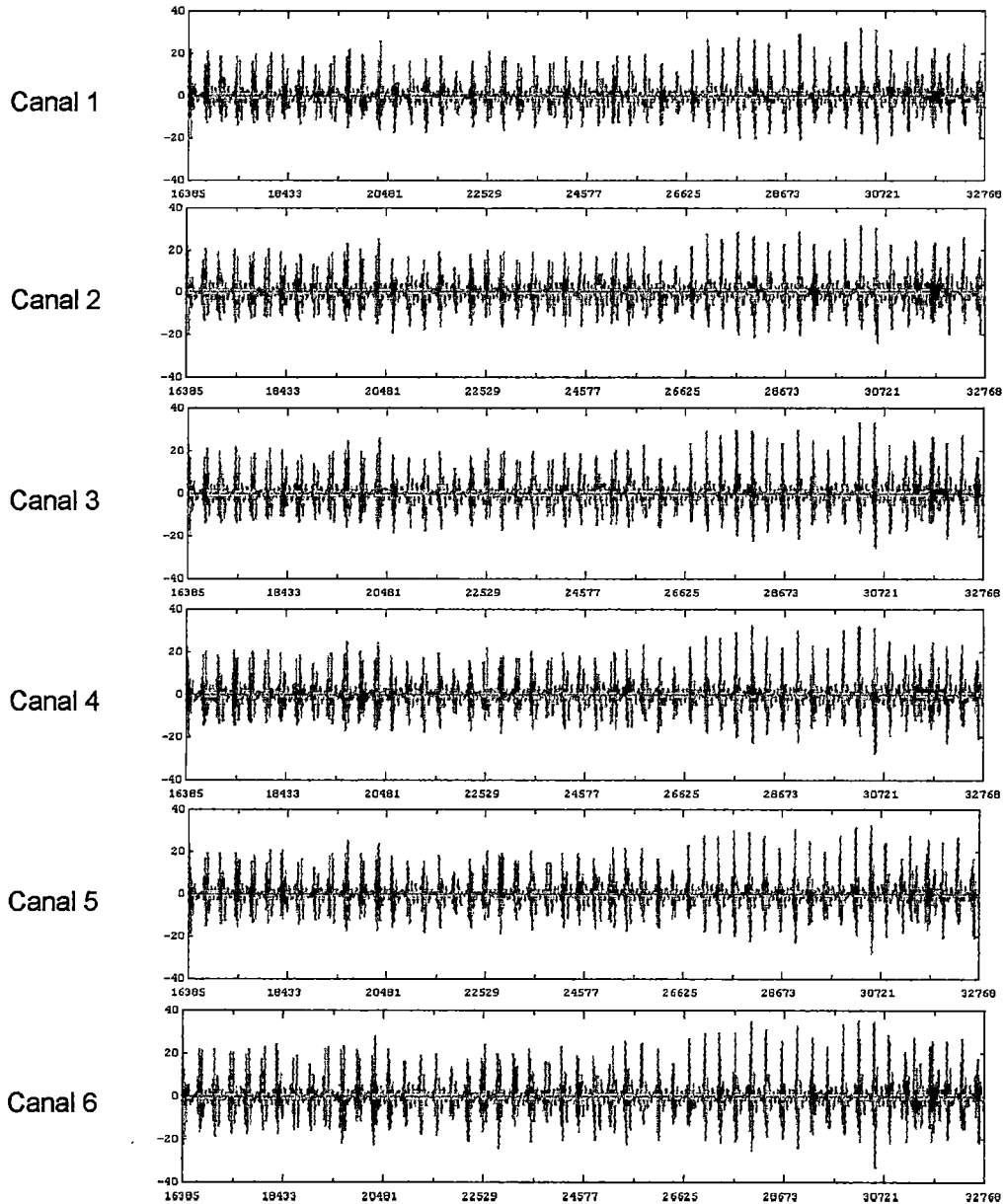


PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-02
GEOMETRÍA : LINEAL CON SEPARACION DE 2 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 55.40" S
LONGITUD : 76° 56' 20.21" O



REGISTROS DE ONDAS DE MICROTREMORES

SEGMENTO DE ONDA



PROYECTO : MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA SÍSMICA DEL
DISTRITO DE LA MOLINA
LUGAR : DISTRITO DE LA MOLINA
ARREGLO : A-02
GEOMETRÍA : LINEAL CON SEPARACION DE 0.50 METROS
FECHA : SETIEMBRE, 2010
LATITUD : 12° 4' 55.40" S
LONGITUD : 76° 56' 20.21" O

**ANEXO XI:
PANEL FOTOGRÁFICO**



EJECUCIÓN DE CALICATAS

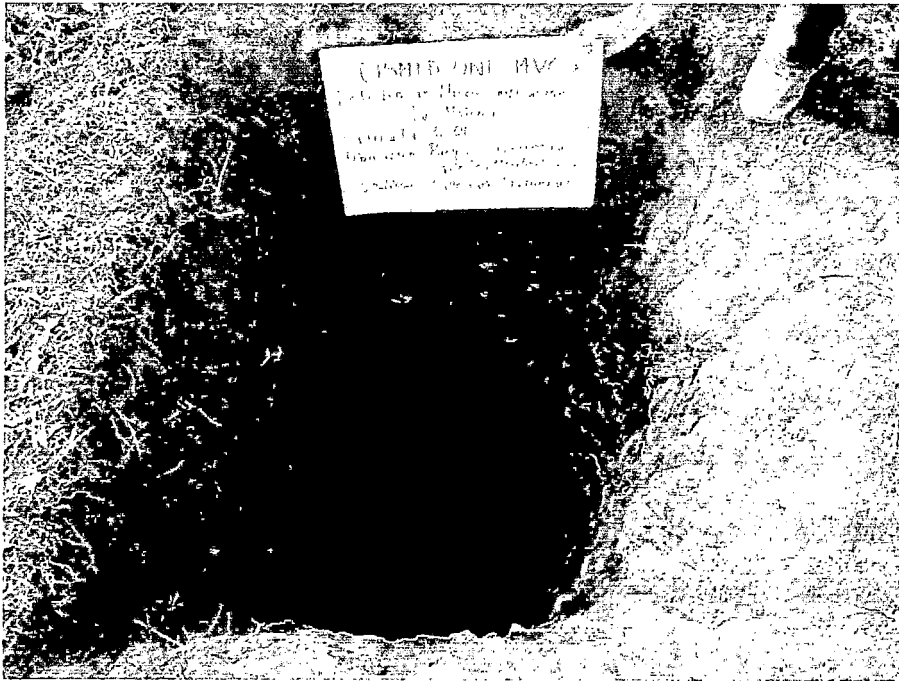


Foto 01. Ejecución de calicata C-1.

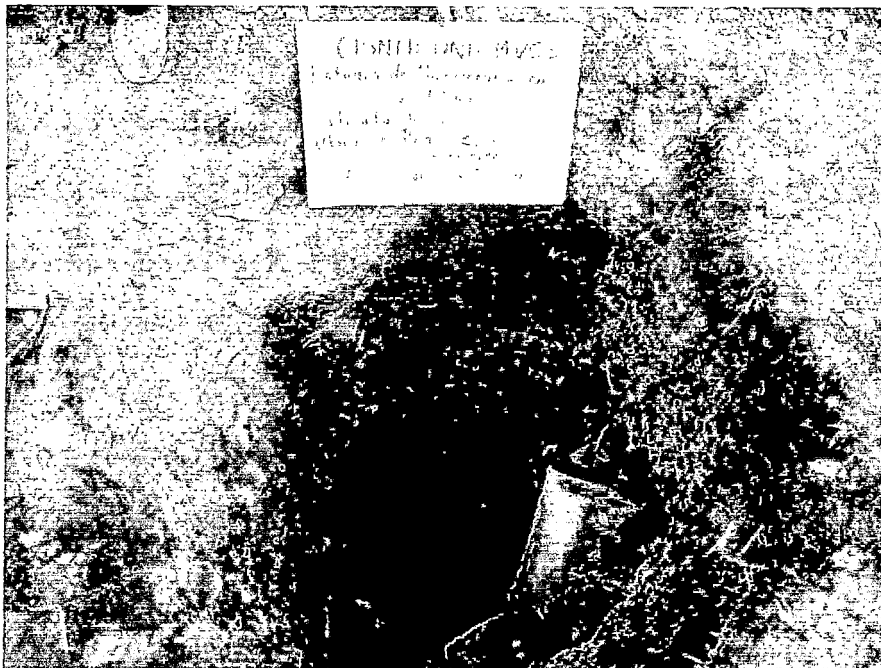


Foto 02. Ejecución de calicata C-2.



Foto 03. Ejecución de calicata C-6.

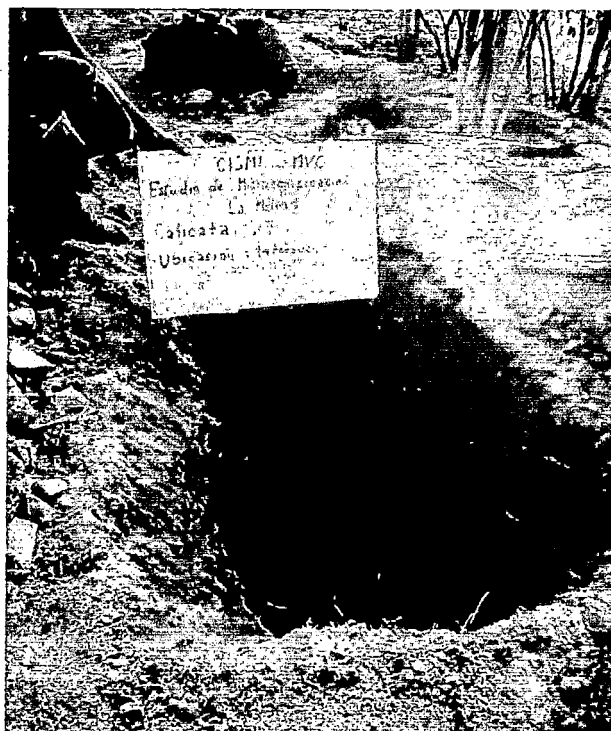





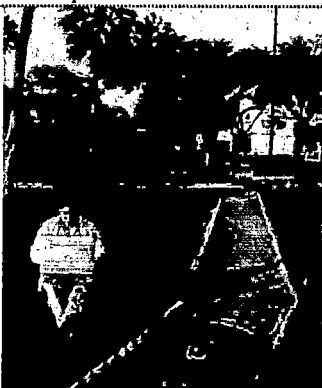


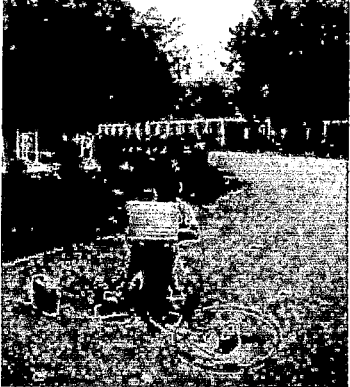
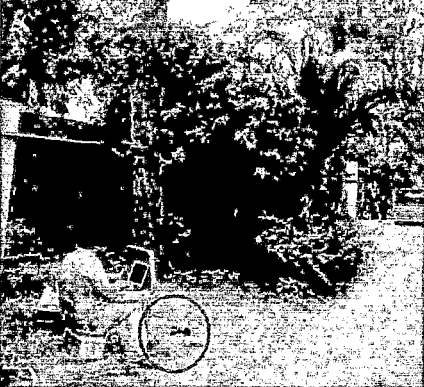

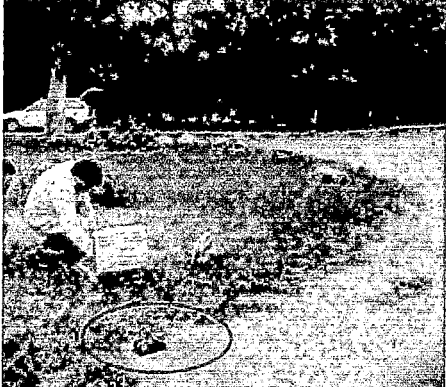


Foto 04. Ejecución de calicata C-7.



EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE MICROTREPIDACIONES (CISMID, 2011)

PUNTO	01	PUNTO	02
			
Ubicación	Parque Melvin Jones (ca. Los Datilares y ca. Guindones)	Ubicación	Parque en jr. Arcos de la Frontera y ca. Jacaranda
PUNTO	03	PUNTO	04
			
Ubicación	Estacionamiento en ca. Toulon y ca. Antibes	Ubicación	Parque en ca. Santa Maria y ca. Colón
PUNTO	05	PUNTO	06
			
Ubicación	Parque "Perú-Tailandia" ca. Las Begonias y ca. Los Sauces	Ubicación	Parque ca. Los Eugonimos y jr. Los Cedros



PUNTO 09		PUNTO 10	
Ubicación	Ca. Caballerizas (interior de Centro de equitación del Ejército)	Ubicación	Ca. Bayona 241 (ref. intersección ca. La Coruña)
PUNTO 13		PUNTO 14	
Ubicación	Isla en ca. Las Compuertas, urb. La Planicie	Ubicación	Ovalo en ca. La Meseta, urb. La Planicie
PUNTO 15		PUNTO 16	
Ubicación	Parque en av. Del Parque y ca. Alameda de la Planicie	Ubicación	Ca. Lido



EJECUCIÓN DE ENSAYOS MASW



Foto 01. MASW-02, ubicado en el parque Los Educadores, altura de las cuadras 1 y 2 de la calle Salazar Bondy. Se observa el tendido de cables y geófonos para el registro de ondas.



Foto 02. MASW-04, ubicado en la Av. La Planicie. Se observa al personal del CISMID realizando los trabajos de instalación del equipo.



Foto 03. MASW-06, ubicado en la Av. del Parque. Se observa instalado el equipo de adquisición de datos, el tendido de los cables y geófonos y el impacto del martillo para la generación de las ondas.



Foto 04. MASW-11, ubicado en la avenida Prado Ugarteche. Se observa instalado el equipo de adquisición de datos y el tendido de los cables y geófonos para el registro de ondas.



Foto 05. MASW-13, ubicado en jirón Las Morenas. Se observa instalado el equipo de adquisición de datos y el tendido de los cables para el registro de ondas.



Foto 06. MASW-14, ubicado en la avenida Los Capulíes. Se observa instalado el equipo de adquisición de datos y el tendido de los cables para el registro de ondas.



Foto 07. MASW-15, ubicado en el jirón Los Ficus. Se observa el tendido de los cables para el registro de ondas.



Foto 08. MASW-16, ubicado en la avenida Prado Ugarteche. Se observa el tendido de los cables y geófonos para el registro de ondas.



Foto 09. MASW-17, ubicado en La Calle Madrid. Se observa el procedimiento de impacto del martillo sobre el plato metálico apoyado en la superficie para generar las ondas.

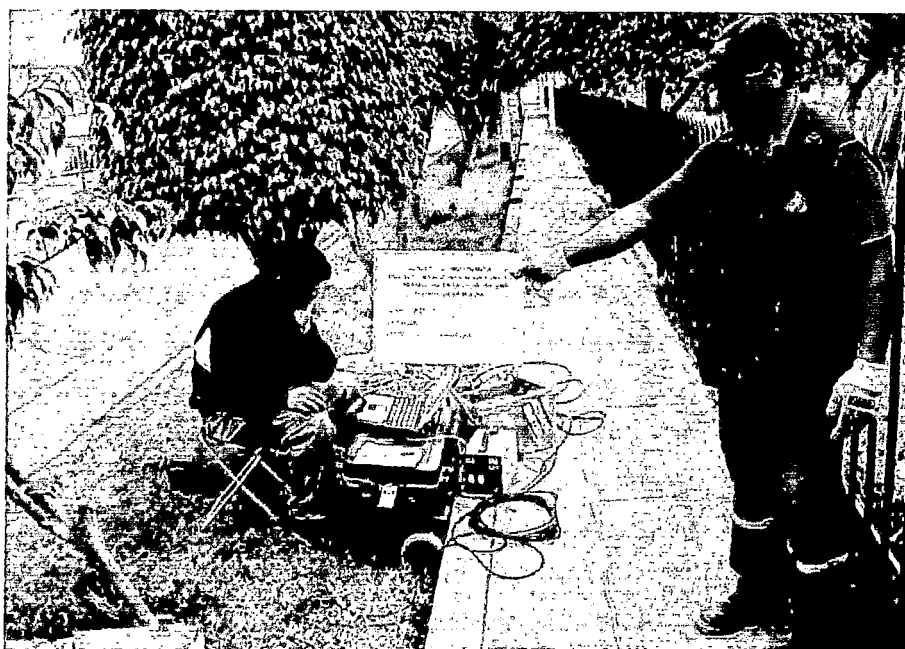


Foto 10. MASW-18, ubicado en la avenida Inquisidor. Se observa instalado el equipo de adquisición de datos y el tendido de los cables para el registro de ondas.



EJECUCIÓN DE ARREGLOS DE MICROTREPIDACIONES



Foto 01. Arreglo A-02, ubicado en la Estación Meteorológica de Universidad Nacional Agraria La Molina. Se observa el replanteo para un arreglo lineal.

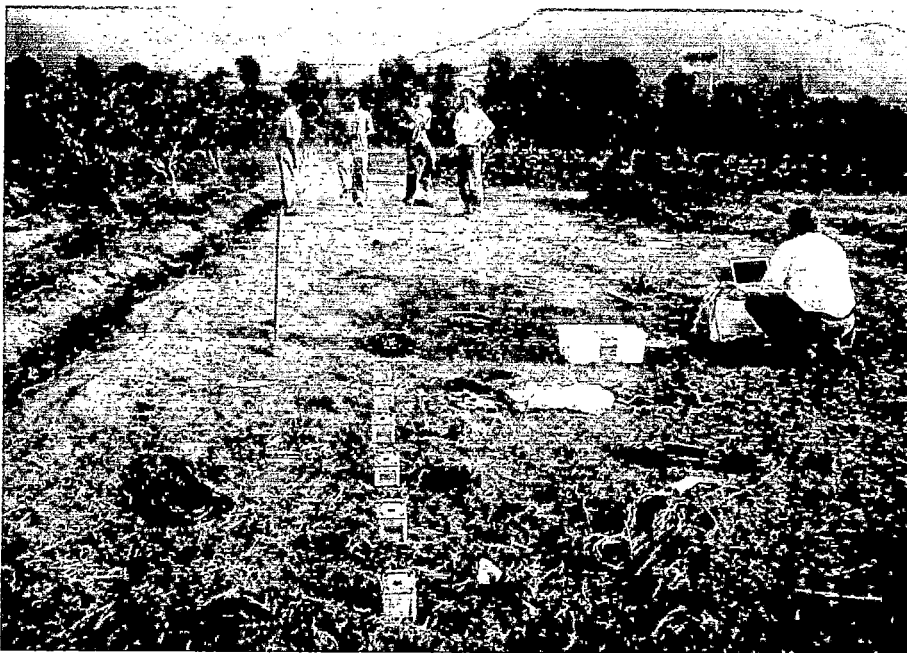


Foto 02. Arreglo A-02, ubicado en la Estación Meteorológica de Universidad Nacional Agraria La Molina. Se observa la ejecución del ensayo.