



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Vivienda y Urbanismo

Programa Nuestras
Ciudades



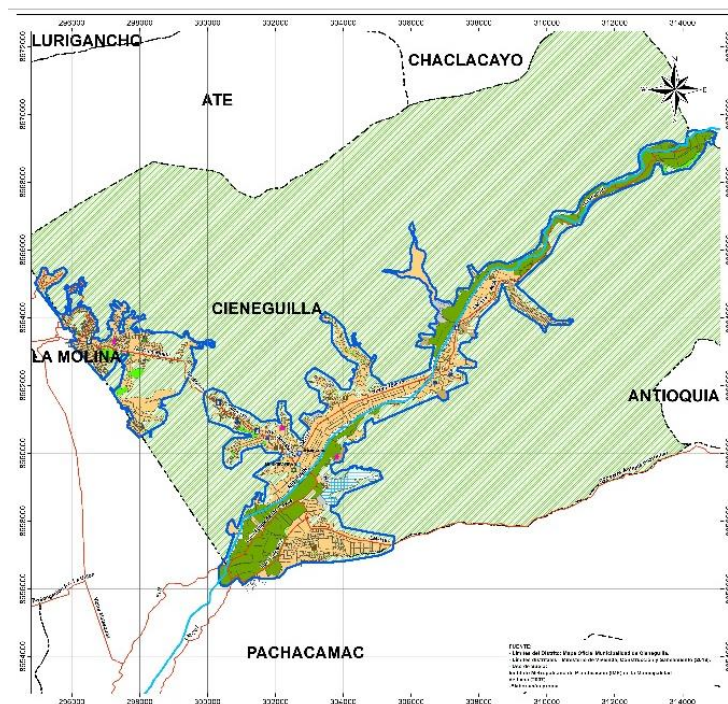
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



**CONVENIO DE COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL
MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO Y LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL
ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y ANÁLISIS DE RIESGO EN
LA ZONA UBICADA EN EL ÁREA URBANA DE LA MUNICIPALIDAD
DISTRITAL DE CIENEGUILLA (PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA)**

**PRODUCTO 02
ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y ANÁLISIS DE RIESGO
EN LA ZONA DE ESTUDIO UBICADA EN EL
DISTRITO DE CIENEGUILLA**

**TOMO I
RESUMEN EJECUTIVO**



LIMA – DICIEMBRE 2019



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Vivienda y Urbanismo

Programa Nuestras
Ciudades



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



ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y ANÁLISIS DE RIESGO EN LA ZONA DE ESTUDIO UBICADA EN EL DISTRITO DE CIENEGUILLA PRODUCTO 02 - TOMO I

RESUMEN EJECUTIVO

1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

Con fecha 04 de noviembre de 2019, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y la Universidad Nacional de Ingeniería, suscribieron un Convenio de Colaboración Interinstitucional, con la finalidad de iniciar los **Estudios de Microzonificación Sísmica y Análisis de Riesgo en la zona de Estudio ubicado en el Área Urbana de la Municipalidad Distrital de Cieneguilla (Lima).**

La ejecución de estos estudios es de responsabilidad del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres – CISMID de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El presente informe presenta un resumen de los principales resultados obtenido para la zona de estudio en el Distrito de Cieneguilla (Provincia y departamento de Lima).

El distrito de Cieneguilla se ubica al este de la Ciudad de Lima, limita por el norte con los distritos de Ate y Chaclacayo, por el oeste y sur con el distrito de Pachacámac y por el este con la provincia de Huarochirí. El área de estudio para este distrito es de 3897.86 Ha y se encuentra definido en el Mapa I-1 del presente Tomo I, el cual fue elaborado a partir de la información adquirida de Uso de Suelo: Municipalidad Metropolitana de Lima, Instituto Metropolitano de Planificación (IMP), Reajuste integral de la zonificación de los usos del suelo de Lima Metropolitana, Plano de Zonificación del distrito de Cieneguilla (Marzo, 2007). Así mismo del Límites del Distrito: Mapa Oficial de la Municipalidad de Cieneguilla.

El objetivo principal del estudio es el desarrollo de Mapas de Microzonificación Geotécnica, Peligros Naturales, Isoperiodos, Microzonificación Sísmica, Vulnerabilidad de Edificaciones y Riesgo Sísmico de la zona de estudio ubicado en el distrito de Cieneguilla. Los mapas y características del distrito de Cieneguilla son resultados de análisis de la sismicidad de la zona, condiciones geotécnicas, caracterización geológica, determinación de las características físicas y demandas en las edificaciones y finalmente la evaluación del riesgo sísmico, que integra la vulnerabilidad y la amenaza sísmica de la zona. Asimismo, se realiza una evaluación preliminar de la vulnerabilidad de las redes de distribución de agua.

Para ello fue necesario desarrollar como objetivos complementarios lo siguiente:



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Vivienda y Urbanismo

Programa Nuestras
Ciudades



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



- Elaborar el estudio de microzonificación sísmica basado en el Peligro Sísmico, la Geotecnia, la Geofísica y la Dinámica de los Suelos en el área de estudio.
- Realizar la evaluación de eventos naturales que apliquen para el ámbito de estudio y representarlos en un mapa de peligros naturales.
- Determinar el grado de vulnerabilidad en áreas de ocupación urbana, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros.
- Análisis del riesgo sísmico en la zona de estudio.
- Análisis de riesgo sísmico de las redes de distribución de agua, en los lugares donde la disponibilidad de datos lo permita.
- Elaboración de bases de datos geoespaciales para la sistematización de la información adquirida y generada.

La estrategia de trabajo fue considerar la organización de cuatro grupos, los mismos que trabajaron en forma paralela, de manera que se llegue al desarrollo del proyecto a tiempo, cumpliendo el cronograma programado. Las labores específicas de cada grupo fue el siguiente:

- Grupo 1: Este grupo desarrolló los trabajos de verificación de la topografía, exploración geotécnica, geofísica y dinámica de suelos. En gabinete este grupo generó el estudio de Peligro Sísmico y generación de mapas de isoperiodos, microzonificación geotécnica y sísmica entre otros.
- Grupo 2: Este grupo se encargó de los trabajos de exploración geológica para la identificación de los peligros naturales para el ámbito de estudio y de su representación en el mapa de peligros naturales.
- Grupo 3: Este grupo se encargó del trabajo de campo en las zonas urbanas del ámbito del estudio, donde se levantó información de campo para estimar el grado de vulnerabilidad en áreas de ocupación urbana, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros. Asimismo, evalúa la respuesta de la edificación a la aceleración máxima inducida por el sismo en base a los parámetros de verificación estructural. Utilizando la microzonificación producida por el Grupo 1, genera el estudio del riesgo sísmico de las zonas urbanas involucradas en el estudio. Este análisis se realizó de manera muestral, considerando, en la manzana de análisis, la vivienda o edificación representativa. Finalmente el producto de evaluación del riesgo fue interpolado espacialmente para cubrir toda el área del distrito.
- Grupo 4: Este grupo analizó el riesgo de las redes de distribución de agua, integrando la información del catastro de tuberías con los resultados del estudio de microzonificación para calcular el probable daño en las tuberías de la red de distribución de agua del área de estudio.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Vivienda y Urbanismo

Programa Nuestras
Ciudades



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



Los cuatro grupos trabajaron de manera coordinada intercambiando información con el único objetivo de generar un producto de calidad.

El informe final del presente estudio es presentado en tres tomos, el Tomo I corresponde a un Resumen Ejecutivo del estudio, el Tomo II corresponde a los estudios para el Diagnóstico del Riesgo y el Tomo III corresponde el procesamiento de la información para la Estimación del Riesgo. A continuación se presenta la descripción de los principales Mapas obtenidos para la zona de estudio del Distrito de Cieneguilla.

2. DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE PELIGRO DE ORIGEN NATURAL

En la naturaleza, existen peligros naturales, entre ellos tenemos a los Peligros Geológicos, que involucra aquellos elementos del medio ambiente físico, o del entorno físico, perjudicial al hombre y causado por fuerzas ajenas a él (Burton 1978).

Es importante entender que la intervención humana puede aumentar la frecuencia y severidad de los peligros naturales. También, puede generar peligros donde no existían antes. Además, las medidas de control pueden causar o agravar los efectos destructivos de los fenómenos naturales, también pueden reducirlos o eliminarlos (OEA, 1993).

Más específicamente en el componente geológico del presente estudio, los peligros naturales son utilizados en referencia a los peligros geológicos, geológico-geotécnico, geológico-climáticos que, por razón del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos y a sus actividades.

Los peligros geológicos que se deben tener en cuenta, pueden producirse más que nada como consecuencia de lluvias extraordinarias, estas producirían inundaciones, al estar las quebradas tapadas por material eólico, además de producir huaycos.

También hay que tomar en cuenta la movilidad de los médanos. Los vientos traen arenas levantadas del litoral y constantemente las están depositando en el área.

En el estudio, están considerados los elementos que se deben a las fuerzas naturales internas (sismicidad) y los que se pueden generar a partir de estos, como: tsunamis, deslizamiento, desprendimientos, hundimientos, etc.

Peligros Geológicos

Geodinámica Externa

Pueden ser derrumbes, caídas de rocas y flujos de detritos (huaycos, flujos de lodo, avalanchas de rocas o detritos), reptación de laderas.

El área de estudio ha sufrido fenómenos de geodinámica externa, más que nada por caída de rocas, huaycos, erosión de riberas, deslizamientos de derrubios.

Geodinámica Interna

**PERÚ**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Vivienda y UrbanismoPrograma Nuestras
CiudadesUNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

Los procesos de geodinámica interna, está referida a la actividad sísmica y actividad volcánica. En nuestra Patria, el mayor peligro geológico relacionado a la geodinámica interna es la actividad sísmica.

Mapa de Peligros Geológicos

Las geoformas existentes en las áreas estudiadas del distrito de Cieneguilla, lo conforman un valle donde discurre el río Lurín, y afloramientos rocosos, que conforman lomadas y cerros. Las rocas están compuestas por afloramientos de rocas ígneas intrusivas, y rocas sedimentarias, estas últimas mayormente de composición calcárea.

Los procesos de geodinámica externa, están relacionadas a acción de las precipitaciones pluviales extraordinarias, que pueden producir flujos de lodo y rocas, deslizamientos, aumento de las aguas del río Lurín y quebradas, produciendo huaycos, inundaciones y erosión de riberas. Se debe considerar que el urbanismo en los últimos años, ha trastocado los relieves naturales, pudiendo en cierta forma afectar el equilibrio natural de las geoformas, como es el caso que al haber sido ocupadas por viviendas algunas laderas y en los terrenos planos aledaños al valle del río Lurín, ha desestabilizado el equilibrio de las laderas, pudiéndose producir deslizamientos.

Los peligros geológicos en el distrito de Cieneguilla, se han determinado a base de las características geomorfológicas, litológicas, procesos geodinámicos y geotécnicos. Se ha elaborado un mapa de peligros geológicos, relacionados a los procesos de geodinámica externa, donde se representa la dispersión areal de las diferentes intensidades de los peligros, asimismo la extensión y el porcentaje de área que ocupan.

La delimitación de áreas por nivel de peligro geológico del distrito de Cieneguilla se encuentra en el Mapa II-5 Peligro de Origen Natural (Origen Geológico) del Informe del Tomo II. El rango de peligrosidad geológica, va desde alto, medio y bajo.

A continuación, se describe las tres zonas de zonificación por peligro geológico

Peligro alto

Se considera como Peligro Geológico Alto, al cauce del río Lurín y a las quebradas Tinajas, Cieneguilla, Tambo Viejo, Molle, Huaycán, Río Seco, San Benito, San José, Antivales, Anchucaya y Huayabal. La peligrosidad, está relacionada por efecto de fuertes lluvias extraordinarias, que pueden producirse (Fenómeno del Niño).

El colector hídrico principal, es el río Lurín, este tiene un recorrido de Noreste a Suroeste, que desemboca en el Océano Pacífico; en años normales, no trae mucha agua, además con el aumento de necesidades de agua, debido al regadío de campos de cultivo y uso de agua para la población creciente, se aprecia fuerte baja del caudal del río, estando en ciertas épocas su cauce seco.

Pero cuando se producen lluvias extraordinarias, en las estribaciones de la Cordillera Occidental, se producen desbordamientos de las aguas del río y de las quebradas, que

**PERÚ**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Vivienda y UrbanismoPrograma Nuestras
CiudadesUNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

inundan los terrenos planos, produciéndose también huaycos de diversas magnitudes, e incremento de la erosión de las riberas del río.

Se debe tener en cuenta esta peligrosidad de rango alto, debido a que las área que puede afectar, se van a seguir urbanizando y también se van realizar obras civiles importantes, relacionadas al turismo.

Peligro Medio

Geomorfológicamente, el distrito de Cieneguilla, está atravesado por el río Lurín; en ambas márgenes del río, se observan cerros de diferente altimetría, encontrándose los cerros más elevados al Noreste del distrito. Las cumbres de estos cerros sirven como límite distrital con los distritos de Ate, Chaclacayo, Villa María del Triunfo y Pachacamác. La roca que conforma estos cerros, son intrusivas del tipo granodiorita, existiendo también rocas volcánicas y sedimentarias; las laderas de estos cerros, son de moderada a fuerte pendiente. Estas laderas mayormente se encuentran tapizadas de arenas eólicas, pero de menor espesor que en las llanuras, encontrándose la roca a poca profundidad de estas arenas.

En las laderas existen muchísimas quebradas y cárcavas de diferentes extensiones y profundidades, estas han sido labradas por erosión de las aguas de las lluvias. Las rocas se encuentran afectadas por intemperismo supérgeno, también por esfuerzo tectónicos, que han fracturado intensamente a estas rocas. Como consecuencia, las rocas se encuentran disgregadas en bloque de rocas sueltas, de tamaños heterométricos.

Las áreas que involucran el peligro medio, se ubican en las partes bajas de estas quebradas; que debido a lluvias extraordinarias o de sismos intensos, por los cauces de ellas, pueden discurrir huaycos, o caer bloques de rocas o de derrubios. También por las laderas alledañas a estas quebradas, debido al intenso fracturamiento de las rocas, los materiales sueltos pueden producir deslizamientos.

Se debe tener en cuenta que ya se están construyendo viviendas en algunas de estas quebradas, que por lo expuesto, podrían ser afectados por estos peligros geológicos.

Peligro Bajo

Las áreas consideradas con peligro geológico bajo en el distrito, están constituidos por las partes más elevadas de los cerros.

Las partes altas de las laderas de los cerros que van hasta sus cumbres, presentan pendientes fuertes, son el inicio de las cárcavas y quebradas existentes. Los afloramientos rocosos, aunque están tectonizados y en proceso de disgregación, se presentan estables.

Estos terrenos, están actualmente libres de viviendas, y es poco probable que sean ocupados. Posiblemente en ellos se construyan obras civiles como torres de alta tensión para transmisión de electricidad, torres para transmisión de telefonía de diversas comunicaciones. No presentan mayor severidad de peligros geológicos, como inundaciones, deslizamientos grandes, huaycos u otros que puedan afectarlos.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Vivienda y Urbanismo

Programa Nuestras
Ciudades



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



3. DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE VULNERABILIDAD

El desarrollo del mapa de vulnerabilidad se basa en el análisis estructural simplificado en modelos equivalentes de las edificaciones representativas de cada una de las manzanas evaluadas. El método desarrollado en CISMID es una ampliación de la metodología propuesta por Miranda en el artículo “Approximate Lateral Deformation Demands in Multistory Buildings” del Journal of Structural Engineering, ASCE, 1999. El análisis propuesto por CISMID considera una aceleración obtenida en el estudio de microzonificación geotécnica sísmica y aplicada a todas las estructuras en estudio, simulando un solo tipo de suelo para que las condiciones de análisis sean las mismas para todas las edificaciones. Para el análisis se consideran como parámetros base, la demanda sísmica (aceleración de la base) material de edificación, número de pisos, sistema estructural y otros datos obtenidos del levantamiento de campo. Con los parámetros locales de suelo y los datos obtenidos en campo se desarrolla el análisis numérico de la estructura obteniendo las distorsiones de entrepiso, tal como se explica detalladamente en el Tomo III de este producto.

Posterior al análisis estructural bajo una demanda sísmica igual para todas las edificaciones, se clasifican éstas en tres niveles de vulnerabilidad: Nivel Bajo, edificaciones que resistirán un sismo severo, con daños menores, Nivel Medio, que son edificaciones en las cuales pueden producirse daños importantes, pero sin llegar al colapso y Nivel Alto, que son edificaciones con una alta probabilidad de falla, con graves daños y un probable colapso.

Con respecto a los resultados del estudio en el distrito de Cieneguilla, se tienen edificaciones con vulnerabilidades relativamente bajas que representan el 65.0% de la muestra concentrada en todo el distrito, así como vulnerabilidades medias, que representan el 0.9% de la muestra en zona oeste del distrito. Existe un 34.1% de edificaciones con vulnerabilidad alta disperso en la zona sur del distrito.

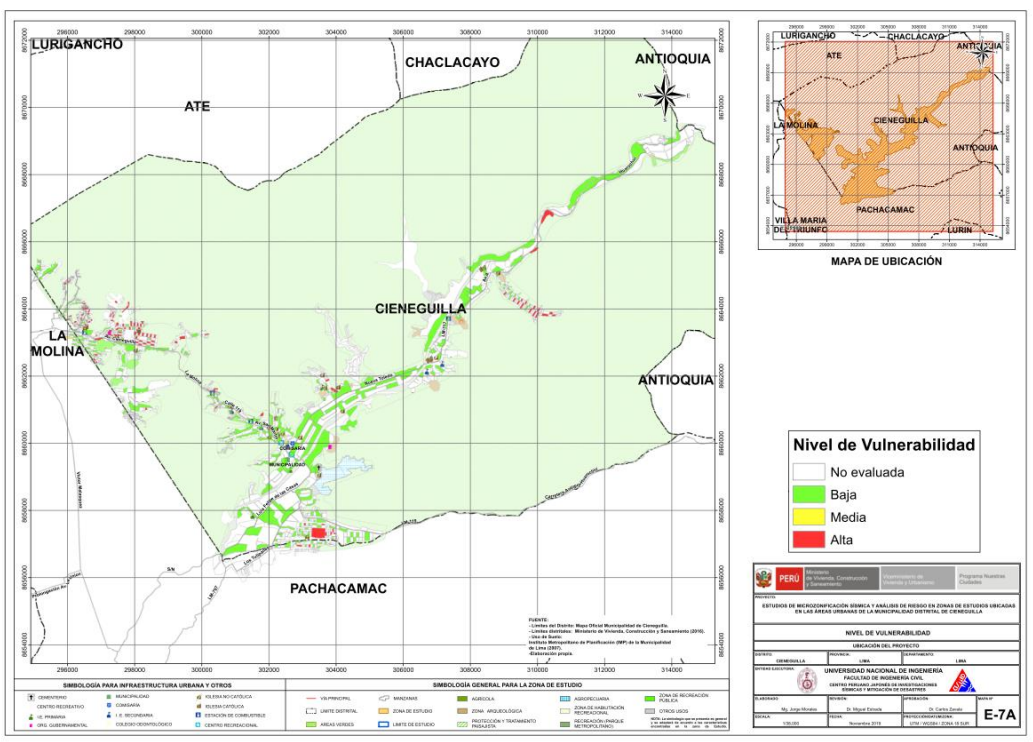


Figura 1. Mapa de vulnerabilidad del Distrito de Cieneguilla.

4. DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Para determinar el comportamiento de un suelo ante la ocurrencia de un sismo, se tienen que tomar en cuenta las características mecánicas y dinámicas que presentan los diferentes materiales del terreno. Estas características han sido determinadas para el distrito de Cieneguilla y representadas en los mapas de Microzonificación Geotécnica y de Isoperiodos (Mapa II-3 y Mapa II-4 del Tomo II) respectivamente. Los resultados de estos mapas son superpuestos en la superficie del área de estudio, permitiendo obtener el Mapa de Microzonificación Sísmica (Mapa III-1 del presente Tomo I) en el que se describe el comportamiento del suelo frente a la ocurrencia de un sismo severo. A continuación, se presenta la descripción de la zonificación sísmica.

Zona I

Esta zona está conformada por afloramientos de rocas con diferentes grados de fracturación, predominan las rocas ígneas intrusivas, (+51) como la gabro-diorita y la granodiorita, las cuales, en algunas zonas, intuyen a rocas sedimentarias.

Las gravas y arenas de origen aluvial y coluvio-aluvial, de compacidades densas, también se incluyen en esta zona. Las gravas de origen aluvial presentan formas sub redondeadas, están inmersas en una matriz areno-limo-arcillosa y se encuentran predominantemente en el valle

**PERÚ**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Vivienda y UrbanismoPrograma Nuestras
CiudadesUNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

del río Lurín. Las arenas de origen coluvio-aluvial, se encuentran emplazadas en las quebradas que presenta el distrito, tienen formas angulosas, bajos contenidos de humedad y una baja o nula plasticidad.

La capacidad de carga admisible estimada en esta zona, considerando una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y un desplante mínimo de 0.80 m, es de 5.0 kg/cm² si se desplanta roca fracturada y de 2.0 a 4.0 kg/cm² si se desplanta sobre grava o arena. Estos materiales presentan las mejores características geotécnicas para cimentar viviendas convencionales.

Debido a la dispersión de resultados obtenidos en los ensayos químicos, no se puede definir un único tipo de cemento contra el ataque de los sulfatos en esta zona, sin embargo, considerando el tema de seguridad, se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo II, hasta que un estudio detallado de sitio defina lo contrario.

En esta zona no se espera un incremento del nivel de peligro sísmico estimado por efecto del comportamiento dinámico del suelo. Los valores de períodos de oscilación lateral del suelo son menores a 0.30 s.

Zona II

Esta zona se encuentra conformada por depósitos de arenas de origen aluvial y eólico, de compacidad media. También se encuentran, aunque en menor proporción, depósitos de limos y/o arcillas de consistencia media. Estos materiales se encuentran predominantemente en la parte central del distrito y se entiende que sobreyacen a los depósitos de gravas o a las rocas.

La capacidad de carga admisible estimada, considerando una cimentación corrida de 0.60 m de ancho y un desplante mínimo de 0.80 m, varía entre 1.20 a 2.0 kg/cm². Estos materiales presentan características geotécnicas favorables para cimentar viviendas convencionales.

Con el criterio seguido en la Zona I, se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo II, debido a una elevada concentración de sulfatos presentes en el suelo que conforma esta zona.

En esta zona se espera un incremento moderado del nivel de peligro sísmico estimado por efecto del comportamiento dinámico del suelo. Los valores de períodos de oscilación lateral del suelo son menores a 0.40 s.

Zona V

Conformada por rellenos antrópicos no controlados de potencia variable. Esta zona se encuentra ubicada en la parte noroeste, en el margen de la avenida Cieneguilla. Se presume que antiguamente esta zona fue utilizada como una cantera para la obtención de materiales de construcción, producto del cual se formaron unas hondonadas en el suelo, las cuales fueron rellenadas y posteriormente habitadas. Dada la heterogeneidad de este tipo de materiales, es sumamente complicado predecir su comportamiento mecánico, por esta razón, y siguiendo las recomendaciones de la Norma E050 (2018) de debe restringir todo tipo de construcción en esta zona hasta no haber removido en su totalidad el material de relleno.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Vivienda y Urbanismo

Programa Nuestras
Ciudades



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



El comportamiento dinámico del suelo en esta zona es el más desfavorable por la presencia del material de relleno.

Es importante indicar que los estudios realizados en este distrito no han identificado ni han encontrado materiales correspondientes a zonas sísmicas Tipo III y Tipo IV.

5. DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE RIESGO

Se define el Riesgo como la pérdida material o humana, debido a la acción de evento sísmico severo tomando en cuenta la magnitud de éste y la vulnerabilidad de la edificación. El cálculo de estos niveles de riesgo se basa en el cálculo de la vulnerabilidad de la edificación, al cual se le incorpora la información de las condiciones locales de suelo. Para la determinación del riesgo sísmico del Distrito de Cieneguilla, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una edificación, expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones y utilizando las metodologías presentadas en el Tomo III se estima el nivel de distorsión máxima, considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro sísmico. Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudio, dando como resultado de riesgo el costo de reposición de la edificación, es decir el costo que demande restaurar a la edificación a su estado antes del sismo. Calculado el riesgo en las manzanas evaluadas se procede a la interpolación del valor del riesgo, expresado en costo de reposición, considerando que las edificaciones aledañas son similares en cierta medida.

La Figura 2 presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Cieneguilla bajo un escenario del sismo. En el mapa se puede apreciar que los sectores en verde tendrían un costo de reparación entre 0~15%. Aquellos sectores en verde agua poseen un costo de reparación entre 15~30% del valor de la edificación, agrupando ambos verdes se obtiene que en este grupo de daño leve se encuentra el 62.8% de las manzanas evaluadas. Los sectores en amarillo tendrían un porcentaje de reparación para sus viviendas entre 30~60%, en donde se encontró que el 2.2% de la muestra tendrían daño moderado. Las zonas en color naranja, tendrían porcentaje de costo de reparación entre 60~85%, mientras que las zonas en rojo tendrían edificaciones con costos de reparación entre 85% a más. Estos dos últimos grupos son diagnosticados como los grupos con indicadores de edificaciones en riesgo de daño severo y colapso que corresponden al 0.9% y 34.1%, respectivamente, de las edificaciones evaluadas para el escenario sísmico propuesto.

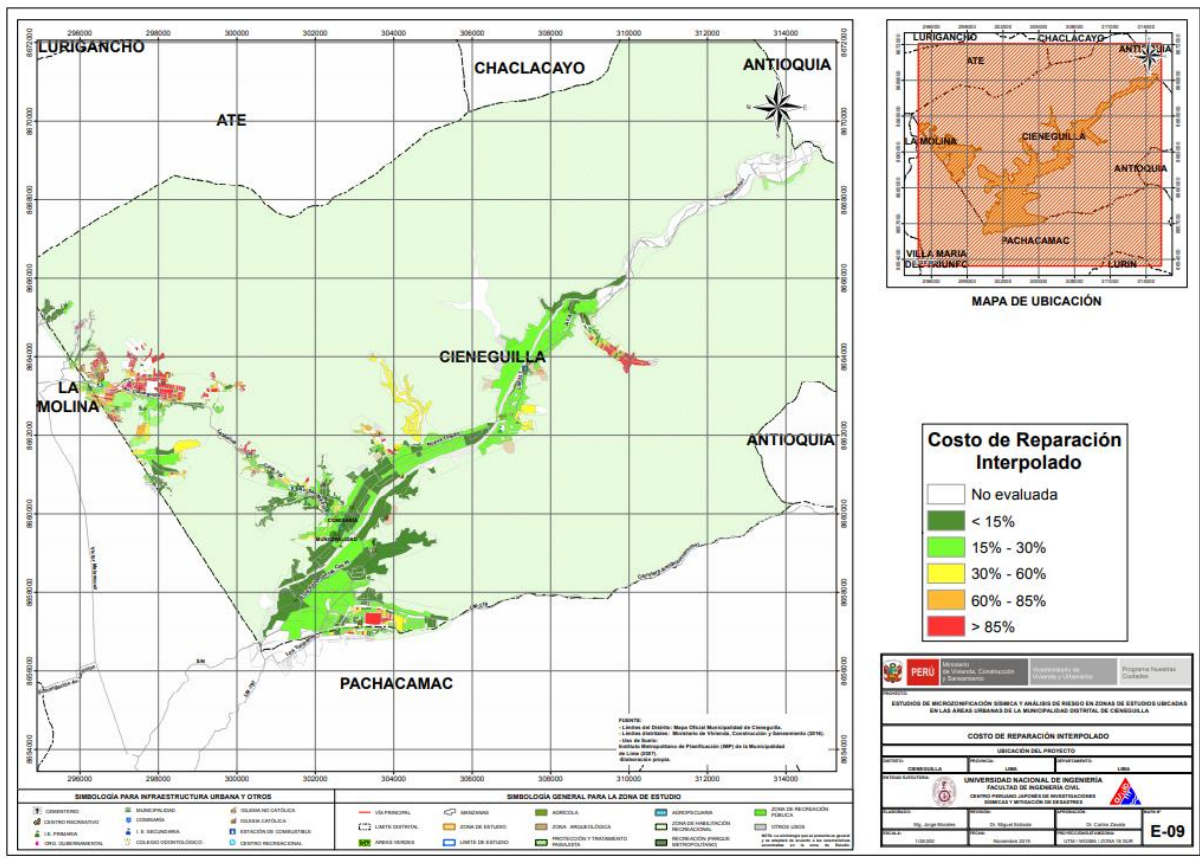


Figura 2. Mapa de riesgo de las manzanas evaluadas del Distrito de Cieneguilla.

6. ESTUDIO PRELIMINAR DE RIESGO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Adicionalmente, se desarrolla el análisis de las probables pérdidas en las tuberías de la red de distribución de agua. La pérdida o daño en este caso se presenta en número de roturas por kilómetro de tipo de tubería (mostrada en la Figura 3). La Tabla 1 presenta los tipos de tubería por material que existen en el distrito de Cieneguilla. Esta información se ha preparado en base de la información proporcionada por SEDAPAL.

Se encontró que en el caso de un evento severo con 462.27 cm/s² de PGA, existirían 37 locaciones con tuberías de asbesto cemento y 9 locaciones con tuberías de PVC que sufrirían roturas. Debe notarse que las condiciones del suelo influyen en los movimientos sísmicos, manifestándose con velocidades de partícula significativas.

Tabla 1. Tipo de tuberías de agua en el distrito de Cieneguilla.

Material	N° tuberías	φ más usado	Longitud total (m)	% long	# roturas/km Yamazaki	# roturas/km Isoyama
Asbesto cemento	470	100	41355.4285	75.68%	0.880	0.789
PVC	187	110	13138.8228	24.04%	0.626	0.603
Hierro Dúctil	2	90	64.1391	0.12%	0.175	0.142
Polietileno	1	90	87.993	0.16%	0.343	0.228

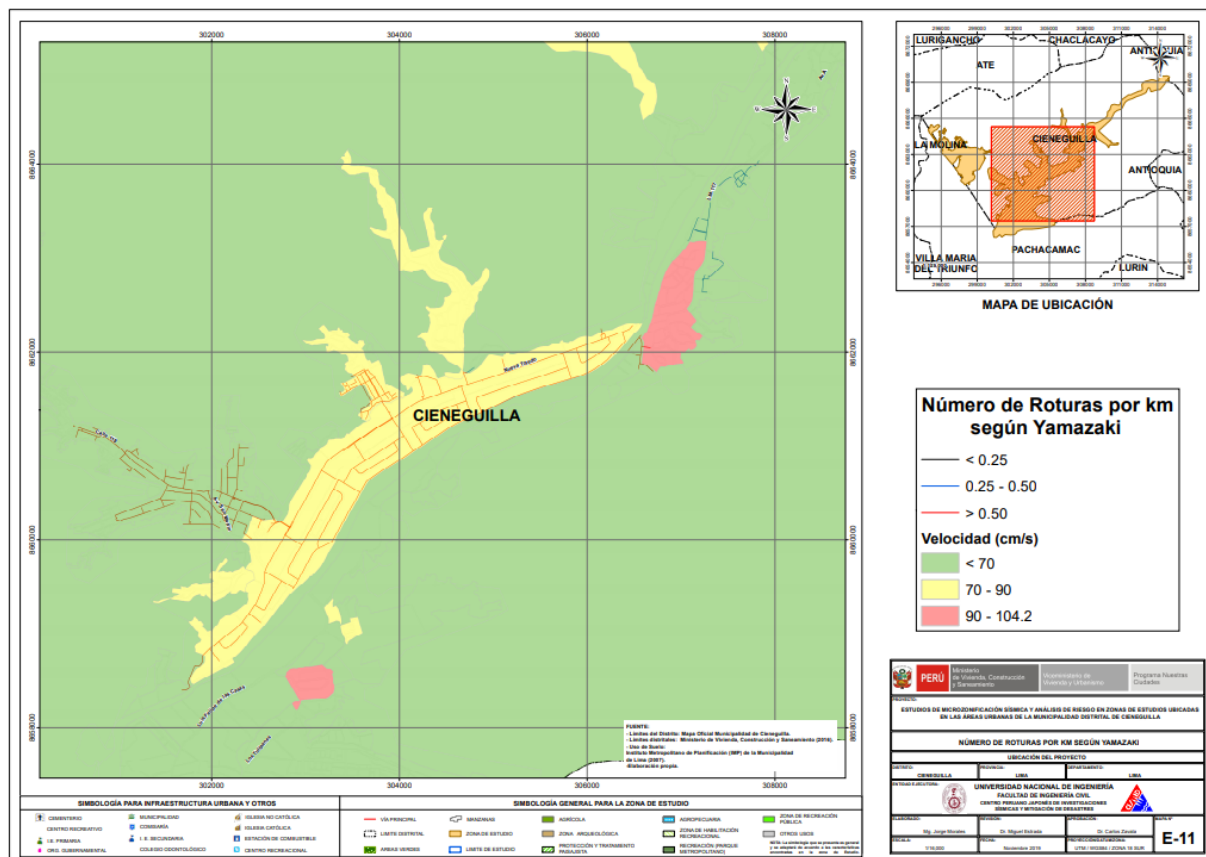


Figura 3. Roturas en la Red de Distribución de Agua del Distrito de Cieneguilla, por criterio de Yamazaki.