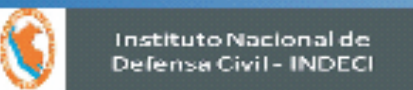
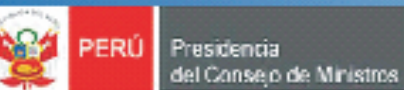


2011

**DISTRITO: CERCADO
DEL CALLAO**



**ESTUDIO PARA DETERMINAR EL
NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA
ANTE LA PROBABLE OCURRENCIA
DE UN SISMO DE GRAN MAGNITUD**





INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
DIRECCION NACIONAL DE PREVENCIÓN
UNIDAD DE ESTUDIOS Y EVALUACION DE RIESGOS

**ESTUDIO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE
VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE LA PROBABLE
OCURRENCIA DE UN GRAN SISMO DE GRAN
MAGNITUD: DISTRITO DE CERCADO DEL CALLAO**

ESTUDIO TÉCNICO N° 4

2011

LIMA - PERÚ



Catalogación realizada por la Biblioteca del Instituto Nacional de Defensa Civil.

Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Estudio para determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la Probable ocurrencia de un Gran Sismo de Gran Magnitud: Distrito de Cercado del Callao / Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Lima: INDECI. Dirección Nacional de Prevención, 2011. (Estudio técnico, 4).

57 p.; tab. ilustr.

PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN – ESTUDIO DE VULNERABILIDAD – ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD – MEDICIÓN DE RIESGO – VULNERABILIDAD FÍSICA – VULNERABILIDAD SOCIAL – MAPA DE VULNERABILIDAD – VIVIENDAS PRECARIAS – CERCADEL CALLAO – LIMA - PERÚ

(INDECI/PER/11.12)

ISBN: 978-612-4100-24-6

Estudio para determinar el Nivel de Vulnerabilidad Física ante la Probable ocurrencia de un Gran Sismo de Gran Magnitud – Distrito de Cercado del Callao. Estudio técnico N° 4

Publicado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Dirección Nacional de Prevención (DNP).

Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos (UEER)

© INDECI, 2011.

Calle Ricardo Angulo Ramírez N° 694 - Urb. Córpac, San Isidro, Perú.

Teléfono: (511) 225-9898

Correo electrónico: dinapre@indec.gov.pe

Página Web: www.indec.gov.pe

Equipo Técnico:

Ing. Alberto Bisbal Sanz
Director Nacional de Prevención

Arq. María Mercedes de Guadalupe Masana García
Jefe de Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos

Ing. César Rojas Esteves
Ing. Juber Ruiz Pahuacho
Ing. Met. Rafael Campos Cruzado
Ing. Mario Valenzuela Ramírez
Ing. Lourdes Gómez Bolívar
Ing. Ángel Montesinos Echenique
Ing. Lionel Corrales Grispo
Ing. José Estrada Tuero
Econ. Marycruz Flores Vila
Lic. Fátima Castillo Carrillo
Bach. Econ. José Rodríguez Ayala
Tec. Met. Ramón Bardalez Villacorta
Tec. Met. José Luis Quispe Agüero
Tec. Met. Carlos Tito Sulca
Tec. Met. Orestes Córdova Córdova

Versión Digital, Lima - Perú, 2011

Cualquier parte de este documento podrá reproducirse siempre y cuando se reconozca la fuente y la información no se utilice con fines comerciales.



ÍNDICE

PRESENTACIÓN

ANTECEDENTES

I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Justificación

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivos específicos

1.3. Método de investigación

1.3.1 Diseño y tipo de investigación

1.3.2 Método de recolección y procesamiento de información

1.3.2.1 Unidad estadística de recolección

1.3.2.2 Cobertura temática

1.3.2.3 Cobertura geográfica

1.4. Procedimientos

1.5. Plan de análisis

II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

2.1. Información del inmueble por observación directa

2.2. Característica del tipo de vivienda

2.3. Característica de la construcción de la vivienda

2.4. Determinación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda

III. CONCLUSIONES



IV. RECOMENDACIONES

V. ANEXOS

5.1 Mapas temáticos



PRESENTACIÓN

Nuestro país se encuentra ubicado dentro del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” y casi al borde del encuentro de dos placas tectónicas, la Sudamericana y la de Nazca, donde se produce el efecto de subducción, que ha provocado un gran número de sismos de gran poder destructivo en la parte occidental de nuestro territorio. Por otro lado, se producen sismos locales y regionales que tienen su origen en la existencia de fallas geológicas locales, estos movimientos telúricos son de menor magnitud, pero al producirse muy cerca de la superficie, tienen un gran poder destructor.

Asimismo, debemos tener presente que existe un silencio sísmico en la región costa centro de nuestro país, donde se ubica Lima Metropolitana y el Callao (con casi la tercera parte de la población del país) y otra zona de silencio sísmico en el sur que afectaría Arequipa, Moquegua y Tacna.

Gran parte del crecimiento de la ciudad de Lima se debe a que ha sido invadida por la llegada de migrantes rurales que se asentaron en los arenales de la periferia, en quebradas de las estribaciones andinas o han ocupado antiguas viviendas del centro histórico, lo que ha incrementado exponencialmente los problemas de urbanismo de Lima, y con ello su vulnerabilidad física. Además, Lima es sede de las principales actividades administrativas y económicas a nivel público y privado, y nodo central de las redes de transporte terrestre, aéreo y marítimo del Perú.



El Instituto Nacional de Defensa Civil, organismo normativo, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil – SINADECI solicitó al Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI información cartográfica y base de datos de los Distritos de Lima y el Callao, conteniendo información referente a la cantidad de viviendas por manzana (de acuerdo al material predominante: adobe, quincha, mampostería, madera, entre otros), lo que sirvió de base para dar inicio al Plan de Prevención por Sismo 2010, aprobado mediante DS N° 037-2010-PCM de fecha 25 de marzo de 2010.

El Plan de Prevención por Sismo 2010, en el distrito del Callao fue ejecutado por el Instituto Nacional de Defensa Civil, tuvo como objetivo principal identificar, calificar y cuantificar las edificaciones que se encuentran con un alto nivel de vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de peligros sísmicos. Realizándose el proceso de inspección de las viviendas de material precario a fin de determinar su nivel de vulnerabilidad, permitiendo identificar las rutas de evacuación y las zonas seguras, así como, dar las pautas necesarias a las familias para actuar ante una emergencia.

El presente documento constituye un aporte para el establecimiento de estrategias y acciones de Defensa Civil, así como, para el desarrollo de planes y programas de rehabilitación y desarrollo urbano. También, resulta de utilidad para quienes estén interesados en realizar estudios de investigación y presentar propuestas de solución a esta problemática.



ANTECEDENTES

a. Eventos sísmicos antiguos y recientes en el país

Entre los eventos sísmicos que más impacto han causado en nuestro país, se puede mencionar al de mayor impacto ocurrido **en Lima el 28 de octubre de 1746**, donde de 3000 casas de esa época sólo 25 quedaron en pie, muriendo 1,141 de sus 60000 habitantes. Asimismo, ocurrió un tsunami en el Callao a raíz de este terremoto, matando a 3800 de sus 4000 habitantes.

El **31 de Mayo de 1970** ocurrió un sismo con epicentro en Chimbote que afectó principalmente a las ciudades de Huaraz (35,000 fallecidos), Yungay y Ranrahirca (32,000 muertos por aluvión ocasionado por el desprendimiento de una masa de hielo del Huascarán).

El sismo del **15 de agosto de 2007** con epicentro frente a Pisco, causó la muerte a 596 personas, dejando 1291 personas heridas, 48000 viviendas totalmente destruidas, otras 45000 inhabitables y 14 establecimientos de salud destruidos.



b. Lecciones Aprendidas Sismo Pisco 2007

A raíz del sismo de **Pisco del año 2007** se publicó el libro “Lecciones Aprendidas del Sur”, que revelan 79 lecciones extraídas de todos los acontecimientos relacionados principalmente con las actividades de respuesta, rehabilitación y reconstrucción en todos los sectores y con la participación de todos los actores de la comunidad nacional e internacional.

c. Misión UNDAC 2009

En **Marzo del año 2009** se recibió la visita de la Misión UNDAC del Sistema de Naciones Unidas donde además de realizar un evento de simulación por la ocurrencia de un sismo de gran magnitud esperado (8.0 grados en la escala de Richter), se elaboraron una serie de recomendaciones para mejorar la capacidad de respuesta del SINADECI y se evaluó entre otros aspectos el funcionamiento del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. Producto de esta misión se plantearon 15 perfiles de proyecto de los cuales varios de ellos se encuentran en implementación. Uno de estos proyectos está dirigido al fortalecimiento de las capacidades de respuesta frente a la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en Lima y Callao con la ocurrencia de un Tsunami, el cual se encuentra en plena ejecución y que incluyó el desarrollo de un simulacro en el mes de noviembre del 2010.

d. Eventos sísmicos internacionales recientes.

- El **26 de diciembre de 2004**, en Sumatra, un violento sismo y un tsunami devastador que golpeó más de 5 países en el sudeste asiático, el epicentro fue ubicado a 205 kilómetros al noroeste de Sibolga, en Sumatra, y a 525 kilómetros al oeste de Kuala Lumpur, y tuvo una profundidad de 46 kilómetros, dejando más de 230 000 muertos.



- **13 de Mayo de 2008**, se produjo el sismo de Sichuan (China), a las 14:28:04 (hora local), sacudiendo al condado de Wenchuan, con 8.0 grados de intensidad en la escala de Richter, el epicentro se ubicó a 240 kilómetros al noroeste de Qamdo, en el Tíbet, causando la muerte de más de 10 000 personas.
- El **12 de enero de 2010 en Haití**, a las 16:53:09 hora local se produjo un violento sismo de 7.0 grados, con apenas una profundidad de 10 kms con epicentro a 15 km de Puerto Príncipe, la capital de Haití, ocasionando la muerte de más de 200 000 personas.
- Sismo del **27 de febrero de 2010, en Chile**; (03:33 am hora local), muchos chilenos fueron despertados por un potente movimiento sísmico de 8.8 grados en la escala de Richter cuyo epicentro se localizó a 540 Km. al sur oeste de Santiago de Chile, en la provincia de Concepción.

e. [Atlas de Peligros 2010](#)

Un instrumento valioso recientemente actualizado por el INDECI y que cuenta con la participación de toda la comunidad científica nacional es el Atlas de Peligros 2010, donde se encuentran todos los mapas temáticos desarrollados por estas instituciones y que sirven de orientación para todos los actores del Sistema Nacional de Defensa Civil.

f. [Compendios Estadísticos \(1994 – 2008\)](#)

La ocurrencia de emergencias a nivel nacional así como las acciones realizadas en la atención de dichas emergencias por todos los órganos constitutivos del SINADECI se encuentran en el Compendio Estadístico del INDECI de cada año. El Compendio Estadístico publicado en el 2009 trae un resumen compilatorio desde el año 1994.



g. Estudio CISMID-APESSEG

Este estudio fue realizado por el CISMID en el año 2004 a pedido de la Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESSEG), con la finalidad de calcular el nivel general de exposición de viviendas ante riesgo sísmico, tomando como parámetro principal la estimación de la pérdida máxima probable en viviendas en 10 distritos de la Gran Lima y Callao, utilizando la cartera de seguros contra terremoto. El estudio consideró los siguientes distritos: Cercado de Lima, Breña, La Victoria, San Isidro, Miraflores, Jesús María, San Miguel, Ate-Vitarte, Cercado Callao y Ventanilla.

h. Diseño de Escenario de Sismo en Lima y Callao

Este documento, de carácter preliminar, parte del interés del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el oportuno apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) ante la necesidad de contar, en forma rápida, con información para ser usada en una simulación de protocolo de actuación básico por desastre sísmico en Lima y Callao. Constituye un primer intento de estimación del nivel de exposición ante un sismo severo y un tsunami asociado, en un área donde viven los más de 8 millones de habitantes de Lima Metropolitana y Callao, así como la estimación de daños a nivel de población y viviendas.

Para esto se plantea un solo escenario, en base a la información existente y disponible por parte de entidades públicas, y ejecución en un tiempo de dos meses durante el año 2009.

Este estudio utilizó el siguiente escenario: Sismo frente a las costas del Callao, de 8.0 grados de Magnitud y generación de un tsunami con olas de 6 metros de altura. Ocurre a las 4.00 am y causaría alrededor de 50 000 muertes y más de 200 000 viviendas destruidas en Lima y el Callao.



i. Plataforma Nacional de Reducción de Riesgos

El proceso de conformación se inició en la reunión realizada en Davos, Suiza, en agosto del año 2008. Con los lineamientos del EIRD, se desarrollaron 2 Talleres Nacionales: el 23 de enero y el 27 de febrero de 2009, en que se concluyó la propuesta de Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgo de Desastres (RRD).

Su finalidad es coordinar y articular políticas y estrategias, y asesorar al INDECI, en su condición de organismo rector del SINADECI, para la reducción del riesgo de desastres en el Perú, en concordancia con la implementación del Marco de Acción de Hyogo. Siendo, un foro inclusivo en el que participan los principales actores vinculados a la RRD de las entidades públicas y privadas.

Para efecto de su reconocimiento por la ONU, se encuentra pendiente su formalización.



I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 JUSTIFICACIÓN

El distrito del Callao no cuenta con estudios que contengan información confiable y actualizada sobre el estado de conservación de sus edificaciones antiguas, construidas con material de adobe, quincha, madera y otros; y que debido al deterioro y uso inadecuado se encuentran en riesgo de colapso.

La presente investigación resulta necesaria, porque la información actualizada permite conocer la problemática de las edificaciones en el distrito del Callao y adoptar las medidas preventivas necesarias para evitar el colapso de las edificaciones, así como también, prevenir y preparar a la población ante posibles contingencias. Finalmente el aporte del presente estudio es facilitar información para el diseño e implementación de estrategias de intervención integral orientadas a la solución de la problemática.



1.2. OBJETIVO

Promover la mejora de las condiciones de habitabilidad en términos de infraestructura física e implementación de medidas de prevención para reducir los riesgos de desastres, por parte de las autoridades y la población en el ámbito nacional. En el cual se analiza la vulnerabilidad física de las viviendas con material precario que puedan ser afectados en caso de un evento sísmico.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y calificar las condiciones de la infraestructura y la seguridad física de las viviendas en riesgo frente a un sismo.
- Identificar y conocer la respuesta de la población que habita en edificaciones en riesgo de colapso.
- Fortalecer la Cultura de Prevención ante sismos.

1.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El Diseño de investigación aplicada en el presente trabajo es, no experimental transeccional o transversal descriptivo.

1.3.2 MÉTODO DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.

Como instrumento de recolección de datos se diseñó y utilizó una ficha censal. Se establecieron variables físicas referentes a los materiales predominantes de las edificaciones y al estado de conservación de los inmuebles, antigüedad de la edificación, tipo de suelo, topografía del terreno de la vivienda, configuración



geométrica en planta y en elevación, existencia de concentración de masas en nivel de vulnerabilidad, juntas de dilatación sísmica acorde a la estructura, etc. que determinan la vulnerabilidad física.

1.3.2.1 Unidad Estadística de Recolección:

Edificación de material de Adobe, Quincha, Madera, Mampostería y Otros.

1.3.2.2 Cobertura temática:

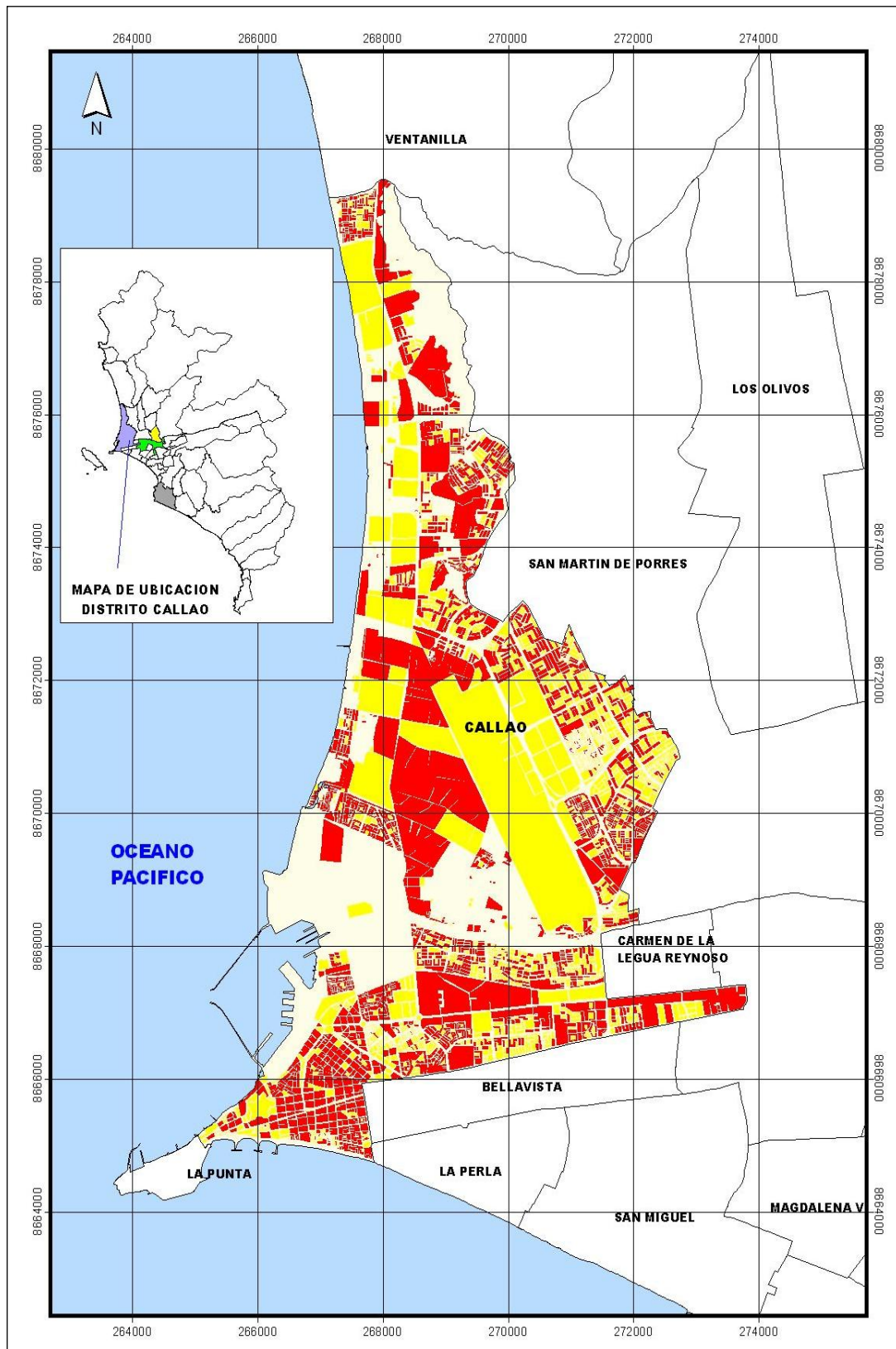
- a. Estado físico de los inmuebles.
- b. Rutas de evacuación.
- c. Zonas de seguridad.
- d. Vulnerabilidad física.

1.3.2.3 Cobertura geográfica

Abarca el distrito del Callao, donde se ubican edificaciones construidas de material de adobe, quincha, madera, mampostería y otros.



ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: INEI Censo 2007



1.4. PROCEDIMIENTOS

El Plan Nacional de Prevención por sismos tuvo dos etapas en su metodología de ejecución:

Primera Etapa:

- a. Se elaboró los instrumentos, como el Plan de trabajo, el manual del Verificador y se diseñó la ficha de verificación.
- b. Coordinación con autoridades, con las Universidades y los comités distritales, provinciales y regionales de Defensa Civil y se efectuó la inducción y capacitación al personal involucrado al programa.
- c. Promoción y difusión del Plan, con la elaboración de cuñas radiales, spot televisivos, elaboración de material de difusión (banderolas y gigantografías), se efectuó la difusión del Plan.
- d. Capacitación y conformación de equipos de trabajo, que consistió en la capacitación a verificadores, monitores y supervisores así como la conformación de los equipos de trabajo.
- e. Se realizó la zonificación del área de estudio de acuerdo a la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (Censo 2007).
- f. Se confeccionó planos con información preliminar del área de influencia del Distrito del Callao, con información de cantidad de viviendas precarias por manzana para la organización del trabajo de campo.



- g. Empadronamiento de viviendas precarias de adobe, quincha y madera, con el trabajo de campo, levantamiento de información y el procesamiento y análisis de información (resultados obtenidos).

Segunda etapa:

- a. Sistematización de la información, donde se conformó los equipos de trabajo, se codificó y digito la información, y se proceso y analizo la información.
- b. Se elaboraron los estudios y anexos estableciéndose los niveles de vulnerabilidad para las edificaciones de acuerdo a su estado de conservación, así tenemos:

✓ **Vulnerabilidad Muy Alta (VMA)**

Son edificaciones que presentan daños severos en la estructura, que compromete la estabilidad de la construcción, se caracterizan por presentar muros con agrietamientos o rajaduras, alto índice de humedad, derrumbes parciales e instalaciones básicas deterioradas. Debido al estado precario de estas edificaciones, es necesaria su demolición o reconstrucción.

✓ **Vulnerabilidad Alta (VA)**

Son edificaciones que presentan daños en paredes y techos comprometiendo parcialmente la estabilidad de la edificación, en general presentan problemas de pandeo, humedad e instalaciones deterioradas. En estos casos es necesario refaccionar la edificación contando con el concurso de personal técnico calificado.



✓ **Vulnerabilidad Media (VM)**

Edificaciones que presentan daños menores que no afectan la estabilidad de la estructura, regularmente tienen problemas de humedad y/o fisuras por lo que requieren trabajos de mantenimiento y reparación.

✓ **Vulnerabilidad Baja (VB)**

Son edificaciones que no presentan problemas de rajaduras, pandeo, derrumbes, humedad o fisuras, por lo cual no se ve comprometida la estabilidad de la estructura.

1.5. PLAN DE ANÁLISIS

Se realizó el análisis de una sola variable para obtener el estado de las edificaciones construidas con material precario, teniendo en consideración las siguientes características: Ubicación geográfica de la vivienda, Información del inmueble por observación directa, y características del tipo de vivienda.

Así mismo, para determinar el nivel de vulnerabilidad se realizó un análisis teniendo en consideración las características de la construcción de la vivienda:

- ✓ Material predominante de la edificación,
- ✓ Si la edificación contó con la participación de un ingeniero civil en el diseño y/o construcción,
- ✓ Antigüedad de la edificación,
- ✓ Tipo de suelo,
- ✓ Topografía del terreno de la vivienda,



- ✓ Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia,
- ✓ Configuración geométrica en planta,
- ✓ Configuración geométrica en elevación,
- ✓ Si las juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura,
- ✓ Existencia de concentración de masas en nivel, observación de elementos estructurales, y
- ✓ Otros factores que incidan en la vulnerabilidad.



II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

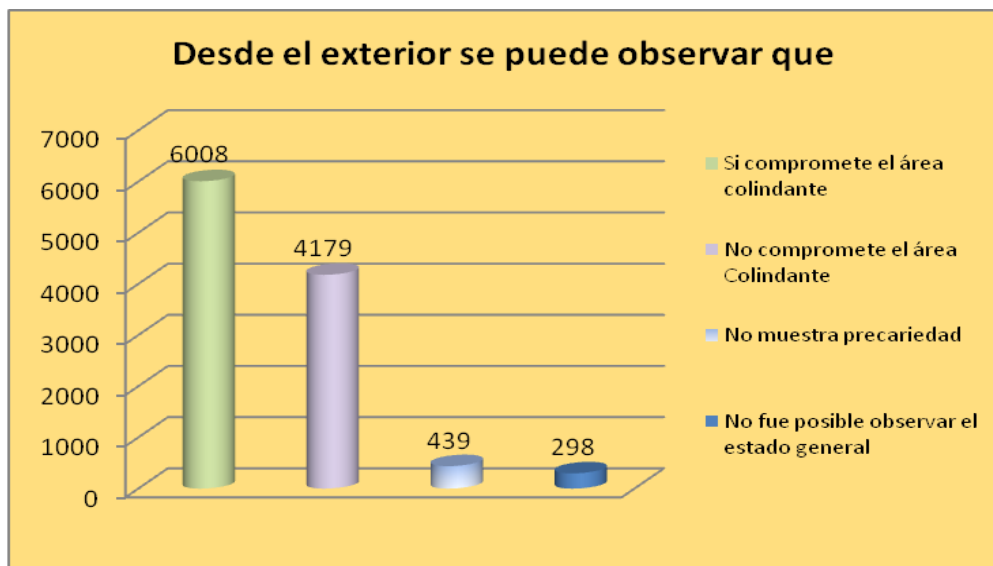
El siguiente análisis está elaborado de acuerdo a la estructura de la ficha de verificación de viviendas.

2.1 INFORMACIÓN DEL INMUEBLE POR OBSERVACIÓN DIRECTA DESDE EL EXTERIOR.

- Desde el exterior se puede observar que:

A simple vista las viviendas en caso de un sismo podrían colapsar por el predominante deterioro producido por la calidad de los materiales y la antigüedad, la falta de algunos elementos estructurales y otros factores, como el tipo de suelos y la topografía en la cual se sustenta la vivienda, para lo cual se han identificado viviendas que:

- Ante colapso, **6,008** viviendas **Sí** comprometerían el área colindante.
- Existen **4,179** viviendas que ante un colapso **No** comprometerían el área Colindante.
- Existe **439** viviendas que **No** muestran precariedad.
- Existen **298** viviendas que **No fue posible** observar su estado general.



Esta información nos indica que de producirse un evento como un sismo, probablemente las rutas de evacuación sean bloqueadas por el colapso de las viviendas. Por lo cual la población residente no tiene oportunidad de salir a tiempo de las zonas en alto riesgo hacia sectores seguros que se deben identificar con anterioridad.

- **La vivienda se encuentra:**

Este punto nos permitirá determinar la cantidad de viviendas posibles de verificar su estado de vulnerabilidad, y aquellas en las cuales no fue posible por estar inhabitadas, sin ocupantes o rechazaron la verificación, encontrándose:

- Habitada, **10,418** viviendas.
- No Habitadas, **366** viviendas.
- Habitada pero sin ocupantes, **1,234** viviendas.
- Rechazó la verificación, **34** viviendas.



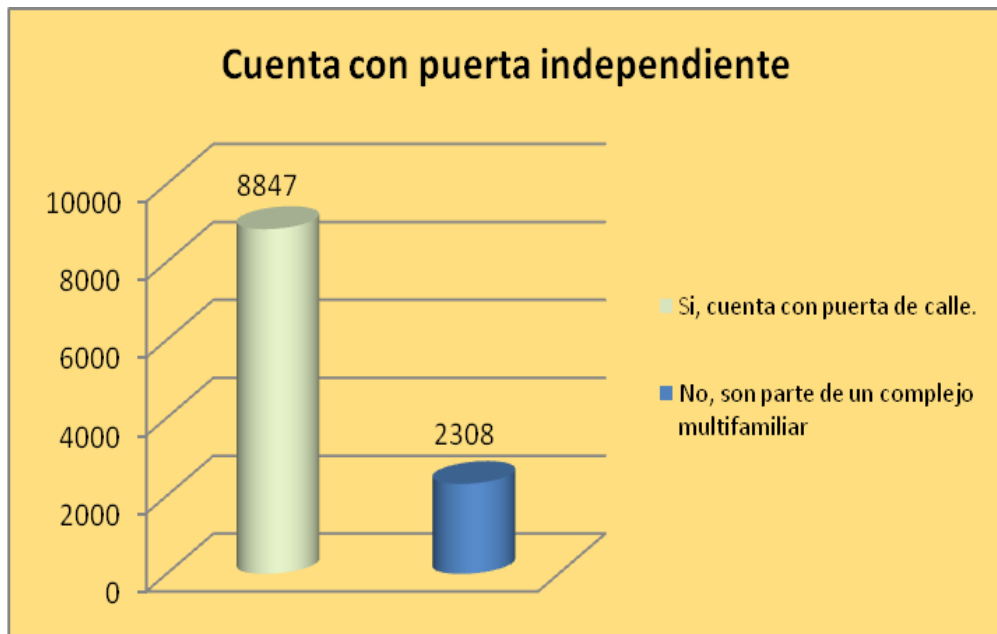
La verificación de esta información nos permite deducir que un 86%, de las viviendas estaba habitada, ya que respondieron positivamente a la solicitud de análisis de sus hogares. Mientras que en un 3% de viviendas no se efectuó la verificación, debido a que no se encontró habitantes al interior de las mismas, y en un 10% de viviendas no fue analizado su nivel de vulnerabilidad, debido a que estaban habitadas pero no se encontraron a sus ocupantes. Mientras que en aproximadamente un 1% de las viviendas, se rechazó el levantamiento de información.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

- **Cuenta con puerta independiente**

Este análisis permitió determinar la facilidad que cuentan las familias con viviendas independientes para acceder a la ruta de evacuación y a las zonas de seguridad exterior a ellas, por tener puertas de acceso directo a la calle.

- Existen **8,847** viviendas que **Si** cuenta con puerta de calle.
- Existen **2,308** viviendas que **No** cuenta con puerta de calle, por ser parte de un complejo multifamiliar.



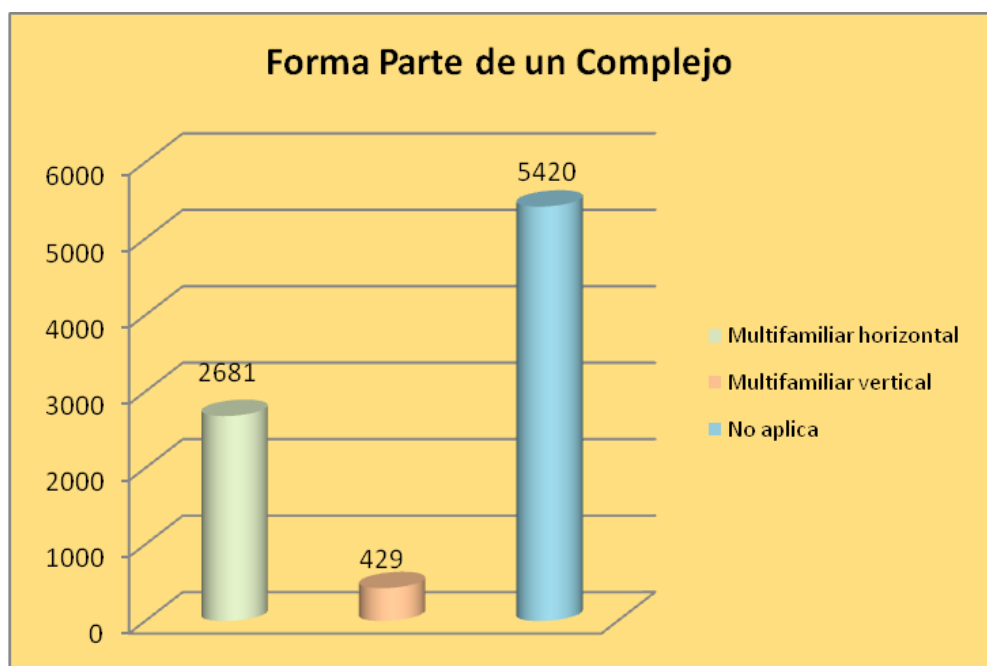
El análisis de este cuadro, nos indica que el 79% de las viviendas verificadas cuentan con puerta independiente a la calle, por lo que sus ocupantes tienen mayor posibilidad de acceder a las rutas de evacuación y llegar a las zonas seguras, en relación con aquellas que no cuentan con puerta de acceso directo hacia el exterior.

- **Forma Parte de un Complejo**

En el caso de un complejo multifamiliar vertical, se determinó de acuerdo con el nivel del piso en que se encuentra la vivienda la facilidad para acceder a la rutas de evacuación por tratarse mayormente de viviendas precarias que no disponen de zonas de seguridad interna, siendo más vulnerables las que se encuentran en los pisos más altos.

En el caso de complejos multifamiliares horizontales que dispongan de un ambiente interior adecuado para zona de seguridad tendrán mayor facilidad para acceder a la zona de seguridad externa.

- Multifamiliar **horizontal 2,681** viviendas.
- Multifamiliar **vertical 429** viviendas.
- No aplican **5,420** viviendas.



La población con viviendas verificadas y que conforman complejos multifamiliares horizontales representan el 31% y tienen mayores probabilidades de acceder a una zona de seguridad y evacuar rápidamente; en comparación, con el 5% de viviendas que han sido verificadas en complejos multifamiliares verticales, las cuales presentan mayores dificultades para evacuar debido a la utilización de escaleras.



- **Total de ocupantes (Cantidad de personas)**

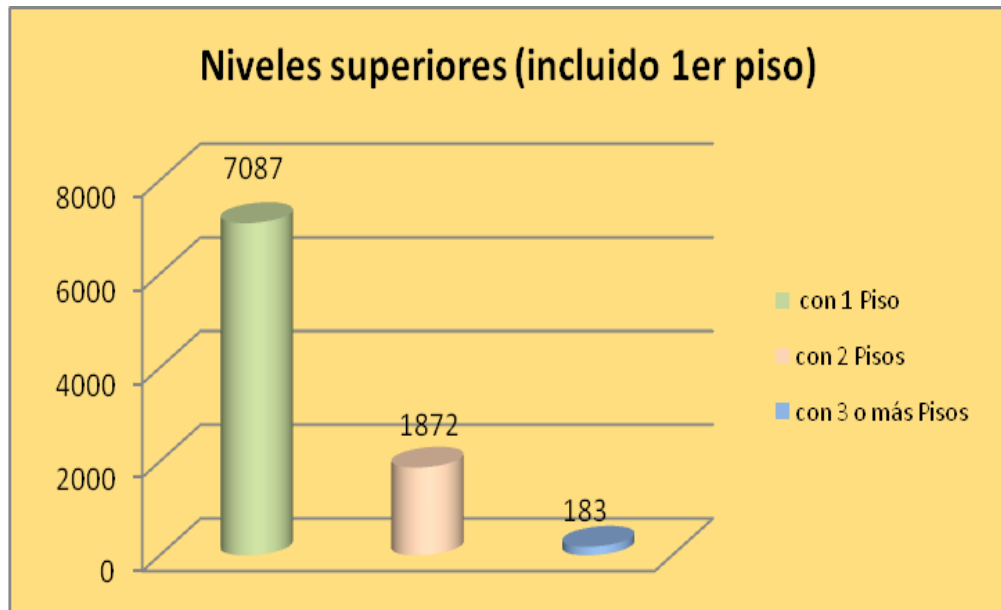
Se obtuvo una población de 6,005 ocupantes en las viviendas que forman parte de un complejo multifamiliar y 40,976 en las viviendas unifamiliares, el cual es de utilidad, para verificar si es suficiente el espacio de la Zona de Seguridad Interna para la cantidad de ocupantes. Asimismo, para poder determinar el número potencial de personas a ser afectad en caso ocurra un evento sísmico.

- **Cantidad de Pisos de la Vivienda**

Las viviendas que se encuentran en el primer piso por su ubicación tienen mejor acceso a las rutas de evacuación exterior, en comparación con las viviendas que se ubican en pisos superiores de los complejos habitacionales verticales, permitiéndoles por ello una mayor rapidez a su zona de seguridad, la cual debe ser definida con anterioridad así como señalizarla y ubicarla en los planes de evacuación y en los ejercicios de simulacros llevados a cabo. En el caso de las viviendas con más de tres pisos, se recomendó la ubicación de zonas de seguridad interna y su reforzamiento.

La cantidad de viviendas con niveles superiores (incluido 1er piso), son:

- **7087** viviendas de un solo piso.
- **1872** viviendas de dos pisos.
- **183** viviendas de tres o más pisos.



La encuesta nos mostró que una gran mayoría de la población del distrito del Callao habita en viviendas de 1 ò de 2 pisos, representando un 98% (8,959 viviendas) de las 9,142 viviendas verificadas en este indicador. Lo que señala que éstas tendrían mejores posibilidades de acceder con rapidez a las rutas de evacuación y por consiguiente a las zonas seguras.

Asimismo, para el caso de los niveles inferiores de las viviendas verificadas, se tuvo que:

- 30 viviendas cuentan con sótanos de un nivel.
- 1 vivienda cuenta con sótano de 2 niveles.

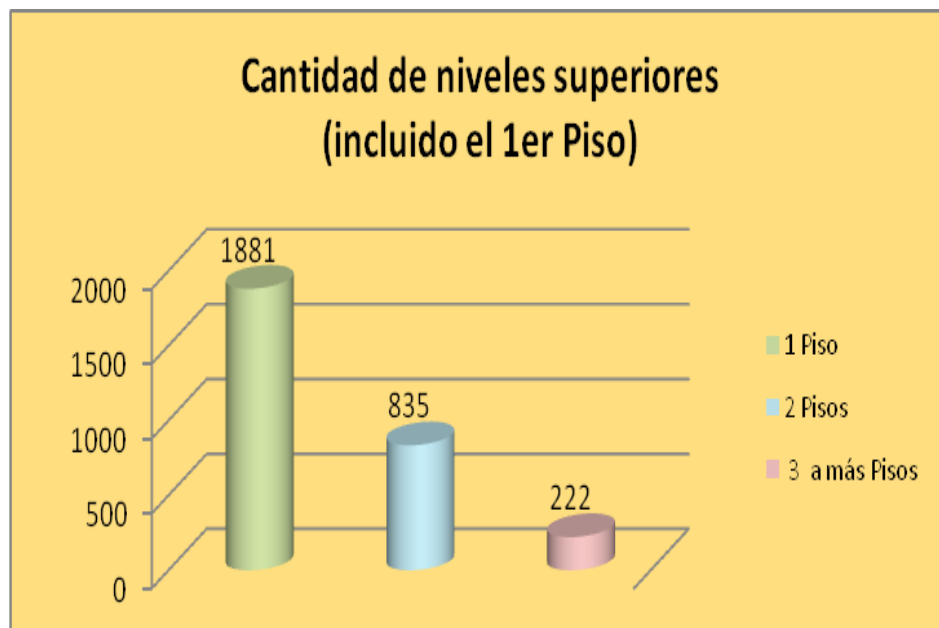
Esta información nos muestra que en caso de un sismo las viviendas que podrían verse comprometidas por colapso, bloqueando las escaleras o vías de salida de los sótanos son pocas. Las familias que residan u ocupen estos sótanos tienen menos posibilidades de evacuar y acceder a zonas seguras, por lo que se les recomendó la ubicación de zonas de seguridad interna.

- **Cantidad de Pisos del complejo Multifamiliar**

Lo determinante de este ítem está en indicar de cuántos pisos son los complejos visitados. Conociendo que quienes viven en los pisos más altos tendrán menos probabilidad de acceder a su zona de evacuación exterior en comparación a quienes habitan en los pisos más bajos.

Por la cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso) para el caso de los complejos multifamiliares, se tuvo que:

- **1881** viviendas son de 1 Piso
- **835** viviendas son de 2 Pisos
- **222** viviendas son de 3 a más Pisos



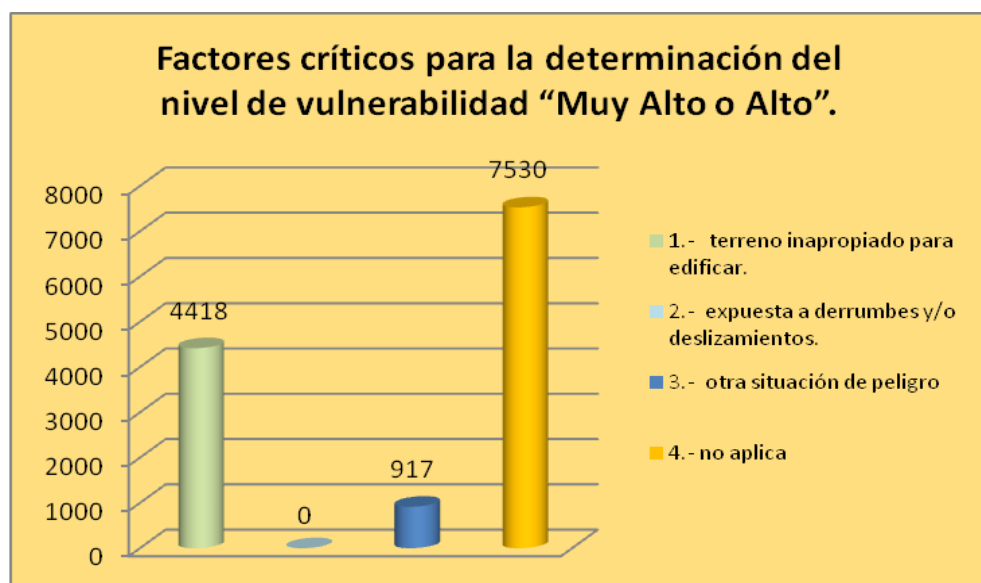
La cantidad de viviendas que se encuentran en un primer piso dentro de los complejos multifamiliares representan un 64% (1,881 viviendas) del total que han sido verificadas. Por lo tanto, las familias que residen en los mismos podran acceder rapidamente a la rutas de evacuación.

Sin embargo los habitantes de pisos superiores deberán fijar y ubicar señales en los puntos seguros de la edificación.

- **Factores críticos para la determinación del nivel de vulnerabilidad “Muy Alto o Alto”.**

Está referido a las viviendas o complejos multifamiliares asentados en terrenos cuya calidad es inapropiada para edificar, terrenos inestables o que se encuentren en el área de influencia de peligros de deslizamiento o derrumbes, así como otros factores que determinen el grado de vulnerabilidad de la vivienda. Del análisis de los resultados se muestra que:

- Existen 4418 viviendas que se encuentran en un terreno inapropiado para edificar.
- Existen 0 viviendas que se encuentran en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos.
- Existen 917 viviendas que se encuentra en otra situación.
- Existen 7530 viviendas que no presentan factores críticos para la determinación del nivel de vulnerabilidad.





Este cuadro nos indica que 5,335 viviendas que han sido verificadas tienen muy alta o alta vulnerabilidad, por estar asentadas en terrenos inapropiados, estar expuestos a derrumbes y deslizamientos u otro peligro.

Lo que conlleva que al producirse un sismo, estas viviendas tienen alta probabilidades de colapsar.

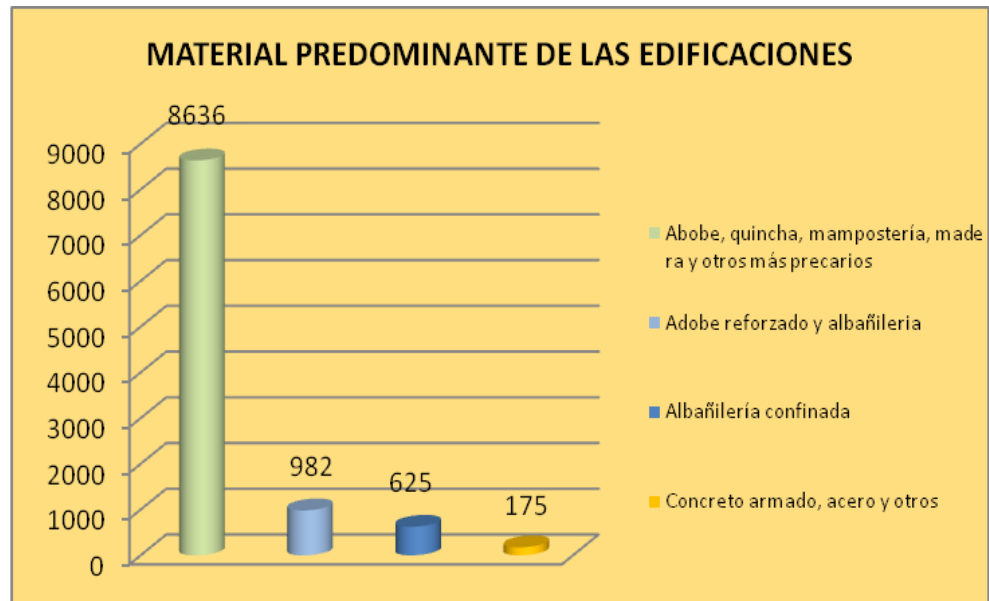
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

- **Material predominante de la Edificación**

En el análisis de la vulnerabilidad física de las viviendas, en marco del Plan de Prevención por Sismo 2010, se consideran principalmente las viviendas edificadas con materiales como adobe, quincha, mampostería asentada con barro, madera y otros materiales precarios por ser las más vulnerables ante sismos.

Se han reportado los siguientes tipos de material en las viviendas verificadas:

- Adobe
- Quincha
- Mampostería
- Madera
- Otros



Como se muestra en el gráfico, del total de edificaciones verificadas, se han determinado que 8,636 viviendas presentan materiales de adobe, quincha, mampostería, madera y otros, predominando las viviendas de adobe, lo cual nos indica que ante la ocurrencia de un sismo, éstas tienen altas probabilidades de colapsar.

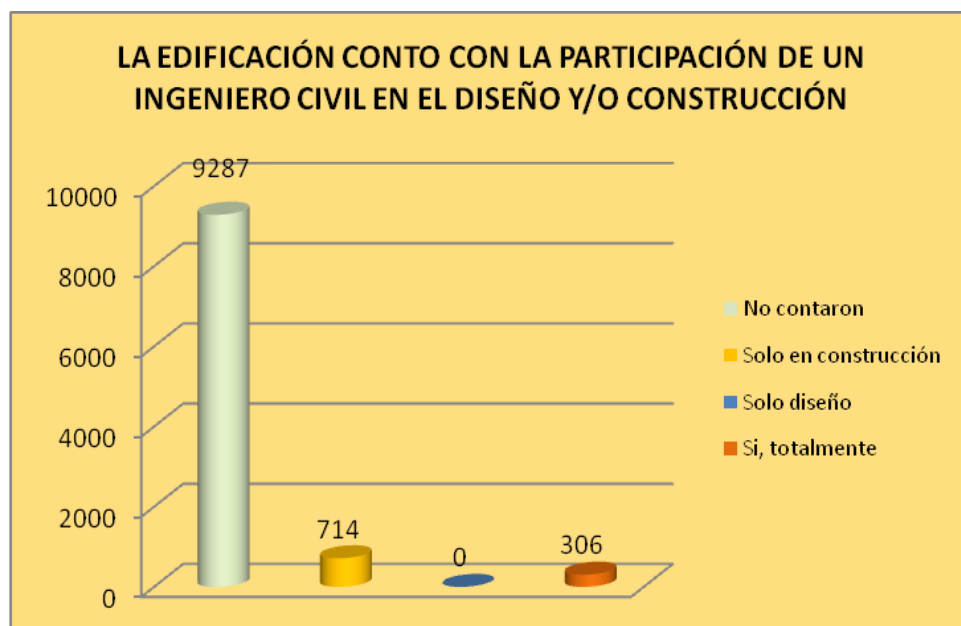
Esta característica referida al material predominante de la edificación sirvió como línea base para el análisis de las demás características de las edificaciones.

- **La Edificación contó con la participación de un Ingeniero Civil en el diseño y/o construcción.**

Las viviendas que han sido construidas con planos y la supervisión de un Ingeniero Civil tienen la garantía de haberse ejecutado de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento Nacional de Construcciones (RNC). Lo que permitirá un mejor comportamiento frente a un movimiento sísmico, frente a aquellas que fueron construidas por obreros de construcción civil sin contar ni siquiera con un maestro de obra que los dirigiera.

De la encuesta se tiene:

- En **9,287** viviendas **No** contaron con la participación de un Ingeniero Civil.
- En **714** viviendas contaron con la participación de un Ingeniero Civil **Sólo en la construcción,**
- En **00** viviendas **Sólo** contaron con la participación de un Ingeniero Civil, en la parte de diseño.
- En **306** viviendas **Si** se contó **totalmente** con la participación de un Ingeniero Civil.



La información anterior nos indica que un 97% (10,001 viviendas) de las edificaciones que han sido verificadas, ha sido construido informalmente o con el apoyo de obreros de construcción, y sin el asesoramiento técnico de profesionales. Por lo que presentan una vulnerabilidad Alta a Muy Alta ante la ocurrencia de sismo.



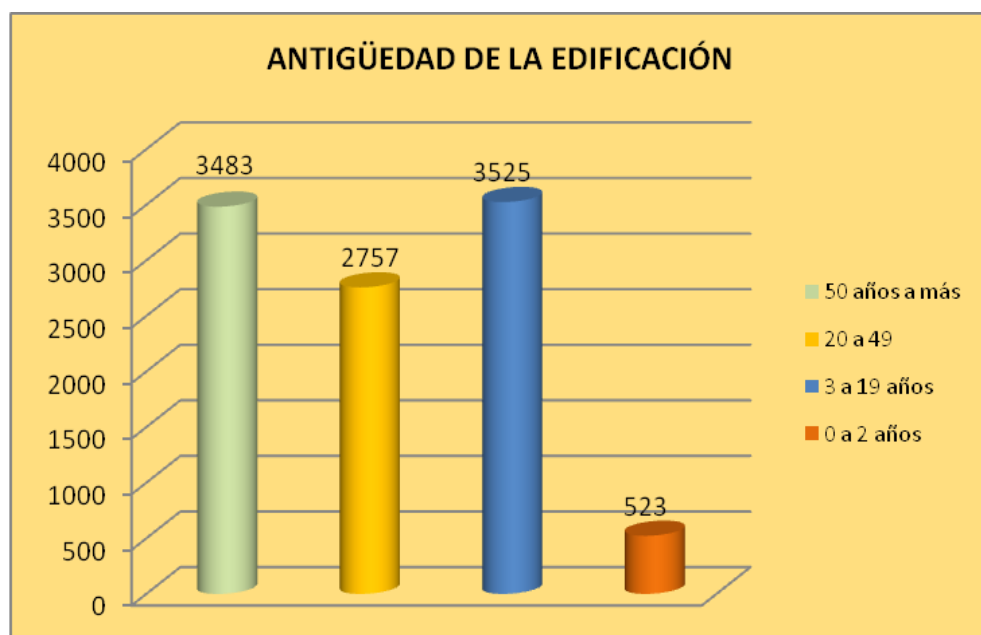
- **Antigüedad de la Edificación**

En el caso de presentar una vivienda en diferentes etapas de construcción deberá tenerse en cuenta el área de mayor dimensión y/o mayor permanencia de sus ocupantes.

Siendo el tiempo útil de vida de las viviendas de 50 años, y para casas con mayor antigüedad la vulnerabilidad estará comprendida entre Alta y Muy alta dependiendo de la calidad del material usado, el tipo de construcción, entre otras características.

Los datos obtenidos de acuerdo a los cuatro rangos establecidos son:

- De 50 a más años de antigüedad, existen 3,483 viviendas.
- De 20 a 49 años de antigüedad, existen 2,757 viviendas.
- De 3 a 19 años de antigüedad, existen 3,525 viviendas.
- De 0 a 2 años de antigüedad, existen 523 viviendas.





El 34% de las viviendas que han sido verificadas en el distrito del Callao tienen una antigüedad mayor de 50 años, por lo que se considera que tienen vulnerabilidad muy alta ante la ocurrencia de un evento sísmico.

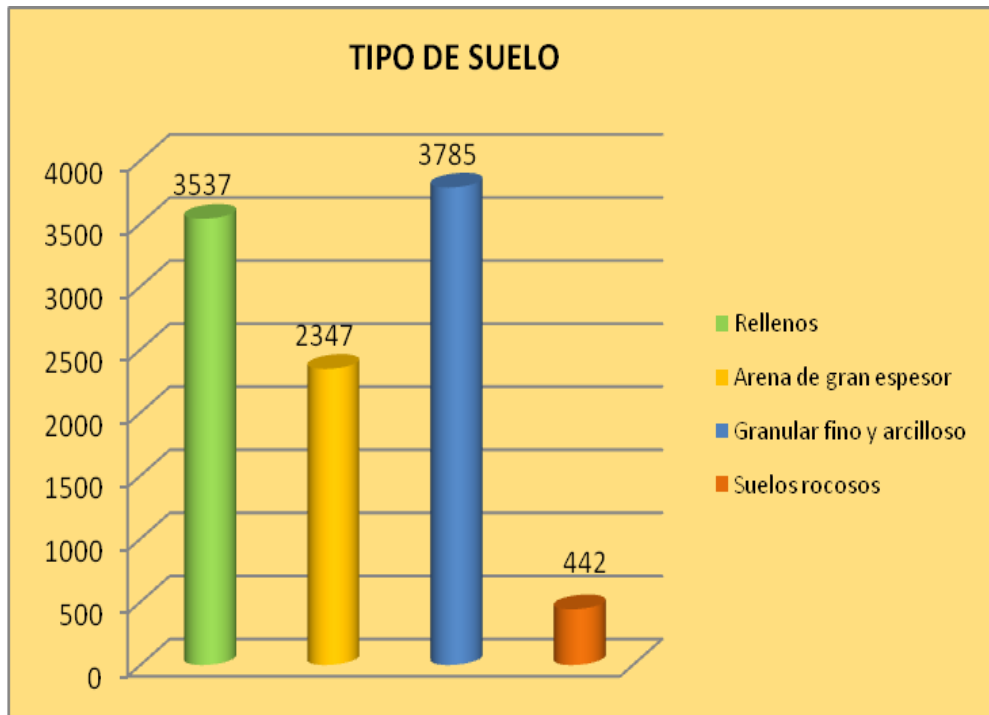
- **Tipo de Suelo**

Para la obtención de esta información se contó con los estudios de microzonificación sísmica de los Distritos de Lima, los cuales fueron efectuados por Instituciones Técnico Científicas de nuestro país. Permittiéndonos calificar los suelos en función de las variaciones de la intensidad sísmica y definidos en cuatro categorías: No aptos para la construcción con una valoración 04; Poco favorables para la construcción con una valoración de 03; Medios de 02; y Favorables 01.

No obstante, fue muy importante la observación directa, dado que existía la posibilidad de encontrar características del tipo de suelo que disten de los datos obtenidos del mencionado estudio.

Los datos obtenidos en el levantamiento de información son:

- Se verificaron **3,537** viviendas construidas en **Rellenos**.
- **2,347** viviendas construidas sobre **Arena de gran espesor**.
- **3,785** viviendas construidas sobre suelos **Granular fino y arcilloso**.
- **442** viviendas construidas sobre **Suelos rocosos**.



Solo un 4% (442) de las viviendas que han sido verificadas, están asentadas sobre terreno de fundación de buena capacidad portante (roca), en comparación con un 35% de viviendas asentadas en terrenos con relleno, lo que hace de estas viviendas altamente vulnerables ante la ocurrencia de un sismo.

Las viviendas construidas en suelos de alta capacidad portante que superen los 4 Kg/cm² de carga de trabajo se encuentran con mayor posibilidad de asimilar los sismos, que aquellas que han sido edificadas en un terreno de relleno o estratos arenosos de gran espesor.

- **Topografía del Terreno de la Vivienda**

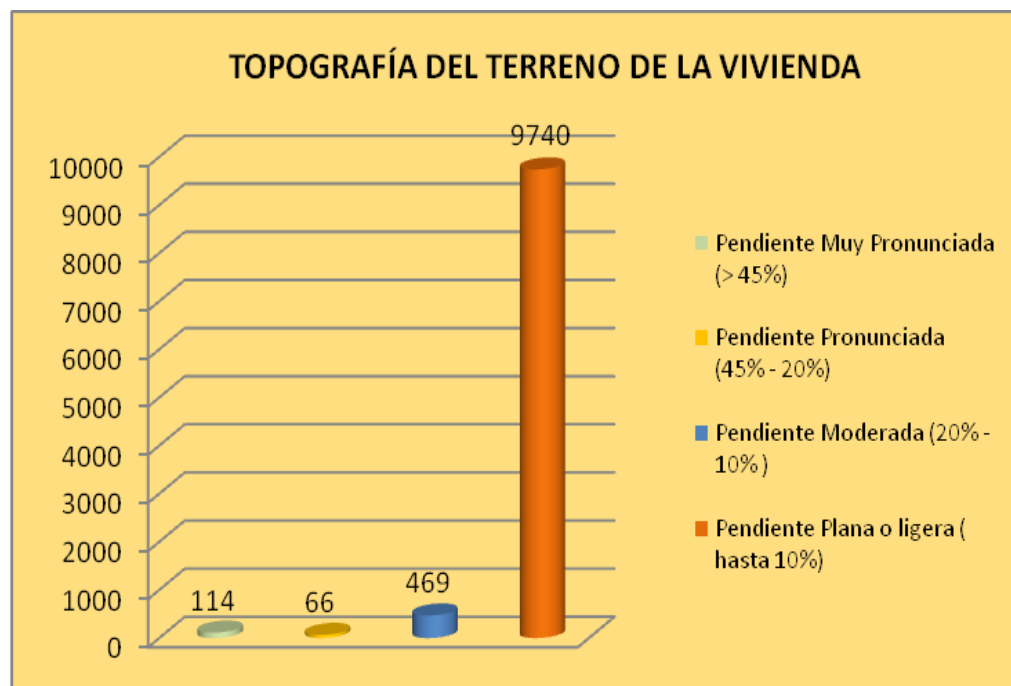
Las viviendas construidas en laderas o terrenos con fuerte pendiente, tienen la desventaja del empuje lateral que ejerce el terreno sobre la parte lateral de ésta, incrementando la acción de las ondas sísmicas, y haciéndolas más vulnerables. Lo que no sucede en las viviendas



asentadas en terrenos planos donde el empuje lateral es nulo o casi nulo, dándole mejor estabilidad.

Los resultados obtenidos son:

- Se hallaron 114 viviendas sobre Pendiente Muy Pronunciada (Mayor a 45% de pendiente).
- Se hallaron 66 viviendas sobre Pendiente Pronunciada (Entre 45% a 20% de pendiente).
- Se hallaron 469 viviendas sobre Pendiente Moderada (Entre 20% a 10% de pendiente).
- Se hallaron 9,740 viviendas sobre Pendiente Plana o ligera (Hasta 10% de pendiente).

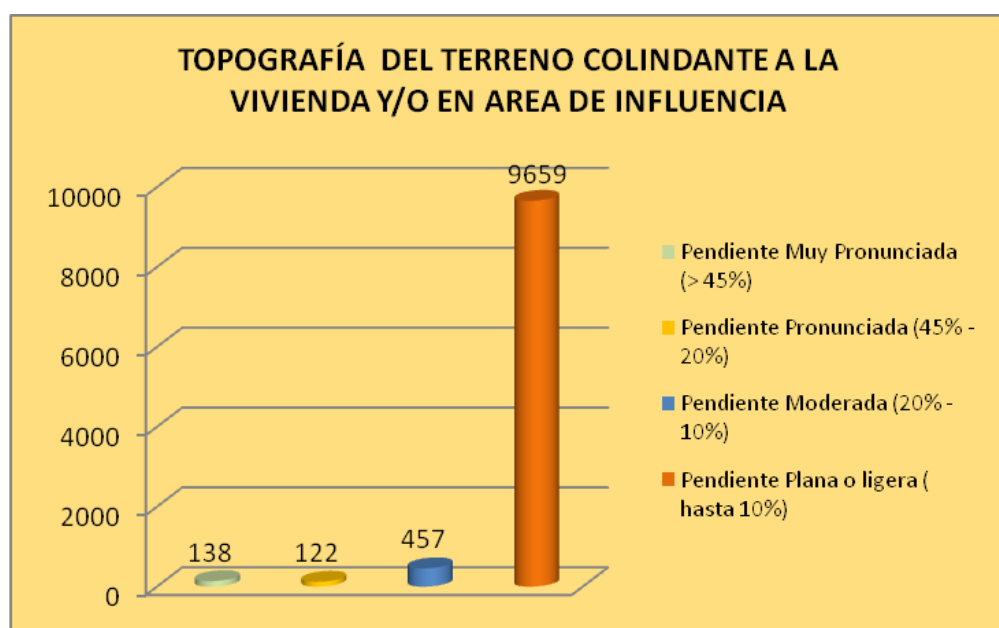


El 94% (9,740) de viviendas verificadas, se encuentran en terrenos planos o con pendiente ligera, por lo cual la vulnerabilidad por este indicador es baja.

- **Topografía del Terreno Colindante a la Vivienda y/o en área de Influencia**

Las viviendas colindantes construidas en el nivel superior de laderas o terrenos con fuertes pendientes, pueden producir un empuje lateral sobre la vivienda ubicada en el nivel inferior. Con ello, se incrementa la acción de las ondas sísmicas, haciéndolas más vulnerables, lo que no sucede en las viviendas asentadas en terrenos planos donde el empuje lateral es nulo o casi nulo.

- Para el caso de Pendiente Muy Pronunciada (Mayor a 45% de pendiente), se verificaron 138 viviendas con este tipo de topografía.
- Para el caso de Pendiente Pronunciada (45% a 20% de pendiente), se verificaron 122 viviendas con este tipo de topografía.
- Con Pendiente Moderada (Entre 20% a 10% de pendiente), se verificaron 457 viviendas.
- Con Pendiente Plana o ligera (Hasta 10 % de pendiente), se verificaron 9,659 viviendas.



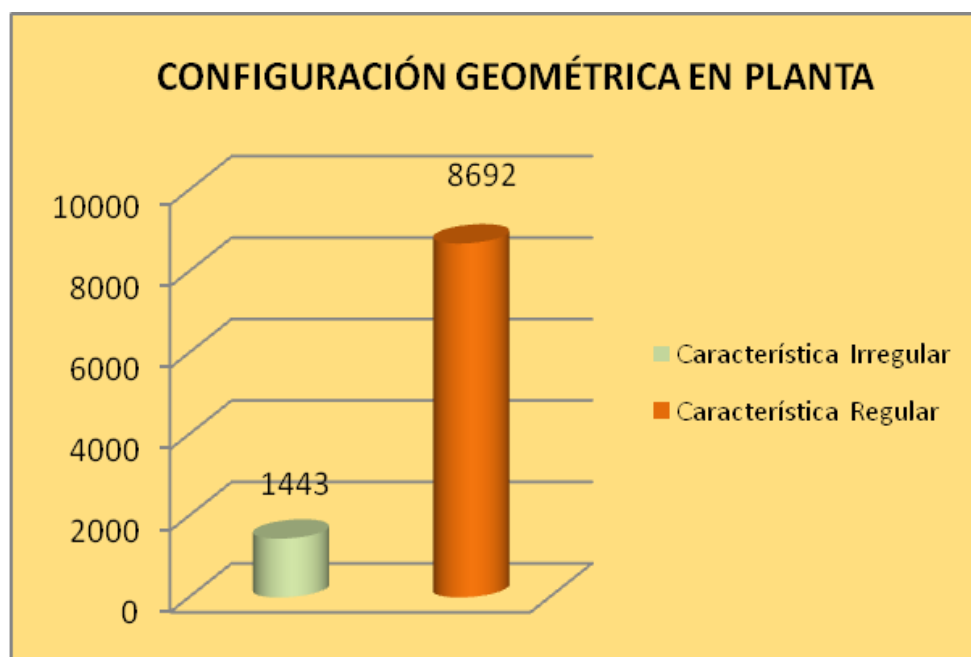
Este indicador nos muestra que para el 93% de las viviendas verificadas no se presentan problemas en los terrenos colindantes, por estar asentados en terrenos con pendiente plana o ligera. Por lo cual, la vulnerabilidad por este indicador es baja.

- **Configuración Geométrica en Planta**

Las Viviendas que presentan una configuración uniforme en planta, van a tener un mejor comportamiento estructural, por tener su centro de gravedad en el punto de equilibrio, que hace la estructura sea más estable, soportando mejor las ondas sísmicas

Los resultados nos muestran que de las dos características propuestas, tenemos los siguientes valores:

- **Irregular;** se verificaron **1,443** viviendas con esta configuración geométrica.
- **Regular;** se verificaron **8,692** viviendas con esta configuración geométrica.



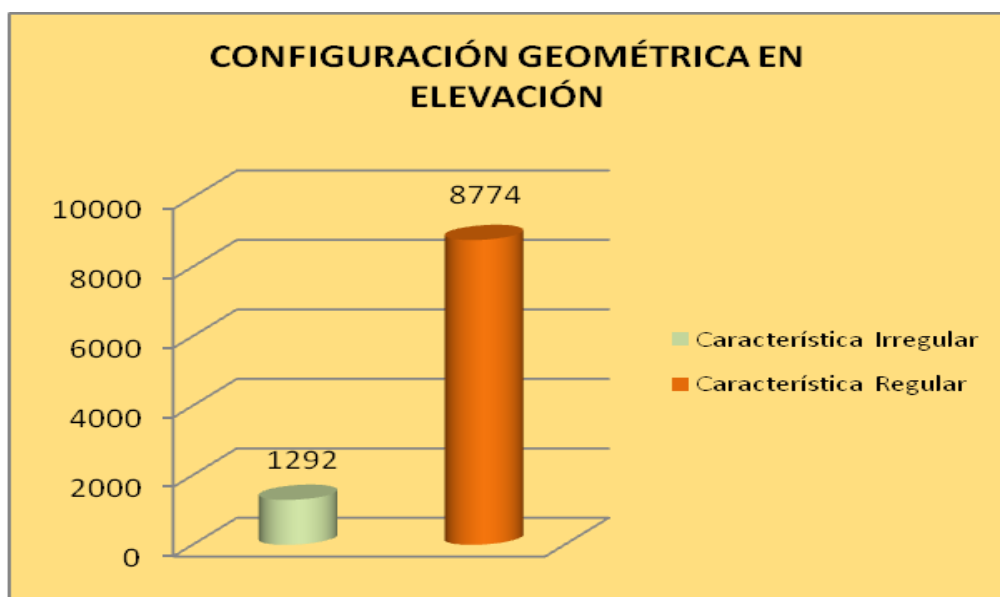
Para el 86% de viviendas verificadas, la configuración geométrica presente en este tipo de construcciones es **Regular**. Obteniendo con ello estructuras más estables ante un sismo.

- **Configuración Geométrica en Elevación**

Las Viviendas que presentan una configuración uniforme en elevación van a tener un mejor comportamiento estructural, por tener su centro de gravedad en el punto de equilibrio, lo que hace la estructura sea más estable y con mayor rigidez, lo que les permitirá asimilar mejor las ondas sísmicas.

Las cantidades obtenidas por tipo de configuraciones geométricas son:

- **Irregular**, se verificaron 1,292 viviendas con una configuración geométrica en elevación que es irregular.
- **Regular**, se verificaron 8,774 viviendas con una configuración geométrica en elevación que es regular.



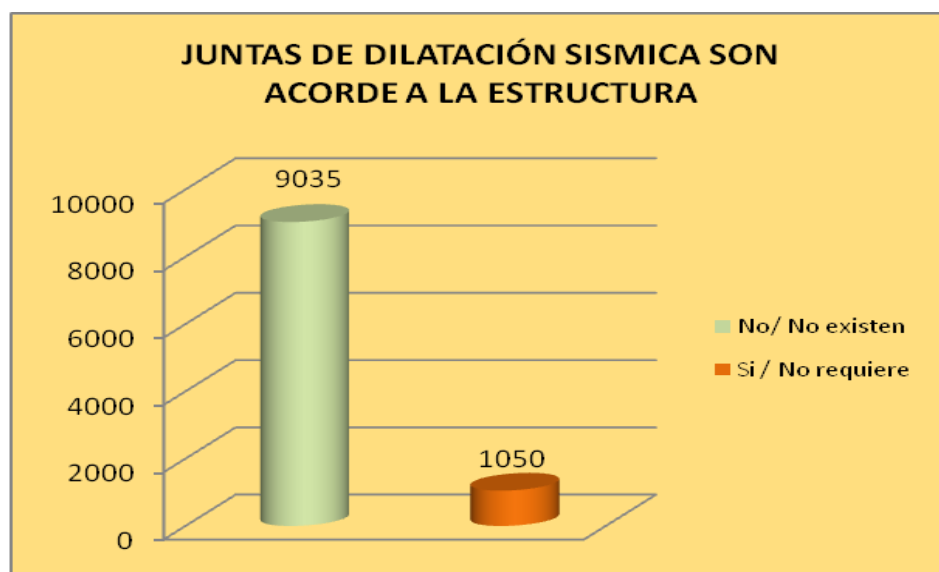
Del total de viviendas que han sido verificadas, el 87% fueron construidas con una configuración geométrica en elevación Regular, lo que indicaría que podrían tener un mejor comportamiento ante un sismo.

- **Juntas de Dilatación Sísmica son acorde a la Estructura.**

Las Juntas de dilatación sísmica permiten la independencia de dos macizos ante la eventualidad de producirse un movimiento sísmico, tienen la finalidad de reducir la posibilidad de impacto de ambos. Las mismas que se incrementarían en caso de un sismo de gran magnitud, predisponiéndola a la estructura a ser más inestable.

Los resultados obtenidos son:

- **9,035** casos de viviendas donde las juntas de dilatación sísmicas **No** son acorde o **No** existen en la estructura.
- **1,050** casos de viviendas donde las juntas de dilatación sísmicas **Sí** existen o **No** lo requiere

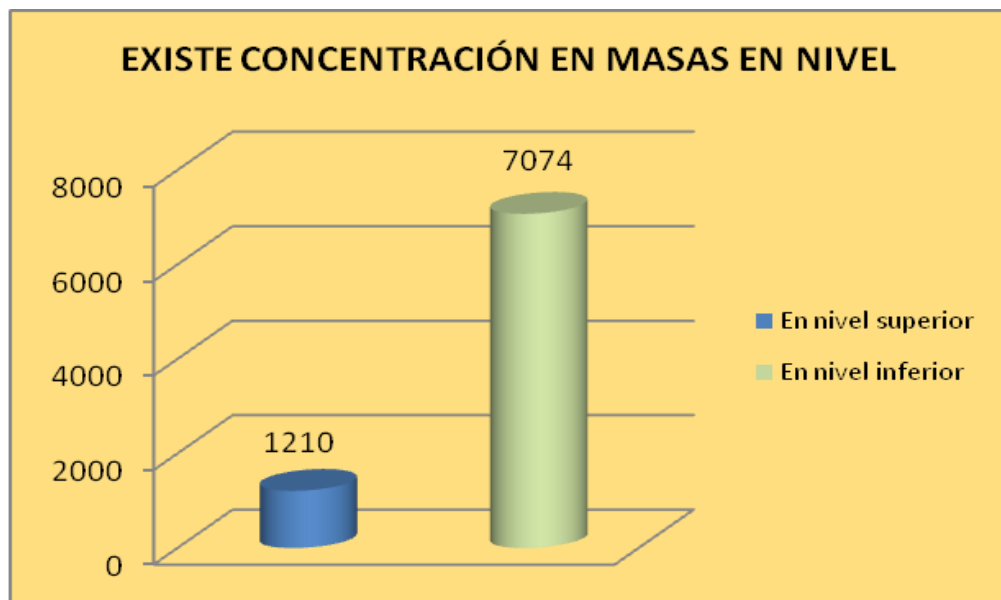


Las viviendas verificadas construidas con materiales precarios (adobe, quincha, madera, y otros) en un 90% no han considerado las juntas de dilatación sísmica. Muy probablemente se ha tomado este criterio que no es representativo para viviendas construidas con estos tipos de material.

- **Existe Concentración en Masas en Nivel**

La concentración de masas en los niveles superiores de las edificaciones, ocasionarían que los efectos de las ondas sísmicas incrementen su intensidad, originando una mayor vulnerabilidad por efecto del peso que involucra la concentración de masas.

- Se verificaron 1,210 viviendas con concentración en masas en nivel superior.
- Se verificaron 7,074 viviendas con concentración en masas en nivel inferior o No existe.



Las altas concentraciones de masas en algún nivel de la vivienda se deben a la disposición en él de elementos pesados, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, etc. El problema es mayor en la



medida en que dicho nivel pesado se ubica a mayor altura, debido a que las aceleraciones sísmicas de respuesta aumentan también hacia arriba, con lo cual se tiene una mayor fuerza sísmica de respuesta allí y por ende una mayor posibilidad de volcamiento.

Según los datos obtenidos producto de la verificación de viviendas, en el 15% de éstas, se presentan problemas de concentración de masas en nivel superior, incrementando con ello la vulnerabilidad física ante un sismo.

- **En los Principales Elementos Estructurales se Observa**

Este punto va a permitir registrar la información que corresponda a los principales elementos que cumplen funciones estructurales de las viviendas. Obteniendo los siguientes resultados:

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| ➤ No existen o son precarios | : 6,312 viviendas |
| ➤ Deterioro y/o humedad | : 2,136 viviendas |
| ➤ Regular estado | : 1,332 viviendas |
| ➤ Buen estado | : 638 viviendas |
| Total de viviendas | : 10,418 Viviendas |

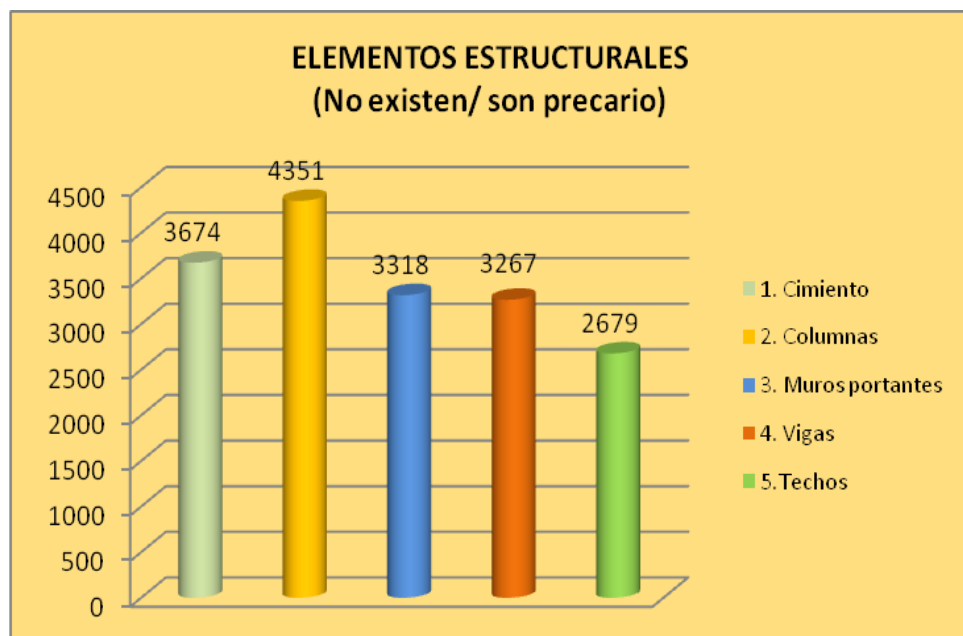
De acuerdo con la ficha de verificación se han tomado en cuenta una o más alternativas para cada vivienda. Presentando los siguientes resultados:

- **No existen / son precarios**

Existen 6,312 viviendas verificadas en donde los elementos estructurales no existen o son precarios, lo que representa el 61%. Siendo la suma de los elementos observados 17,289.



- Se observó que 3,674 viviendas no tienen o su cimentación es precaria.
- Se observó que 4,351 viviendas con deficiencias en las columnas.
- Se observó que 3,318 viviendas con deficiencias en los muros portantes.
- Se observó que 3,267 viviendas con deficiencias en las vigas.
- Se observó que 2,679 viviendas con deficiencias en los techos.



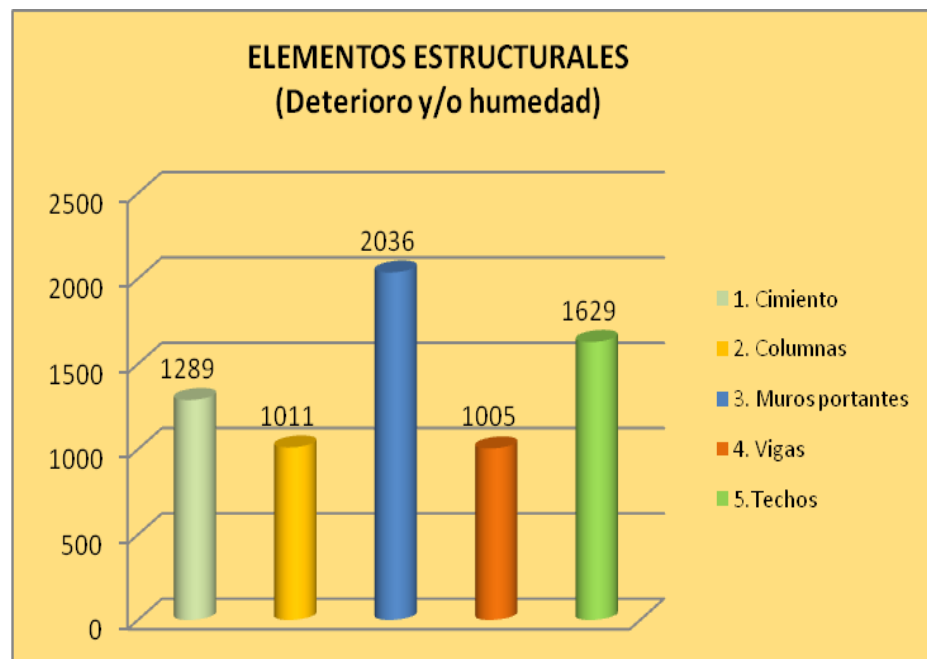
De estas cinco alternativas, las que se enmarcan en el punto uno presentan un mayor grado de vulnerabilidad ante un sismo, por carecer o ser precaria su cimentación, representando el 21% (3,674)

➤ **Deterioro y/o humedad**

Existen 2,136 viviendas verificadas donde los elementos

estructurales presentan deterioro y/o humedad, lo que representa el 21%. Siendo la suma de los elementos observados 6,970.

- Se observó que 1,289 viviendas presentan humedad o deterioro en el cimiento.
- Se observó que 1,011 viviendas presentan humedad o deterioro en las columnas.
- Se observó 2,036 viviendas presentan humedad o deterioro en los muros portantes.
- Se observó 1,005 viviendas presentan humedad o deterioro en las vigas.
- Se observó 1,629 viviendas presentan humedad o deterioro en los techos.

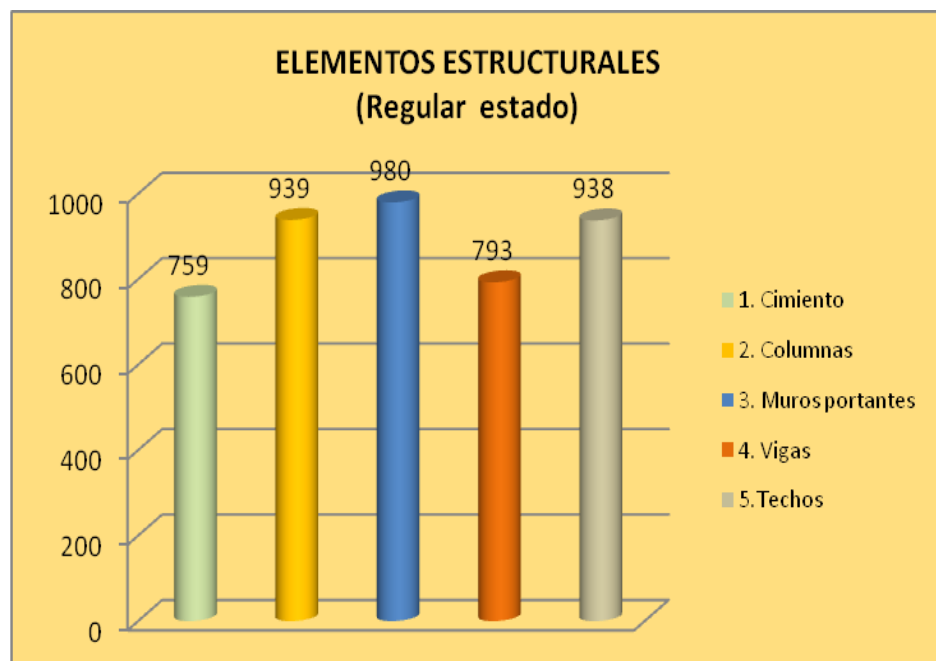


Del total de viviendas verificadas, la mayor incidencia de casos se centra en el deterioro y/o humedad de los muros portantes, con un 29% (2,036), vulnerabilidad que se incrementaría en el caso de las viviendas que además tienen la cimentación y las columnas en el mismo estado de afectación, haciéndolas menos resistentes ante la presencia de un sismo.

➤ **Regular estado**

Existen 1,332 viviendas verificadas en donde los elementos estructurales presentan regular estado, lo que representa el 13%. Siendo la suma de los elementos observados 4,409

- Se observó que 759 viviendas presentan regular estado en sus cimientos.
- Se observó que 939 viviendas presentan regular estado en las columnas.
- Se observó que **980** viviendas presentan regular estado en los muros portantes.
- Se observó que **793** viviendas presentan regular estado en las vigas.
- Se observó que **938** viviendas presentan regular estado en los techos.



Representa la poca cantidad de viviendas con una menor vulnerabilidad.

➤ Buen Estado

Existen 638 viviendas verificadas en donde los elementos estructurales presentan buen estado, lo que representa el 6%. Siendo la suma de los elementos observados 2,278

- Se observó que **422** vivienda presentan buen estado de los cimiento.
- Se observó que **559** viviendas presentan buen estado de las columnas.
- Se observó que **416** viviendas presentan buen estado de los muros portantes.
- Se observó que **441** viviendas presentan buen estado de las vigas.
- Se observó que **440** viviendas presentan buen estado de los techos.

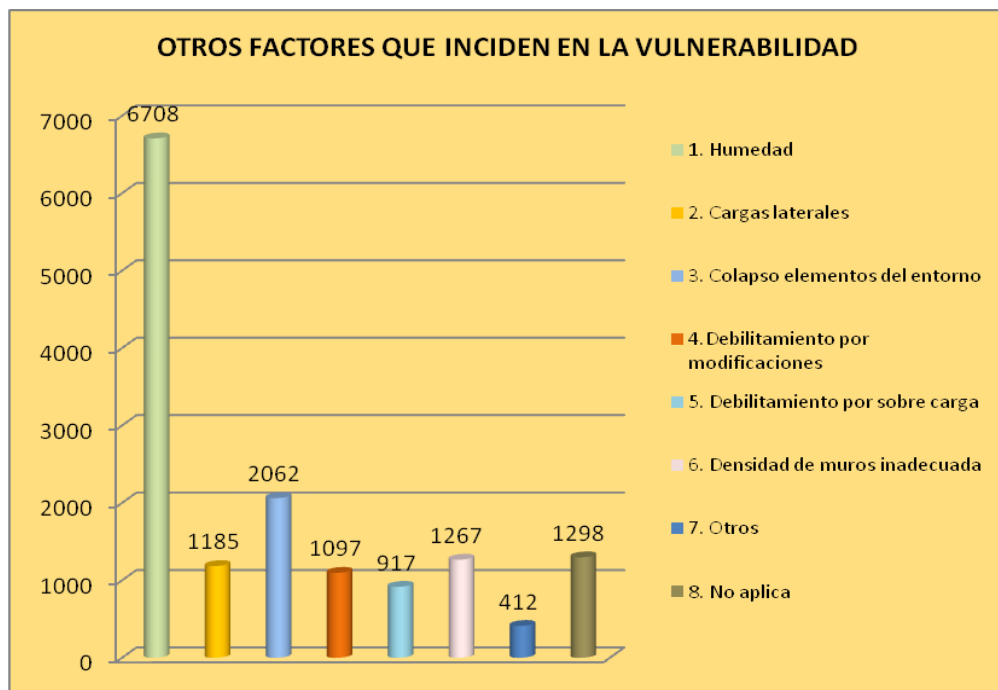


Del total de viviendas verificadas, un porcentaje de 6% presentan sus elementos estructurales en buen estado, indicando una vulnerabilidad baja ante la ocurrencia de un sismo.

- **Otros Factores que Inciden en la Vulnerabilidad**

Se busca identificar otros factores que inciden directamente para tener una mayor vulnerabilidad en las viviendas. De acuerdo con la ficha de verificación se han tomado en cuenta una o más alternativas para cada vivienda, con excepción de las 1,298 que no aplican y que corresponden al mismo número de viviendas.

- Humedad; Se encuentran 6708 alternativas.
- Cargas laterales; Se encuentran 1185 alternativas.
- Colapso elementos del entorno; Se encuentran 2062 alternativas.
- Debilitamiento por modificaciones; Se encuentran 1097 alternativas.
- Debilitamiento por sobre carga; Se encuentran 917 alternativas.
- Densidad de muros inadecuada; Se encuentran 1267 alternativas.
- Otros; 412
- No aplica; 1298



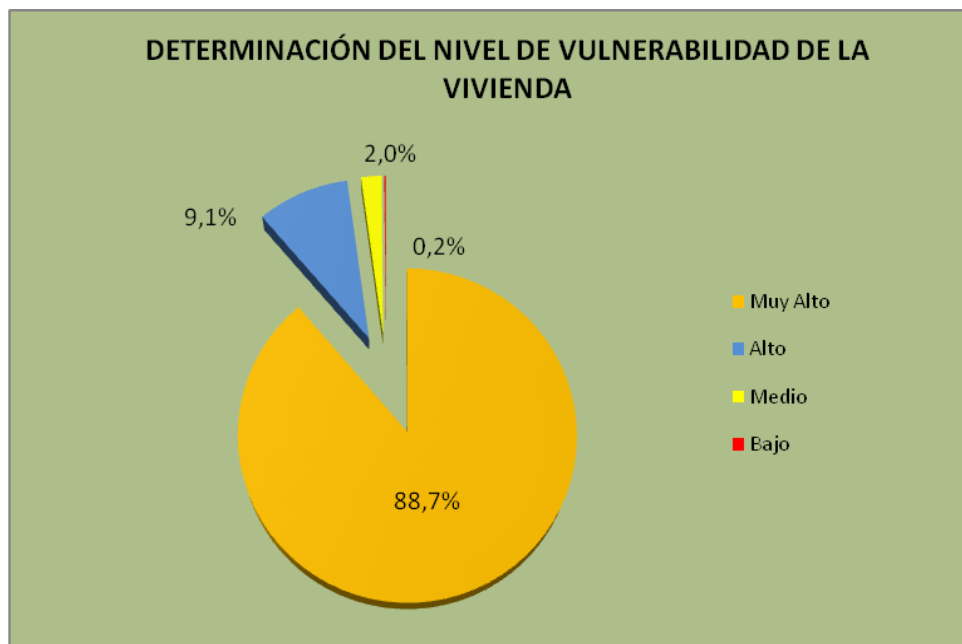
2.4 DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

De las 12,865 fichas de las viviendas verificadas en el Distrito del Callao, se han determinado que:

- Por no encontrarse a las personas en las viviendas
- Por negarse a que se les verificaran sus viviendas y
- El porcentaje de error en las fichas

Es que de acuerdo al levantamiento de información, se determinó el nivel de vulnerabilidad de **10,418** viviendas, y de acuerdo a la base de datos sistematizada se determinó que:

- Existen **9,242** viviendas con un **Nivel de vulnerabilidad Muy Alta**.
- Existen **950** viviendas con un **Nivel de vulnerabilidad Alta**.
- Existen **210** viviendas con un **Nivel de vulnerabilidad Media**.
- Existen **16** viviendas con un **Nivel de vulnerabilidad Baja**.





Haciendo un desagregado de las cantidades obtenidas, tenemos que en el 98% de las viviendas verificadas se halló una vulnerabilidad muy alta, y alta. Indicando la gravedad de las construcciones en el distrito y su capacidad de respuesta ante un sismo.



I. CONCLUSIONES:

- a. El Programa de verificación de viviendas ha levantado al 81% de viviendas precarias del distrito del Callao.
- b. Los procesos constructivos de las viviendas verificadas no han cumplido con el Reglamento Nacional de Edificaciones, en lo referente a construcciones antisísmicas.
- c. La implementación de estos procesos se llevó a cabo mediante la autoconstrucción; sin supervisión de especialistas
- d. Las rutas de evacuación no presentan condiciones seguras ante un sismo debido a la precariedad del sistema constructivo de las edificaciones. Asimismo esta tendencia se agudiza en los complejos multifamiliares.
- e. Debido a la precariedad de los sistemas constructivos en un alto porcentaje de las viviendas no se puso identificar zonas de seguridad interna.
- f. Adicionalmente en los complejos multifamiliares las zonas de seguridad externa presentan condiciones similares.



- g. De acuerdo al análisis y evaluación se puede apreciar que las viviendas precarias presentan un elevado porcentaje (98%) de niveles de vulnerabilidad muy alta y alta; exponiendo al riesgo la vida y el patrimonio de los pobladores frente a un sismo.



III. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están dirigidas a los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales y Sector Vivienda, de acuerdo a sus competencias

Se recomienda ejecutar las siguientes acciones:

1. Desarrollar Programas permanentes de verificación de las condiciones de seguridad estructural de viviendas.
2. Continuar con la revisión de las viviendas precarias del distrito, que no han sido verificadas.
3. Promover el uso de procedimientos constructivos antisísmicos adecuados y con asesoría de profesionales especializados en concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones para los procesos de reconstrucción y/o reforzamiento o rehabilitación de las viviendas precarias.
4. Identificar y señalizar las rutas de evacuación, en las viviendas unifamiliares y bifamiliares, que permitan reforzar su sistema



constructivo. Asimismo para las viviendas multifamiliares, en las áreas comunes que son utilizados como rutas de evacuación.

5. En los casos que permita, luego de la evaluación de especialistas: Identificar, reforzar y señalar las zonas de seguridad interna tanto de viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares; de igual manera para las zonas de seguridad externa.
6. Promover programas y proyectos para la identificación y reforzamiento de la zona de seguridad interna y externa, procediéndose a señalar dicha zona.
7. Asesorar a las viviendas para que elaboren planes de seguridad en viviendas ante sismo.
8. Implementar planes y programas de información, sensibilización y concientización permanentes dirigidos a la población, para la adopción de acciones de prevención y preparación ante la ocurrencia de un sismo.

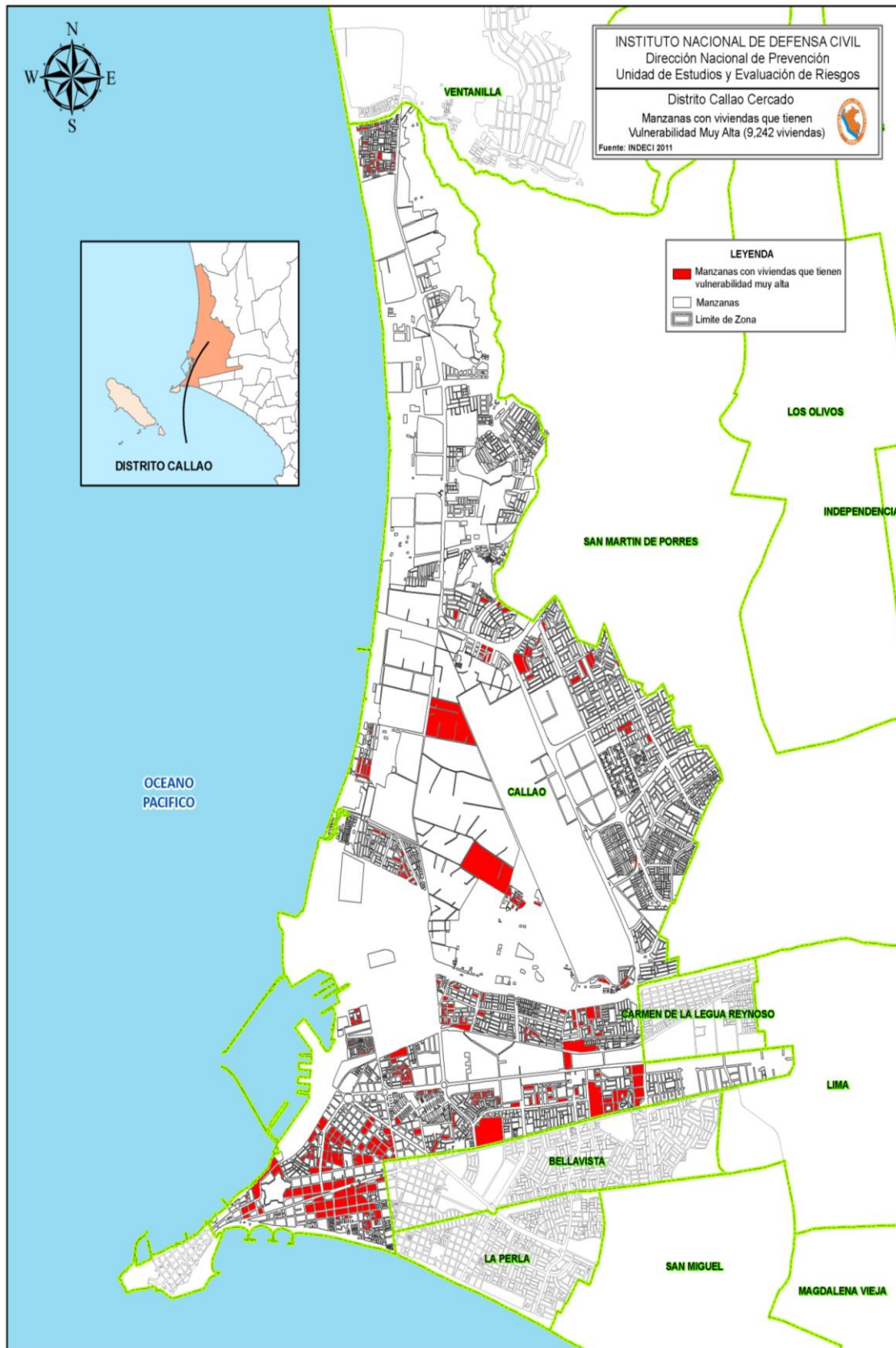


IV. ANEXOS

MAPAS TEMÁTICO



MANZANAS CON VIVIENDAS CONVULNERABILIDAD MUY ALTA



FUENTE: INDECI



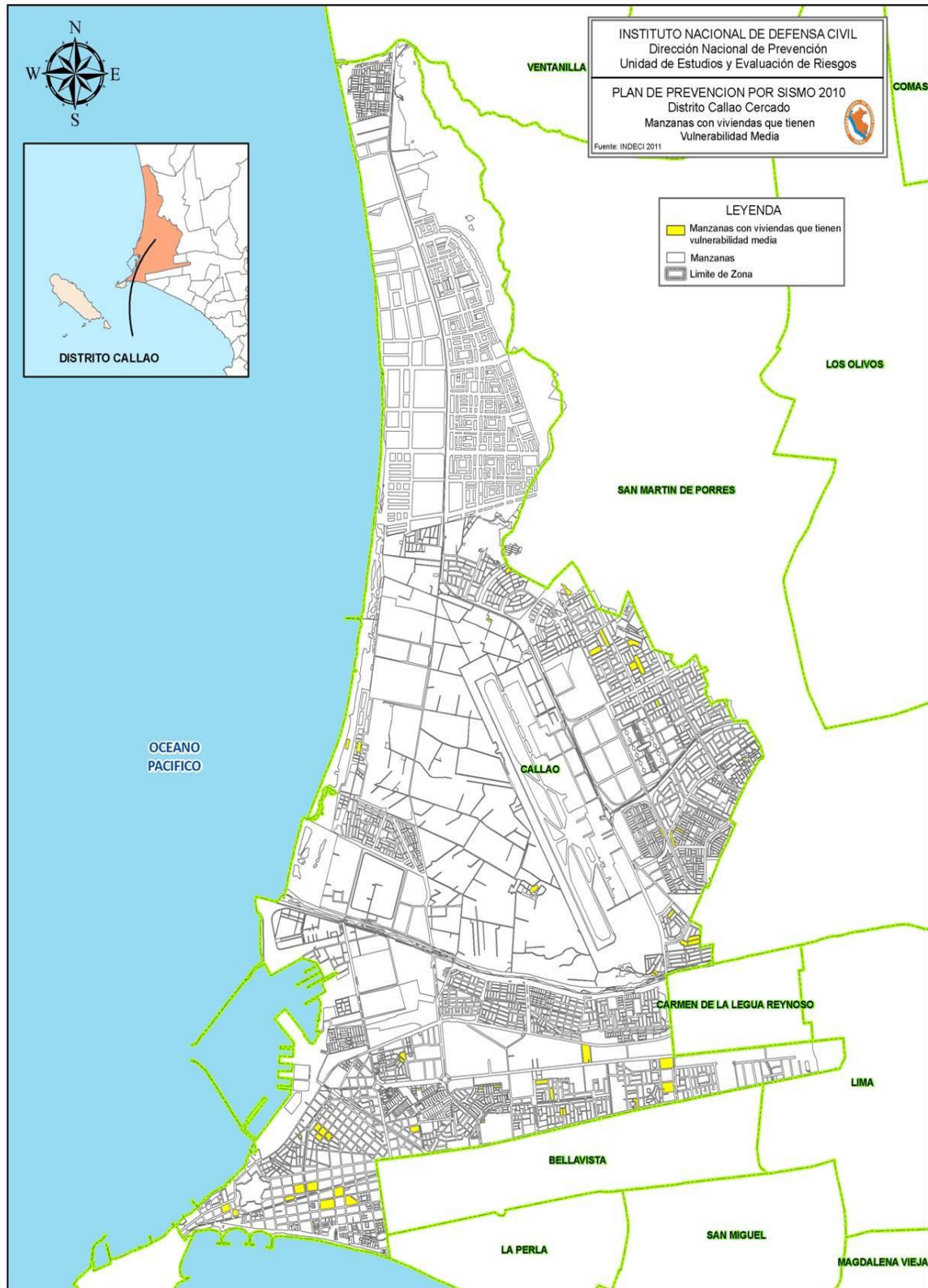
MANZANAS CON VIVIENDAS CON VULNERABILIDAD ALTA



FUENTE: INDECI



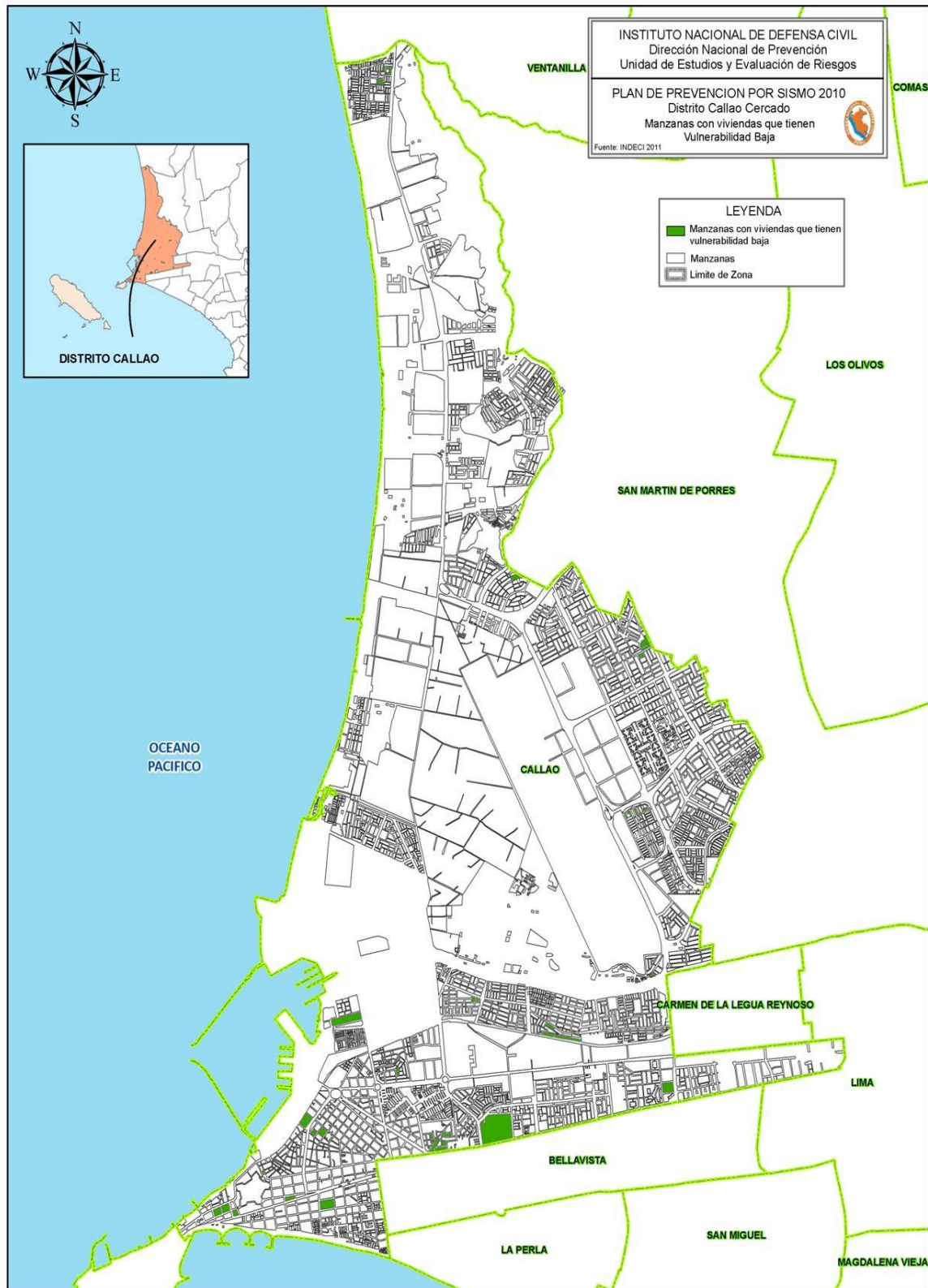
MANZANAS CON VIVIENDAS CON VULNERABILIDAD MEDIA



FUENTE: INDECI



MANZANAS CON VIVIENDAS CON VULNERABILIDAD BAJA



FUENTE: INDECI



Publicación disponible en la Biblioteca Virtual
del INDECI <http://bvpad.indeci.gob.pe>



INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

• Calle Ricardo Angulo Ramírez N° 694
Urb. Córpac – San Isidro – Lima Perú

• defensacivil@indecivil.gob.pe

• Central telefónica: (51) 1 2259898

ISBN: 978-612-4100-24-6



9 786124 100246