

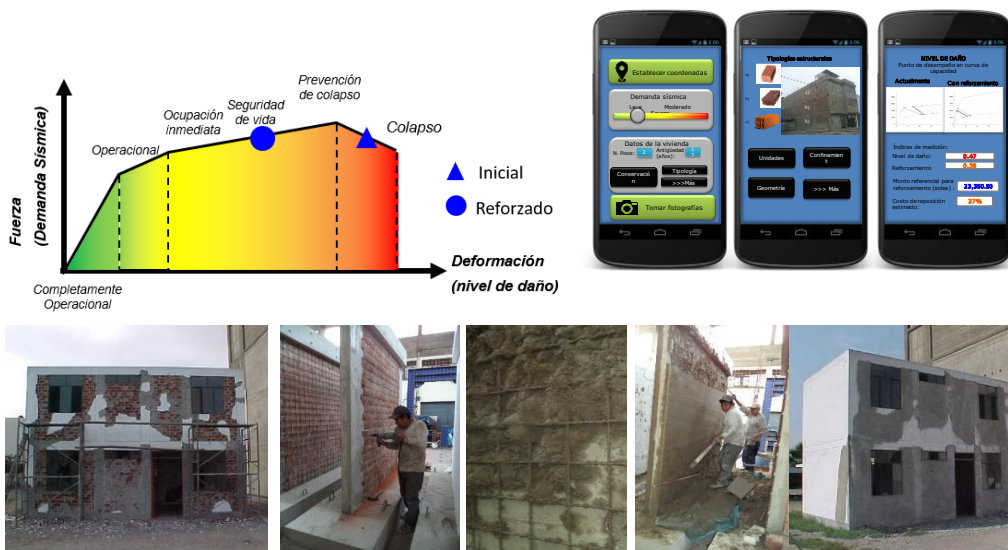


PROYECTO 115-2018-FONDECYT

IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL BASADA EN UNA  
METODOLOGÍA INTEGRAL PARA EL CÁLCULO DE VULNERABILIDAD,  
RIESGO Y VIABILIDAD DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN  
VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA FRENTE A ESCENARIOS  
SÍSMICOS DIVERSOS

INFORME No. 1  
HITO 1

ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ÁREA DE ESTUDIO SELECCIONADA  
REPRESENTATIVA DE LIMA



**Coordinador de Proyecto:**

Dr. Ing. Miguel Díaz Figueroa

**Co - investigadores:**

Dr. Ing. Carlos Zavala, Dr. Ing. Roy Reyna, Mag. Ing. Jorge Gallardo, MSc. Ing. Erika Flores,  
Dr. Ing. Zenon Aguilar, Bach. Ing. Victor Astorayme, Bach. Ing. Michel Amancio, Bach. Ing. Luis  
Lopez.

MAYO – 2019



## **CONTENIDO**

<b>CONTENIDO</b> .....	1
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	3
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	4
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	5
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS</b> .....	5
<b>3.1 Distritos de Lima Metropolitana y el Callao</b> .....	7
<b>3.2 Características de los distritos estudiados</b> .....	9
<b>4. METODOLOGÍA DE LA EXPLORACIÓN DE CAMPO REALIZADA POR CISMID</b> .....	10
<b>4.1 Preparación de Actividades, Coordinación y Personal</b> .....	10
<b>4.2 Metodología de toma de datos</b> .....	10
<b>4.3 Plantilla para la encuesta</b> .....	10
<b>4.4 Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo</b> .....	12
<b>4.5 Procedimiento y control de calidad de datos de campo</b> .....	14
<b>4.6 Georeferenciación y Compatibilización de Planos</b> .....	14
<b>4.7 Sistematización de la Información</b> .....	15
<b>4.8 Ubicación de las manzanas a evaluar</b> .....	15
<b>5. CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES</b> .....	17
<b>5.1 Número de pisos</b> .....	17
<b>5.2 Material de construcción</b> .....	17
<b>5.3 Uso</b> .....	17
<b>5.4 Tipología</b> .....	17
<b>6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	18



**Facultad de Ingeniería Civil  
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas  
y Mitigación de Desastres  
Laboratorio de Estructuras**

<b>6.1</b>	<b>Características de las edificaciones por distrito .....</b>	<b>18</b>
6.1.1	Número de pisos .....	18
6.1.2	Material de construcción .....	21
6.1.3	Tipología.....	23
6.1.4	Tipología y usos .....	25
<b>6.2</b>	<b>Características de las edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao .....</b>	<b>29</b>
6.2.1	Número de pisos.....	29
6.2.2	Material de construcción .....	30
6.2.3	Tipología.....	31
6.2.4	Tipología y usos .....	31
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>34</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estudios de microzonificación realizados por CISMID hasta el 2018..	6
Figura 2 Distritos con mayor población .....	9
Figura 3. Formato de Ayuda para Codificación del Lote [11].....	11
Figura 4. Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana [11].....	12
Figura 5. Sectores de evaluación del distrito de Surquillo <b>[11]</b> .....	13
Figura 6. Manzanas totales versus manzanas seleccionadas <b>[11]</b> . ....	16
Figura 7 Distribución de edificaciones por número de pisos en Lima Metropolitana y el Callao.....	29
Figura 8 Distribución de edificaciones por material en Lima Metropolitana y el Callao .....	30



**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Distritos estudiados por CISMID para obtener mapas de vulnerabilidad y riesgo sísmico..... 7

Tabla 2. Distribución de edificaciones por número de pisos por distrito ..... 18

Tabla 3. Distribución de edificaciones por material por distrito..... 21

Tabla 4. Distribución por tipologías en Lima Metropolitana y el Callao ..... 23

Tabla 5. Distribución por tipologías y usos en Lima Metropolitana y el Callao . 25

Tabla 6. Distribución de edificaciones por número de pisos en Lima Metropolitana y el Callao..... 29

Tabla 7. Distribución de edificaciones por material en Lima Metropolitana y el Callao ..... 30

Tabla 8. Distribución por tipologías en Lima Metropolitana y el Callao ..... 31

Tabla 9. Distribución por tipologías y usos en Lima Metropolitana y el Callao . 32



**INFORME No. 1-HITO 1**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ÁREA DE ESTUDIO SELECCIONADA  
REPRESENTATIVA DE LIMA**

**1. ANTECEDENTES**

En fecha 27 de noviembre del 2018 se suscribió el Contrato 115-2018-FONDECYT entre el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) con el objeto de otorgar el financiamiento para la ejecución del proyecto titulado “Implementación de una herramienta digital basada en una metodología integral para el cálculo de vulnerabilidad, riesgo y viabilidad de reforzamiento estructural en viviendas de albañilería confinada frente a escenarios sísmicos diversos”, en adelante denominado el Proyecto. El Proyecto, de acuerdo a la propuesta aprobada, se desarrolla en el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC), de la UNI.

En el presente informe se entrega el análisis estadístico y área de estudio seleccionada representativa de Lima de acuerdo a la base de datos de CISMID acumulada en los diferentes estudios de Riesgo sísmico encargados por instituciones públicas desde el 2010.

**2. OBJETIVOS**

El objetivo del presente informe es realizar el análisis estadístico de las características de las edificaciones de Lima Metropolitana y el Callao para proponer un área de estudio representativa de Lima Metropolitana y el Callao.

**3. DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS**

CISMID viene realizando estudios de vulnerabilidad y riesgo sísmico gracias al financiamiento de instituciones como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través del Programa presupuestal 0068 de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres (PREVAED PP0068). Parte de estos estudios involucran el levantamiento de las características de

edificaciones más sensibles para el cálculo de la vulnerabilidad y riesgo sísmico. En este sentido, se viene acumulando una data importante que en el presente informe se utilizará para conocer las tipologías más representativas de Lima Metropolitana y el Callao, así como algunas de las características de las edificaciones.

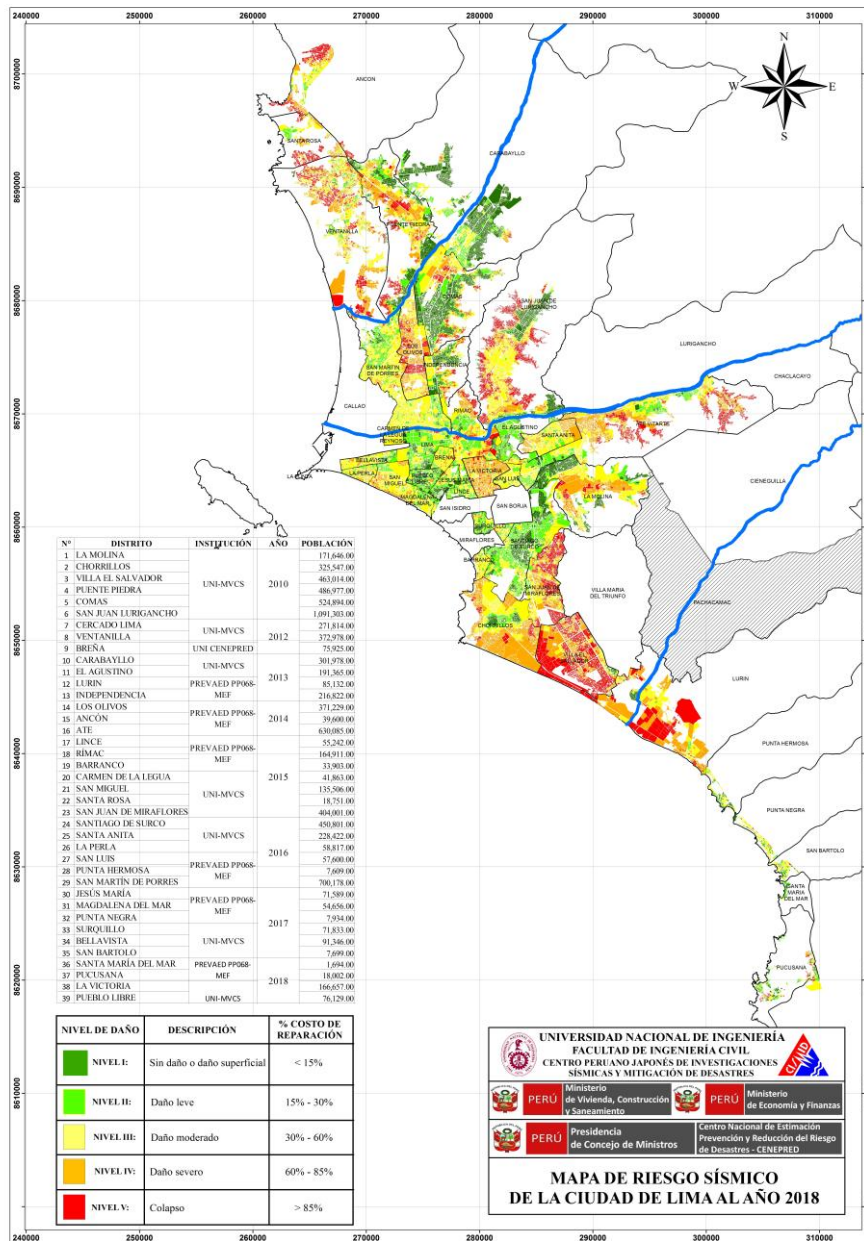


Figura 1. Estudios de microzonificación realizados por CISMID hasta el 2018



### 3.1 Distritos de Lima Metropolitana y el Callao

Para cubrir la extensión de una región o país con estudios de microzonificación se puede tomar años o décadas, debido a la inmensa cantidad de recursos que se necesitan, es así que durante la ventana de tiempo en el que se estudia una región, los distritos pueden cambiar e incrementarse. En consecuencia, los estudios de microzonificación, como los realizados por sismo, son procesos dinámicos, pues cambian en el tiempo debido al crecimiento demográfico, fenómenos naturales, redistribución del uso de tierras, entre otros factores; en este sentido, debe actualizarse conforme haya un cambio importante en la región.

Para cubrir la extensión de Lima Metropolitana y el Callao se ha dividido en áreas, que en su mayoría corresponden a distritos, considerando para Lima Metropolitana y el Callao 44 y 6 distritos; de los cuales hasta la fecha se han realizado un total de 40 distritos, como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Distritos estudiados por CISMID para obtener mapas de vulnerabilidad y riesgo sísmico

	DISTRITO	AÑO	CONVENIO	ÁREA(Ha)	POBLACIÓN	DENSIDAD (pers./Ha)
1	LA MOLINA	2010	MVCS	4,964.17	171,646.00	35
2	CHORRILLOS			3,684.32	325,547.00	88
3	VILLA EL SALVADOR			3,392.67	463,014.00	136
4	PUENTE PIEDRA			5,094.11	486,977.00	96
5	COMAS			4,922.12	524,894.00	107
6	SAN JUAN LURIGANCHO			14,008.49	1,091,303.00	78
7	VENTANILLA	2012	MVCS	8,141.82	372,899.00	46
8	CERCADO LIMA			2,159.36	271,814.00	126
9	BREÑA		CENEPRED	320.27	75,925.00	237
10	CARABAYLLO	2013	MVCS	35,620.70	301,978.00	8
11	EL AGUSTINO			1,351.92	191,365.00	142
12	LURÍN		PREVAED	18,675.99	85,132.00	5
13	INDEPENDENCIA		PP068-MEF	1,603.52	216,822.00	135



	DISTRITO	AÑO	CONVENIO	ÁREA(Ha)	POBLACIÓN	DENSIDAD (pers./Ha)
14	LOS OLIVOS	2014	PREVAED PP068-MEF	1,832.25	371,229.00	203
15	ANCÓN			32,192.39	39,600.00	1
16	ATE			8,365.68	630,085.00	75
17	LINCE	2015	PREVAED PP068-MEF	276.02	55,242.00	200
18	RÍMAC			1,213.67	164,911.00	136
19	BARRANCO			274.58	33,903.00	123
20	CARMEN DE LA LEGUA		193.54	41,863.00	216	
21	SAN MIGUEL	2016	MVCS	961.24	135,506.00	141
22	SANTA ROSA			1,984.60	18,751.00	9
23	SAN JUAN DE MIRAFLORES			2,064.07	404,001.00	196
24	SANTIAGO DE SURCO			5,409.37	450,801.00	83
25	SANTA ANITA	2017	MVCS	1,075.81	228,422.00	212
26	LA PERLA			336.60	58,817.00	175
27	SAN LUIS			349.51	57,600.00	165
28	PUNTA HERMOSA		PREVAED PP068-MEF	361.20	7,609.00	21
29	SAN MARTÍN DE PORRES			3,628.72	700,178.00	193
30	BELLAVISTA	2018	UNI-MVCS	457.45	91,346.00	200
31	SURQUILLO			461.47	71,833.00	156
32	SAN BARTOLO			287.20	7,699.00	27
33	JESÚS MARÍA		PREVAED PP068-MEF	434.40	71,589.00	165
34	MAGDALENA			386.62	54,656.00	141
35	PUNTA NEGRA	2019	PREVAED PP068-MEF	390.05	7,934.00	20
36	SANTA MARÍA DEL MAR			798.77	1,694.00	2
37	PUCUSANA			3,065.60	18,002.00	6
38	PACHACAMAC		27,085.79	136,921.00	5	
39	LA VICTORIA		UNI-MVCS	909.93	166,657.00	183
40	PUEBLO LIBRE	461.75		76,129.00	165	

### 3.2 Características de los distritos estudiados

En la Tabla 1 se observa que los distritos estudiados con población mayor a las 200,000 personas (de mayor a menor) son San Juan Lurigancho, San Martín de Porres, Ate, Comas, Puente Piedra, Villa El Salvador, Santiago de Surco, San Juan de Miraflores, Ventanilla, Los Olivos, Chorrillos, Carabayllo, Cercado Lima y Santa Anita; siendo estos distritos que se encuentran en la periferia, a excepción de Cercado de Lima, y han experimentado un mayor crecimiento demográfico en relación a los otros distritos. Estos distritos están asociados con suelos menos favorables y áreas de mayor riesgo sísmico en Lima Metropolitana. Es posible observar, que los distritos con mayor población, a pesar de poseer una menor densidad por área bruta, son los que se encuentran con mayor riesgo sísmico; esto se debe a la concentración de población en sectores de cada distrito. Los distritos de Ventanilla y Carabayllo atraviesan un crecimiento poblacional que se traduce en la alta informalidad de las construcciones. Este mismo fenómeno se observa en áreas de invasión de distritos consolidados como San Juan de Lurigancho, Ate, Comas, Puente Piedra, Villa El Salvador, Santiago de Surco e Independencia.

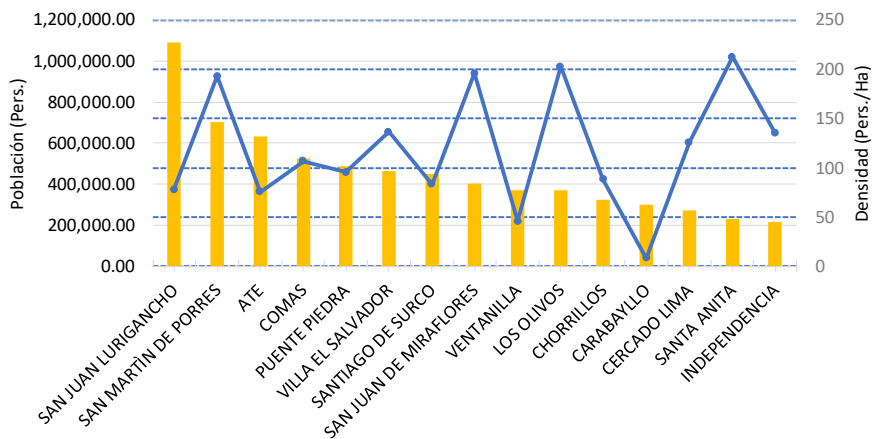


Figura 2 Distritos con mayor población



#### **4. METODOLOGÍA DE LA EXPLORACIÓN DE CAMPO REALIZADA POR CISMID**

A continuación, se describen la metodología diseñada por CISMID para realizar el levantamiento de datos en campo:

##### **4.1 Preparación de Actividades, Coordinación y Personal**

Para el desarrollo de las actividades del levantamiento de datos de campo, se inicia el trabajo con la selección de los ingenieros coordinadores, para organizar los grupos de trabajo asignando en promedio tres personas por cada grupo para el levantamiento de información de campo. El personal seleccionado está formado generalmente por un grupo de jóvenes ingenieros, estudiantes de postgrado y estudiantes del último año de ingeniería que laboran como asistentes de investigación o realizan su tesis de pregrado o posgrado en CISMID. Este personal recibió un entrenamiento basado en el procedimiento de evaluación. Este procedimiento ha sido diseñado para poder representar de la mejor manera las tipologías constructivas de nuestro país, resaltando el sistema estructural, los materiales utilizados y en general las condiciones físicas de la edificación.

##### **4.2 Metodología de toma de datos**

Este procedimiento se basa en la toma de información en edificaciones de adobe, albañilería, quincha, concreto armado, madera, acero entre otros. La metodología consiste en una inspección visual rápida de las edificaciones identificando las debilidades aparentes en las edificaciones de una manzana. De acuerdo al porcentaje de lotes visualmente evaluados, se determina el lote representativo de la manzana del cual se toma el detalle de su información a través de una ficha de inspección estructural. El lote representativo es aquel que presenta de la mejor manera las características promedio de los lotes de la manzana evaluada.

##### **4.3 Plantilla para la encuesta**

Para la valoración en campo de las características de las edificaciones se utiliza una ficha de evaluación elaborada por nuestra institución para la evaluación rápida de estructuras, la cual se presenta en la Figura 3 y Figura 4. La Ficha está dividida en cinco áreas:

- Número de pisos
- Material
- Usos
- Sistema Estructural
- Conservación

Esta información es complementada con la toma de fotografías del lote representativo de la manzana, donde se pueda identificar a la estructura de la edificación. Posteriormente estas fotografías se codifican para que coincidan con el identificador del lote y de esta manera poder almacenar la fotografía o fotografías en la base de datos geoespacial.

		CONVENIO CISMID/FIC/UNI – MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO		
<b>INFORMACIÓN DE LA MANZANA</b>				
CÓDIGO DE LA MANZANA:				
<b>LEYENDA PARA LA CODIFICACIÓN DEL LOTE</b>				
No.Pisos (1)	Material (2)	Usos (3)	Sistema Estructural (4)	Conservación (5)
	Adobe (A)	Vivienda (V)	<b>S</b> Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo	(B) Bueno
	Mampostería (M)	Vivienda y Comercio (Y)	<b>M</b> Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos	(R) Regular
	Concreto (C)	Comercio (C)	<b>N</b> Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles	(M) Malo
	Quincha (Q)	Multifamiliar (M)	<b>L</b> Construcción Informal en Albañilería	
	Acero (S)	Policía o Bomberos (B)	<b>A</b> Adobe y Quincha	
	Madera (W)	Educativo (E)	<b>C</b> Pórticos de Concreto	
	Otro (O)	Hospital (H)	<b>W</b> Estructura de Concreto Armado con Placas	
		Industrial (I)	<b>I</b> Pórticos de Concreto con Vanos Rigidizados con Mampostería	
		Baldío (B)	<b>L</b> Estructura Celular de Concreto	
		Otros (O)	<b>F</b> Pórtico de Acero Resistentes a Momento	
			<b>B</b> Pórtico de Acero Arriostrados con Diagonales	
			<b>U</b> Estructura de Perfiles Livianos	
			<b>W</b> Entramados de Madera	
			<b>T</b> Estructuras Industriales / Comerciales	
*Nota: La Información de la manzana irá en plano lotizado adjunto similar al ejemplo de llenado que se muestra.			Nota 2: No Evaluado Use (X) Caso Valdío Use (V)	
1AVSR		(1) + (2) + (3) + (4) + (5) 1PISOS + ADOBE + USO VIVIENDA + MAMPOSTERIA DE ARCILLA SIN REFUERZO + REGULAR		
Foto 1 - Numero	Foto 2 - Numero	Foto 3 - Numero	Foto 4 - Numero	Foto 5 - Numero
Acharar lote representativo				

Figura 3. Formato de Ayuda para Codificación del Lote [11].

		COI		CONVENIO CISMID/FIC/UNI – MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO				Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento		
CODIGO DE MANZANA				CODIGO INTERNO						
ESTRUCTURACIÓN										
<b>Material</b>		Adobe		Mampostería		Concreto		<b>Observaciones</b>		
<b>Estado de Conservación</b>		Bueno		Regular		Malo				
<b>Cimentación</b>	Asentamiento		Sí		No					
	Humedad en la Base		Sí		No					
Techo										
<b>Adobe</b>		<b>Mampostería</b>		<b>Concreto</b>		<b>Otros</b>				
Madera		Losa de CA		Losa de CA						
Caña		Aligerado		Aligerado						
Torta Barro		Calamina		Placa Colaborante						
Otro		Otro		Otro						
Elementos Estructurales										
Fisuración										
Columnas		Fisuras		NOTA		Fisura Vertical (V)				
Vigas		Fisuras		Sin Fisuras (X)		Fisura Diagonal (D)				
Muros		Fisuras				Fisura Horizontal (H)				
Estado de Muros										
<b>Unidad</b>		Artesanal		Industrial		Sólido		Tubular/Hueco		
<b>Confinamiento</b>		Sí		No						
<b>Fisuras</b>		Sí		No						
<b>Tarrajeo</b>		Sí		No						
<b>Estado de conservación</b>		Bueno		Regular		Malo				
Acharurar lote representativo										

Figura 4. Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana [11].

#### 4.4 Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo

- Preparación de planos para la toma de datos: Basado en la información de planos georreferenciados del INEI del último censo de vivienda del año 2007, se imprimieron los planos para la elaboración de los trabajos de campo en las zonas de estudio. Para facilitar el trabajo de los grupos evaluadores, el área a evaluar se divide en sectores. La cantidad de sectores depende del área del distrito.
- Para determinación de los límites del área a evaluar, se coordinó con funcionarios del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, o la entidad solicitante, de manera que se evaluara la totalidad del área urbana, con los diferentes niveles de ocupación y consolidación urbana.

Adicionalmente, se prepararon mapas sobrepuestos en imágenes de Google Earth para la determinación exacta de estas áreas.

- c) Distribución de coordinadores responsables de los equipos de evaluadores. Los coordinadores de grupo sectorizaron el distrito, para que cada grupo de tres personas trabajase en zonas involucradas reportando la información levantada a los coordinadores, quienes, con sus asistentes, transfirieron la información generada en las fichas a una base de datos utilizando una hoja de cálculo con campos similares al de la ficha. Posteriormente toda esta información es codificada y llevada a una base de datos en una plataforma de sistema de información geográfica (SIG) para su georreferenciación espacial.

La sectorización del distrito se muestra en la Figura 5, que se adjunta a continuación, en donde son identificados en los 3 sectores en que se dividió el distrito de Surquillo.

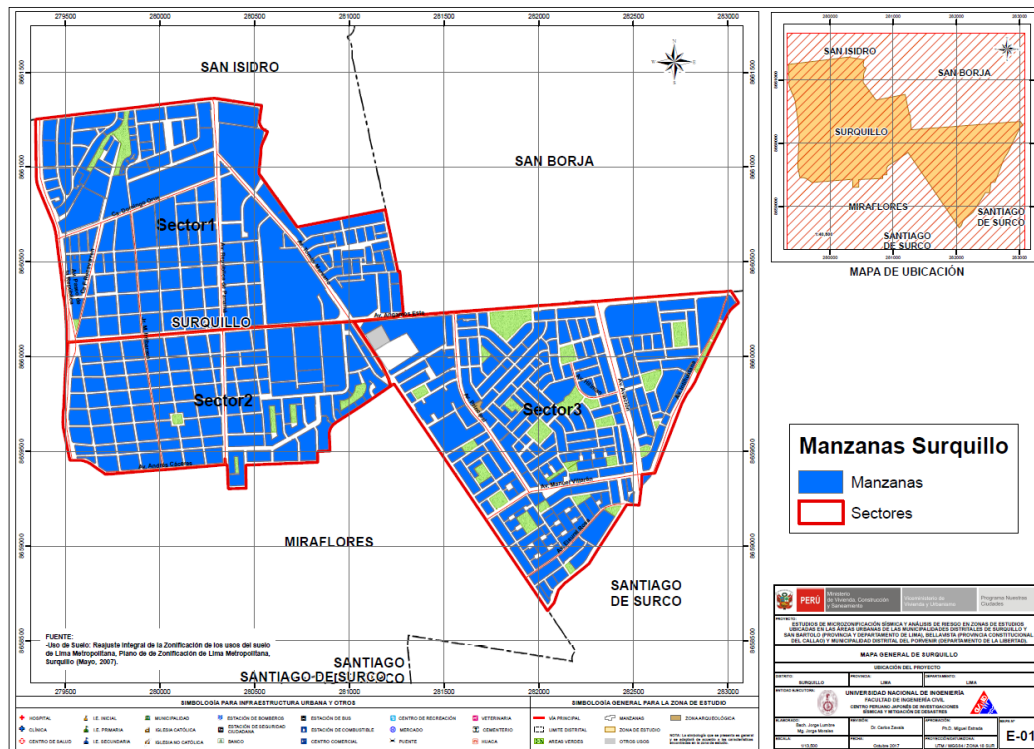


Figura 5. Sectores de evaluación del distrito de Surquillo [11].



#### **4.5 Procedimiento y control de calidad de datos de campo**

- a) Digitalización de datos de campo en una plataforma de sistemas de información geográfica.

La información recabada en campo fue vertida en una base de datos en formato SHAPE, la cual fue procesada por el programa ArcGIS. La digitalización fue desarrollada por cuatro asistentes y un supervisor, quienes procesaron la información de campo.

- b) Clasificación de datos

Se clasificó la base de datos según las características físicas de los predios levantados como: material predominante, número de pisos, uso y estado de conservación.

- c) Verificación de los datos recogidos

Se llevaron a cabo dos niveles de control de calidad:

c1 - Un control de calidad en campo:

Donde los coordinadores realizaron visitas de campo para verificar la información recolectada por los diferentes equipos tomándose al azar manzanas y lotes que fueron verificadas en el campo. Se realizó el control de calidad durante la campaña de levantamiento de datos por 4 profesionales.

c2 – Un control de calidad en gabinete:

El método de verificación usado fue mediante la comparación de los formatos llenados en campo con las fotografías digitales tomadas en el lugar, la verificación se hace comparando la foto con los atributos de los lotes, por ejemplo, observando el número de pisos en la foto y comparándolo con el valor almacenado en la base de datos.

#### **4.6 Georeferenciación y Compatibilización de Planos**

- a) Definición del sistema de georeferenciación

Según normatividad actual, todos los planos producidos deben estar georeferenciados usando la proyección del sistema de coordenadas planas UTM, teniendo como base el DATUM WGS84.

- b) Compatibilización de planos provenientes de diferentes fuentes sobre la misma base cartográfica.



Los planos que estuvieron en otro sistema de coordenadas fueron convertidos al sistema en mención mediante los parámetros por defecto que otorga el programa ArcGIS.

#### 4.7 Sistematización de la Información

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos geoespacial donde se integrarían no solo los datos cartográficos, como los límites de las manzanas, sino también los datos descriptivos de cada una de ellas. Los datos con los sectores, las manzanas y los lotes dentro los límites distritales son implementados al sistema SIG.

La evaluación de las edificaciones, si bien es cierto que se identificó una evaluación genérica a nivel de lote, la presentación de los resultados se basa en la identificación del lote representativo de la manzana. Para realizar la evaluación y trabajo de campo se seleccionó una muestra estadística distribuida espacialmente entre todas las manzanas del distrito. Para la selección de manzanas se definió que por lo menos el 35% del total de manzanas debe ser evaluado.

#### 4.8 Ubicación de las manzanas a evaluar

Para la selección de la ubicación de las manzanas a evaluar se utilizó una función estadística de distribución continua. La distribución que se utilizó fue la distribución uniforme. En estadística la distribución uniforme es una distribución de probabilidad cuyos valores tienen la misma probabilidad. Se define la función de probabilidad uniforme como:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{para } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{para el resto} \end{cases} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde,  $a$  y  $b$  son los límites geográficos para el distrito de Surquillo, y  $x$  toma los valores para las coordenadas Norte y Este. Esta función tiene como característica que su media es  $(a + b)/2$ .

Es decir, si bien la ubicación de la distribución sigue un valor aleatorio tanto para las coordenadas Norte como Este, en un sistema de referencia UTM, esta ubicación tiene límites de borde, los cuales son los límites del distrito que son

respetados al momento de generar las coordenadas de la selección de las manzanas. Es así que se generaron número aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 6 se presenta el total de las manzanas del área estudiada del distrito, en color rojo las evaluadas y en color verde las no evaluadas. Se presentan las manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde.

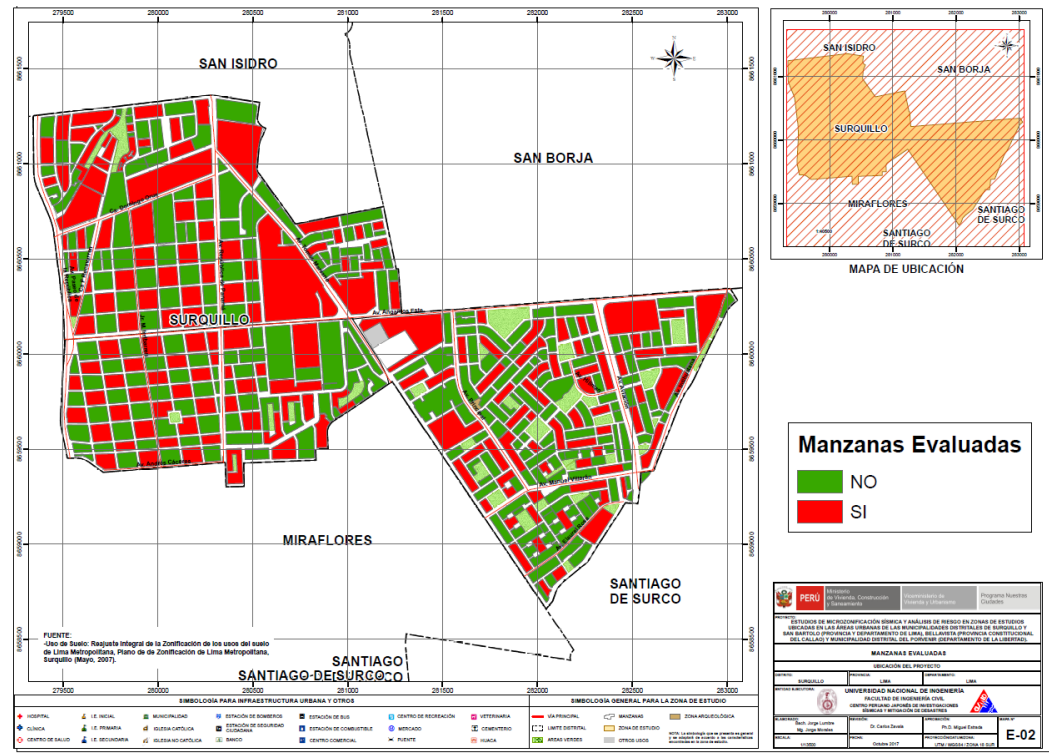


Figura 6. Manzanas totales versus manzanas seleccionadas [11].

En este estudio se optó por considerar un nivel de confianza superior al 95% bajo el supuesto que exista un error del orden del 1.0% en la desviación estándar. Esto produce un tamaño muestral calculado en función del tamaño de la población ( $N$ ), el error en la desviación estándar ( $\alpha$ ) y el número de unidades de desviación estándar para alcanzar el nivel de confianza deseado ( $z$ ).

$$n = \frac{0.25N}{\left(\frac{\alpha}{z}\right)^2 (N - 1) + 0.25} \quad \text{Ec. 2}$$



## **5. CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES**

Las edificaciones poseen un gran número de características, sin embargo, sólo algunas de ellas son las más sensibles para el cálculo de la vulnerabilidad y riesgo sísmico. En este sentido, se utiliza como base, características como el número de pisos, material de construcción y uso de la edificación; para poder obtener las tipologías más representativas de Lima Metropolitana y el Callao.

### **5.1 Número de pisos**

Se define como la cantidad de niveles o pisos sobre el nivel del terreno. Se agrupa por edificaciones de 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 10, 11 a 15 y mayor a 15 pisos.

### **5.2 Material de construcción**

Se define como el material predominante de la edificación. Se agrupa por materiales como adobe (A), albañilería (M), concreto armado (C), quincha (Q), acero estructural (S), madera (W) y otros tipos.

### **5.3 Uso**

Se define como el uso que se le da a la edificación. Se agrupa por vivienda (V), vivienda y comercio (Y), comercio (C), multifamiliar (M), policía o bomberos (B), educativo (E), hospital (H), industrial (I), baldío (N) y otros (O).

### **5.4 Tipología**

Se define como edificaciones representativas de un sector, área, distrito o región, que se tomará como estrategia para utilizar tecnologías para la reducción de la vulnerabilidad que sean masivas. Es importante mencionar que una característica importante de las edificaciones, a pesar de su alta variabilidad en calidad de materiales entre otras características, es que globalmente puede agruparse por tipologías en vista que, debido al crecimiento demográfico y la necesidad de vivienda, estas fueron replicadas a partir de aquellas desarrolladas siguiendo procesos ingenieriles, aunque sin procesos ingenieriles o alguna fiscalización.



## 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 6.1 Características de las edificaciones por distrito

Se analiza la distribución de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao por distrito (ver Tabla 1), agrupadas por número de pisos, material predominante de construcción, tipología y tipología con uso.

#### 6.1.1 Número de pisos

La Tabla 2 muestra la distribución de edificaciones por número de pisos en Lima Metropolitana y el Callao por distrito.

Tabla 2. Distribución de edificaciones por número de pisos por distrito

Distrito	Número de pisos							
	1	2	3	4	5	6-10	11-15	>15
La Molina	5.9%	59.4%	32.4%	1.8%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%
Villa El Salvador	33.2%	60.9%	5.6%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Juan de Lurigancho	11.4%	70.5%	16.1%	1.6%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%
Puente Piedra	67.3%	31.1%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Comas	14.4%	75.5%	9.9%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Chorrillos	22.9%	67.9%	7.6%	0.0%	0.9%	0.7%	0.0%	0.0%
Breña	14.5%	50.0%	27.4%	4.8%	0.8%	1.6%	0.8%	0.0%
Ventanilla	79.2%	18.4%	1.3%	0.1%	0.9%	0.1%	0.0%	0.0%
Cercado de Lima	10.2%	41.4%	32.0%	8.7%	3.7%	3.5%	0.5%	0.0%
Independencia	10.6%	57.6%	30.8%	0.8%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
Lurín	50.3%	47.1%	2.3%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
Carabayllo	39.9%	52.3%	6.9%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
Ancón	76.3%	19.4%	1.8%	0.4%	0.4%	1.1%	0.7%	0.0%
Los Olivos	3.9%	38.4%	50.7%	5.7%	0.9%	0.4%	0.0%	0.0%
Rímac	9.2%	45.1%	40.8%	4.3%	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%



Distrito	Número de pisos							
	1	2	3	4	5	6-10	11-15	>15
San Miguel	1.3%	45.3%	35.3%	7.8%	6.0%	2.6%	1.3%	0.4%
Santa Rosa	79.9%	18.4%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Lince	2.7%	28.0%	32.0%	17.3%	6.7%	2.7%	4.0%	6.7%
Carmen de la Legua Reynoso	3.9%	20.8%	63.6%	10.4%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%
Barranco	17.3%	49.3%	18.7%	2.7%	2.7%	8.0%	1.3%	0.0%
San Juan de Miraflores	9.3%	62.1%	25.7%	1.8%	0.6%	0.6%	0.0%	0.0%
Ate Vitarte	24.7%	51.7%	20.2%	2.8%	0.4%	0.2%	0.0%	0.0%
Punta Hermosa	37.0%	39.8%	13.9%	4.6%	2.8%	1.9%	0.0%	0.0%
San Martín de Porres	5.7%	38.9%	45.8%	8.2%	1.1%	0.3%	0.0%	0.0%
Santa Anita	5.1%	23.9%	55.3%	15.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%
San Luis	4.0%	16.9%	53.2%	22.6%	2.4%	0.8%	0.0%	0.0%
Santiago de Surco	4.5%	42.1%	29.1%	16.2%	4.5%	3.5%	0.0%	0.2%
La Perla	4.9%	48.2%	36.6%	5.5%	4.3%	0.0%	0.6%	0.0%
Surquillo	4.8%	33.1%	33.1%	16.9%	7.2%	3.6%	1.2%	0.0%
Bellavista	4.7%	52.3%	36.7%	3.1%	2.3%	0.8%	0.0%	0.0%
Jesús María	1.2%	38.8%	15.3%	10.6%	2.4%	12.9%	16.5%	2.4%



Distrito	Número de pisos							
	1	2	3	4	5	6-10	11-15	>15
Magdalena del Mar	1.2%	33.7%	18.6%	14.0%	7.0%	12.8%	8.1%	4.7%
San Bartolo	37.5%	52.3%	6.8%	2.3%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%
Punta Negra	34.9%	59.6%	4.6%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%
Santa María del Mar	16.7%	11.1%	33.3%	13.9%	8.3%	16.7%	0.0%	0.0%
Pucusana	68.8%	21.9%	6.5%	1.4%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%
Pueblo Libre	3.5%	45.1%	29.2%	10.4%	6.9%	2.8%	0.0%	2.1%
La Victoria	13.3%	29.4%	31.2%	16.7%	5.2%	3.6%	0.6%	0.0%
Pachacamac	64.8%	30.7%	4.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

### 6.1.2 Material de construcción

La Tabla 3 muestra la distribución de edificaciones por material en Lima Metropolitana y el Callao por distrito.

Tabla 3. Distribución de edificaciones por material por distrito

Distrito	Tipo de material de construcción						
	A	M	C	Q	S	W	O
La Molina	0.0%	90.0%	9.1%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%
Villa El Salvador	0.0%	88.6%	4.8%	0.0%	0.5%	5.9%	0.2%
San Juan de Lurigancho	0.1%	94.7%	4.7%	0.0%	0.1%	0.3%	0.1%
Puente Piedra	2.3%	80.3%	1.6%	0.0%	1.2%	14.5%	0.0%
Comas	1.1%	90.5%	7.6%	0.0%	0.4%	0.2%	0.1%
Chorrillos	0.5%	90.3%	5.2%	0.0%	0.0%	3.8%	0.2%
Breña	21.0%	67.7%	8.1%	0.0%	1.6%	1.6%	0.0%
Ventanilla	1.7%	49.5%	5.8%	0.0%	0.0%	42.8%	0.2%
Cercado de Lima	5.5%	74.9%	18.6%	0.0%	0.7%	0.0%	0.2%
Independencia	0.2%	92.9%	6.1%	0.0%	0.2%	0.6%	0.0%
Lurín	0.0%	83.4%	4.9%	0.0%	1.4%	7.7%	2.6%
Carabayllo	1.7%	91.7%	4.0%	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%
Ancón	0.7%	66.8%	4.9%	0.4%	0.0%	27.2%	0.0%
Los Olivos	0.6%	94.1%	5.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Rímac	5.9%	87.2%	5.9%	0.0%	0.7%	0.3%	0.0%
San Miguel	0.0%	83.2%	16.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Santa Rosa	9.4%	54.1%	2.0%	0.0%	0.0%	34.4%	0.0%
Lince	4.0%	69.3%	26.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Carmen de la Legua Reynoso	0.0%	94.8%	3.9%	0.0%	1.3%	0.0%	0.0%
Barranco	0.0%	78.7%	21.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%



San Juan de Miraflores	0.0%	88.5%	7.6%	0.0%	0.0%	3.9%	0.0%
Ate Vitarte	0.2%	90.0%	5.5%	0.0%	0.2%	3.8%	0.2%
Punta Hermosa	0.0%	86.1%	12.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.9%
San Martín de Porres	0.2%	97.2%	1.8%	0.0%	0.2%	0.6%	0.0%
Santa Anita	0.0%	94.9%	3.1%	0.0%	0.6%	0.6%	0.9%
San Luis	0.0%	82.3%	17.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Santiago de Surco	0.2%	77.2%	21.6%	0.0%	0.2%	0.8%	0.2%
La Perla	0.0%	96.3%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%
Surquillo	0.6%	88.0%	10.8%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%
Bellavista	0.0%	93.0%	7.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Jesús María	2.4%	65.9%	31.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Magdalena del Mar	2.3%	66.3%	31.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Bartolo	0.0%	95.5%	1.1%	0.0%	0.0%	2.3%	1.1%
Punta Negra	0.0%	97.2%	0.9%	0.0%	0.0%	0.9%	0.9%
Santa María del Mar	0.0%	13.9%	77.8%	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%
Pucusana	0.0%	60.9%	4.2%	0.0%	0.5%	30.7%	3.7%
Pueblo Libre	2.1%	76.4%	20.8%	0.0%	0.7%	0.0%	0.0%
La Victoria	0.9%	81.8%	14.2%	0.3%	1.8%	0.0%	0.9%
Pachacamac	0.3%	63.9%	0.4%	0.0%	0.3%	30.8%	4.3%

### 6.1.3 Tipología

La Tabla 8 muestra la distribución de edificaciones por tipologías en Lima Metropolitana y el Callao.

Tabla 4. Distribución por tipologías en Lima Metropolitana y el Callao

Distrito	Tipología										
	02M	03M	03C	01M	02C	04C	04M	01S	02S	03S	Otros
La Molina	02M	03M	03C	01M	02C	04C	04M	01S	02S	03S	Otros
	57.1%	26.9%	5.3%	5.3%	2.1%	1.1%	0.7%	0.5%	0.2%	0.2%	0.7%
Villa El Salvador	02M	01M	01W	03M	02C	03C	01C	01S	04C	01O	Otros
	57.9%	25.9%	5.9%	4.8%	3.0%	0.8%	0.7%	0.5%	0.2%	0.2%	0.0%
San Juan de Lurigancho	02M	03M	01M	02C	04M	03C	01C	01W	05M	01S	Otros
	67.7%	15.2%	10.0%	2.8%	1.5%	0.9%	0.9%	0.3%	0.2%	0.1%	0.4%
Puente Piedra	01M	02M	01W	01A	02C	03M	01S	03C	01C	0.0%	Otros
	49.2%	29.8%	14.5%	2.3%	1.4%	1.4%	1.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
Comas	02M	01M	03M	02C	01A	01C	03C	01S	01W	04C	Otros
	69.6%	11.8%	9.2%	5.8%	1.1%	1.0%	0.7%	0.2%	0.2%	0.1%	0.2%
Chorrillos	02M	01M	03M	01W	02C	05C	03C	01A	08C	01C	Otros
	65.2%	18.1%	6.9%	3.8%	2.7%	0.7%	0.7%	0.5%	0.4%	0.4%	0.7%
Breña	02M	03M	01A	02A	04M	03C	02W	01S	07C	01C	Otros
	39.5%	23.4%	12.1%	8.1%	4.8%	3.2%	1.6%	1.6%	1.6%	0.8%	3.2%
Ventanilla	01W	01M	02M	02C	01A	05C	03M	01C	03C	01O	Otros
	42.8%	33.8%	14.8%	3.6%	1.7%	0.9%	0.8%	0.7%	0.5%	0.2%	0.2%
Cercado de Lima	02M	03M	04M	01M	02C	01A	05C	03C	04C	02A	Otros
	35.2%	28.5%	5.7%	4.7%	4.5%	3.7%	3.5%	3.2%	3.0%	1.7%	6.2%
Independencia	02M	03M	01M	02C	03C	04M	01C	01W	05S	01A	Otros
	53.6%	29.3%	9.2%	4.1%	1.4%	0.8%	0.6%	0.6%	0.2%	0.2%	0.0%
Lurín	02M	01M	01W	01C	1WN	02C	03C	03M	01S	02S	Otros
	45.1%	36.9%	7.7%	2.3%	2.3%	1.4%	1.1%	1.1%	0.9%	0.6%	0.6%
Carabaylo	02M	01M	03M	01W	02C	01A	03C	01C	04M	04C	Otros
	50.3%	34.9%	6.1%	2.5%	2.0%	1.7%	0.8%	0.8%	0.4%	0.3%	0.1%
Ancón	01M	01W	02M	02C	03M	09C	03C	01A	01Q	11C	Otros
	47.7%	27.2%	18.0%	1.4%	1.1%	0.7%	0.7%	0.7%	0.4%	0.4%	1.8%
Los Olivos	03M	02M	04M	01M	02C	03C	04C	05C	01A	09C	Otros
	49.7%	36.2%	5.0%	3.0%	2.1%	1.0%	0.7%	0.7%	0.6%	0.1%	0.7%



Distrito	Tipología										
	02M	03M	01M	04M	03C	02A	01A	02C	01C	02S	Otros
Rímac	02M	03M	01M	04M	03C	02A	01A	02C	01C	02S	Otros
	40.1%	37.8%	4.9%	4.3%	3.0%	3.0%	3.0%	1.6%	0.7%	0.3%	1.3%
San Miguel	02M	03M	04M	03C	05M	02C	05C	04C	10C	15C	Otros
	42.2%	30.6%	5.6%	4.7%	3.4%	3.0%	2.6%	2.2%	0.9%	0.9%	3.9%
Santa Rosa	01M	01W	02M	01A	03C	02C	03M	01C	0.0%	0.0%	Otros
	35.7%	34.4%	17.6%	9.4%	0.8%	0.8%	0.8%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
Lince	03M	02M	04M	03C	05C	04C	01A	05M	11C	18C	Otros
	28.0%	25.3%	13.3%	4.0%	4.0%	4.0%	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	10.7%
Carmen de la Legua Reynoso	03M	02M	04M	01M	03C	05M	01S	02C	0.0%	0.0%	Otros
	61.0%	19.5%	10.4%	2.6%	2.6%	1.3%	1.3%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%
Barranco	02M	01M	03M	02C	03C	04M	07C	08C	15C	06C	Otros
	42.7%	17.3%	14.7%	6.7%	4.0%	2.7%	2.7%	2.7%	1.3%	1.3%	4.0%
San Juan de Miraflores	02M	03M	01M	01W	02C	04M	03C	01C	05C	06C	Otros
	58.2%	24.5%	4.2%	3.9%	3.9%	1.6%	1.2%	1.2%	0.6%	0.4%	0.3%
Ate Vitarte	02M	01M	03M	01W	02C	04M	03C	01C	04C	05C	Otros
	48.9%	19.5%	19.1%	3.8%	2.8%	2.4%	1.2%	0.9%	0.3%	0.3%	0.9%
Punta Hermosa	02M	01M	03M	03C	04C	04M	06C	05C	01W	00O	Otros
	39.8%	35.2%	8.3%	5.6%	2.8%	1.9%	1.9%	1.9%	0.9%	0.9%	0.9%
San Martín de Porres	03M	02M	04M	01M	05M	01W	03C	04C	02C	05C	Otros
	45.3%	38.4%	7.7%	4.8%	0.8%	0.6%	0.5%	0.5%	0.5%	0.3%	0.7%
Santa Anita	03M	02M	04M	01M	03C	01O	20C	02C	01W	01S	Otros
	53.8%	23.4%	14.8%	2.8%	1.4%	0.9%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
San Luis	03M	04M	02M	02C	04C	01C	03C	05M	01M	08C	Otros
	50.8%	17.7%	11.3%	5.6%	4.8%	3.2%	2.4%	1.6%	0.8%	0.8%	0.8%
Santiago de Surco	02M	03M	04M	04C	05C	03C	01M	02C	06C	05M	Otros
	38.8%	25.6%	8.2%	8.0%	3.5%	3.5%	3.4%	2.9%	1.1%	0.9%	4.0%
La Perla	02M	03M	04M	05M	01M	02C	01O	13M	0.0%	0.0%	Otros
	45.7%	36.6%	5.5%	4.3%	3.7%	2.4%	1.2%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%
Surquillo	02M	03M	04M	05M	01M	03C	02C	05C	06C	15C	Otros
	31.3%	30.7%	16.3%	6.0%	3.6%	2.4%	1.8%	1.2%	1.2%	0.6%	4.8%
Bellavista	02M	03M	01M	05C	04C	04M	01C	08C	03C	0.0%	Otros
	52.3%	35.9%	3.1%	2.3%	1.6%	1.6%	1.6%	0.8%	0.8%	0.0%	0.0%
Jesús María	02M	03M	04M	15C	11C	06C	08C	14C	10C	06M	Otros
	35.3%	15.3%	10.6%	5.9%	5.9%	3.5%	3.5%	2.4%	2.4%	2.4%	12.9%



Distrito	Tipología										
	02M	03M	04M	05C	14C	15C	06C	07C	17C	08C	Otros
Magdalena del Mar	02M	03M	04M	05C	14C	15C	06C	07C	17C	08C	Otros
	32.6%	17.4%	12.8%	4.7%	3.5%	3.5%	3.5%	2.3%	2.3%	2.3%	15.1%
San Bartolo	02M	01M	03M	04M	01W	02O	05C	0.0%	0.0%	0.0%	Otros
	51.1%	35.2%	6.8%	2.3%	2.3%	1.1%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Punta Negra	02M	01M	03M	01W	01O	06C	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	Otros
	59.6%	33.0%	4.6%	0.9%	0.9%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Santa María del Mar	03C	04C	00O	05C	02C	03M	06C	01M	07C	02M	Otros
	27.8%	13.9%	8.3%	8.3%	8.3%	5.6%	5.6%	5.6%	2.8%	2.8%	11.1%
Pucusana	01M	01W	02M	03M	02C	00O	04M	05C	01N	03C	Otros
	34.4%	30.2%	19.5%	5.6%	1.9%	1.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	2.8%
Pueblo Libre	02M	03M	04C	05C	04M	03C	01A	20C	01M	16C	Otros
	44.4%	27.1%	6.9%	6.9%	3.5%	2.1%	2.1%	1.4%	1.4%	0.7%	3.5%
La Victoria	03M	02M	04M	01M	04C	05M	02C	03C	01S	01O	Otros
	28.8%	25.2%	12.1%	9.4%	4.5%	4.5%	3.6%	2.4%	1.2%	0.9%	7.3%
Pachacamac	01W	02M	01M	03M	00O	02W	01O	04M	02C	01S	Otros
	30.5%	30.0%	29.5%	4.3%	3.8%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.7%

#### 6.1.4 Tipología y usos

La Tabla 5 muestra la distribución de edificaciones por tipologías y usos en Lima Metropolitana y el Callao por distrito.

Tabla 5. Distribución por tipologías y usos en Lima Metropolitana y el Callao

Distrito	Tipología										
	02MV	03MM	03MV	01MV	02MM	03CM	03MY	02MY	03CO	01MC	Otros
La Molina	02MV	03MM	03MV	01MV	02MM	03CM	03MY	02MY	03CO	01MC	Otros
	51%	13%	11%	4%	3%	3%	2%	2%	1%	1%	9.4%
Villa El Salvador	02MV	01MV	02MY	01WV	03MV	02CE	03MY	01MC	02MI	02MC	Otros
	50%	23%	6%	5%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	7.9%
San Juan de Lurigancho	02MV	03MV	01MV	02MY	02CE	03MY	02ME	02MC	01MC	01MY	Otros
	59%	12%	6%	4%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	9.4%
Puente Piedra	01MV	02MV	01WV	02MY	01AV	01MI	02CE	01MY	02ME	01MC	Otros
	45%	25%	14%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	6.3%



Distrito	Tipología										
	02MV	01MV	03MV	02MY	02CE	01MC	03MY	01AV	01CE	02MC	Otros
Comas	02MV	01MV	03MV	02MY	02CE	01MC	03MY	01AV	01CE	02MC	Otros
	62%	9%	7%	6%	5%	1%	1%	1%	1%	1%	6.7%
Chorrillos	02MV	01MV	02MY	03MV	01WV	03MM	02ME	02MM	02CE	01MY	Otros
	56%	16%	5%	4%	4%	2%	1%	1%	1%	1%	8.3%
Breña	02MV	01AV	03MV	03MM	02AC	02AV	04MY	02MC	03CE	02MY	Otros
	34%	11%	10%	9%	4%	4%	3%	2%	2%	2%	16.9%
Ventanilla	01WV	01MV	02MV	02CE	01AV	01MI	01MO	01MY	05CM	02MY	Otros
	42%	30%	14%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	5.1%
Cercado de Lima	02MV	03MV	01AV	02MY	02MC	04MV	04MM	01MV	02CI	03MM	Otros
	26%	22%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	32.3%
Independencia	02MV	03MV	01MV	03MY	02CE	02MY	03CE	02MC	03MC	01MC	Otros
	49%	23%	8%	4%	3%	3%	1%	1%	1%	1%	5.7%
Lurín	02MV	01MV	01WV	02MY	02MC	1WNO	01CI	01MC	03CE	02CE	Otros
	35%	33%	8%	5%	4%	2%	2%	2%	1%	1%	6.9%
Carabaylo	02MV	01MV	02MY	03MV	01WV	02CE	01AV	03MY	01MC	03CE	Otros
	45%	33%	5%	5%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	3.1%
Ancón	01MV	01WV	02MV	01MI	02MY	01MC	02CE	01MO	03MV	02MI	Otros
	43%	27%	14%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	8.1%
Los Olivos	03MV	02MV	03MY	04MV	01MV	02MY	02CE	02ME	03CE	04MY	Otros
	40%	33%	9%	3%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	6.9%
Rímac	02MV	03MV	01MV	02MY	04MV	03MY	01AV	03CE	02AV	02CE	Otros
	37%	35%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	1%	7.6%
San Miguel	02MV	03MV	03MY	03CE	02MY	05MM	05CM	04CM	04MM	04MV	Otros
	37%	25%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%	16.8%
Santa Rosa	01WV	01MV	02MV	01AV	01ME	02CE	03CE	01MI	01CO	03MI	Otros
	34%	34%	18%	9%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0.4%
Lince	02MV	03MY	03MV	04MY	04MM	02MY	03MM	03CE	05CM	04CM	Otros
	19%	12%	12%	7%	5%	5%	4%	3%	3%	3%	28.0%
	03MV	02MV	04MV	03MY	01SI	01MI	05MI	03CE	03ME	01ME	Otros



Distrito	Tipología											
Carmen de la Legua Reynoso	52%	18%	8%	8%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	6.5%
Barranco	02MV	01MV	03MV	02MY	01MC	04MV	02CC	03MM	03CE	02CE	Otros	
	37%	13%	11%	5%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	17.3%
San Juan de Miraflores	02MV	03MV	01WV	02CE	02MY	01MV	03MY	04MV	02ME	01CE	Otros	
	53%	22%	4%	3%	3%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	7.0%
Ate Vitarte	02MV	03MV	01MV	02MY	01WV	03MY	02CE	01MI	04MV	02ME	Otros	
	42%	15%	15%	4%	4%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	9.8%
Punta Hermosa	02MV	01MV	03MV	01MC	03CV	02MC	04CM	02MY	01MO	03CE	Otros	
	34%	30%	7%	4%	4%	3%	3%	3%	2%	1%	1%	10.2%
San Martín de Porres	03MV	02MV	03MY	02MY	03MM	04MV	01MV	04MY	04MM	02MM	Otros	
	31%	28%	7%	7%	5%	4%	3%	2%	1%	1%	1%	9.0%
Santa Anita	03MV	02MV	03MY	03MM	04MY	04MV	04MM	02MY	01MI	03CE	Otros	
	28%	18%	13%	12%	7%	4%	3%	3%	1%	1%	1%	9.4%
San Luis	03MV	04MM	02MV	03MY	04MV	02CC	02MY	04MY	04CM	03MM	Otros	
	40%	8%	6%	6%	6%	4%	3%	3%	3%	2%	2%	16.9%
Santiago de Surco	02MV	03MV	04CM	04MM	04MV	05CM	03MM	03CM	01MV	02MY	Otros	
	36%	21%	7%	4%	4%	3%	3%	2%	2%	1%	1%	16.3%
La Perla	02MV	03MV	03MM	02MM	05MM	04MM	01MI	02MY	02CE	02MB	Otros	
	37%	24%	10%	5%	4%	3%	2%	2%	2%	1%	1%	9.8%
Surquillo	02MV	03MV	04MV	04MM	03MY	02MY	04MY	05MM	03MM	05MV	Otros	
	25%	22%	7%	6%	5%	5%	3%	3%	2%	2%	2%	20.5%
Bellavista	02MV	03MV	02MY	02MM	01MV	03MY	04MV	03MM	08CH	04CM	Otros	
	48%	32%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	7.0%
Jesús María	02MV	03MV	04MY	03MY	15CM	11CM	02MY	02ME	02AV	02MM	Otros	
	25%	7%	7%	6%	6%	6%	5%	2%	2%	2%	2%	31.8%
Magdalena del Mar	02MV	04MM	03MM	03MV	05CM	15CM	02MY	14CM	04MY	06CM	Otros	
	28%	9%	8%	8%	5%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	24.4%
San Bartolo	02MV	01MV	03MV	02MY	01MY	01WV	05CM	04MM	03MM	02OI	Otros	
	47%	33%	6%	5%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1.1%



Distrito	Tipología										
	02MV	01MV	03MV	01MC	02MY	01MY	02ME	01WV	03MC	01OB	Otros
Punta Negra	55%	28%	4%	3%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	1.8%
	03CM	04CM	03CV	05CM	00OO	06CM	02CV	10CM	08CM	03MV	Otros
Santa María del Mar	17%	14%	11%	8%	8%	6%	6%	3%	3%	3%	22.2%
	01WV	01MV	02MV	03MV	00ON	02CE	01MO	01MN	02MY	05CM	Otros
Pucusana	30%	29%	18%	4%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	11.6%
	02MV	03MV	05CM	04CM	02MY	02MC	04MY	03MY	20CM	04MV	Otros
Pueblo Libre	40%	25%	7%	6%	3%	1%	1%	1%	1%	1%	11.8%
	02MV	03MY	03MM	04MY	03MV	02MY	01MV	04CM	04MM	02MC	Otros
La Victoria	16%	12%	8%	7%	6%	5%	3%	3%	3%	3%	32.7%
	01WV	02MV	01MV	00ON	03MV	02MY	01MY	01MO	01MI	01MC	Otros
Pachacamac	29%	26%	22%	4%	3%	3%	2%	2%	2%	1%	7.1%

## 6.2 Características de las edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao

Se analiza la distribución de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao (ver Tabla 1), agrupadas por número de pisos, material predominante de construcción, tipología y tipología con uso.

### 6.2.1 Número de pisos

La Tabla 6 muestra la distribución de edificaciones por número de pisos en Lima Metropolitana y el Callao.

Tabla 6. Distribución de edificaciones por número de pisos en Lima Metropolitana y el Callao

Número de pisos	1	2	3	4	5	6-10	11-15	>15
Porcentaje	28.2%	45.8%	19.9%	3.8%	1.1%	0.8%	0.2%	0.1%

Distribución por número de pisos

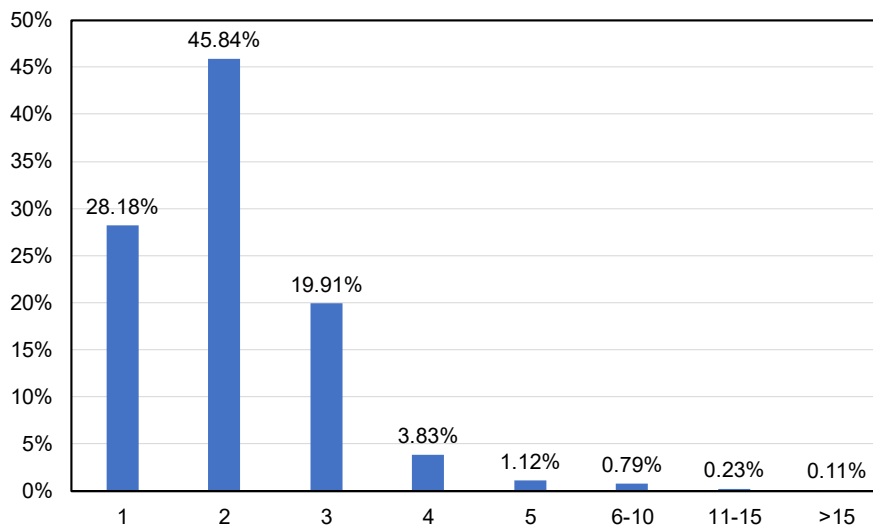


Figura 7 Distribución de edificaciones por número de pisos en Lima Metropolitana y el Callao

La gran mayoría de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao, sobre el 99%, son de hasta cinco pisos, siendo las edificaciones de dos pisos mucho mayores que las demás. Las edificaciones de uno y tres niveles se presentan en una cantidad significativa.

### 6.2.2 Material de construcción

La Tabla 7 muestra la distribución de edificaciones por material en Lima Metropolitana y el Callao.

Tabla 7. Distribución de edificaciones por material en Lima Metropolitana y el Callao

Tipo de material	A	M	C	Q	S	W	O
Porcentaje	1.1%	82.9%	6.9%	0.01%	0.3%	8.3%	0.49%

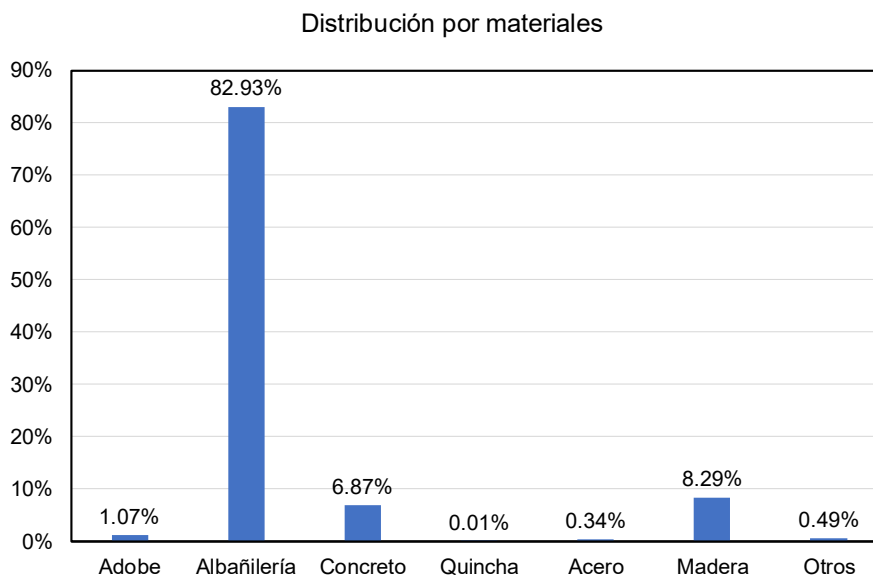


Figura 8 Distribución de edificaciones por material en Lima Metropolitana y el Callao

La gran mayoría de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao son albañilería (A), representando un 83% del total de edificaciones. Las edificaciones de concreto armado (C) se presentan en una cantidad significativa, representando el 7% del total de edificaciones. Las edificaciones de madera (W), principalmente las viviendas temporales o de esteras, representan el 8%, encontrándose en su mayoría en las zonas de expansión de Lima, como las partes superiores de las laderas de los cerros.

### 6.2.3 Tipología

La Tabla 8 muestra la distribución de edificaciones por tipologías en Lima Metropolitana y el Callao.

Tabla 8. Distribución por tipologías en Lima Metropolitana y el Callao

Tipología	02M	03M	01M	01W	04M	02C	03C	01A	04C	05C	otros
Porcentaje	43.1%	18.6%	17.7%	8.2%	3.0%	2.4%	1.3%	0.9%	0.9%	0.7%	3.3%

La tipología de mayor cantidad es la de albañilería de dos pisos, superando largamente, a las edificaciones de albañilería de tres y un piso. Las edificaciones temporales de un piso representan un gran número en Lima Metropolitana y el Callao. Edificaciones de concreto armado de entre dos y cinco pisos representan el 5%, mientras que las edificaciones de adobe de un piso representan cerca del 1% del total de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao.

### 6.2.4 Tipología y usos

La Tabla 9 muestra la distribución de edificaciones por tipologías y usos en Lima Metropolitana y el Callao.



Tabla 9. Distribución por tipologías y usos en Lima Metropolitana y el Callao

<b>Tipología</b>	<b>02MV</b>	<b>01MV</b>	<b>03MV</b>	<b>01WV</b>	<b>02MY</b>	<b>03MY</b>	<b>03MM</b>	<b>02CE</b>	<b>04MV</b>	<b>04MM</b>	otros
Porcentaje	37.3%	14.5%	13.3%	7.9%	3.5%	2.7%	1.8%	1.7%	1.2%	0.8%	
<b>Tipología</b>	<b>01AV</b>	<b>01MC</b>	<b>01MI</b>	<b>04MY</b>	<b>02ME</b>	<b>02MC</b>	<b>03CE</b>	<b>01MY</b>	<b>04CM</b>	<b>05CM</b>	8.4%
Porcentaje	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.6%	0.6%	0.5%	

Las viviendas de dos pisos de albañilería son las de mayor cantidad en Lima Metropolitana y el Callao, representando el 37% del total de edificaciones. Las viviendas de albañilería de uno a tres pisos son las predominantes, representando un 65% del total de edificaciones. También se observa que las edificaciones de concreto armado de dos y tres pisos de uso educativo representa el 2% del total de edificaciones. Las viviendas temporales de madera representan un 8% del total de edificaciones.



## 7. CONCLUSIONES

En base al análisis de las características de los distritos estudiados, que representan el 80% de los distritos de Lima Metropolitana y el Callao, se concluye lo siguiente:

- La gran mayoría de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao, sobre el 99%, son de hasta cinco pisos, siendo las edificaciones de dos pisos mucho mayores que las demás. Las edificaciones de uno y tres niveles se presentan en una cantidad significativa.
- La gran mayoría de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao son albañilería (A), representando un 83% del total de edificaciones. Las edificaciones de concreto armado (C) se presentan en una cantidad significativa, representando el 7% del total de edificaciones. Las edificaciones de madera (W), principalmente las viviendas temporales o de esteras, representan el 8%, encontrándose en su mayoría en las zonas de expansión de Lima, como las partes superiores de las laderas de los cerros.
- La tipología de mayor cantidad es la de albañilería de dos pisos, superando largamente, a las edificaciones de albañilería de tres y un piso. Las edificaciones temporales de un piso representan un gran número en Lima Metropolitana y el Callao. Edificaciones de concreto armado de entre dos y cinco piso representan el 5%, mientras que las edificaciones de adobe de un piso representan cerca del 1% de total de edificaciones en Lima Metropolitana y el Callao.
- Las viviendas de dos pisos de albañilería son las de mayor cantidad en Lima Metropolitana y el Callao, representando el 37% del total de edificaciones. Las viviendas de albañilería de uno a tres pisos son las predominantes, representando un 65% del total de edificaciones. También se observa que las edificaciones de concreto armado de dos y tres pisos de uso educativo representa el 2% del total de edificaciones. Las viviendas temporales de madera representan un 8% del total de edificaciones.
- Los distritos de Lima más representativos de la distribución de Lima Metropolitana y el Callao son San Juan de Lurigancho, Independencia, Rímac, San Juan de Miraflores, Bellavista; donde predominan edificios de albañilería 2 pisos, seguidos por 3 pisos y un piso. Otros distritos donde predominan edificios de uno a tres niveles con una distribución por cantidad de pisos distinta son Chorrillos, Carabayllo, Barranco, Ate, Punta Hermosa, San Bartolo y Punta Negra.



## 8. REFERENCIAS

- [1] Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el cálculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [2] Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [3] Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [4] Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [5] Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [6] Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CU EE) /March 2010.
- [7] American Society of Civil Engineers - Structural Engineering Institute (2010), “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures”.
- [8] Bernal, I. (2000), "Características de la Sismicidad en la Región Sur del Perú", Revista de Trabajos de Investigación, CNDG, IGP, pp. 69 – 80. Lima, Perú.
- [9] Bommer, J. J., (2002), "Deterministic vs. Probabilistic Seismic Hazard Assessment: An Exaggerated and Obstructive Dichotomy", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 6, Special Issue 1, pp. 43 – 73, Imperial College Press.
- [10] Bommer, J. J., (2012), “Challenges of Building Logic Trees for Probabilistic Seismic Hazard Analysis” Earthquake Spectra, Volume 28, N°. 4, pages 1723-1735, November 2012. Earthquake Engineering Research Institute.
- [11] MVCS and CISMID-FIC-UNI (2017), “Study on Seismic Microzonation and Risk Analysis in the target Area located in Surquillo district”. Interinstitutional Collaboration Agreement between Ministry of Housing, Construction and Sanitation and the National University of Engineering.
- [12] Cornell A. (1968), "Engineering Seismic Risk Analysis", Bulletin of the Seismological Society of América", Vol 58, N°5 págs.1538-1606.
- [13] Deza E. y Carbonell C. (1978), "Regionalización Sismotectónica Preliminar del Perú", IV Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú.
- [14] Dorbath, L., Cisternas, A. y Dorbath, C. (1990) “Assessment of the Size of large and Great Historical Earthquakes in Peru”. BSSA, 80, pg 551-576.
- [15] Hynes-Griffin, M.E., and Franklin, A.G., (1984), “Rationalizing the Seismic Coefficient Method”, Miscellaneous Paper GL-84,-13, U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- [16] Instituto Geofísico del Perú. (2001), “Catálogo Sísmico del Perú: Versión Revisada y Actualizada”. Lima, Perú.
- [17] International Building Code (2012), “2012 International Building Code”, International Code Council, INC (ICC) - USA.



## Facultad de Ingeniería Civil Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres Laboratorio de Estructuras



- [18] Kramer, S. L., (1996), "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, USA.
- [19] McGuire R.K. (1974), "Seismic Structural Response Risk Analysis incorporating Peak Response Regression on Earthquake Magnitude and Distance", MIT Report R74-51 Cambridge MA, USA.
- [20] Patwardhan, K.; Sadigh, I. M.; Idriss and Youngs, R. (1978). "Attenuation of Strong Motion Effect of Site Conditions. Transmission Path Characteristics and Focal Depths", submitted to the Bull Seismological Society of America.
- [21] Richter C.F. (1958), "Elementary Seismology", W.H. Freeman Co., San Francisco.
- [22] S. Rodríguez, H. Tavera, (1991), Determinación con Alta Resolución de la zona Wadati-Benioff en la Región del Perú Central, Revista Geofísica Vol. 9, N°2, 141-159.
- [23] Silgado E., (1969), "Sismicidad de la Región Occidental de la América del Sur entre los paralelos 2° y 18° Latitud Sur", Primer Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, pp. 33-44.
- [24] Silgado E. (1973), "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú 1955- 1970", Geofísica Panamericana, Vol 2 pp. 179-243.
- [25] Silgado E. (1978), "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.
- [26] Silgado E. (1992), "Investigación de Sismicidad Histórica en la América del Sur en los Siglos XVI, XVII, XVIII y XIX", CONCYTEC, Lima, Perú.
- [27] SISRA (1985), "Catálogo de Terremotos para América del Sur" Vol 7a, 7b y 7c, Proyecto SISRA, CERESIS, Lima, Perú.
- [28] Silgado F., E., (1992). Investigaciones de sismicidad histórica en la América del Sur en los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, Perú.
- [29] Dorbath L., Cisternas A., y Dorbath C., 1990, Assessment of the Size of Large and Great Historical Earthquakes in Peru, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 80, No. 3, pp. 551-576.
- [30] Kuroiwa J., Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza, 2002.