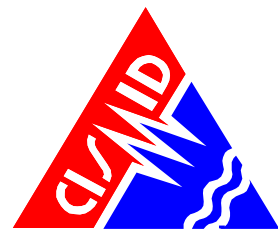




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

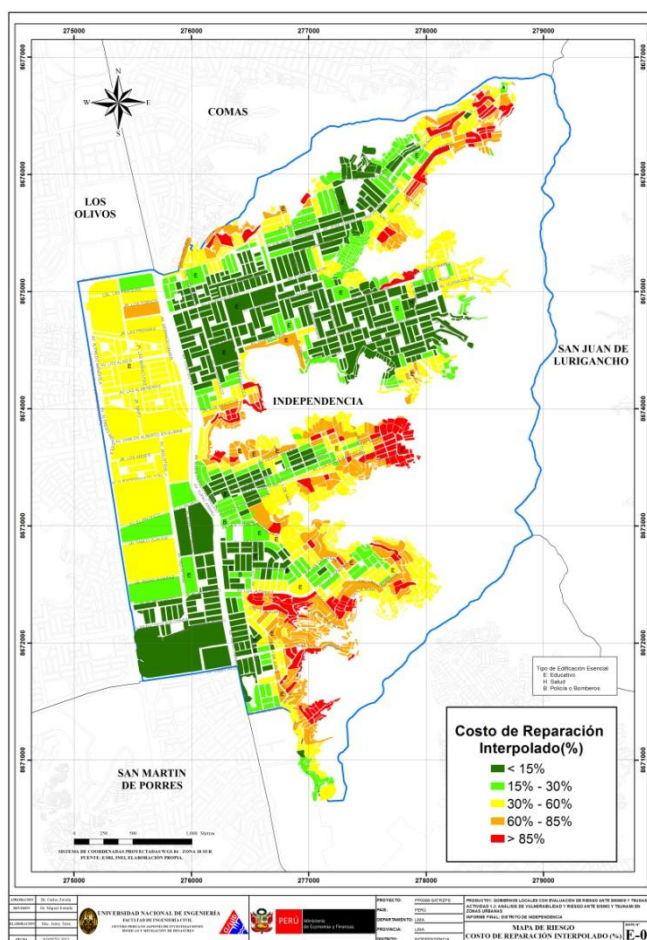
CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



PROGRAMA PRESUPUESTAL 068:
REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR
DESASTRES

PRODUCTO 1:
GOBIERNOS LOCALES CON EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMOS Y
TSUNAMIS

ACTIVIDAD 1.2:
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO Y TSUNAMI EN ZONAS
URBANAS
INFORME FINAL – DISTRITO DE INDEPENDENCIA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



CONTENIDO

1	ANTECEDENTES	5
2	OBJETIVOS	6
2.1	Objetivo General	6
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3	METODOLOGÍA DEL TRABAJO	6
4	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	7
4.1	Organización del Trabajo de Campo	7
4.2	Georreferenciación y Compatibilización de Planos	11
4.3	Sistematización de la Información	11
5	RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES.....	19
6	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES	41
6.1	Conceptos Generales	41
6.2	Formas de Evaluación	41
	<i>Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:</i>	43
	<i>Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:</i>	43
	<i>Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:</i>	43
6.3	Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas	44
6.4	EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES.....	46
7	DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA.....	95
7.1	Definición de Riesgo Sísmico	95
8	RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	101
9	PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	102
10	PROPUESTAS REPRESENTATIVAS PARA EL REFORZAMIENTO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EXISTENTES CON DEFICIENCIA DE CONFINAMIENTO	105
10.1	Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección 106	
10.2	Reforzamiento de Columnas de Concreto.....	109
10.3	Reforzamiento de Zapata Existente de Columna	110
10.4	Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes.....	110
10.5	Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones	111



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



RESUMEN EJECUTIVO DE LA ACTIVIDAD 1.2: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO Y TSUNAMI EN ZONAS URBANAS INFORME FINAL – DISTRITO DE INDEPENDENCIA

- En cumplimiento del Programa Presupuestal 068: Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres, Producto 1: Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgo ante Sismos y Tsunamis y Actividad 1.2: Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Sismo y Tsunami en Zonas Urbanas, el objetivo del presente informe es elaborar una evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones del distrito de Independencia.
- Esta investigación en lo concerniente a microzonificación, se llevó a cabo desarrollando tres áreas de estudio; peligro sísmico que emplea métodos probabilísticos y determinísticos para estimar la aceleración máxima horizontal en roca (PGA) valor importante para estimar las aceleraciones del terreno; la mecánica de suelos que caracterizando el suelo mediante exploración de campo, determina el tipo de material sobre el cual se asienta el área urbana y la dinámica de suelos que permite mediante ensayos de tipo geofísicos caracterizar el comportamiento dinámico de los suelos.
- El Peligro Sísmico es un trabajo netamente de gabinete, desarrollándose en función de leyes de atenuación existentes y programas de cómputo diseñados para tal fin. Los estudios de mecánica y dinámica de suelos pasan primero por una etapa de recopilación de información existente, evaluando su cantidad y calidad, y programando luego los ensayos de campo en número suficiente para alcanzar los objetivos planteados.
- Se presenta en los informes de Desarrollo de Microzonificación Ante Sismo y Tsunami los resultados obtenidos en estas tres áreas de estudio, utilizando tanto la información recopilada como la generada en este trabajo.
- Se obtiene un mapa de microzonificación sísmica producto de la superposición de resultados obtenidos en las diferentes áreas de estudio. Las áreas señaladas en el mapa de microzonificación geotécnica sísmica, reflejan el posible comportamiento sísmico, de manera cuantitativa y de menos a más desfavorable, del suelo del distrito de Independencia, ante la ocurrencia de un sismo severo. Este mapa permite proyectar los posibles daños que pueden ocurrir a las edificaciones y a la población. Se convierte también en un gran instrumento para la planificación urbana y/o para la reconstrucción post-desastre sísmico.
- En lo concerniente a la evaluación de la vulnerabilidad, el objetivo del presente trabajo es la evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones del distrito de Independencia, a través del cálculo del valor de reparación de una edificación expresado como porcentaje de su costo, a través de la integración de la información geotécnica sísmica, la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones y la sistematización y procesamiento de toda esta información en una base de datos geoespacial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



- Se prepararon planos para la toma de datos de campo. La toma de información se realizó en edificaciones de albañilería, concreto, acero y sistemas mixtos. Consiste en el llenado de una ficha de evaluación a través de una inspección visual de las edificaciones identificando las debilidades en una manzana, tomándose en detalle los datos de aquella edificación representativa. Antes del inicio de la toma de datos se realizó una capacitación y trabajos de campo previos para uniformizar los criterios de evaluación. Posteriormente los encuestadores recaban la información y alimentan un sistema de información geográfica, que servirá para la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones del distrito de Independencia, en 17 sectores según la zonificación de identificación que se utilizó para este trabajo.
- Considerando la muestra de manzanas y lotes representativos se implementó una base de datos con la finalidad de estimar la respuesta sísmica de edificaciones a través de la estimación rápida de desplazamientos máximos y distorsiones de entrepiso, método implementado en CISMID para estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones.
- Se encontró que básicamente el distrito de Independencia puede calificarse como un distrito consolidado donde las viviendas predominan (79% de la muestra analizada) encontrándose que las edificaciones de albañilería representan 93% de las edificaciones del distrito, seguido por edificaciones usadas como vivienda/comercio que representan el 8% de la muestra. La vulnerabilidad de estas edificaciones se ven altamente influenciadas por las prácticas constructivas, condiciones del suelo sobre las cuales se encuentran construidas y por el número de pisos de las mismas. Los resultados de la simulación sísmica nos indican que aproximadamente el 19% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad medio y el 81% posee una vulnerabilidad de baja.
- Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Independencia, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una vivienda expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones, se estimó el nivel de distorsión máxima considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro sísmico, que induce una aceleración máxima en el suelo de aproximadamente 615 cm/seg². Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana estudiada. Se encontró que aproximadamente el 71% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. Aproximadamente el 12 % de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que aproximadamente el 4% de las edificaciones tendrían un daño severo, mientras que aproximadamente el 13% de las edificaciones colapsarían.
- En el caso especial de las edificaciones esenciales (Colegios, Establecimientos de Salud, Cuartel de Bomberos, Comisarías) que en caso de un evento sísmico severo deben de seguir funcionando luego del evento, se estima que el 73% no tendrían daño o daño muy leve, 3% tendrían un daño moderado, mientras que 21% tendrían daño severo. El 3% de las edificaciones esenciales podrían experimentar colapso.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



PROGRAMA PRESUPUESTAL 068: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR DESASTRES

PRODUCTO 1: GOBIERNOS LOCALES CON EVALUACIÓN DE RIESGO ANTE SISMOS Y TSUNAMIS

ACTIVIDAD 1.2: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO Y TSUNAMI EN ZONAS URBANAS

INFORME FINAL – DISTRITO DE INDEPENDENCIA

1 ANTECEDENTES

A través de un convenio entre el Gobierno de Japón y el Gobierno de Perú, se viene desarrollando desde el año 2010 el proyecto denominado “Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres por Terremoto y Tsunami en el Perú”, Proyecto de 5 años, donde la contraparte japonesa se compromete a enviar expertos en las diferentes áreas relacionadas a la ingeniería para la estimación de las amenazas y vulnerabilidades en zonas urbanas y proponer medidas de reducción del riesgo ante los efectos que puedan causar los sismos severos y los posibles tsunamis generados, esto a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón – JICA y de la Agencia Japonesa para la Ciencia y Tecnología – JST, adicionalmente la cooperación Japonesa se compromete a enviar equipos y programas de cómputo para realizar ensayos y procesar información en las áreas de estructuras, geotecnia y geomática. Por su parte el Gobierno del Perú a través del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería – CISMID/FIC/UNI, se compromete a realizar los estudios de campo, el procesamiento de información y la elaboración de informes dentro del marco de este proyecto. Para la ejecución de los trabajos que demandan estos estudios se necesita adquirir equipos complementarios y solventar los gastos que demanden todos los investigadores peruanos. Para la ejecución de estas actividades CISMID/FIC/UNI presenta una propuesta de investigación y ejecución de actividades dentro del Programa Presupuestal 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, para complementar los trabajos con los investigadores japoneses y honrar de esta manera el compromiso del Gobierno de Perú. De esta manera, se propone la ejecución del Producto: Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgos ante Sismos y Tsunamis, donde se incorpora la Actividad: Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Sismo y Tsunami en Zonas Urbanas, la cual tiene como área objetivo los distritos de Independencia y Lurín y este informe da cuenta de los resultados obtenidos para el distrito de Independencia, como parte componente de la actividad mencionada.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar la evaluación del Riesgo Sísmico en Zonas Urbanas del distrito de Independencia en concordancia con el objetivo general del Programa Presupuestal 068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres”.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar una base de datos Geoespacial de una muestra de las edificaciones del Distrito de Independencia.
2. Analizar la vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica de las edificaciones incluyendo las esenciales en el distrito de Independencia. Entre las edificaciones esenciales se consideran hospitales, escuelas, comisarías, iglesias, bomberos, local municipal principal, puentes.
3. Elaborar un mapa de riesgo para un escenario sísmico, donde se presenten las áreas del distrito con los diferentes niveles de daño probable ante la ocurrencia de un sismo severo.
4. Realizar el diseño de la propuesta técnica de reforzamiento estructural para las edificaciones de vivienda según su tipología, considerando las particularidades que puedan existir en los distritos.

3 METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La Universidad Nacional de Ingeniería, a través del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil, reúne un equipo multidisciplinario en las especialidades de planeamiento urbano, planeamiento contra desastres, ingeniería geotécnica, ingeniería sísmica, ingeniería geomática y otras especialidades, formando un cuerpo de especialistas que pueden desarrollar una metodología de evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas, que pueda ser replicada a nivel nacional y proponer medidas de prevención y mitigación.

El equipo multidisciplinario de la UNI, levantará en campo la información requerida para cumplir los objetivos presentados del proyecto. Asimismo la UNI coordinará, a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que conforma parte del Programa Presupuestal 068.

Adicionalmente se coordina con las autoridades del gobierno local para que proporcionen toda información relevante que pudiera contribuir al desarrollo del estudio.

Posteriormente, con la información de campo, se desarrollarán los trabajos de gabinete, procesando la información recabada y realizando las tareas de simulación, análisis y generación de mapas con la información que sirvan como base para elaboración de la microzonificación sísmica y determinación del riesgo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



4 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

4.1 Organización del Trabajo de Campo

4.1.1 Preparación de Actividades, Coordinación y Personal

Para el desarrollo de las actividades del levantamiento de datos de campo, se inició el trabajo con la selección de los ingenieros coordinadores, se organizaron grupos de trabajo asignando tres personas por cada grupo para el levantamiento de información de campo. El personal seleccionado fue formado 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 antegrado o post grado en nuestro Centro. 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.

a) Metodología de toma de datos

Este procedimiento se basa en la toma de información en edificaciones de adobe, albañilería, quincha y concreto armado. 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.

b) Plantilla para la encuesta

Para la valoración en campo de las características de las edificaciones se utiliza una ficha de evaluación de elaborada por nuestra institución para la evaluación rápida de estructuras, la cual se presenta en la Figura 1.

La Ficha está dividida en cinco áreas:

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

Esta información es complementada con la toma de fotografías en cada esquina de la manzana y 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.

ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE

INFORMACIÓN DE LA MANZANA
CÓDIGO DE LA MANZANA:

LEYENDA PARA LA CODIFICACIÓN DEL LOTE

No. Pisos (1)	Material (2)	Usos (3)	Sistema Estructural (4)	Conservación (5)
	Adobe (A)	Vivienda (V)	S Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo	(B) Bueno
	Mampostería (M)	Vivienda y Comercio (Y)	M Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos	(R) Regular
	Concreto (C)	Comercio (C)	N Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles	(M) Malo
	Quincha (Q)	Multi-familiar (M)	L Construcción informal en Albañilería	
	Acero (S)	Policía o Bomberos (B)	A Adobe y Quincha	
	Madera (W)	Educativo (E)	C Pórticos de Concreto	
	Otro (O)	Hospital (H)	W Estructura de Concreto Armado con Placas	
		Industrial (I)	I Pórticos de Concreto con Vanos Rigidizados con Mampostería	
		Baldío (B)	L Estructura Celular de Concreto	
		Otros (O)	F Pórtico de Acero Resistentes a Momento	
			B Pórtico de Acero Armados con Diagonales	
			U Estructura de Perfiles Livianos	
			W Entramados de Madera	
			T Estructuras Industriales / Comerciales	

*Nota: La Información de la manzana irá en plano lotizado adjunto similar al ejemplo de llenado que se muestra.

(1) + (2) + (3) + (4) + (5)

1PISOS + ADOBE + USO VIVIENDA + MAMPOSTERÍA DE ARCILLA SIN REFUERZO + REGULAR

Nota 2: No Evaluado Use (X)
Caso Valido Use (V)

Foto 1 - Numero

Foto 3 - Numero

Achurar lote representativo

Foto 2 - Numero

Foto 4 - Numero

Formato de Ayuda para Codificación del Lote

ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE

CÓDIGO DE MANZANA		CÓDIGO INTERNO	
-------------------	--	----------------	--

ESTRUCTURACIÓN				
Material	Adobe	Mampostería	Concreto	Observaciones
Estado de Conservación	Bueno	Regular	Malo	
Cimentación	Asentamiento	Sí	No	
	Humedad en la Base	Sí	No	
Techo				
Adobe	Mampostería	Concreto	Otros	
Madera	Losa de CA	Losa de CA		
Caña	Aligerado	Aligerado		
Torta Barro	Calamina	Placa Colaborante		
Otro	Otro	Otro		
Elementos Estructurales				
Fisuración				
Columnas	Fisuras	NOTA Sin Fisuras (X) Fisura Vertical (V) Fisura Diagonal (D) Fisura Horizontal (H)		
Vigas	Fisuras			
Muros	Fisuras			
Estado de Muros				
Unidad	Artesanal	Industrial	Sólido	Tubular/Hueco
Confinamiento	Sí	No		
Fisuras	Sí	No		
Tarrajeo	Sí	No		
Estado de conservación	Bueno	Regular	Malo	

Achurar lote representativo

Figura 1. Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



4.1.2 Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo

- a) 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 dividió en 17 sectores, tal como se muestra en el mapa No. E-01.
- b) Para determinación de los límites del área a evaluar, se coordinó con funcionarios del Ministerio de Vivienda, 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. Hay que mencionar que el área evaluada por el equipo geotécnico es un poco mayor, ya que también se evaluaron zonas de posible crecimiento urbano.
- c) Distribución de coordinadores responsables de los equipos de evaluadores: Con los ocho equipos de tres evaluadores cada uno se realizaron salidas periódicas de campo por un espacio de cuatro semanas. 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 2, que se adjunta a continuación, en donde son identificados los 17 sectores en que se dividió el distrito de Independencia.

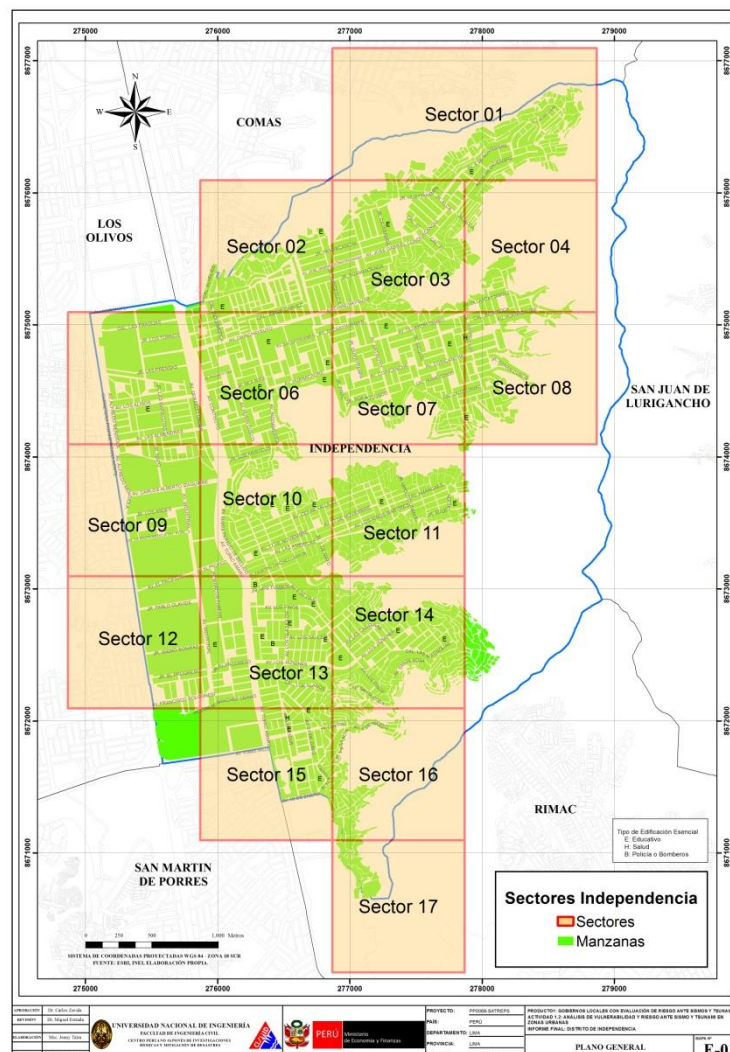


Figura 2. Sectores de evaluación del distrito de Independencia.

4.1.3 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 llevada a 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, entre otras características de la ficha de levantamiento de datos.

- c) Verificación de los datos adquiridos

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. Se verificó en un 25% de los datos involucrados.

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 tomadas en el lugar además de una verificación de la información de la base de datos.

4.2 Georreferenciación y Compatibilización de Planos

a) Definición del sistema de georreferenciación

Según normatividad actual, todos los planos producidos deben estar georreferenciados 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 de coordenadas WGS 84 mediante los parámetros por defecto que presenta el programa ArcGIS.

4.3 Sistematización de la Información

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos geoespacial donde se integraron no sólo 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 GIS.

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 26% del total de manzanas debe ser evaluado.

4.3.1 Ubicación de las manzanas a evaluar

Para la selección de la ubicación de las manzanas a evaluar se utilizó una función estadística de distribución probabilística. 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 de ocurrencia de todos los valores posibles dentro del rango de valores.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



Se define la función de probabilidad uniforme como:

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

Donde: a y b son los límites geográficos para el distrito de Independencia 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 las selección de las manzanas. Es así que se generaron número aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 3 se presenta el total de las 1598 manzanas del distrito, y en color rojo las evaluadas y en color verde las no evaluadas. Se presentan las 415 manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 26%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.

4.3.2 Elaboración de la base de datos geo-espacial

Organizada la información a recolectar y las manzanas dónde se evaluarán los lotes se procedió al trabajo de campo para luego pasar al trabajo de gabinete donde se procesó la información adquirida.

En cada manzana seleccionada se levantó los datos de todos los lotes que se encuentran en esa manzana, indicándose las características de la edificación así como el código de la manzana. De todos estos lotes se seleccionó uno representativo el cual es llevado a una base de datos separada para luego ser incorporada a la plataforma SIG. En la selección del lote representativo, se considera aquel que representa las características más frecuentes, es decir, aquella edificación que se repite más veces, dentro de la manzana evaluada. En la Figura 4 se muestra la base de datos de las características de las edificaciones representativas de cada una de las manzanas levantadas.

PROGRAMA PRESUPUESTAL 068: REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIA POR DESASTRES ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA													
Levantamiento de Información - Distrito de Independencia													
Num	CodMza	NumSec	LoteRepre	Cond. De Cimentación		Techo	Fisuras			Muros			
				CimentA	CimentH		FisuraCol	FisuraVig	FisuraMur	FabricaAlb	TipoAlb	Confina	Tarrajeo
1	804	S01_1	02MVNR	NO	SI	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
2	855	S01_2	02MVNB	NO	SI	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
3	789	S01_3	02MVNR	NO	SI	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
4	719	S01_4	02MVMB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Artesanal	ND	SI	SI
5	727	S01_5	02CEIB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	ND	ND	SI	SI
6	806	S01_6	02MVNR	NO	SI	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
7	677	S02_1	02MVNR	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
8	707	S02_2	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
9	704	S02_3	02MVMB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
10	983	S02_4	02MVMB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
11	982	S02_5	03CEIB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	ND	ND	SI	SI
12	16	S02_6	02MVMB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
13	109	S02_7	02MVNR	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
14	138	S02_8	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
15	140	S02_9	02MVNR	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
16	145	S02_10	02CEIB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	ND	ND	SI	SI
17	96	S02_11	04MVNR	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
18	1011	S02_12	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
19	592	S02_13	03MVMB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
20	1009	S02_14	03MVMB	NO	SI	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI
21	27	S02_15	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
22	594	S02_16	02MVNR	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
23	33	S02_17	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
24	596	S02_18	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
25	598	S02_19	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
26	988	S02_20	02MVNB	NO	SI	Calamina	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI
27	57	S02_21	02MVMB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI

Figura 4. Base de datos de los lotes representativos por manzana.

Esta base de datos elaborada en hoja de cálculo se transfiere a la plataforma SIG y se integra a la base de datos de las manzanas, de manera de cada una de las manzanas tenga los datos necesarios para su evaluación mediante el programa de cálculo de nivel de daño o reparación.

En la plataforma SIG se genera la base de datos geo-espacial la cual permite una rápida observación de las condiciones de las edificaciones de las manzanas, no sólo desde el punto de vista descriptivo, sino también gráfico, ya que se integran a la base de datos las fotografías de las manzanas. Por cada manzana se tomaron 5 fotografías, una por cada esquina y una del detalle del lote representativo.

La Tabla 1 presenta la base de datos descriptiva. En esta tabla se muestran todos los campos ordenados alfabéticamente. Esta base de datos contiene la

integración de todos los datos, es decir de los datos levantados en campo así como los valores obtenidos del procesamiento de la información, para finalizar con el valor del costo de reparación, que es explicado más adelante.

Tabla 1. Descripción de los campos de la base de datos.

Nombre del Campo	Descripción
AcelMax	Aceleración máxima del terreno en cm/s ²
Avg_GRID_C	Promedio del porcentaje del costo de reparación
CimentA	Asentamiento en la cimentación
CimentH	Humedad en la cimentación
Codaza	Código de la manzana
Confina	Confinamiento en muros
CostRep3	Porcentaje del costo de reparación calculado
Esen_Dano	Uso de suelo y nivel de daño
Estado	Estado de la edificación
FabricaAlb	Tipo de unidad de albañilería
FID	Identificador de elemento
FisuraCol	Fisuras en las columnas
FisuraMur	Fisuras en muros
FisuraVig	Fisuras en vigas
FotoEsq1	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq2	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq3	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq4	Foto de una esquina de la manzana
FotoRepres	Foto del lote representativo
LoteRepre	Característica del lote representativo
Material	Tipo de material construcción
MatNivDan	Tipo de material y nivel de daño
Max_GRID_C	Valor máximo del porcentaje del costo de reparación interpolado
Min_GRID_C	Valor mínimo del porcentaje del costo de reparación interpolado
Num	Número de manzana interpolada
NumMza	Número de sector y manzana
Pisos	Número de pisos promedio en la manzana
Rango_Dano	Nivel de daño final
SD_GRID_CO	Desviación estándar de los valores del porcentaje de reparación interpolados
Shape	Tipo de entidad geométrica
Sist_Est	Sistema estructural
Tarrajeo	Existencia de tartajeo
Techo	Tipo de techo
TipoAlb	Tipo de unidad de albañilería
Uso	Tipo de uso
Verifica	Se evalúa

La Figura 5 muestra el detalle de los datos de una manzana evaluada. Como se puede apreciar en esta base de datos geo-espacial se ha integrado una imagen de satélite, obtenida desde Google Earth, la información cartográfica de los bordes de las manzanas y dentro de la base de datos descriptiva además de la información levantada en campo se encuentra la información procesada. Adicionalmente, se han integrado fotografías de las manzanas evaluadas por medio de hipervínculos a los archivos que contienen a estas fotos.

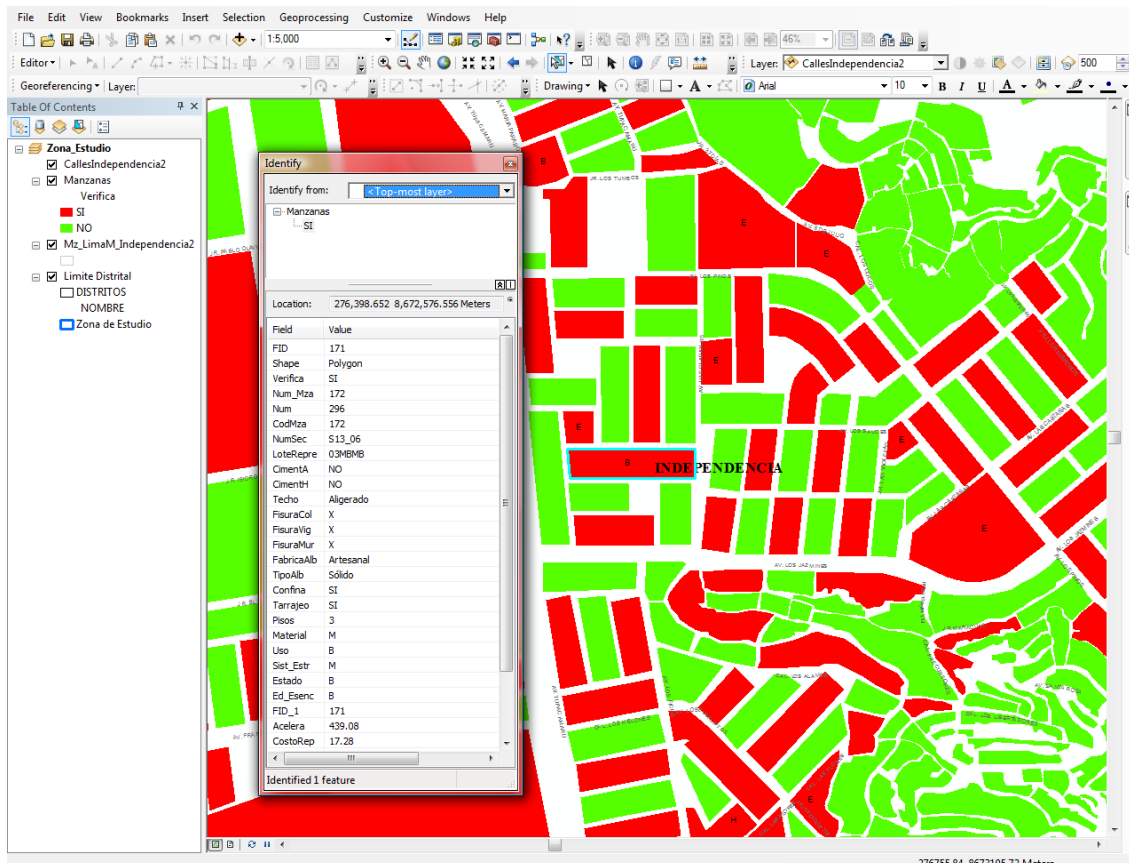


Figura 5. Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva para su procesamiento.

Como resumen de los datos adquiridos en campo se presenta en el mapa No. E-03 el número de pisos, en el mapa No. E-04 el material predominante de la edificación, en el mapa No. E-05 el uso de suelo, en el mapa E-06 el sistema estructural y en el mapa No. E-07 se muestra el estado de conservación.

En el mapa No. E04, referente a los materiales existentes en las edificaciones del distrito de Independencia, se realizó un análisis estadístico de la muestra, dando como resultado la gráfica que se presenta en la Figura 6, donde es notorio que el material predominante es la mampostería de ladrillo que representa el 93% de la muestra. Debe destacarse que existen edificaciones de concreto que representan un 7% de la muestra, así como edificaciones de acero que representan el 1% de muestra.

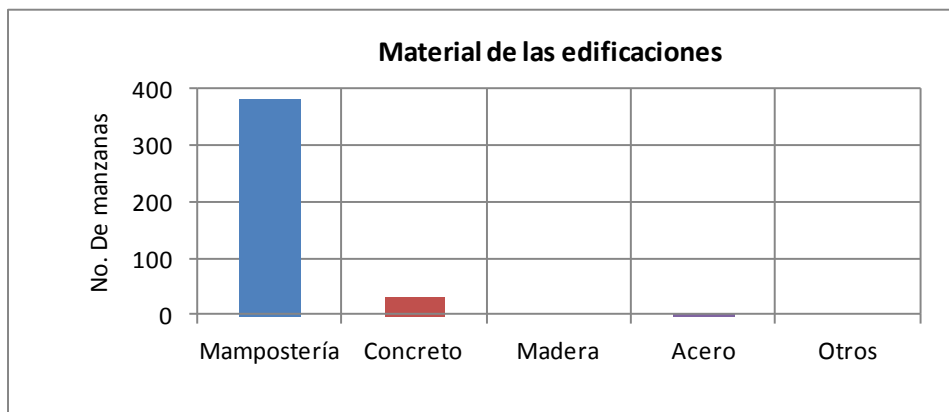


Figura 6. Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito de Independencia.

En el mapa E-05 se presenta las manzanas evaluadas y clasificadas de acuerdo al uso del suelo de las edificaciones. En la Figura 7 se presenta el resumen estadístico de la muestra en lo referente al uso del suelo o uso de la edificación de la muestra estudiada. Puede leerse que es predominante el uso en viviendas que ocupan un 79% de la muestra, seguido de viviendas-comercio que representan el 8% de la muestra, los colegios que representan un 7% y el comercio representa el 4% de las edificaciones en el área estudiada.

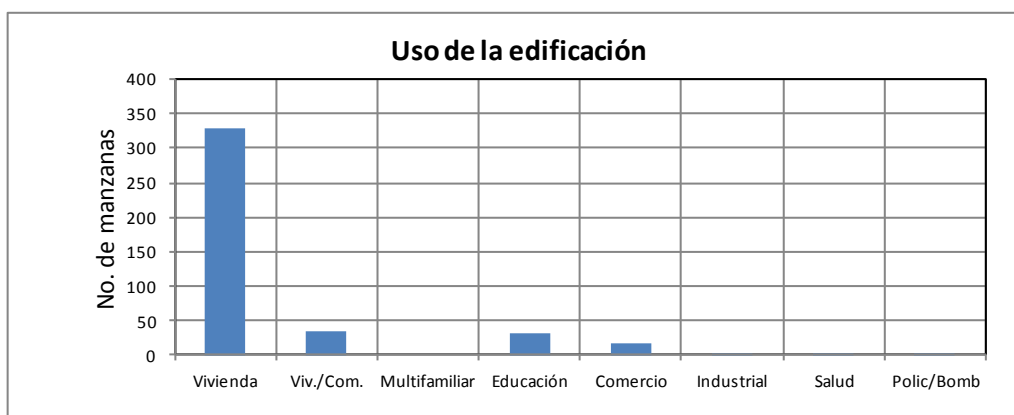


Figura 7. Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Independencia.

En el mapa E-06 se presenta el levantamiento de información de las manzanas evaluadas relacionadas con el sistema estructural usado en las edificaciones. La Figura 8 presenta la distribución del uso de los sistemas estructurales que se obtuvo de la estadística de la muestra usada en el distrito de Independencia. En el gráfico se entiende que el sistema estructural más utilizado es la mampostería de ladrillos de arcilla con diafragmas o techos rígidos que ocupa el 68% de la muestra. Le siguen a este sistema en uso la albañilería confinada con diafragma o techo flexible con un 25% de la muestra, que generalmente se tiene en el último nivel de la edificación. Por otro lado un 7% de la muestra está representado por pórticos de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería. Las estructuras de pórticos de concreto representan un 1% de la muestra estudiada, al igual que mampostería de arcilla sin refuerzo.

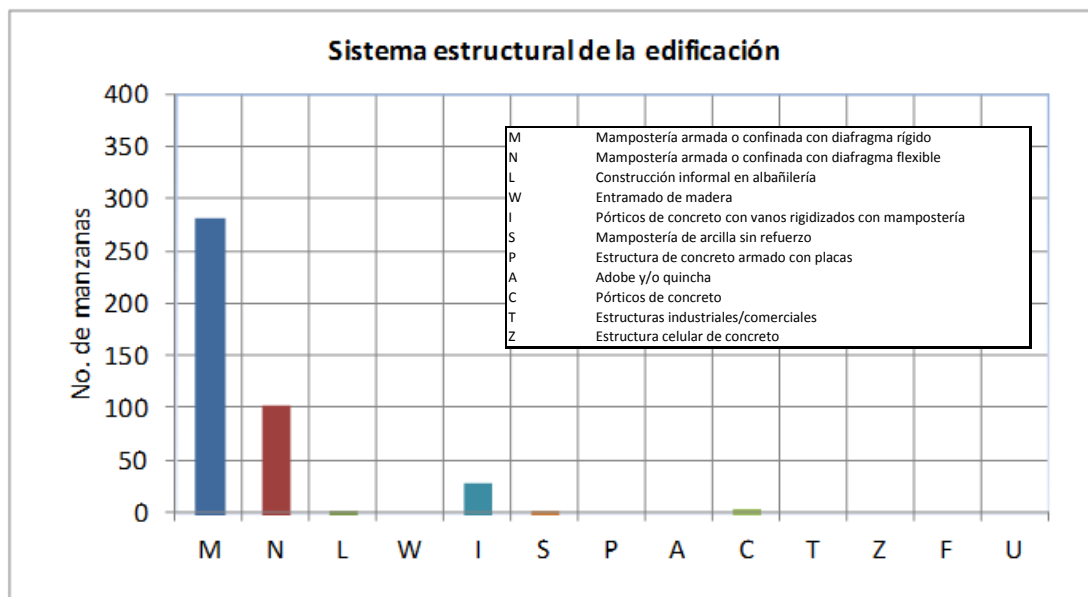


Figura 8. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Independencia.

El mapa temático E-07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Independencia. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 68.9% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 30.1% de la muestra presenta un estado regular de conservación, en contra de un 1.0% que presenta un mal estado de conservación.

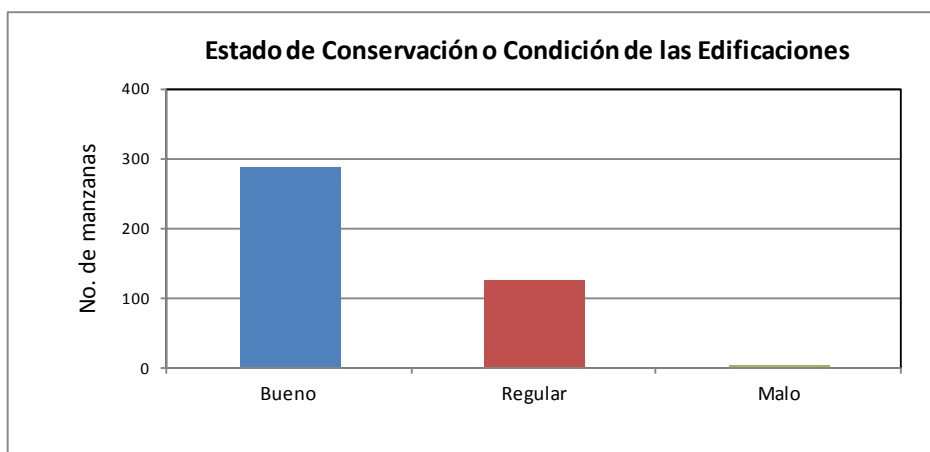


Figura 9. Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Independencia.

5 RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES

SECTOR 01

El Sector 01 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, teniendo como principales vías la Av. 20 de Diciembre y la Av. 4 de Noviembre. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techo de cobertura ligera como se muestra en la Figura 10. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 10. Viviendas típicas del Sector 01.

Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, cercanas a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se observa en la Figura 11.



Figura 11. Terreno en pendiente.

Además, se observaron viviendas en albañilería construidas en las laderas de los cerros de hasta dos pisos que rodean al sector, como se muestra en la Figura 12. Se pudo observar una zona de expansión en la construcción de viviendas hacia la parte alta de los cerros, con módulos en madera y muros de contención hechos con piedra apilada.



Figura 12. Construcción de viviendas en laderas de los cerros.

SECTOR 02

El Sector 02 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, teniendo como principales vías la Calle 1 y la Av. Huamachuco. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 13. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 13. Viviendas típicas del Sector 02.

Durante el recorrido por el sector se observaron muros de contención hechos en piedra simplemente apoyada en la base de acantilados ubicados entre los sectores 02 y 03, como se observa en la Figura 14.



Figura 14. Muros de contención en piedra apilada.

En la parte norte del sector se observaron muros de contención en concreto en la ladera de los cerros que rodean al sector, como se muestra en la Figura 15. En dichas laderas han sido construidas viviendas de mampostería de hasta dos pisos en regular estado de conservación y, en las partes más altas, módulos de madera sobre muros de contención hechos en piedra apiladas como se muestra en la Figura 16.



Figura 15. Muros de contención de concreto.

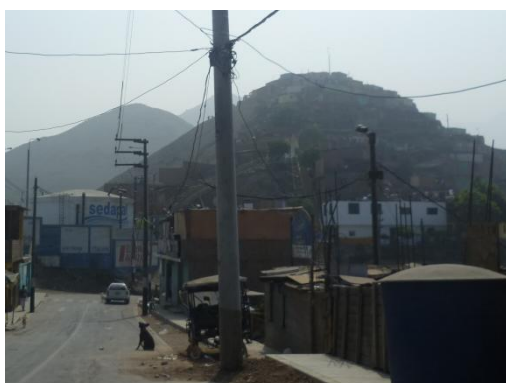


Figura 16. Viviendas de albañilería y madera en ladera de los cerros.

SECTOR 03

El Sector 03 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito, teniendo como principales vías la Av. Chinchaysuyo y la Av. José Gabriel Condorcanqui. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 17. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 17. Viviendas típicas del Sector 03.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. En la Av. Chinchaysuyo se observó una zona comercial como se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Zona comercial del Sector 03.

Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, cercanas a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se observa en la Figura 19.

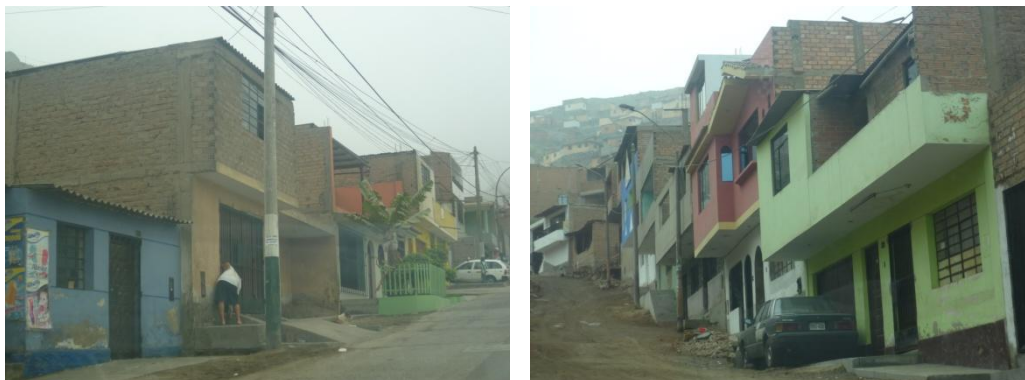


Figura 19. Terreno en pendiente.

Se encontraron algunas viviendas de albañilería construidas de manera informal, ya que no cuentan con columnas de confinamiento en los muros o éstas se encuentran muy separadas, como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Construcción informal en albañilería.

Además, se observaron viviendas en albañilería construidas en las laderas de los cerros de hasta 3 pisos que rodean al sector, como se muestra en la Figura 21. Se pudo observar una zona de expansión en la construcción de viviendas hacia la parte alta de los cerros, con módulos en madera y muros de contención hechos con piedra apilada, como se muestra en la Figura 22.



Figura 21. Construcción de viviendas en laderas de los cerros.



Figura 22. Zona de expansión en los cerros.

SECTOR 04

El Sector 04, localizado en el distrito de Independencia de la ciudad de Lima, se ubica en una zona topográfica agreste y accidentada. El Sector 04 se encuentra en la parte alta de la ladera de cerro que limita el distrito de Independencia; además, limita por el Norte con la Av. 20 de Diciembre y el Sector 01, por el Sur con la Av. Huanacaure y el Sector 08, por el Oeste con el Sector 03 y por el Este con ladera de Cerro. El Sector 04 cuenta con un total de 06 manzanas evaluadas.

En general, en el Sector 04 se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 01 piso de mampostería confinada con cobertura ligera de uso de vivienda, en buen estado de conservación. (Ver Figura 23).



Figura 23. Vivienda representativa en el Sector 04.

Asimismo, existen edificaciones de 02 pisos de mampostería confinada con losa aligerada en el primer nivel y cobertura ligera en el segundo nivel, además las edificaciones presentan un buen estado de conservación, tal como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Viviendas típicas en el Sector 04.

SECTOR 05

El Sector 05 se encuentra ubicado en la parte noroeste del distrito, teniendo como principales vías la Av. Túpac Amaru, la Av. Los Alisos y la Panamericana Norte. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría seguidas de viviendas de dos pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 25. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 25. Viviendas típicas del Sector 05.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. Entre las avenidas Túpac Amaru, Los Alisos y Panamericana Norte se encuentra la zona industrial y comercial como se muestra en la Figura 26. En la Av. Los Alisos se ubica la zona comercial del sector.



Figura 26. Zona industrial comercial del Sector 05.

SECTOR 06

El Sector 06 se encuentra ubicado en la parte noroeste del distrito, teniendo como principales vías la Av. Túpac Amaru y la Av. Chinchaysuyo. Las viviendas son de 2 y 3 pisos mayormente, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 27. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas.



Figura 27. Viviendas típicas del Sector 06.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. En las avenidas Túpac Amaru y Chinchaysuyo se encuentra la zona comercial como se muestra en la Figura 28.



Figura 28. Zona comercial en las avenidas Túpac Amaru y Chinchaysullo.

Durante la inspección de campo se observaron viviendas de dos pisos construidas de manera informal ya que no cuentan con columnas de confinamiento en su estructura como se muestra en la Figura 29. En general, las edificaciones del sector se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 29. Viviendas informales sin columnas de confinamiento.

SECTOR 07

El Sector 07, localizado en el distrito de Independencia de la ciudad de Lima, se ubica en una zona topográfica agreste y accidentada. El Sector 07 se encuentra en ladera de cerro que limita el distrito de independencia; además, limita por el Norte el Sector 03, por el Sur con ladera de cerro, por el Oeste con el Sector 06 y por el Este con el Sector 08. El Sector 07 cuenta con un total de 38 manzanas evaluadas.

En general, en el Sector 07 se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 02 pisos de mampostería confinada con losa aligerada en el primer nivel y cobertura ligera en el segundo nivel, las edificaciones representativas son de uso de vivienda, en buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Viviendas representativas en el Sector 07.

Asimismo, existen edificaciones de 02 pisos de mampostería confinada con losa aligerada, de uso vivienda en buen estado de conservación. (Ver Figura 31).



Figura 31. Viviendas típicas en el Sector 04.

Por otro lado, el Sector 07 presenta edificaciones precarias a base de entramados de madera en mal estado de conservación, ubicadas en la parte más altas de la ladera del cerro tal como se aprecia en la Figura 32.



Figura 32. Edificaciones de entramados de madera.

SECTOR 08

El Sector 08, localizado en el distrito de Independencia de la ciudad de Lima, se ubica en una zona topográfica agreste y accidentada. El Sector 08 se encuentra en la parte alta de la ladera de cerro que limita el distrito de Independencia; además, limita por el Norte con la Av. Huanacaur y el Sector 04, por el Sur con ladera de cerro, por el Oeste con el Sector 07 y por el Este con ladera de cerro. El Sector 08 cuenta con un total de 16 manzanas evaluadas.

En general, en el Sector 08 se pudo observar que existen principalmente edificaciones de 02 pisos de mampostería confinada con losa aligerada en el primer nivel y cobertura ligera en el segundo nivel, las edificaciones representativas son de uso de vivienda, en buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 33.



Figura 33. Vivienda representativa en el Sector 08.

Asimismo, existen edificaciones de 01 piso de mampostería confinada con cobertura ligera, de uso vivienda en buen estado de conservación. (Ver Figura 34).



Figura 34. Viviendas típicas en el Sector 04.

Por otro lado, el Sector 08 presenta edificaciones precarias a base de entramados de madera en mal estado de conservación, ubicadas en la parte más altas de la ladera del cerro tal como se aprecia en la Figura 35.



Figura 35. Edificaciones de entramados de madera.

SECTOR 09

El Sector 9 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, teniendo como principales vías la Panamericana Norte, Av. Carlos Izaguirre y la Av. Industrial. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 36. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 36. Viviendas típicas del Sector 09.

En la zona residencial del sector las viviendas son unifamiliares. La zona comercial se encuentra en los alrededores de las avenidas Panamericana Norte, Carlos Izaguirre e Industrial, como se muestra en la Figura 37.

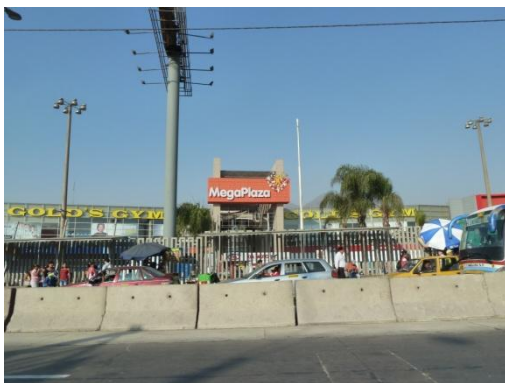


Figura 37. Zona comercial del Sector 09.

SECTOR 10

El Sector 10 se encuentra ubicado en la parte central del distrito, teniendo como principales vías la Av. Túpac Amaru, la Av. 17 de Noviembre y la Av. Las Américas. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 38. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 38. Viviendas típicas del Sector 10.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. Entre las avenidas Túpac Amaru y Carlos Izaguirre se observó una zona industrial y comercial como se muestra en la Figura 39.



Figura 39. Zona comercial del Sector 10.

Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, así como muros de contención de concreto en las zonas cercanas a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se observa en la Figura 40.



Figura 40. Terreno en pendiente y muros de contención.

Además, se observaron viviendas en albañilería construidas en las laderas de los cerros de hasta 3 pisos que rodean al sector, como se muestra en la Figura 41. Se pudo observar una zona de expansión en la construcción de viviendas hacia la parte alta de los cerros, con módulos en madera y muros de contención hechos en piedra apilada, como se muestra en la Figura 42.



Figura 41. Construcción de viviendas en laderas de los cerros.

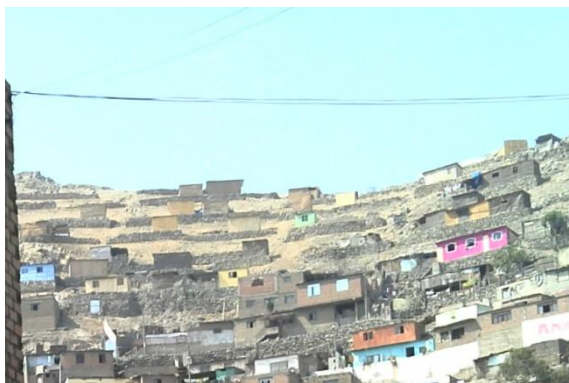


Figura 42. Zona de expansión en los cerros.

SECTOR 11

El Sector 11 se encuentra ubicado en la parte central del distrito, teniendo como principales vías la Av. 17 de Noviembre y la Av. Amancaes. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos y un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 43. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 43. Viviendas típicas del Sector 11.

Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, cercana a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se observa en la Figura 44.



Figura 44. Terreno en pendiente.

Además, se observaron viviendas en albañilería construidas en las laderas de los cerros de hasta dos pisos que rodean al sector, como se muestra en la Figura 45. Se pudo observar una zona de expansión en la construcción de viviendas hacia la parte alta de los cerros, con módulos en madera y muros de contención hechos en piedra apiladas.



Figura 45. Construcción de viviendas en laderas de los cerros.

SECTOR 12

El Sector 12 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, teniendo como principales vías la Panamericana Norte y la Av. Pacífico. Las viviendas son de tres pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 46. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal en la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 46. Viviendas típicas del Sector 12.

En la zona residencial del sector las viviendas son unifamiliares. La zona comercial se encuentra en los alrededores de las avenidas Panamericana Norte y Pacífico, como se muestra en la Figura 47.

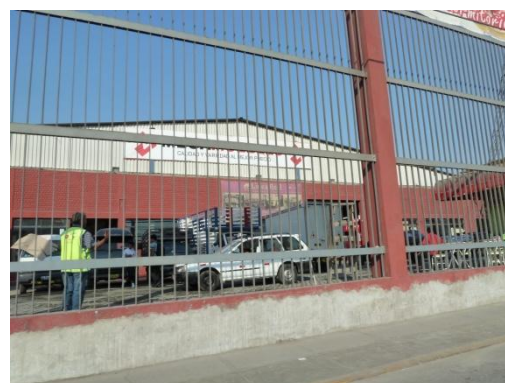


Figura 47. Zona comercial del Sector 12.

SECTOR 13

El Sector 13 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, teniendo como principales vías la Av. Túpac Amaru, la Av. Los Jazmines y la Av. Industrial. Las viviendas son de 2 y 3 pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 48. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 48. Viviendas típicas del Sector 13.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. Entre las avenidas Túpac Amaru e Industrial se encuentra la zona industrial y comercial como se muestra en la Figura 49. En la Av. Los Pinos también se pudo observar una zona comercial, cercana a la Municipalidad de Independencia.



Figura 49. Zona industrial comercial.

Durante la inspección de campo se observaron viviendas de albañilería hasta tres pisos construidas en la ladera de los cerros que rodean el distrito, como se muestra en la Figura 50.



Figura 50. Viviendas de albañilería construidas en los cerros.

SECTOR 14

El Sector 14 se encuentra ubicado en la parte sureste del distrito, teniendo como principales vías la Av. Los Jazmines y la Av. Las Magnolias. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 51. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 51. Viviendas típicas del Sector 14.

Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, cercana a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se observa en la Figura 52.



Figura 52. Terreno en pendiente.

Además, se observaron viviendas en albañilería construidas en las laderas de los cerros de hasta tres pisos que rodean al sector, como se muestra en la Figura 53. Se pudo observar una zona de expansión en la construcción de viviendas hacia la parte alta de los cerros, con módulos en madera y muros de contención hechos en piedra apilada.



Figura 53. Construcción de viviendas en laderas de los cerros y zonas de expansión.

SECTOR 15

El Sector 15 se encuentra ubicado en la parte suroeste del distrito, teniendo como principales vías la Av. Túpac Amaru y la Av. Tomás Valle. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 54. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal y pandereta para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 54. Viviendas típicas del Sector 15.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. En las avenidas Túpac Amaru y Tomás Valle se observó una zona comercial como se muestra en la Figura 55.



Figura 55. Zona comercial del Sector 15.

Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, cercanas a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se observa en la Figura 56.



Figura 56. Terreno en pendiente.

Se encontraron algunas viviendas de albañilería construidas de manera informal, ya que no cuentan con columnas de confinamiento en los muros o no son continuos en todos los pisos, como se muestra en la Figura 57.



Figura 57. Construcción informal en albañilería.

SECTOR 16

El Sector 16 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría seguidas de viviendas de tres pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 58. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 58. Viviendas típicas del Sector 16.

La mayor parte del sector es residencial con viviendas unifamiliares. Durante el recorrido por el sector se observó que el terreno tiene una pendiente ascendente en el sentido de oeste a este, cercanas a las laderas de los cerros que rodean el sector, como se muestra en la Figura 59.



Figura 59. Terreno en pendiente.

Se pudo observar la construcción de viviendas de albañilería hasta dos pisos en la ladera de los cerros y algunos muros de contención en concreto, como se muestra en la Figura 60.



Figura 60. Viviendas en laderas de cerros y muros de contención en concreto.

SECTOR 17

El Sector 17 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito. Las viviendas son de dos pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y losa aligerada como se muestra en la Figura 61. Se pudo observar el uso de ladrillo artesanal para la construcción de las viviendas. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 61. Viviendas típicas del Sector 17.

La mayor parte de las viviendas de hasta tres pisos están construidas en las laderas de los cerros que rodean al sector, como se muestra en la Figura 62. Se pudo observar una zona de expansión en la construcción de viviendas hacia la parte alta de los cerros, con módulos en madera y muros de contención hechos en piedra apilada.



Figura 62. Construcción de viviendas en laderas de los cerros y zonas de expansión.

6 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

6.1 Conceptos Generales

La determinación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación es el grado de susceptibilidad de daño ante la ocurrencia de un terremoto. Conociendo este grado, que generalmente es expresado como edificación en buen estado, edificación regular, edificación en mal estado y edificación colapsada, es cuantificar el daño.

6.2 Formas de Evaluación

La evaluación de la vulnerabilidad puede realizarse básicamente usando dos criterios: método determinístico y método por criterio.

6.2.1 Método Determinístico

El método determinístico se basa en un estudio detallado de la estructura. Este tipo de estudio se basa en la evaluación mediante una inspección, toma de muestra de materiales, medición de la vibración en la estructura, auscultación del de cimentación, verificación de profundidad del cimiento y la modelación matemática de la estructura a través de programas especializados, para producir un diagnóstico de la respuesta sísmica y encontrar si la edificación resistirá las fuerzas y desplazamientos inducidos por el terremoto.

6.2.2 Método por Criterio

El método por criterio o método empírico están basados, en simplificaciones dadas por la experiencia y desarrolladas por expertos con la finalidad de que a través de un cuestionario y una lista de verificación de parámetros que son usados como entradas a curvas, funciones o simuladores de la respuesta sísmica y así obtener un diagnóstico de su estado luego del evento.

6.2.3 Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio

Considerando la muestra de manzanas y lotes representativos se implementó una base de datos con la finalidad de determinar mediante el uso del método de estimación rápida de la respuesta sísmica de edificaciones [3] y [4], basado en la metodología propuesta por Miranda [2] para la estimación rápida de desplazamientos máximos y distorsiones de entrepiso, que ha sido adaptado en el CISMID para estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones con tipologías propias del Perú.

Este método se basa en el diagnóstico de la respuesta sísmica de las edificaciones, considerando las aceleraciones máximas del terreno según los resultados del estudio del peligro sísmico presentado en el volumen respectivo adjunto a este informe y el catálogo de tipologías de edificaciones representativas del distrito. Con este propósito se consideran variables claves como aceleración de demanda sísmica, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros datos recabados en el levantamiento de campo lote a lote en la zona evaluada. Posteriormente, se utiliza la metodología de índices β_i , que considera que la respuesta sísmica de una estructura se encuentra en base al producto de los índices β_i por el desplazamiento espectral (S_d) para el periodo predominante de la estructura entre la altura del edificio (H), dando una aproximación de la distorsión del entrepiso:

$$\left(\frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right) = \frac{\beta_1 \beta_2 \cdot \beta_3 \beta_4}{H} S_d$$

El índice β_1 , es una aproximación al factor de participación dado como una función del número de pisos:

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N+1}$$

El índice β_2 , relaciona la aproximación de la distorsión máxima en la aproximación contra la distorsión en un sistema real:

$$\beta_2 = \frac{\max \left(\frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right)}{\left(\frac{U_r}{H} \right)}$$

El índice β_3 , relaciona la fuerza de respuesta con la sobre resistencia como función de la ductilidad asignada a cada tipología estructural:

$$\beta_3 = \frac{U^x + \Delta U^x}{U} = \frac{F^x \cdot \mu}{F}$$

El índice β_4 , produce una aproximación de la relación existente entre la distorsión inelástica y la distorsión elástica, que expresan una medida de ductilidad:

$$\beta_4 = \frac{\varphi_{inelastico}}{\varphi_{elastico}}$$

El periodo que sirve de base en el diagnóstico, es dependiente de la tipología estructural y del número de pisos, que produce una diagnosis del desplazamiento y distorsiones de cada piso. De esta manera se estiman las distorsiones de entrepiso que diagnostican el estado de la edificación basado en los límites de distorsión máxima de la norma de diseño sismorresistente NTE-030-RNE y ajustada a la base de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



datos de experimentación muros, paneles y módulos a escala natural ensayados en CISMID a lo largo de sus 27 años de experiencia de laboratorio.

Este procedimiento fue automatizado utilizando el programa SRSND presentado en [5] y utilizado en [6], el mismo que produjo tanto la respuesta sísmica de la edificación representativa de la manzana de la muestra, así como el nivel de daño esperado para el escenario sísmico de demanda propuesto. Los resultados fueron implementados en una plataforma SIG para producir los resultados esperados en los productos mediante los mapas de vulnerabilidad.

A continuación se presenta un resumen de los resultados, dando un énfasis en la zona con mayor vulnerabilidad.

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:

Son edificaciones con gran probabilidad de falla total o de daños muy graves que hagan difícil su reparación (con un daño severo probable, donde su costo de reparación sea superior o igual a 85% de su valor), además de implicar peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes. Por ejemplo:

- Edificaciones de adobe antiguas debilitadas por la humedad, erosión, o sismos anteriores; y ubicados sobre suelos flexibles.
- Edificaciones de ladrillo sin refuerzo ni confinamiento, con poca densidad de muros; ubicados sobre suelos blandos.
- Muros altos de ladrillo o adobe, de poco espesor y sin ningún arriostre.
- Edificaciones construidas con materiales inestables y provisionales, sin ningún tipo de arriostre ni refuerzo vertical u horizontal.
- Edificaciones con configuración en planta irregular.
- Techos o coberturas en mal estado de conservación.

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:

Son edificaciones donde se pueden producir daños importantes, que aunque no colapsen las estructuras, es difícil su utilización sin ser reparadas, estimándose su costo de reparación entre el 30 y 60% de su valor. Pueden producirse accidentes por caídas de bloques de albañilería o concreto, rotura, etc. Por ejemplo:

- Edificaciones de ladrillo con defectos de estructuración, que provoque concentración de esfuerzos en algunos puntos.
- Construcciones de adobe bien estructurado, de un solo piso y construido en terreno flexible.
- Construcciones con muros de ladrillo bien estructurado pero con coberturas en mal estado que signifique algún riesgo.

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:

Son edificaciones donde se estiman se producirán daños menores o leves. El sistema estructural conserva sin mayor peligro gran parte de su resistencia y puede aún seguir siendo utilizado. Por ejemplo:

- Edificaciones de ladrillo con columnas de concreto armado, o acero, diseñadas de acuerdo a normas de diseño sísmico, con materiales de buena calidad, buena mano de obra, e inspección rigurosa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



- Edificaciones regulares de concreto con muros de corte o edificaciones regulares con pórticos de concreto con cajas de escalera y ascensor de concreto con existencia de muros de concreto y/o albañilería.
- Edificaciones en laderas de los cerros, donde su cimentación generalmente se apoya en muros de contención de piedra (pircas secas) no recomendables para tomar fuerzas de sismo.

En la Figura 63 se representa la vulnerabilidad de las edificaciones evaluadas, considerando los criterios antes expuestos, para los niveles identificados.

6.3 Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas

- Lotes:** Se evaluaron la totalidad de los lotes de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 93% de los lotes.
- Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 93% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1 piso (7%), 2 pisos (57%), 3 pisos (35%) y 4 pisos (1%). De acuerdo a lo observado en varios casos, las construcciones son realizadas con intervención de maestros de obra y personal obrero, sin tener la asesoría técnica de un profesional de la especialidad. Asimismo, aproximadamente el 71% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 3% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 68% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado, y el 25%, poseen coberturas de calamina, esteras o madera. Estas coberturas se concentran en los sectores emergentes como las laderas de cerros y asentamientos humanos.
- Estado de Conservación:** El estado de conservación de las construcciones en un 68.9% es aceptable y bueno. Un 30.1% de las viviendas muestran un estado de conservación regular y otro 1.0% de las viviendas presentan un mal estado de conservación, especialmente, por las condiciones provisionales de sus materiales en techos, la inestabilidad de los taludes, y las malas condiciones del suelo.

6.4 EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES

Para la evaluación de las edificaciones esenciales se consideraron aquellos colegios, centros de salud de diferente nivel, comisarías, cuartel de bomberos, etc., de manera que en el análisis estructural se considere esta condición de esencial para el cálculo de su respuesta sísmica. Bajo esta premisa, se encontró su demanda para las condiciones del terreno y según el escenario sísmico.

SECTOR 01

- I.E.I. N°385 José Olaya, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 64.



Figura 64. I.E.I. N°385 José Olaya.

- I.E. N°2041 Inca Garcilaso de la Vega, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 65.



Figura 65. I.E. N°2041 Inca Garcilaso de la Vega.

- Puesto de Salud José Olaya – MINSA, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 66.



Figura 66. Puesto de Salud José Olaya – MINSA.

- Capilla San Columbano, cuenta con dos edificaciones de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 67.



Figura 67. Capilla San Columbano.

SECTOR 02

- I.E. N°2052 María Auxiliadora, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 68.



Figura 68. I.E. N°2052 María Auxiliadora.

- Centro de Educación Técnico Productiva Parroquial El Buen Pastor, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 69. Se pudo observar la presencia de columnas cortas en la estructura.



Figura 69. Centro de Educación Técnico Productiva Parroquial El Buen Pastor.

SECTOR 03

- Colegio Nacional N°2057 José Gabriel Condorcanqui, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 70.



Figura 70. Colegio Nacional N°2057 José Gabriel Condorcanqui.

- I.E.P. Santa Isabel, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 71.



Figura 71. I.E.P. Santa Isabel.

- I.E.P. Montessori School, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 72.



Figura 72. I.E.P. Montessori School.

- Colegio Mariano Melgar, cuenta con tres edificaciones de cuatro y cinco pisos en mampostería confinada y techo aligerado y cobertura ligera en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 73.

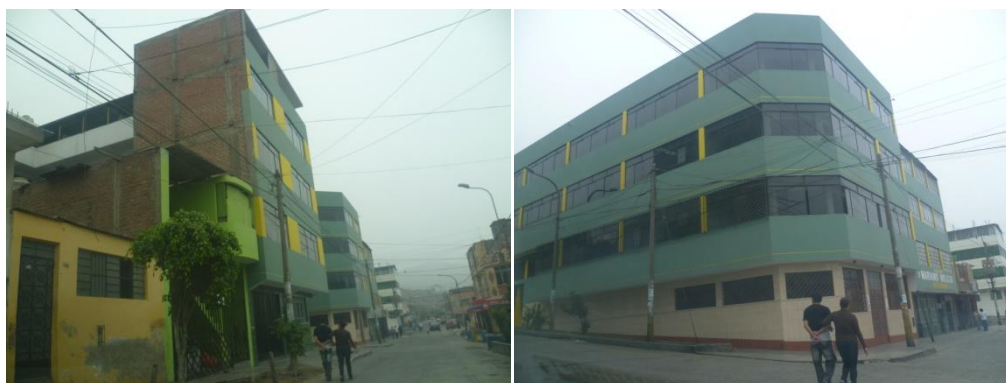


Figura 73. Colegio Mariano Melgar

- Colegio Húsares de Junín, edificación de cinco pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 74.



Figura 74. Colegio Húsares de Junín

- I.E.P. Jesús es Mi Guía, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 75.



Figura 75. I.E.P. Jesús es Mi Guía

- Colegio Sagrada Familia, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 76.



Figura 76. Colegio Sagrada Familia.

- I.E.P. Círculo Ingeniería, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 77.



Figura 77. I.E.P. Círculo Ingeniería.

- I.E.P. Miguel Grau, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 78.



Figura 78. I.E.P. Miguel Grau.

- I.E.P. Ricardo Palma, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 79. Se observó una discontinuidad en la primera columna de confinamiento de los muros en el segundo y tercer piso.



Figura 79. I.E.P. Ricardo Palma.

- I.E.P. José María Arguedas, edificación de tres pisos en mampostería sin confinar y techo de cobertura ligera en mal estado de conservación, como se muestra en la Figura 80.



Figura 80. I.E.P. José María Arguedas.

- Nido Estrellita de Belén, edificación de dos pisos en mampostería sin confinar y techo de cobertura ligera en mal estado de conservación, como se muestra en la Figura 81.



Figura 81. Nido Estrellita de Belén.

- Centro de Salud Túpac Amaru - ESSALUD, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 82.



Figura 82. Centro de Salud Túpac Amaru – ESSALUD.

- Centro Médico San Antonio de Padua, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 83.



Figura 83. Centro Médico San Antonio de Padua.

- Parroquia San Pedro y San Pablo, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 84. Se observó la presencia de columnas cortas en la estructura.



Figura 84. Parroquia San Pedro y San Pablo.

- Comisaría Payet, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 85.



Figura 85. Comisaría Payet.

- Mercado San Pedro y San Pablo, edificación de un piso en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 86.



Figura 86. Mercado San Pedro y San Pablo.

- Mercado Túpac Amaru II, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 87.



Figura 87. Mercado Túpac Amaru II.

- I.E. N°3094 Ramiro Prialé, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 88. Se pudo observar la presencia de columnas cortas en la estructura.



Figura 88. I.E. N°3094 Ramiro Prialé.

- Kinder Pitágoras, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 89.



Figura 89. Kinder Pitágoras.

- Posta Túpac Amaru – MINSA, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 90.



Figura 90. Posta Túpac Amaru – MINSA

- Capilla María Auxiliadora, edificación de un piso en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 91.



Figura 91. Capilla María Auxiliadora.

- Capilla San Vicente de Paul, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 92.

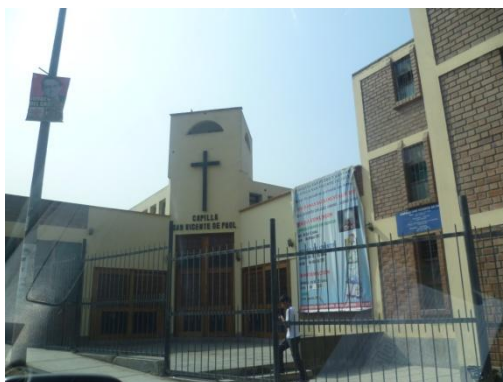


Figura 92. Capilla San Vicente de Paul.

SECTOR 04

El Sector 04, cuenta con algunas edificaciones esenciales tales como:

- El Centro de recreación familiar Tahuantinsuyo IV Zona; edificación de 02 pisos, construido a base de pórticos de concreto armado y muros de albañilería y cobertura ligera en el segundo nivel, además presenta un regular estado de conservación tal como se muestra en la Figura 93.



Figura 93. Centro de recreación familiar Tahuantinsuyo IV Zona.

- Reservorio de agua de concreto armado, ubicado en la parte alta de la ladera del cerro, tal como se muestra en la Figura 94.



Figura 94. Reservorio de Agua en ladera de cerro.

SECTOR 05

- I.E.I. 09, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 95.



Figura 95. I.E.I. 09.

- I.E. 2070 Nuestra Señora del Carmen, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 96.



Figura 96. I.E. 2070 Nuestra Señora del Carmen

- Colegio San Agustín de Naranjal, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 97.



Figura 97. Colegio San Agustín de Naranjal.

- I.E.P. Alfonso Ugarte Vernal, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 98.



Figura 98. I.E.P. Alfonso Ugarte Vernal

- Consorcio Educativo Corazoncito de María – Nivel Inicial, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 99.



Figura 99. Consorcio Educativo Corazoncito de María – Nivel Inicial

- Consorcio Educativo Corazón de María S.A.C., edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 100.



Figura 100. Consorcio Educativo Corazón de María S.A.C.

- Nido, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 101. Se observó el uso de ladrillo pandereta en la construcción de los muros estructurales.



Figura 101. Nido

- Centro de Salud Virgen del Pilar de Naranjal – MINSA, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 102.



Figura 102. Centro de Salud Virgen del Pilar de Naranjal – MINSA

- Iglesia Parroquial Santa María Reparadora, edificación de un piso en mampostería confinada y techo de cobertura ligera de madera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 103.



Figura 103. Iglesia Parroquial Santa María Reparadora

- Mercado Óvalo de Naranjal, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 104.



Figura 104. Mercado Óvalo de Naranjal

SECTOR 06

- I.E. N°3049 Imperio del Tahuantinsuyo, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo de cobertura ligera (calamina) en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 105.



Figura 105. I.E. N°3049 Imperio del Tahuantinsuyo.

- I.E. República de Colombia UGEL 02, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 106.



Figura 106. I.E. República de Colombia.

- I.E. Libertador San Martín, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 107.



Figura 107. I.E. Libertador San Martín.

- Colegio María Auxiliadora, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 108.



Figura 108. Colegio María Auxiliadora.

- I.E.P. La Católica, cuenta con dos locales de tres y cuatro pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 109.



Figura 109. I.E.P. La Católica.

- Colegio San Antonio de Padua, edificación de cinco pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 110. Se observó el uso de ladrillo industrial tubular en los muros.



Figura 110. Colegio San Antonio de Padua.

- I.E.P. Jesús el Buen Pastor, cuenta con 3 locales de tres y cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 111.



Figura 111. I.E.P. Jesús el Buen Pastor.

- I.E.P. Virgen del Pilar, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 112.



Figura 112. I.E.P. Virgen del Pilar.

- I.E.P. Luz Divina, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 113.



Figura 113. I.E.P. Luz Divina.

- Centro de Estimulación Temprana Aprendiendo a Jugar, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 114.



Figura 114. Centro de Estimulación Temprana Aprendiendo a Jugar.

- I.E.P. Sol de Alegría, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 115.



Figura 115. I.E.P. Sol de Alegría.

- I.E.P. J. William Fulbright, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 116. En la misma manzana se encuentra el Centro Educativo Inicial N°09, como se muestra en la Figura 117.



Figura 116. I.E.P. J. William Fulbright.



Figura 117. Centro Educativo Inicial N°09.

- Colegio Parroquial Nuestra Señora del Rosario, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 118.



Figura 118. Colegio Parroquial Nuestra Señora del Rosario.

- I.E.P. Ingeniería, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 119.



Figura 119. I.E.P. Ingeniería.

- I.E.P. Quiñones, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 120.



Figura 120. I.E.P. Quiñones

- Posta Tahuantinsuyo Bajo MINSA, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 121.



Figura 121. Posta Tahuantinsuyo Bajo MINSA.

- Parroquia Nuestra Señora del Rosario, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 122.

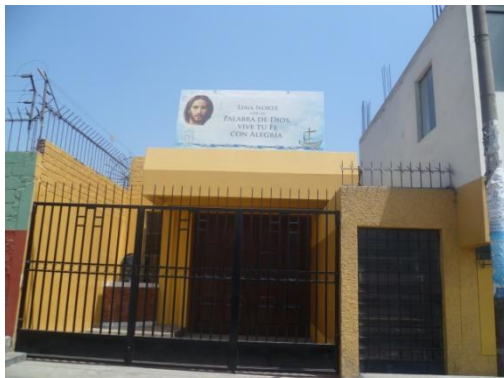


Figura 122. Parroquia Nuestra Señora del Rosario.

- Iglesia, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 123.



Figura 123. Iglesia

- Comisaría Tahuantinsuyo, edificación de un piso en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 124.



Figura 124. Comisaría Tahuantinsuyo.

- Mercado Los Incas, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 125.



Figura 125. Mercado Los Incas.

- Asociación de Comerciantes 7 de Abril, muro perimétrico en albañilería, módulos de madera en el interior con techo de cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 126.



Figura 126. Asociación de Comerciantes 7 de Abril.

- Coliseo de la Amistad Perú-Japón, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 127.



Figura 127. Coliseo de la Amistad Perú-Japón.

SECTOR 07

- El I.E. Cuna-Jardín Tahuantinsuyo, construido a base de muros de mampostería confinada, el cual presentan un regular estado de conservación tal como se muestra en la Figura 128.
- El I.E. Gran Bretaña, es una edificación de 02 piso construido a base de pórticos concreto armado y muros de albañilería, el cual se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 129).



Figura 128. I.E. Cuna-Jardín
Tahuantinsuyo.



Figura 129. I.E. Gran Bretaña.

- El I.E. Tahuantinsuyo, es una edificación de 03 pisos con una estructura construida a base de pórticos de concreto armado y muros de mampostería, presenta un buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 130.
- I.E.P. Sagrado Corazón de Jesús, mostrada en la Figura 131, es una edificación de 02 pisos construido a base de muros de albañilería confinada y cobertura ligera en el último nivel, la edificación presenta un regular estado de conservación.



Figura 130. I.E. Tahuantinsuyo.



Figura 131. I.E.P. Sagrado Corazón de
Jesús.

- El C.E.P. Mi Nuevo Mundo, es un edificio de 03 pisos, tiene una estructura a base de pórticos de concreto armado y muros de albañilería confinada, con un buen estado de conservación, tal como se aprecia en la Figura 132.
- El I.E. San Marcos, es una edificación que consta de 03 pisos construida a base de concreto armado y muros de mampostería confinada con losa aligerada, además se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 133).



Figura 132. C.E.P. Mi Nuevo Mundo.



Figura 133. I.E. San Marcos.

- El I.E.P. San Martín de Porres, tiene una estructura de 02 pisos construido a base de muros de albañilería confinada y losa aligerada; la estructura presenta un buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 134.
- Centro Educativo Básica Especial Tahuantinsuyo, que se muestra en la Figura 135, cuya estructura está construida a base de concreto armado y muros de albañilería, además presenta un regular estado de conservación.



Figura 134. I.E.P. San Martín de Porres.



Figura 135. Centro Educativo Básica Especial Tahuantinsuyo

- El PRONOEI Virgen del Carmen, es un edificio de 01 piso, tiene una estructura a base de concreto armado y muros de albañilería confinada, con un buen estado de conservación, tal como se aprecia en la Figura 136.
- La Iglesia el Señor Jesús, es una edificación que consta de 01 pisos construida a base de muros de mampostería confinada con losa aligerada, además se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 137).



Figura 136. PRONOEI Virgen del Carmen.



Figura 137. Iglesia el Señor Jesús.

- Mercado Central de Tahuantinsuyo, tiene una estructura predominantemente de 01 piso construido a base de muros de albañilería confiada; la estructura presenta un buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 138.
- Comisaria de Tahuantinsuyo, que se muestra en la Figura 139, cuya estructura está construida a base de concreto armado y muros de albañilería, además presenta un buen estado de conservación.



Figura 138. Mercado Central de Tahuantinsuyo.



Figura 139. Comisaria de Tahuantinsuyo

SECTOR 08

- Centro Deportivo Estadio Tahuantinsuyo, construido a base de concreto armado y muros de mampostería, las estructuras presentan un regular estado de conservación tal como se muestra en la Figura 140.
- Centro de Salud Tahuantinsuyo Alto, es una edificación de 01 piso construido a base de concreto armado y muros de albañilería, el cual se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 141).



Figura 140. Centro Deportivo Estadio Tahuantinsuyo.



Figura 141. Centro de Salud Tahuantinsuyo Alto.

- Iglesia “Palabra de Dios, Vive tu Fe con Alegría”, con una estructura construida a base de concreto armado y muros de mampostería, presenta un buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 142.
- Iglesia Beula, en la Figura 143, es una edificación de 03 pisos construido a base de muros de albañilería confinada y losa aligerada, la edificación presenta un buen estado de conservación.



Figura 142. Iglesia Palabra de Dios, Vive tu Fe con Alegría.



Figura 143. Iglesia Beula.

- Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días, tiene una estructura a base de pórticos de concreto armado y muros de albañilería, con un buen estado de conservación, tal como se aprecia en la Figura 144.
- Centro Educativo de Estimulación Temprana, es una edificación que consta de 03 pisos construida a base de muros de mampostería confinada con losa aligerada y cobertura ligera en el último nivel, además se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 145).



Figura 144. Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días.



Figura 145. Centro Educativo de Estimulación Temprana.

- Centro Educativo Jhoannes Kepler, tiene una estructura de 03 pisos construido a base de muros de albañilería confiada, losa aligerada y cobertura ligera en el último nivel; la estructura presenta un buen estado de conservación tal como se muestra en la Figura 146.



Figura 146. Centro Educativo Jhoannes Kepler.

SECTOR 09

- I.E.P. Miguel Grau, edificación de cinco pisos en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 147.



Figura 147. I.E.P. Miguel Grau.

- I.E.P. Sebastián Salazar Bondy, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 148.



Figura 148. I.E.P. Sebastián Salazar Bondy.

SECTOR 10

- I.E. N°3050 Alberto Hurtado Abadía, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 149.



Figura 149. I.E. N°3050 Alberto Hurtado Abadía.

- I.E. N°2053 Francisco Bolognesi, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de calamina en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 150. Se observa la presencia de columnas cortas en la estructura.



Figura 150. I.E. N°2053 Francisco Bolognesi.

- I.E. N°2061 San Martín de Porres, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de calamina en buen estado de conservación ubicado sobre un terreno en pendiente, como se muestra en la Figura 151. Se observa la presencia de columnas cortas en la estructura.



Figura 151. I.E. N°2061 San Martín de Porres.

- I.E. Virgen de Fátima, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 152.

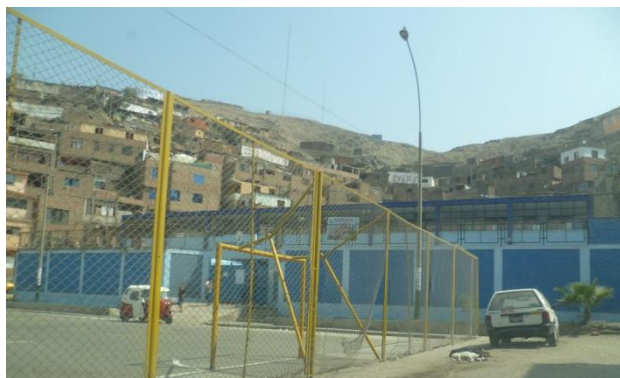


Figura 152. I.E. Virgen de Fátima.

- I.E.P. Harry Wallon, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 153. Se observó el uso de ladrillo pandereta en los muros de la estructura.



Figura 153. I.E.P. Harry Wallon.

- I.E.P. Javier Heraud, edificación de cuatro pisos en albañilería sin confinar y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 154. Se observó el uso de ladrillo pandereta en los muros de la estructura.



Figura 154. I.E.P. Javier Heraud.

- I.E.P. Domingo Savio, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 155.



Figura 155. I.E.P. Domingo Savio.

- I.E.P. Pedro Paulet, cuenta con dos edificaciones de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 156.



Figura 156. I.E.P. Pedro Paulet.

- Colegio Fray Pedro Urraca, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 157.



Figura 157. Colegio Fray Pedro Urraca.

- I.E.P. Santo Tomás, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 158.



Figura 158. I.E.P. Santo Tomás.

- Centro de Estimulación Temprana, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 159.



Figura 159. Centro de Estimulación Temprana.

- Instituto Superior SISE, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto con placas en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 160.



Figura 160. Instituto Superior SISE.

- Instituto San Pablo, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto con placas en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 161.
- Clínica Jesús del Norte, edificación de seis pisos con pórticos de concreto con placas en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 161.



Figura 161. Instituto San Pablo y Clínica Jesús del Norte.

- Puesto de Salud Las Américas – MINSA, edificación de un piso con pórticos de concreto rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 162.



Figura 162. Puesto de Salud Las Américas – MINSA.

- Comisaría de la Familia, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 163.



Figura 163. Comisaría de la Familia.

SECTOR 11

- I.E. N°2036 María Auxiliadora, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 164.



Figura 164. I.E. N°2036 María Auxiliadora

SECTOR 13

- I.E. Independencia, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 165.



Figura 165. Institución Educativa Emblemática Independencia.

- Colegio Nacional Independencia – Educación Inicial, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 166.



Figura 166. Colegio Nacional Independencia – Educación Inicial.

- I.E. N°3063 Patricia Natividad Sánchez El Ermitaño, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 167.



Figura 167. I.E. N°3063 Patricia Natividad Sánchez El Ermitaño.

- I.E.I. N°07, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera (calamina) en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 168.



Figura 168. I.E.I. N°07.

- I.E.P. San Pablo, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 169.



Figura 169. I.E.P. San Pablo.

- I.E.P. Izaguirre de Ariel, cuenta con dos locales de cinco y dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 170. Se observó el uso de ladrillo pandereta para los muros en la estructura de cinco pisos.



Figura 170. I.E.P. Izaguirre de Ariel.

- I.E.P. Carrusel de Niños, edificación de un piso en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 171.



Figura 171. I.E.P. Carrusel de Niños.

- I.E.P. Rafael Mariscal Quintanilla, cuenta con dos locales de cuatro pisos en mampostería confinada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 172. Se observó el uso de techo con cobertura ligera y aligerado.



Figura 172. I.E.P. Rafael Mariscal Castilla.

- I.E.P. Caminitos del Saber, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 173.



Figura 173. I.E.P. Caminitos del Saber.

- I.E.P. Alicia Lozada López, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 174.



Figura 174. I.E.P. Alicia Lozada López

- I.E.P. San Bosco, edificación de cuatro pisos en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 175.



Figura 175. I.E.P. San Bosco

- I.E.P. María Inmaculada Concepción, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 176.



Figura 176. I.E.P. María Inmaculada Concepción

- Municipalidad de Independencia, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 177.



Figura 177. Municipalidad de Independencia.

- Comisaría de Independencia, edificación de dos pisos en mampostería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 178.

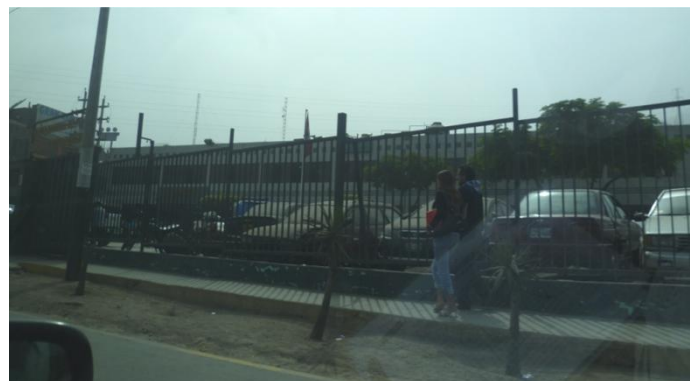


Figura 178. Comisaría de Independencia.

- Iglesia Bíblica Bautista, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 179.



Figura 179. Iglesia Bíblica Bautista

- Iglesia Parroquia Santa María del Carmen, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 180.



Figura 180. Iglesia Parroquia Santa María del Carmen

SECTOR 14

- I.E. N°3048 Santiago Antúnez de Mayolo, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 149.



Figura 181. I.E. N°3048 Santiago Antúnez de Mayolo.

- Colegio Inicial – Primaria 345, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 182.



Figura 182. Colegio Inicial – Primaria 345.

- Instituto Educativo Madre Teresa de Calcuta, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 183.



Figura 183. Instituto Educativo Madre Teresa de Calcuta.

- I.E. N°390 El Ermitaño, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo en cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 184.



Figura 184. I.E. N°390 El Ermitaño.

- Centro de Salud Ermitaño Alto - MINSA, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 185.



Figura 185. Centro de Salud Ermitaño Alto – MINSA.

SECTOR 15

- I.E. N°3051 El Milagro, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 186.



Figura 186. I.E. N°3051 El Milagro.

- I.E. N°2054, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 187.



Figura 187. I.E. N°2054.

- I.E. N°2056, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 188.



Figura 188. I.E. N°2056.

- I.E. Técnico N°3052, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 189. Se observó la presencia de columnas cortas en la estructura.



Figura 189. I.E. Técnico N°3052.

- Hospital de la Solidaridad Las Violetas, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 190.



Figura 190. Hospital de la Solidaridad Las Violetas.

- Ministerio Público – Fiscalía de la Nación, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 191.



Figura 191. Ministerio Público – Fiscalía de la Nación.

- Mercado Miguel Grau, edificación de un piso en mampostería confinada y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 192.



Figura 192. Mercado Miguel Grau.

SECTOR 16

No se encontraron edificaciones esenciales en el Sector 16.

SECTOR 17

- I.E. N°3053 Virgen del Carmen, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 193.



Figura 193. I.E. N°3053 Virgen del Carmen.

- I.E.P. Virgen de la Cueva Santa, edificación de tres pisos en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 194.



Figura 194. I.E.P. Virgen de la Cueva Santa.



7 DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA

7.1 Definición de Riesgo Sísmico

Se define el riesgo sísmico como la pérdida material o humana, debido a la acción de un evento sísmico severo tomando en cuenta la magnitud de este y la vulnerabilidad de la edificación.

Para este propósito es necesario conocer el peligro sísmico del área de estudio y asimismo la vulnerabilidad de las edificaciones en el área.

El peligro sísmico, para este análisis se basa en las aceleraciones máximas para el tipo de suelo que han sido calculadas a partir de una microzonificación geotécnica sísmica de la zona, luego de haber caracterizado el comportamiento dinámico de los suelos en función de su sismicidad.

Por otro lado se puede identificar el tipo de sistema estructural y diagnosticar la respuesta sísmica de éste, producto de la aceleración máxima inducida por el sismo evaluada en el estudio de vulnerabilidad de las edificaciones. De esta manera puede estimarse el nivel de daño, ya que la respuesta sísmica de una edificación es dependiente de la caracterización dinámica del suelo.

Existen métodos de simulación del riesgo basados en la superposición de la estadística del daño sobre edificaciones durante los sismos, a través del levantamiento de información post evento, que al sobreponerse con las aceleraciones máximas producidas, generan curvas de aceleración versus nivel de daño esperado para un determinado sismo. Estas curvas reciben el nombre de Curvas de Fragilidad, ya que muestran lo frágil que un determinado material y/o sistema estructural puede ser frente a determinado nivel de aceleraciones inducidas sobre el sistema.

Asimismo existen métodos basados en la evaluación de la respuesta sísmica de los sistemas estructurales bajo cierto nivel de aceleración inducida y la estimación de su nivel de daño. Este tipo de metodología ha sido adoptada en el presente estudio.

Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Independencia, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una vivienda, expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones, utilizando la metodología presentada en [3] y [4], donde se estima el nivel de distorsión máxima, considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro. Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudio.

Un proceso de regresión de los diversos tipos de daño y la cuantificación del costo relacionan el valor de la reparación con la distorsión de la respuesta sísmica ($\Delta\delta_i/h_i$) en cada lote. Este costo de reparación (C_r) se expresa como el porcentaje del costo de la estructura, considerando λ y ε parámetros de vulnerabilidad estructural, correspondientes al sistema estructural y al tipo de reparación involucrada para los materiales involucrados.

$$Cr = \left(\frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right) / \lambda)^{\epsilon} / 100$$

Para la evaluación del riesgo se consideró cada registro de la base de datos produciendo el diagnóstico de la distorsión y en base a esta se elaboró el mapa que representa el costo de reparación representativo para la manzana, considerando los resultados del lote representativo.

El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 195.

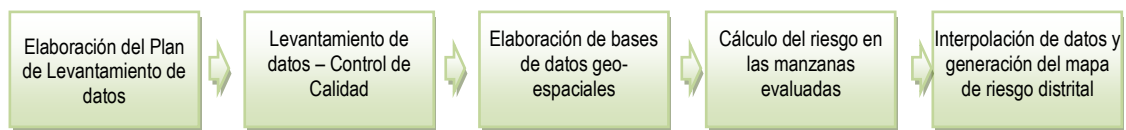


Figura 195. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 825 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa de costo de reparación mostrado en la Figura 196.

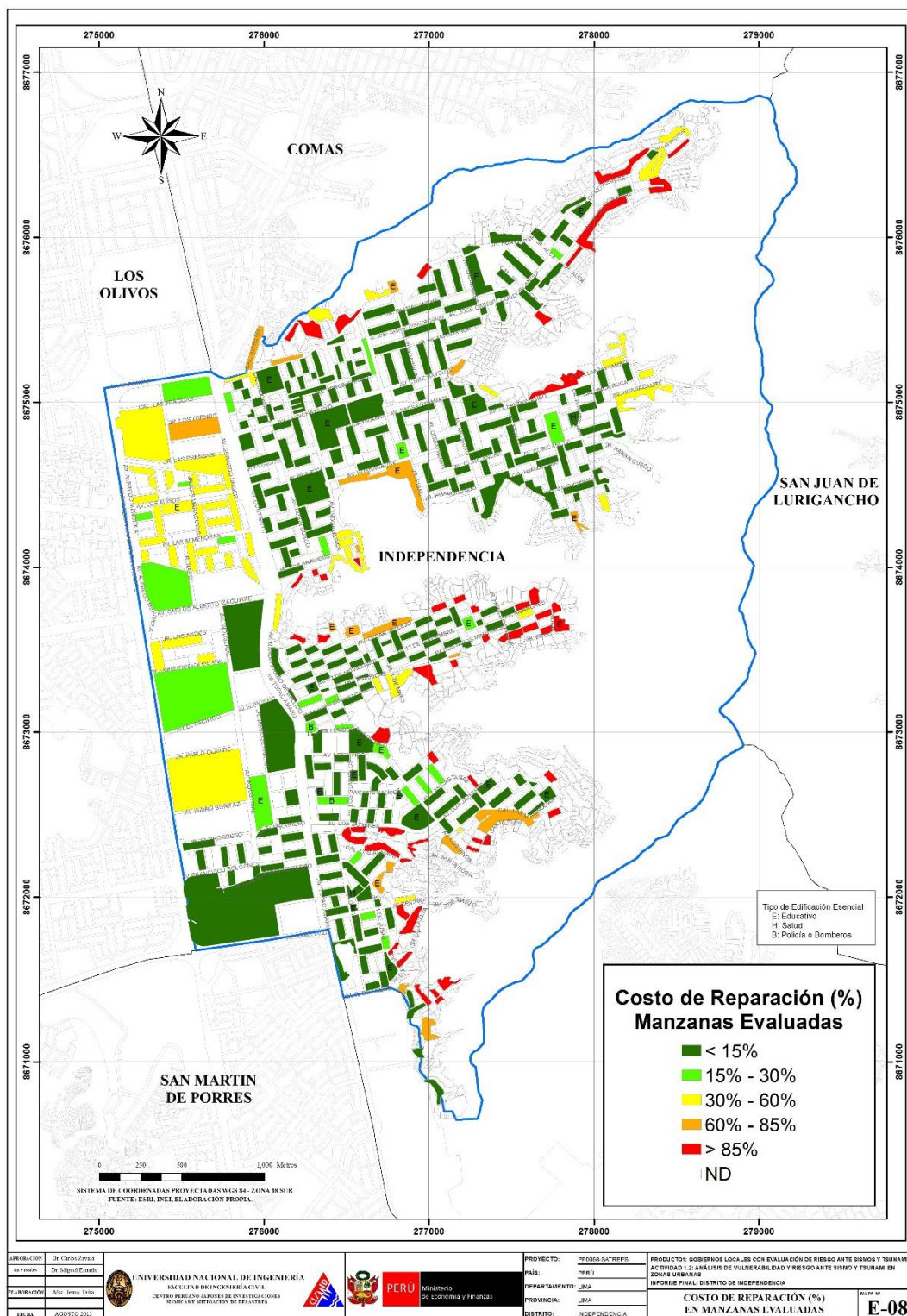


Figura 196. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



Una vez calculado el costo de reparación para las manzanas evaluadas se genera, a través del método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) un archivo de imagen (raster) donde el valor de cada pixel es el valor del costo de reparación interpolado para una edificación construida sobre esta ubicación. La resolución espacial de este archivo es de 5 metros, es decir que cada pixel cubre un área de 25 metros cuadrados de terreno.

La Figura 197 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Independencia.

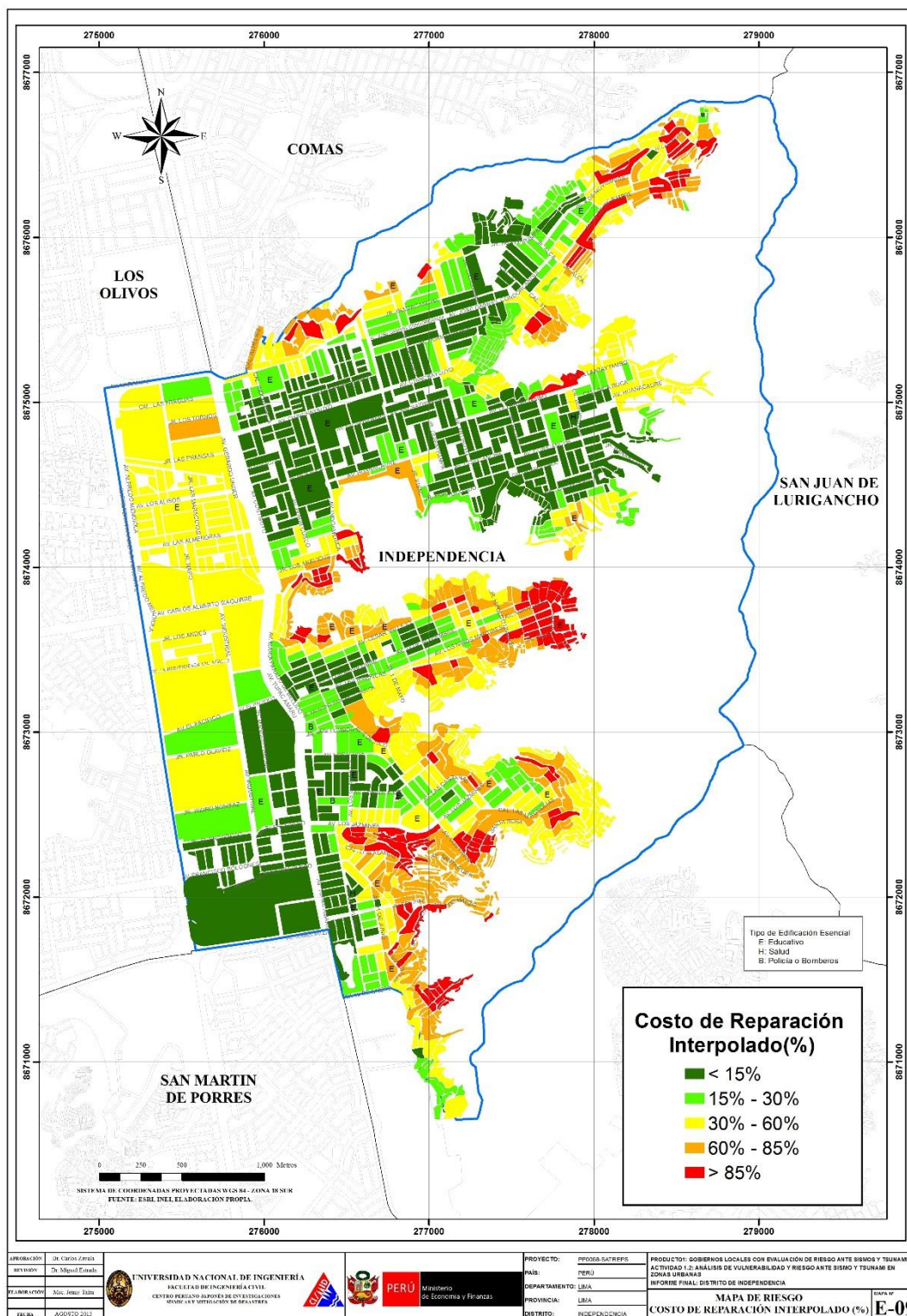


Figura 197. Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW)

Una vez realizada la interpolación, este archivo de imagen se convierte en un archivo de puntos equidistantes a 5 metros, donde el valor contenido en este punto es valor del costo de reparación. Finalmente para cada manzana se procede a promediar los valores de todos los puntos que caen dentro del polígono que representa a la manzana obteniendo finalmente el costo de reparación interpolado para todas las manzanas del distrito. La Tabla 2, presenta los resultados de la simulación de riesgo sísmico para las viviendas del distrito de Independencia.

Tabla 2. Resultados del daño en el distrito de Independencia para un escenario de sismo severo

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	266	64%		
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	26	6%	70%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	50	12%	12%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	18	4%	4%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	55	13%	13%	Colapso
				415	100%		

En el Anexo I, en el mapa No. E-09, que presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Independencia bajo un escenario del sismo. En el mapa se puede apreciar que los sectores en verde tendrían un costo de reparación entre 0~15%. Aquellos sectores en verde agua poseen un costo de reparación entre 15~30% del valor de la edificación. Los sectores en amarillo tendrían un porcentaje de reparación para sus viviendas entre 30~60%. Las zonas en color naranja, tendrían porcentaje de costo de reparación entre 60~85%, mientras que las zonas en rojo tendrían edificaciones con costos de reparación entre 85% a más. Estos dos últimos grupos son diagnosticados como los grupos con indicadores de edificaciones en riesgo de colapso que corresponden al 4% de las edificaciones con daño severo y 13% con riesgo a colapso, para el escenario propuesto. Las aceleraciones asumidas para el diagnóstico son las presentadas en el informe del Microzonificación Geotécnica.

Caso especial es el representado por las edificaciones esenciales que en caso de un evento sísmico severo deben de seguir funcionando luego del evento. Bajo esta premisa se tomaron aquellas edificaciones esenciales que formaron parte de la muestra, encontrándose el resumen de los resultados en la tabla siguientes.

Tabla 3. Resultado de daño esperado en edificaciones esenciales

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	18			
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	7	74%	74%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	1	3%	3%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	7	21%	21%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	1	3%	3%	Colapso
				34	100%		

Los resultados para las edificaciones esenciales son presentados en el mapa E-09A, donde puede apreciarse los resultados que se presentan en la Tabla 3, que muestra que el 3% de las edificaciones esenciales experimentarían colapso, debido al nivel de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



demanda sísmica extrema sobre sus sistemas estructurales y los suelos donde se ubican.

8 RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA

- El objetivo de esta sección del estudio es identificar el tipo de estructura que debe ser reforzada en base a los resultados del estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico del distrito de Independencia, ilustrando el tipo de refuerzo a través de detalles típicos de reforzamiento e identificando las ubicaciones de aquellas edificaciones que requieren ser intervenidas en forma inmediata.
- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90.5% de las edificaciones del distrito de Independencia son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 7.6 % de edificaciones de concreto y un 1.1% de edificaciones de adobe. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandarían inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 748 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 238 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 58 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.
- Considerando las manzanas que poseen nivel de daño IV y V, que son aquellas que tendrían que ser intervenidas de forma inmediata, se ha cuantificado que 164 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.
- Se presentan técnicas para el reforzamiento de muros, columnas y cimentaciones, típicas de un reforzamiento en viviendas de albañilería. Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se logrará disminuir el daño en estas edificaciones.

9 PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA

Con la finalidad de proponer la técnica de reforzamiento para las edificaciones en el distrito de Independencia, se estudió la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 4 presentan que en el 92.5% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 7.2% de edificaciones de concreto y 0.2% de edificaciones de acero. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.

Tabla 4. Composición por material de la muestra estudiada.

Material	Edificaciones	%
Adobe	0	0.0%
Concreto	30	7.2%
Mamposteria	384	92.5%
Acero	1	0.2%
Madera	0	0.0%
Otros	0	0.0%
Total	415	100.0%

Por otro lado, luego del diagnóstico del riesgo sísmico en los sectores estudiados y considerando los resultados de los lotes representativos de la muestra, se encontró que dependiendo del nivel de daño diagnosticado por material, en la Tabla 5 se muestra el agrupamiento de los Niveles III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 384 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 115 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las 30 edificaciones de concreto, 7 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.

Tabla 5. Composición de la muestra por nivel de daño esperado.

Mampostería	Nivel I	249	
	Nivel II	20	
	Nivel III	48	
	Nivel IV	13	
	Nivel V	54	67
Concreto	Nivel I	17	
	Nivel II	6	
	Nivel III	1	
	Nivel IV	5	
	Nivel V	1	6
Acero	Nivel III	1	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	0	0

A continuación se proponen algunos casos representativos para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento, refuerzo de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección, para el reforzamiento de columnas de concreto y para la inclusión de muros de concreto a partir de columnas existentes. Considerando las manzanas que poseen nivel de daño IV y V, que son aquellas que tendrían que ser intervenidas de forma inmediata, se ha cuantificado que 73 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 198, donde se muestran aquellas viviendas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. Las zonas en color rojo muestran las manzanas con una mayor probabilidad de colapso, mientras que las zonas en color naranja muestran las manzanas con una alta probabilidad de daño severo. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.

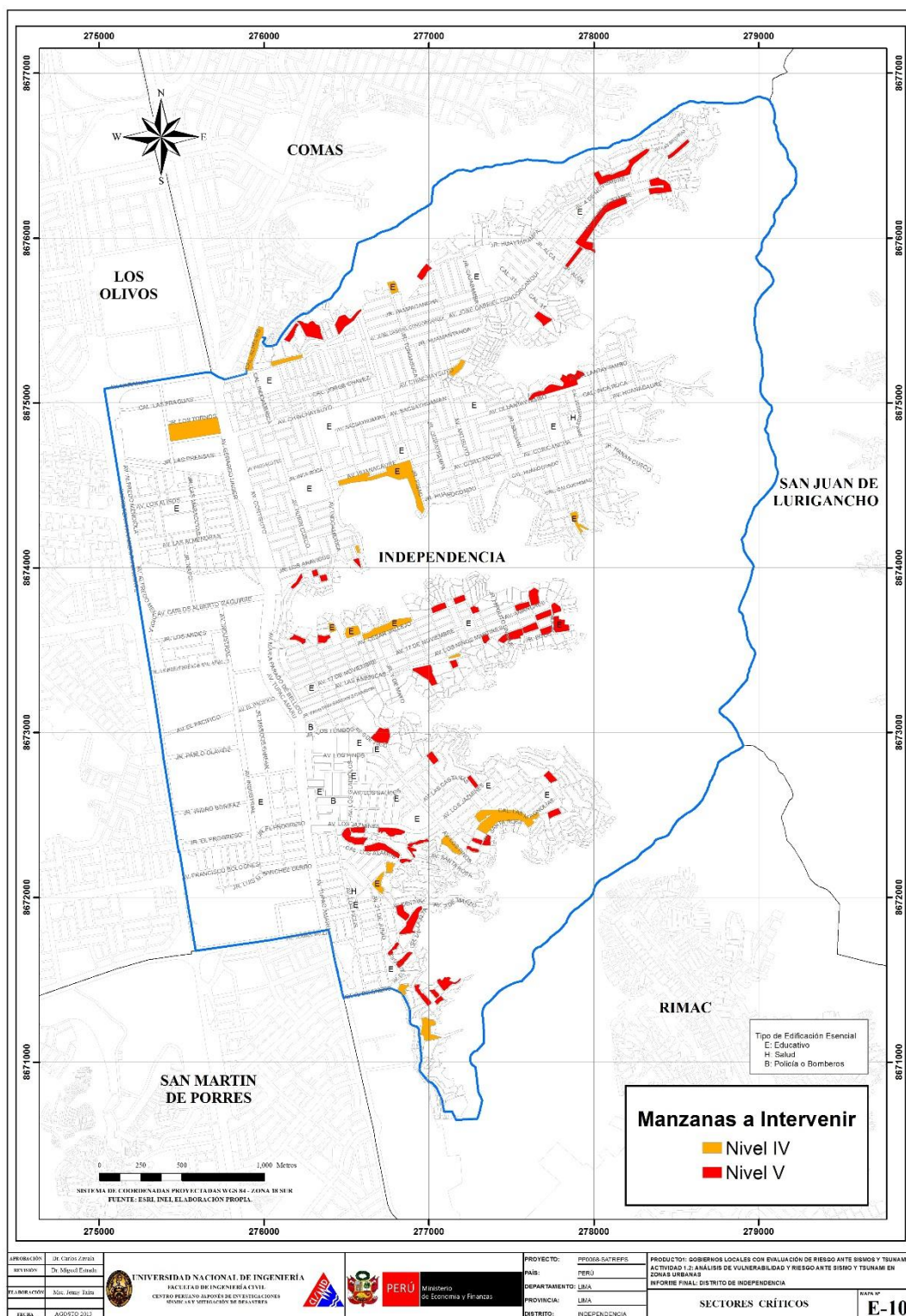


Figura 198. Ubicación de manzanas a intervenir.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



Las viviendas en zonas de laderas, en su mayoría han sido edificadas con materiales livianos, de carácter provisional (latas, cartones, planchas de madera contraplacada, etc.) que desde la óptica estructural su modelación y diagnóstico es complejo y escapa a los métodos racionales de análisis estructural y resistencia de materiales, debido a lo cual no se presenta un diagnóstico estructural de los mismos.

10 PROPUESTAS REPRESENTATIVAS PARA EL REFORZAMIENTO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EXISTENTES CON DEFICIENCIA DE CONFINAMIENTO

Es de conocimiento general que una edificación de albañilería (mampostería) de ladrillo sin el debido confinamiento representa un peligro para sus ocupantes, ya que al no tener confinamientos no existen los elementos de borde que puedan desarrollar en conjunto con los ladrillos la toma de las fuerzas de tracción, para las cuales la mampostería es muy débil. Caso especial son los muros esquineros, que generalmente se abrirán en las esquinas ante la demanda sísmica, originando el volteo fuera del plano de sus muros concurrentes. Por esta razón, en ausencia de confinamientos es imprescindible dotar de columnas en los extremos a estos muros. Para este propósito es necesario en primera instancia insertar una zapata dentro del cimiento corrido, de manera que las columnas de confinamiento puedan unirse al muro. Para esto será necesario demoler el muro en su esquina dejando un endentado, con la finalidad de colocar la canastilla de refuerzo y posteriormente vaciar al elemento estructural.

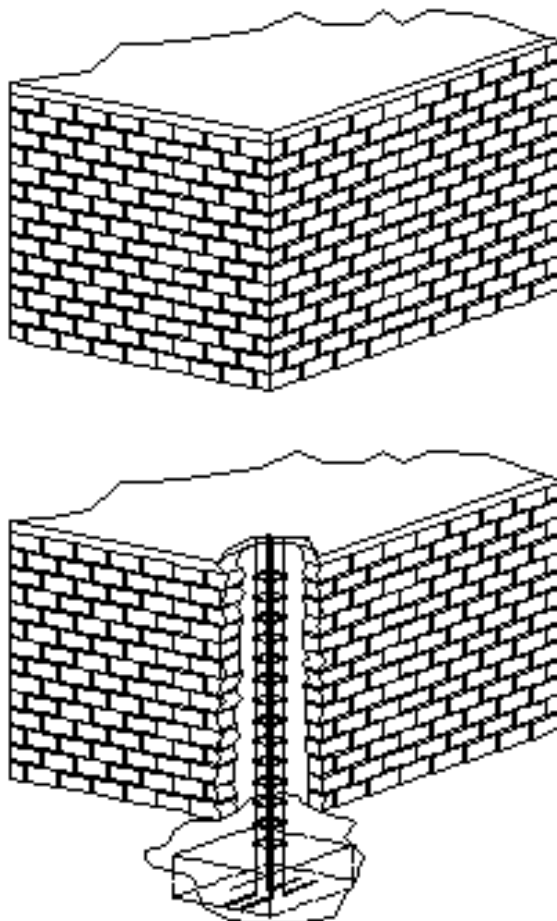


Figura 199. Detalle de inclusión de columnas de reforzamiento en muro sin confinamiento existente.

10.1 Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección

De acuerdo a la norma de diseño de albañilería NTE-070-RNE, la densidad de muros de una edificación, se define como la relación entre el área de muros estructurales de elementos área del área techada del nivel en estudio. Esta relación se encuentra entre el 4% al 5% del área techada en estudio, dependiendo de la zona sísmica, la aceleración esperada y el tipo de suelo. Cuando este criterio no se cumple, existirá deficiencia en el tamaño o sección del muro. En este caso, ya que el muro existe, lo comúnmente adoptado para el refuerzo de este tipo de muro es el envolver al muro con una malla de fierro de $\frac{1}{4}$ " de diámetro espaciados cada 10 cm en ambas direcciones. Este refuerzo puede hacerse con acero dúctil o con mallas electrosoldada.

En la se Figura 200 se muestra la secuencia del refuerzo de un muro de albañilería, considerando el incremento de la sección con la colocación de malla y recubrimiento.



Figura 200. Detalle de refuerzo sobre las caras del muro.

Otra alternativa para el refuerzo es el uso de bandas en diagonal de malla o fierro dúctil, de manera que se refuercen aquellas zonas que estarán sometidas a las tracciones. Esta técnica ha sido experimentada en CISMID con éxito, y representa una alternativa económica ya que se ahorra material y acero.



(a)



(b)

Figura 201. Reforzamiento con bandas de refuerzo.

10.2 Reforzamiento de Columnas de Concreto

Cuando existen deficiencias en las secciones de concreto es necesario realizar el incremento de la sección considerando la extracción del recubrimiento y el uso de resinas epóxicas para pegar el concreto existente con el concreto nuevo, formando un suplemento de la columna con deficiencia estructural. En la Figura 202 se muestran dos casos de columna existente donde se requiere incrementar la sección. En el primer caso el incremento de la sección se realiza sobre una dirección mientras que en el segundo, considerando que es una columna esquinera, se incrementa la sección en ambas direcciones. Para esto es necesario retirar el recubrimiento de la columna existente para aplicar una resina epóxica, luego se coloca el acero de refuerzo que debe anclarse al refuerzo de la cimentación el cual describiremos en el siguiente ítem. Colocado el refuerzo, se coloca el encofrado y se coloca el nuevo concreto

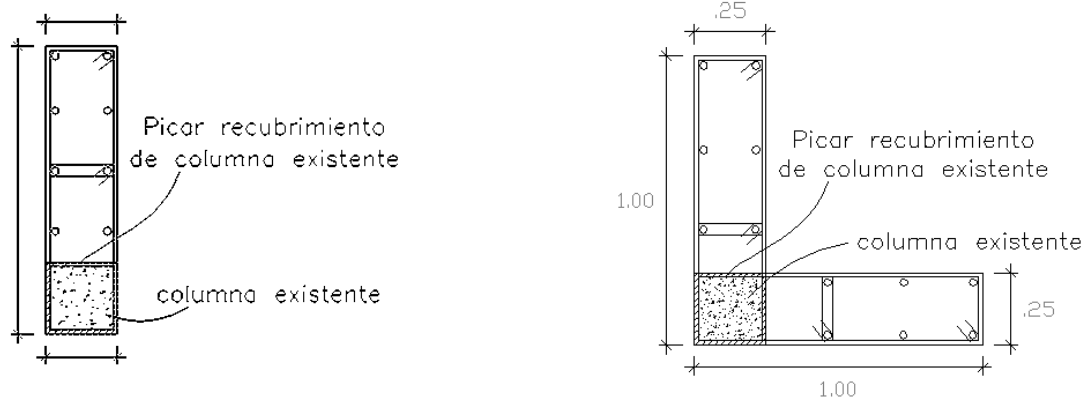


Figura 202. Detalle de reforzamiento para columna existente y esquinera.

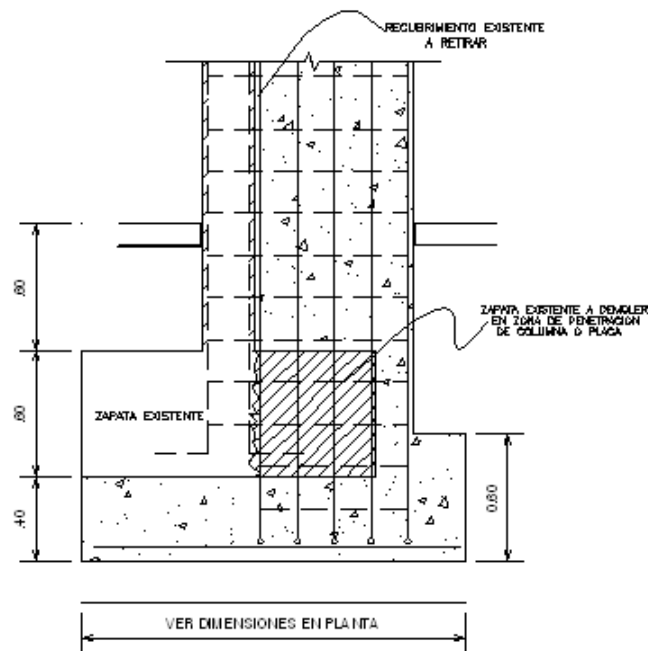


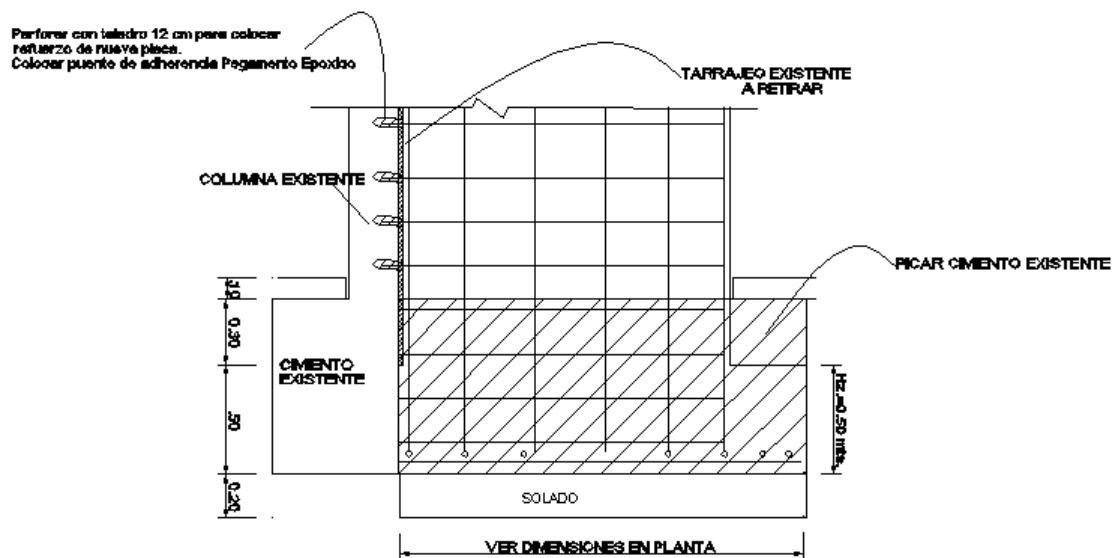
Figura 203. Detalle de reforzamiento de zapata para columna.

10.3 Reforzamiento de Zapata Existente de Columna

Cuando se refuerza un muro o una columna, es necesario incrementar la sección de su cimentación ya que la inclusión del elemento generará momentos mayores sobre la base del elemento estructural. Así la cimentación existente no será lo suficiente eficiente para tomar las nuevas cargas, por esta razón la sección de cimientto debe incrementarse. La Figura 203 muestra un detalle típico para el reforzamiento de una columna. Aquí como se observa, parte del cimientto existente debe ser demolido, con la finalidad de dar paso al incremento de la sección de la cimentación. Al igual que en el caso de la columna será necesario el uso de resinas epóxicas para pegar el concreto existente con el nuevo concreto, al igual que la fijación de la nueva armadura del elemento a reforzar.

10.4 Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes

En este caso es necesario considerar un buen amarre entre el elemento placa y la columna existente. Por este motivo deben usarse barras de transferencia a través de cajuelas que deben calarse sobre la columna existente, y asimismo realizar un incremento del tamaño de la cimentación de los elementos. La Figura 204 presenta un detalle donde se puede observar las cajuelas para colocar el puente de adherencia con barra de transferencia que sirva de anclaje entre la nueva armadura y la columna existente. Asimismo aquí se debe de intervenir al cimio de manera que pueda incluirse la cimentación de la nueva placa. La Figura 205 muestra un detalle en planta del cimio incluido para la placa, de manera que el cimio existente y el cimio nuevo puedan integrarse.



DETALLE TIPICO DE CIMENTACION DE PLACA

Figura 204. Detalle de refuerzo de columna con placa y su cimentación.

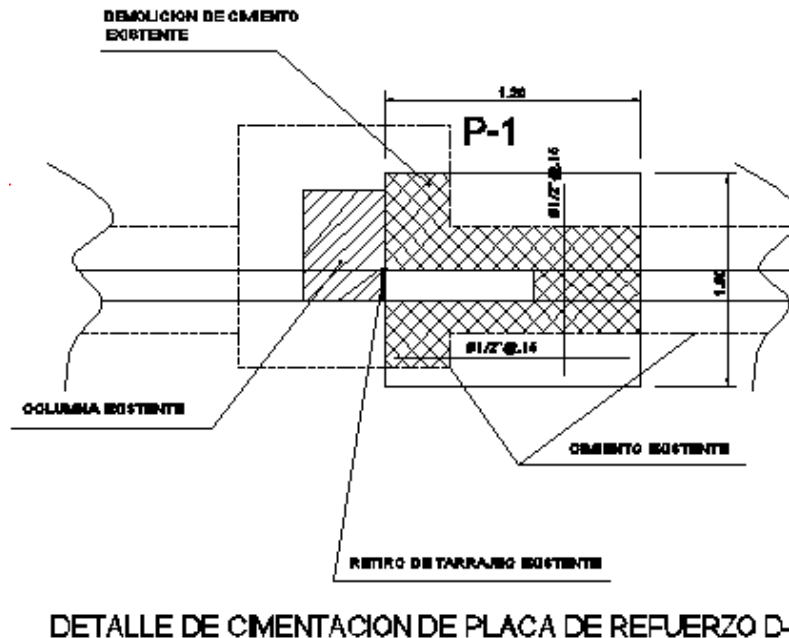


Figura 205. Detalle de la cimentación de la placa visto en planta.

10.5 Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones

- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90.5% de las edificaciones del distrito de Independencia son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 7.6% de edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandan inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 748 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 238 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 58 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.
- Considerando las manzanas que poseen nivel de daño IV y V, que son aquellas que tendrían que ser intervenidas de forma inmediata, se ha cuantificado que 164 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



- Se presentan técnicas para el reforzamiento de muros, columnas y cimentaciones, típicas de un reforzamiento en viviendas de albañilería. Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se lograra disminuir el riesgo en estas edificaciones.

Referencias

- [1] Miranda, E. y Reyes C., Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Journal of Structural Engineering ASCE, Julio 2002.
- [2] Miranda, E., Approximate Lateral Deformation Demands In Multistory Buildings, Journal of Structural Engineering ASCE, 1999.
- [3] Zavala, C. y Proaño, R., Estimación Rápida de la Respuesta Sísmica en Base a Sistemas de un Grado de Libertad para el Cálculo de Vulnerabilidad, XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú, Octubre 2003.
- [4] Scaletti, H., Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo, FIC – UNI, 2003.
- [5] Zavala, C., Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño – SRSND, CISMID/FIC/UNI, Noviembre 2007.
- [6] Pallawlecial, E., Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado, IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá, Septiembre 1973.
- [7] Organización Panamericana de la Salud (OPS), American Water Works Association (AWWA), Reducción del Daño Sísmico – Guía para Empresas de Agua, 2003.
- [8] Maruyama, Y. y Yamazaki, F., Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan, Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE), Marzo 2010.
- [9] Zavala, C., Aguilar, Z., and Estrada, M., Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake, Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE), March 2010.