





# 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 .....	10
4.3. Sistematización de la Información .....	11
5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES.....	18
6. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES.....	38
6.1. Conceptos Generales .....	38
6.2. Formas de Evaluación .....	38
6.3. Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas .....	42
6.4. Evaluación de Edificaciones Esenciales.....	44
7. DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE ATE.....	116
7.1. Definición de Riesgo Sísmico .....	116
8. RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA .....	122
9. PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA.....	123
10. PROPUESTAS REPRESENTATIVAS PARA EL REFORZAMIENTO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EXISTENTES CON DEFICIENCIA DE CONFINAMIENTO .....	126
10.1. Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección .....	127
10.2. Reforzamiento de Columnas de Concreto.....	129
10.3. Reforzamiento de Zapata Existente de Columna .....	130
10.4. Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes.....	131
10.5. Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones .....	132



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



### RESUMEN EJECUTIVO DE LA ACTIVIDAD 5001593:

#### ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO EN ZONAS URBANAS INFORME FINAL – DISTRITO DE ATE

- En cumplimiento del Programa Presupuestal 068: Reducción de Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres, Producto 3000562: Gobiernos Locales con Evaluación de Riesgo ante Sismos y Tsunamis y Actividad 5001593: Formulación y Actualización de Estudios Territoriales para el Análisis de Riesgo a Nivel Urbano, mediante el informe de Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Sismo en Zonas Urbanas, el objetivo del presente informe es elaborar una evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones del distrito de Ate.
- 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 Ate, 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 Ate, 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 Ate, en 18 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 Ate puede calificarse como un distrito consolidado donde las viviendas predominan (78% de la muestra analizada) encontrándose que las edificaciones de albañilería representan 90% de las edificaciones del distrito, seguido por edificaciones usadas como viviendas/comercios 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 45% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad alto, el 28% una vulnerabilidad media y el 27% posee una vulnerabilidad de baja.
- Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Ate, 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 565cm/seg<sup>2</sup>. 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 12% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. Aproximadamente el 21% de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que aproximadamente el 25% de las edificaciones tendrían un daño severo, mientras que aproximadamente el 42% de las edificaciones colapsarían.
- En el caso especial de las edificaciones esenciales evaluadas (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 3% tendrían un daño moderado, mientras que 32% tendrían daño severo. El 65% 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 3000562: MUNICIPIOS PROMUEVEN LA ADECUADA OCUPACIÓN Y USO DEL TERRITORIO FRENTE A L RIESGO DE DESASTRES**

### **ACTIVIDAD 5001593: FORMULACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS TERRITORIALES PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO A NIVEL URBANO**

### **ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE SISMO EN ZONAS URBANAS INFORME FINAL – DISTRITO DE ATE**

#### **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 Los Olivos, Ancón y Ate y este informe da cuenta de los resultados obtenidos para el distrito de Ate, 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 Ate en concordancia con el objetivo general del Programa Presupuestal 068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres”.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1. Elaborar una base de datos Geoespacial de una muestra de las edificaciones del distrito de Ate.
- 2.2.2. Analizar la vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica de las edificaciones incluyendo las esenciales en el distrito de Ate. Entre las edificaciones esenciales se consideran hospitales, escuelas, comisarías, iglesias, bomberos, local municipal principal, puentes.
- 2.2.3. 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.
- 2.2.4. 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.



#### 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 representa 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 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 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.

(a)

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

(b)

CONVENIO CISMID/FIC/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE COMAS				
CÓDIGO DE MANZANA		CÓDIGO INTERNO		
ESTRUCTURACION				
Material	Adobe	Mampostería	Concreto	Observaciones
Estado de Conservación	Bueno	Regular	Malo	
Cimentación	Asentamiento	Si	No	
	Humedad en la Base	Si	No	
<b>Techo</b>				
Adobe	Mampostería	Concreto	Otros	
Madera	Losa de CA	Losa de CA		
Caña	Aligerado	Aligerado		
Torta Barro	Calamina	Placa Colaborante		
Otro	Otro	Otro		
Elementos Estructurales				
<b>Fisuración</b>				
Columnas	Fisuras	NOTA Sin Fisuras (X)		Fisura Vertical (V)
Vigas	Fisuras			Fisura Diagonal (D)
Muros	Fisuras			Fisura Horizontal (H)
Estado de Muros				
Unidad	Artisanal	Industrial	Sólido	Tubular/Hueco
Confinamiento	Si	No		
Fisuras	Si	No		
Tarrajeo	Si	No		
Estado de conservacion	Bueno	Regular	Malo	
<small>Acharar lote representativo</small> 				

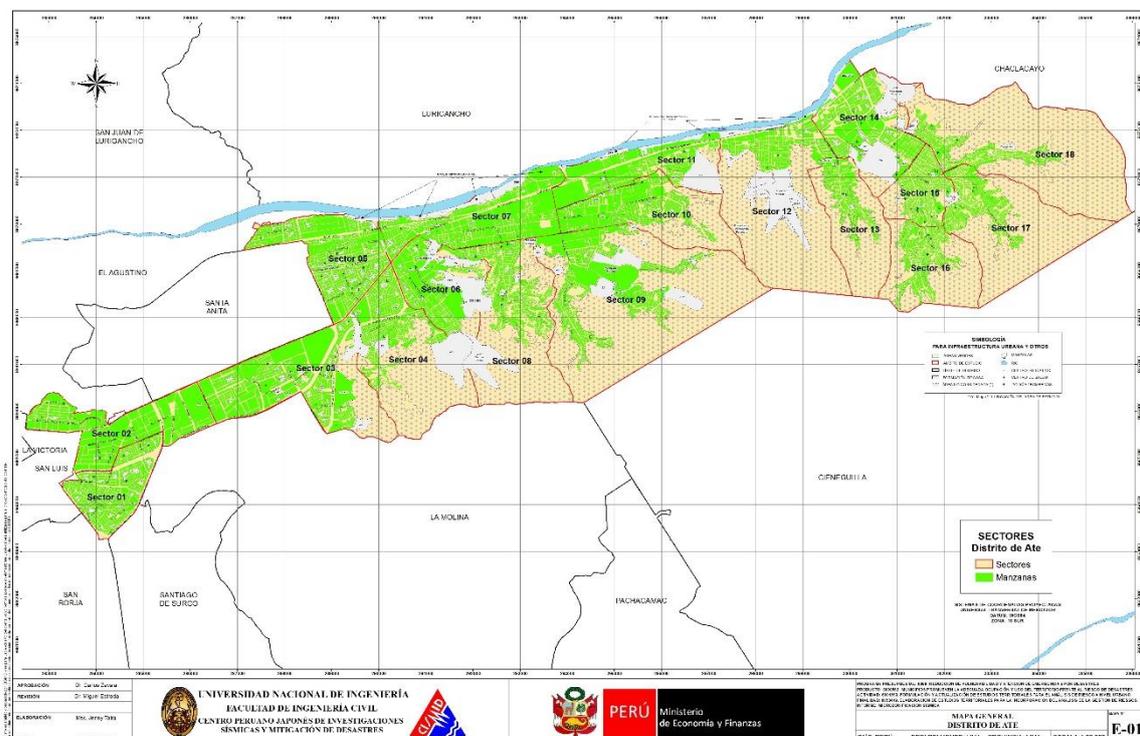
**Figura 1.** (a) Formato de ayuda para codificación del lote y (b) Formato de evaluación para la edificación representativa de la manzana.

### 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 18 sectores, tal como se muestra en el mapa E-01.

- b) Para la 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 18 sectores en que se dividió el distrito de Ate.



**Figura 2. Sectores de evaluación del distrito de Ate.**



#### 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 18% 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 10% del total de manzanas debe ser evaluado.

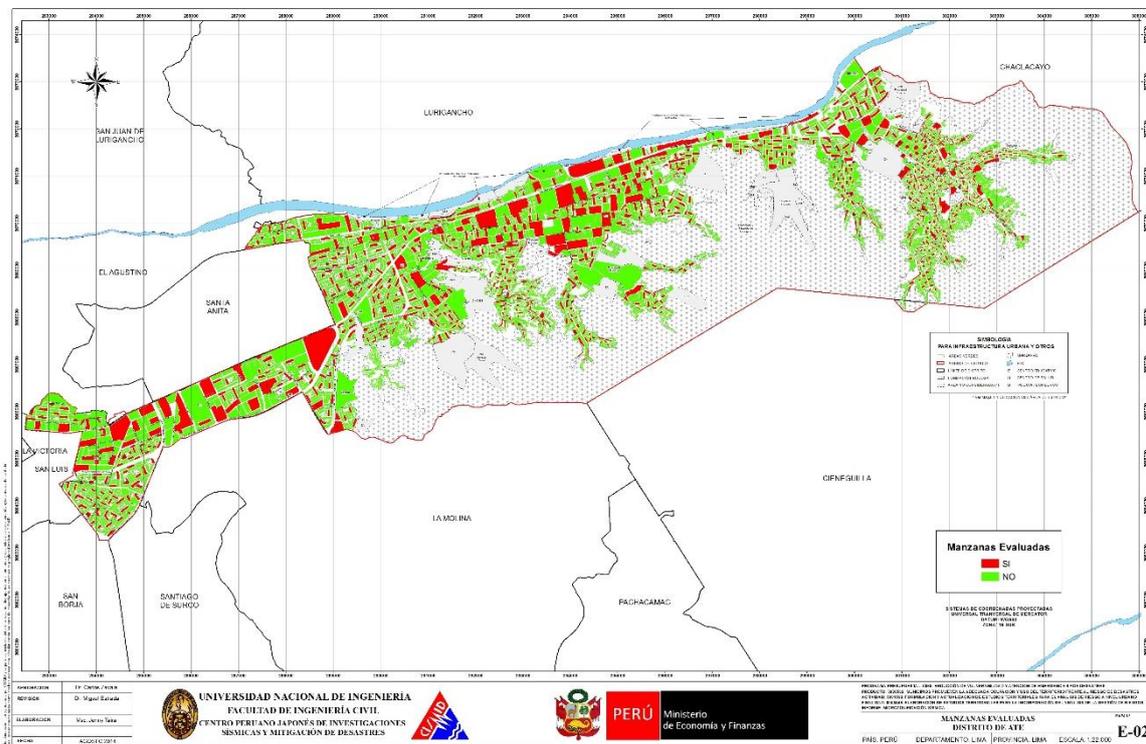
#### 4.3.1 Ubicación de las manzanas a evaluar

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. 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 Ate 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 selecciones de las manzanas. Es así que se generaron números aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 3 se presenta el total de las 5721 manzanas del distrito, y en color rojo las evaluadas y en color verde las no evaluadas. Se presentan las 1013 manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 18%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.



**Figura 3.** Manzanas totales (5721) versus manzanas seleccionadas (1013).

En el presente trabajo se optó por considerar un nivel de confianza del 97% bajo el supuesto que exista un error del orden del 1.93% en la desviación estándar, dando como resultado que el tamaño de la muestra es del 11% de población total de las manzanas. Esto produce un tamaño de muestra calculado en función del tamaño de la población (N), el error en la desviación estándar ( $\alpha$ ) y el número de unidades de desviación estándar para alcanzar el nivel de confianza deseado (z).

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

Esto produce un tamaño de muestra mínimo de 600 manzanas. En el presente estudio se mejoró notablemente este valor al considerar una muestra de 1013 manzanas, bajo dos premisas: primero, con este mayor número de manzanas se cubre mayor área y por lo tanto el análisis tiene una mayor consistencia; segundo, el error en la desviación estándar se reduce al 3%.

#### **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.

Num	CodMza	Sec_Mza	LoteRepre	Cond. De Cimentación	Techo	Fisuras	Unidad de Albañilería	TipoAlb	Confin	Tarrajeo	FotoRepres01			
1	3927	S01_1	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1331.jpg
2	3951	S01_2	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1577.jpg
3	3952	S01_3	03MYMB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1578.jpg
4	3904	S01_4	03CEIB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1580.jpg
5	3962	S01_5	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1583.jpg
6	3896	S01_6	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1582.jpg
7	3897	S01_7	01MINB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	NO	NO	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1585.jpg
8	3900	S01_8	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	NO	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1586.jpg
9	3915	S01_9	03MYMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\IMG_1588.jpg
10	3922	S01_10	03MYMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	NO	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1241.jpg
11	3908	S01_11	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1242.jpg
12	5796	S01_12	04MYMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Tubular	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1244.jpg
13	3954	S01_13	02MVMB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1245.jpg
14	3955	S01_14	02CEIR	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1250.jpg
15	5801	S01_15	03MVMB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1252.jpg
16	5799	S01_16	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1253.jpg
17	3760	S01_17	03MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1255.jpg
18	3776	S01_18	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1258.jpg
19	5826	S01_19	03CECB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos\Fotos_S01\DSCO_1260.jpg

**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.

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.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

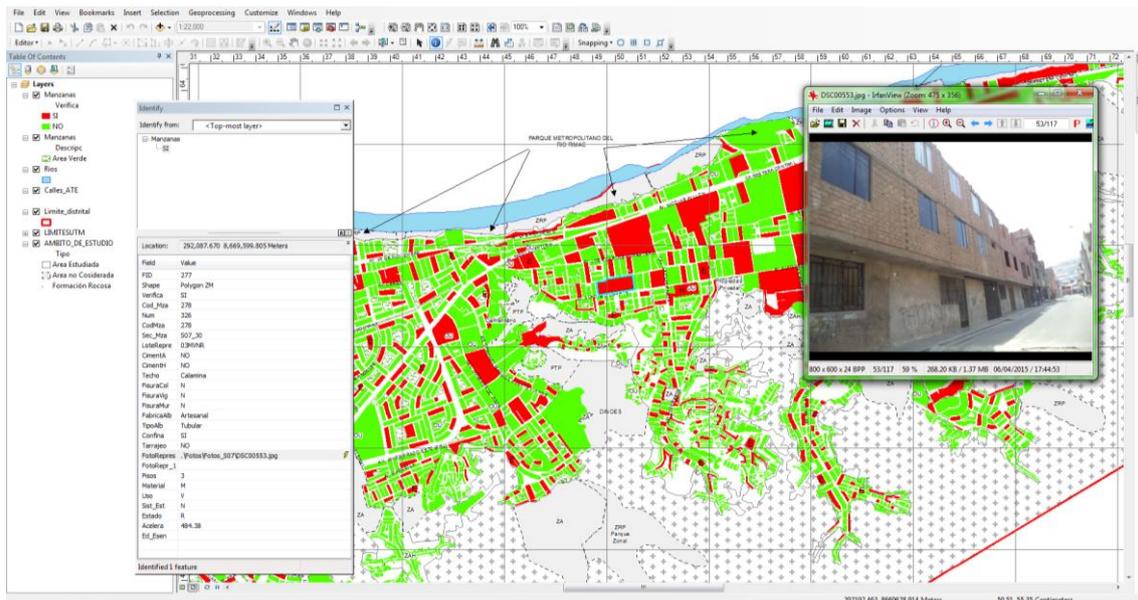
## CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES – CISMID



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

Nombre del Campo	Descripción
AcelMax	Aceleración máxima del terreno en cm/s <sup>2</sup>
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

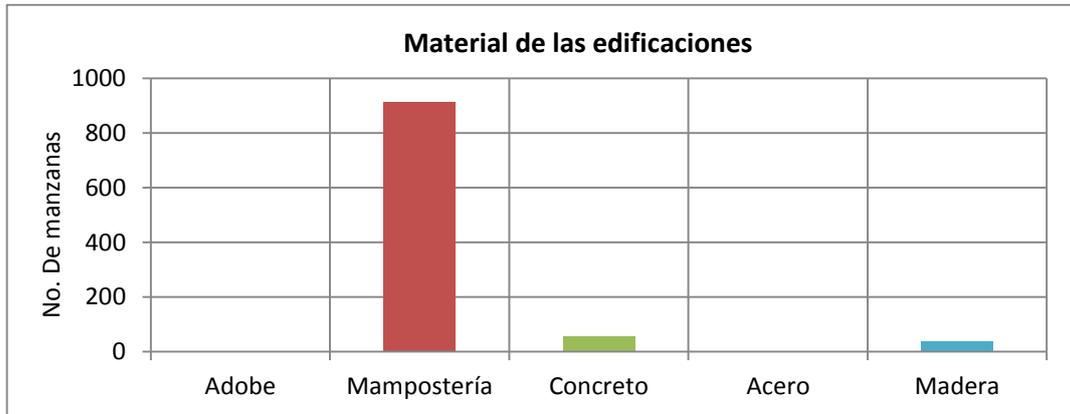
La Figura 5 muestra el detalle de los datos de una manzana evaluada. Como se puede apreciar en esta base de datos geo-espacial se ha integrado una imagen de satélite, obtenida desde Google Earth, la información cartográfica de los bordes de las manzanas y dentro de la base de datos descriptiva además 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.

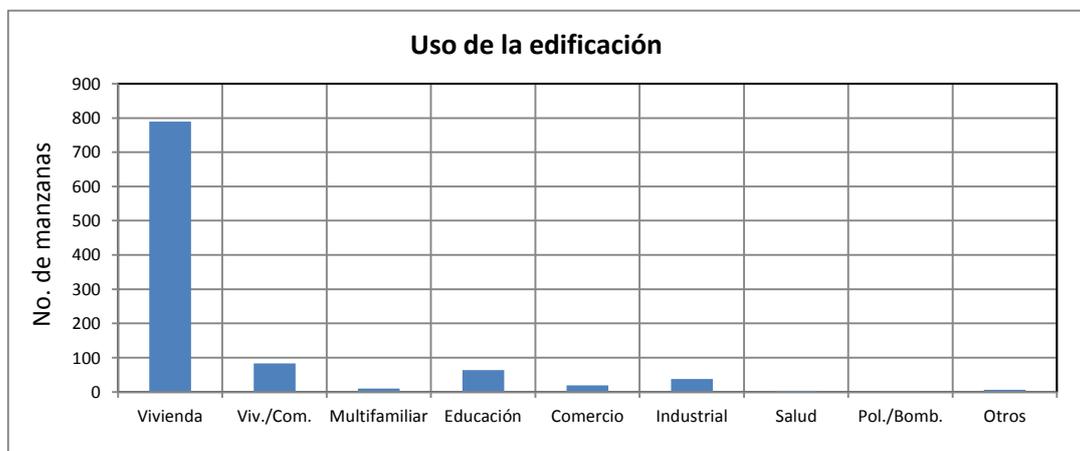
Como resumen de los datos adquiridos en campo se presenta en el mapa E-03 el número de pisos, en el mapa E-04 el material predominante de la edificación, en el mapa E-05 el uso de suelo, en el mapa E-06 el sistema estructural y en el mapa E-07 se muestra el estado de conservación.

En el mapa E-04, referente a los materiales existentes en las edificaciones del distrito de Ate, 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 90% de la muestra. Debe destacarse que existen edificaciones de concreto que representan un 6% de la muestra, así como edificaciones de madera que representan el 3.8% de muestra y adobe con un 0.2%.



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

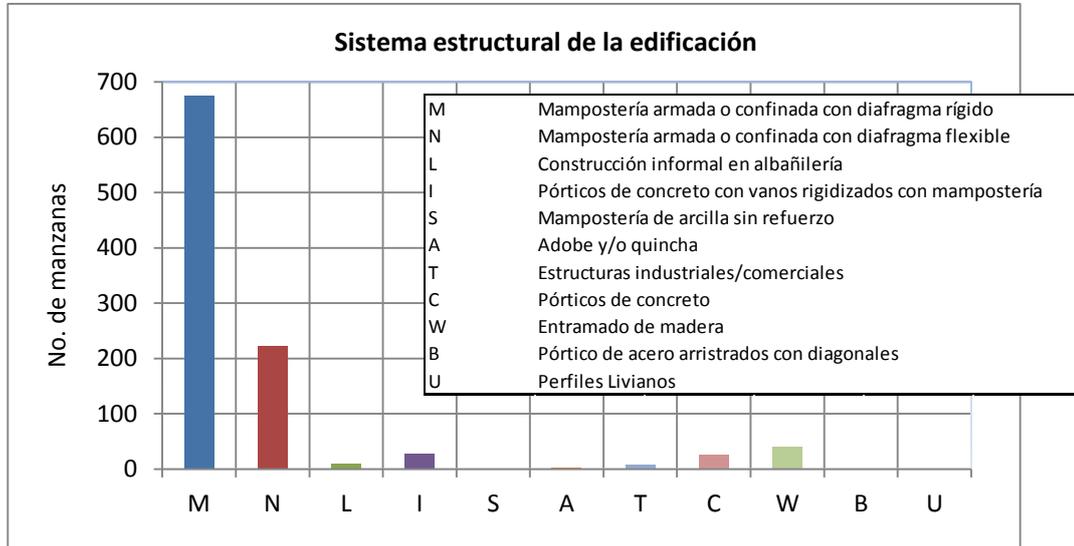
En el mapa E-05 se presenta las manzanas evaluadas y clasificadas de acuerdo al uso del suelo de las edificaciones. En la Figura 7 se presenta el resumen estadístico de la muestra en lo referente al uso del suelo o uso de la edificación de la muestra estudiada. Puede leerse que es predominante el uso en viviendas que ocupan un 78% de la muestra, seguido de viviendas - comercio que representan el 8% de la muestra, centros educativos que representan un 6%, de uso industrial con el 4%, comerciales y multifamiliares con el 2% y 1% respectivamente de las edificaciones en el área estudiada.



**Figura 7.** Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Ate.

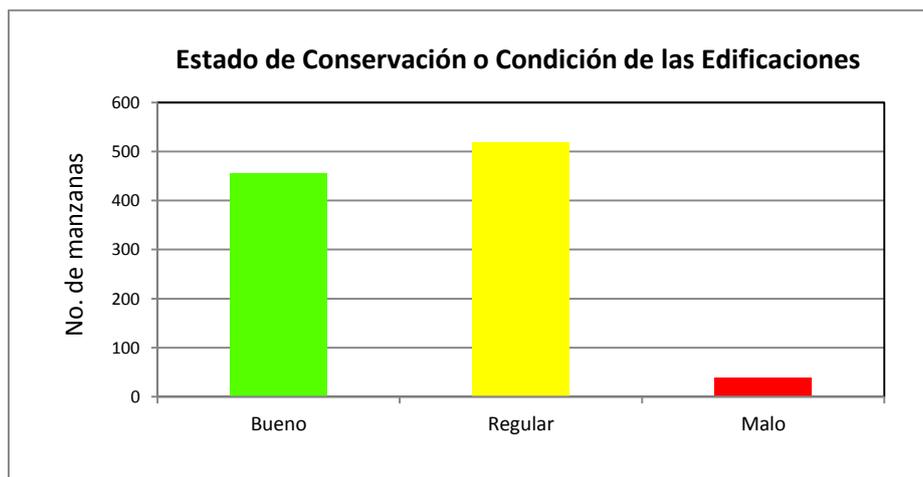
En el mapa E-06 se presenta el levantamiento de información de las manzanas evaluadas relacionadas con el sistema estructural usado en las edificaciones. La Figura 8 presenta la distribución del uso de los sistemas estructurales que se obtuvo de la estadística de la muestra usada en el distrito de Ate. 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 67% de la muestra. Le siguen a este sistema la mampostería de ladrillos de arcilla con diafragmas o techos flexible con un 22%. Por otro lado un 4% de la muestra está representado por construcciones en madera, los pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería con un 3%, las estructuras

de pórticos de concreto representan el 2% de la muestra estudiada y las estructuras industriales y la albañilería informal con 1% en ambos casos.



**Figura 8.** Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Ate.

El mapa temático E-07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Ate. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 45% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 51% de la muestra presenta un estado regular de conservación, en contra de un 4% que presenta un mal estado de conservación.



**Figura 9.** Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Ate.

## 5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES

### SECTOR 01

El Sector 01 se encuentra ubicado entre la Av. Nicolás Ayllón y/o Av. Separadora Industrial por el norte, la prolongación de la Av. Circunvalación y Vía de Evitamiento por el sur y Av. Los Quechuas por el oeste.

La tipología de vivienda predominante es de albañilería confinada de dos y tres niveles con losa aligerada como se muestra en la Figura 10. Se pudo observar el uso de ladrillo industrial sólido. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 10. Edificaciones Vivienda del Sector 01.

### SECTOR 02

El Sector 02 está delimitado por la Av. Nicolás Ayllón por el norte, la Av. Separadora Industrial, Santa Rosa y Michael Faraday por el sur, Av. La Molina por el este y la Calle Santa Sofía, 28 de Julio y Garcilaso de La Vega por el oeste. En este sector se evaluaron 31 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda e Industrial, en buen estado de conservación, no se observa humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones. En la Figura 11 se muestran las edificaciones típicas del sector 02.



**Figura 11.** Edificaciones de albañilería, uso como vivienda e industrial.

Predomina el sistema estructural de albañilería de uno dos y tres niveles con techo aligerado, tal como se ve en la Figura 12.



**Figura 12.** Edificaciones de uno, dos y tres niveles.

Predomina el uso de ladrillo industrial y artesanal sólido, como se ve en la Figura 13.



**Figura 13.** Viviendas construidas con ladrillo artesanal sólido y edificaciones industriales construidas con ladrillo industrial sólido.

### **SECTOR 03**

El Sector 03 se encuentra ubicado en la Av. Nicolás Ayllón por el norte, Av. Separadora Industrial por el sur, Av. La Molina por el oeste. En este sector predominan las edificaciones de tres pisos donde el sistema estructural es mampostería confinada con losa aligerada como se muestra en la Figura 14. Se pudo observar el uso de ladrillos industriales en la construcción de las edificaciones. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 14. Edificaciones del Sector 03.

#### SECTOR 04

El Sector 04 se encuentra ubicado en la carretera Central, entre la avenida Nicolás Ayllón y la prolongación de la Av. Javier prado este. En este sector se observa actividad comercial cercana a las mismas avenidas como se muestra en la Figura 15. Las viviendas – comercios son de tres pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techos aligerados como se muestra en la Figura 15. En general, el sector se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 15. Edificaciones de vivienda - comercio del Sector 04.

Sin embargo la tipología de la vivienda predominante son de dos y tres niveles con la variante en los techos, las viviendas de tres niveles son con techos aligerados mientras que las viviendas de dos niveles tienen cubierta ligera como se muestra en la Figura 16 y Figura 17.



**Figura 16.** Vivienda de albañilería con losa aligerada.



**Figura 17.** Vivienda de albañilería de dos pisos con cubierta ligera en el último nivel.

### SECTOR 05

El Sector 05 se encuentra ubicado en la zona norte del distrito en estudio, entre el río Rímac por el norte; la avenida Ferrocarril, avenida San Juan y avenida Nicolás Ayllón por el sur; la avenida Separadora Industrial por el oeste; y la prolongación de la avenida Javier Prado por el este.

La tipología de vivienda predominante en este sector es la vivienda de albañilería es de tres niveles, como se observa en la Figura 18.



**Figura 18.** Vivienda de mampostería de 03 niveles.

También existen un gran número de viviendas de albañilería de dos niveles con la variante de la cubierta ligera y losa aligerada en el segundo nivel, como se muestra en la Figura 19 y Figura 20.



**Figura 19.** Viviendas de albañilería de dos niveles con losas aligerada.



**Figura 20.** Viviendas de albañilería de dos niveles con cubiertas ligeras en el último nivel.

### **SECTOR 06**

El Sector 06 se encuentra ubicado entre la avenida Nicolás Ayllón por el norte, la pirámide Catalina Huanca por el sur, la avenida Javier Prado Este por el oeste y la avenida Esperanza por el este.

La tipología de la vivienda predominante es de dos y tres niveles con la variante en los techos, existen viviendas con techos aligerados, así como viviendas que tienen cubierta ligera como se muestra en la Figura 21 y la Figura 22.



Figura 21. Vivienda de albañilería con losa aligerada.



Figura 22. Vivienda de albañilería de dos niveles con cubierta ligera en el último nivel.

Además se observa actividad comercial a lo largo de la avenida Nicolás Ayllón como se observa en la Figura 23. Las viviendas – comercios son de tres o cuatro pisos en su mayoría, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techos aligerados como se muestra en la Figura 23. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 23. Edificaciones Vivienda Comercio del Sector 06.

## SECTOR 07

El Sector 07 se encuentra ubicado en la zona norte del distrito en estudio, entre el río Rímac por el norte; la prolongación de la avenida Javier Prado por el oeste; la avenida Nicolás Ayllón y avenida Alfonso Ugarte por el sur; y la avenida Nicolás de Piérola por el este.

La tipología de vivienda predominante en este sector es la vivienda de albañilería es de dos niveles, con la variante de la cubierta ligera y losa aligerada en el segundo nivel, como se observa en la Figura 24.



**Figura 24.** Vivienda de mampostería de 02 niveles.

También existen un gran número de viviendas de albañilería de tres niveles con la variante de la cubierta ligera y losa aligerada en el segundo nivel, con tarrajeo y sin tarrajeo, como se observa en la Figura 25 y Figura 26.



**Figura 25.** Viviendas de albañilería de tres niveles con tarrajeo.



**Figura 26.** Viviendas de albañilería de tres niveles sin tarrajeo.

### SECTOR 08

El Sector 08 se encuentra ubicado en la parte central del distrito, teniendo como principales vías las avenidas Alfonso Ugarte y Esperanza. Este sector se caracteriza por ser principalmente residencial, con viviendas de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de uno y tres pisos, como se muestra en la Figura 27. El sistema estructural predominante es la albañilería confinada con techos aligerados y coberturas ligeras. Se observa el uso de ladrillo artesanal sólido en los pisos inferiores y ladrillo pandereta en los superiores.



**Figura 27.** Viviendas de albañilería confinada del Sector 08.

El sector 08 se encuentra rodeado de cerros y se observan viviendas de uno a dos pisos construidas en albañilería en las laderas. Además, se observa construcciones de viviendas en madera en las laderas, lo que nos indica las zonas de expansión y crecimiento en el sector, como se muestra en la Figura 28.



**Figura 28.** Construcciones en albañilería y madera en las laderas de los cerros.

A lo largo de la avenida Esperanza se encuentra la zona comercial del sector, con edificaciones de albañilería confinada de dos y tres pisos, como se muestra en la Figura 29. En general el sector se encuentra en regular estado de conservación.



**Figura 29.** Zona comercial a lo largo de la Av. Esperanza.

### SECTOR 09

El Sector 09 se encuentra ubicado en la parte central del distrito, teniendo como principales vías las avenidas Alfonso Ugarte, Nicolás de Piérola, José Abelardo Quiñones y Calle 5. Este sector se caracteriza por ser principalmente residencial, con viviendas de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de uno y tres pisos, como se muestra en la Figura 30. El sistema estructural predominante es la albañilería confinada con techos aligerados o coberturas ligeras y el uso de ladrillo artesanal sólido en la construcción de las viviendas. Además se observaron varias viviendas hechas en madera con techos de coberturas ligeras y viviendas de albañilería sin confinamiento construidas de manera informal en las periferias del sector, como se muestra en la Figura 31.



Figura 30. Viviendas típicas del sector 09.



Figura 31. Viviendas de madera y en albañilería informal.

El sector 09 se encuentra rodeado de cerros y se observan viviendas de uno a tres pisos construidas en albañilería en las laderas. Además, se observa construcciones en madera en las laderas, lo que nos indica las zonas de expansión y crecimiento en el sector, como se muestra en la Figura 32. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 32. Construcciones en albañilería y madera en laderas de cerro.

### SECTOR 10

El Sector 10 se encuentra a la altura del Km 10 a 12 de la carretera central, es una franja paralela a la carretera, medida unos 500m hacia al lado Sur, siendo la referencia más notoria para su acceso el Centro Comercial Real Plaza (en la carretera) y la Comisaría de Santa Clara. El sector se ha delimitado entre la avenida Nicolás de Piérola (lado Oeste) y hacia el Este, hacia la ladera (Asoc. Hijos de Apurímac) y entre la Av. Santa Rosa y la Av. Alfonso Ugarte y la continuación en ladera. Al ingreso por la calle la Estrella para acceder al sector se pasa por la parte más céntrica y comercial del área de Santa Clara. El sector 10 cuenta con manzanas y bloques extensos, propios para el uso industrial de muchos de sus predios (aproximadamente en la mitad del sector, ubicados en el lado Oeste, siendo la zona más plana. La parte Este y Sureste del sector se desarrolla sobre una topografía más irregular, donde se aprovecha los desniveles de las laderas para la construcción de sus viviendas y caminos, como se muestra en la Figura 33.



**Figura 33.** Predios industriales en zona plana y viviendas en zona Este de topografía irregular.

Vivienda y comercio local (en avenidas o calles principales) son el uso típico predominante. Para las viviendas, el sistema estructural predominante es la albañilería confinada y techos aligerados. Se pudo observar el uso de ladrillo pandereta en la construcción de las edificaciones. Se encontraron dos casos de edificios multifamiliares recientes y modernos pero en general las viviendas son independientes, individuales y de baja altura de 1 a 3 pisos como se muestra en la Figura 34. En general, las edificaciones del sector se encuentran en regular estado de conservación.



Figura 34. Edificaciones típicas de vivienda del Sector 10.

### SECTOR 11

El Sector 11 está delimitado por el río Rímac por el norte, la Av. Santa Rosa por el sur, el Sector 12 por el este y la Av. Nicolás de Piérola por el oeste. En este sector se evaluaron 48 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda y vivienda comercio, en regular estado de conservación la mayoría de edificaciones, no hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones. En la Figura 35 se muestran viviendas del sector 11.



Figura 35. Edificaciones de albañilería, uso como vivienda y vivienda comercio.

Predomina el sistema estructural de albañilería de uno y dos niveles con techo aligerado y también de calamina, tal como se ve en la Figura 36.



Figura 36. Edificaciones de uno y dos niveles techo aligerado y calamina.

### SECTOR 12

El Sector 12 se encuentra ubicado en la parte Este del distrito, entre las avenidas Horacio Zeballos, la carretera Central y por el oeste colinda con el Sector 11. Este sector se caracteriza por ser principalmente residencial, con viviendas de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de tres pisos, como se muestra en la Figura 37. El material predominante es la albañilería de ladrillo artesanal sólido y tubular, con un sistema estructural de mampostería confinada y techo aligerado.



Figura 37. Viviendas típicas del Sector 12.

Tiene su zona comercial como se muestra en la Figura 38. En general, las edificaciones del sector se encuentran de regular a buen estado de conservación.



Figura 38. Zona comercial del Sector 12.

### SECTOR 13

El Sector 13 está delimitado por los sectores 12 y 14 por el norte, sector 15 por el este y sector 12 por el oeste. En este sector se evaluaron 40 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, en regular estado de conservación, no hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones. En la Figura 39 se muestran viviendas típicas del sector 13.



Figura 39. Edificaciones de albañilería, uso como vivienda.

Predomina el sistema estructural de albañilería de uno y dos niveles con techo aligerado y calamina, tal como se ve en la Figura 40.



**Figura 40.** Edificaciones de uno y dos niveles.

Predomina el uso de ladrillo artesanal sólido y sistema de albañilería con diafragmas flexibles, como se ve en la Figura 41. Se observa que en el primer piso de las viviendas se utilizó ladrillo artesanal sólido y en el segundo piso ladrillo pandereta.



**Figura 41.** Viviendas construidas con ladrillo artesanal sólido y diafragmas flexibles.

#### SECTOR 14

El Sector 14 se encuentra ubicado entre varias calles y avenidas tales como Horacio Zevallos, Circunvalación, Avenida José Carlos Mariátegui, Avenida 15 de Julio y avenida Nicolás Ayllón por el Norte.

La tipología de vivienda predominante en este sector es la vivienda de albañilería es de dos niveles, con losa aligerada con regular estado de conservación, como se observa en la Figura 42.



Figura 42. Vivienda de mampostería de 02 niveles en el sector 14

También existen un gran número de viviendas comercio donde el primer piso es de uso comercial; además existen viviendas de albañilería un nivel, como se muestra en la Figura 43 y Figura 44.



Figura 43. Viviendas comercio de albañilería de dos niveles en sector 14.



Figura 44. Viviendas de albañilería de un nivel en sector 14.

## SECTOR 15

El Sector 15 se encuentra ubicado en la zona este del distrito en estudio, entre la avenida 15 de Julio por el norte y por el oeste; la Zona I de Huaycán por el sur y la avenida Mariscal Andrés Avelino Cáceres por el este. La tipología de vivienda predominante en

este sector es la vivienda de albañilería de dos niveles con losa aligerada, como se muestra en la Figura 45.



**Figura 45.** Vivienda de mampostería de 02 niveles del sector 15.

También existen un gran número de viviendas de albañilería de dos niveles con la variante de la cubierta ligera en el segundo nivel, como se muestra en la Figura 46 y la Figura 47.



**Figura 46.** Viviendas de albañilería de dos niveles con losas aligerada del sector 15.



**Figura 47.** Viviendas de albañilería de dos niveles con cubiertas ligeras en el último nivel en el sector 15.

### SECTOR 16

El Sector 16 se encuentra ubicado en la parte sureste del distrito, desde los pasajes La Amistad y Los Laureles hacia el Sur. Este sector se caracteriza por ser principalmente residencial, con viviendas de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de tres pisos, como se muestra en la **Figura 48**. El material predominante es la albañilería de ladrillo artesanal sólido y tubular, con un sistema estructural de mampostería confinada y techo aligerado.



**Figura 48.** Viviendas típicas del Sector 16.

Se observa una zona comercial como se muestra en la Figura 49. En general, las edificaciones del sector se encuentran de regular a buen estado de conservación.



**Figura 49.** Zona comercial del Sector 16.

### SECTOR 17

El Sector 17 está delimitado por la Av. José Carlos Mariátegui por el norte y la Av. Mariscal Andrés Avelino Cáceres por el oeste. En este sector se evaluaron 62 manzanas.

En este sector predominan, como material de construcción la albañilería, como uso vivienda, las edificaciones en mayoría se encuentran en buen y regular estado de conservación, no hay humedad ni asentamiento en la base de las edificaciones. En la Figura 50 se muestran viviendas del sector 17.



**Figura 50.** Edificaciones de albañilería, uso predominante como vivienda.

Predomina el sistema estructural de albañilería de uno y dos niveles con techo de calamina y aligerado, tal como se ve en la Figura 51.



**Figura 51.** Edificaciones de uno y dos niveles con techo de calamina.

Predomina el uso de ladrillo artesanal sólido, como se ve en la Figura 52.



**Figura 52.** Viviendas construidas con ladrillo artesanal sólido.

También hay viviendas construidas con madera y techo de calamina en regular estado de conservación, tal como se ve en la Figura 53.



Figura 53. Viviendas de madera.

### SECTOR 18

El Sector 18 se encuentra ubicado en la parte este del distrito, teniendo como principales vías las avenidas Mariscal Andrés Bello Cáceres y José Carlos Mariátegui. Este sector se caracteriza por ser principalmente residencial, con viviendas de dos pisos en su mayoría, seguidas de viviendas de uno y tres pisos como se muestra en la Figura 54. El material predominante es la albañilería de ladrillo artesanal sólido principalmente, con un sistema estructural de mampostería confinada y techo aligerado y calamina.



Figura 54. Viviendas típicas del Sector 18.

El sector 18 se encuentra rodeado de cerros y se observan viviendas de un piso construidas en albañilería en las laderas. Además, se observa construcciones en madera en las laderas, lo que nos indica las zonas de expansión y crecimiento en el sector, como se muestra en la Figura 55. En general, el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 55. Construcciones en albañilería y madera en laderas de cerro.

A lo largo de la avenida Mariscal Andrés Avelino Cáceres se encuentra la zona comercial del sector, con edificaciones de albañilería confinada de uno a cuatro pisos, como se muestra en la Figura 56. En general el sector se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 56. Zona comercial a lo largo de la Av. Mariscal Andrés Avelino Cáceres.

## 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  $\beta_i$ , que considera que la respuesta sísmica de una estructura se encuentra en base al producto de los índices  $\beta_i$  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  $\beta_1$ , es una aproximación al factor de participación dado como una función del número de pisos:

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



El índice  $\beta_2$ , 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  $\beta_3$ , 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  $\beta_4$ , 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 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 60% de su valor), además de implicar peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes. Por ejemplo:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



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

- 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, donde el costo de reparación sea menor el 30% de su valor. 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.
- 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 57 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

- a) **Lotes:** Se evaluaron la totalidad de los lotes representativos de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 90% de los lotes.
- b) **Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 90% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1 piso (22%), 2 pisos (54%), 3 pisos (21%) y 4 pisos (3%). 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 89% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 1% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- c) **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 31%, poseen coberturas de calamina, esteras o madera. Estas coberturas se concentran en los sectores emergentes como las laderas de cerros y asentamientos humanos.
- d) **Estado de Conservación:** El estado de conservación de las construcciones en un 45% es aceptable y bueno. Un 51% de las viviendas muestran un estado de conservación regular y otro 4% 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.

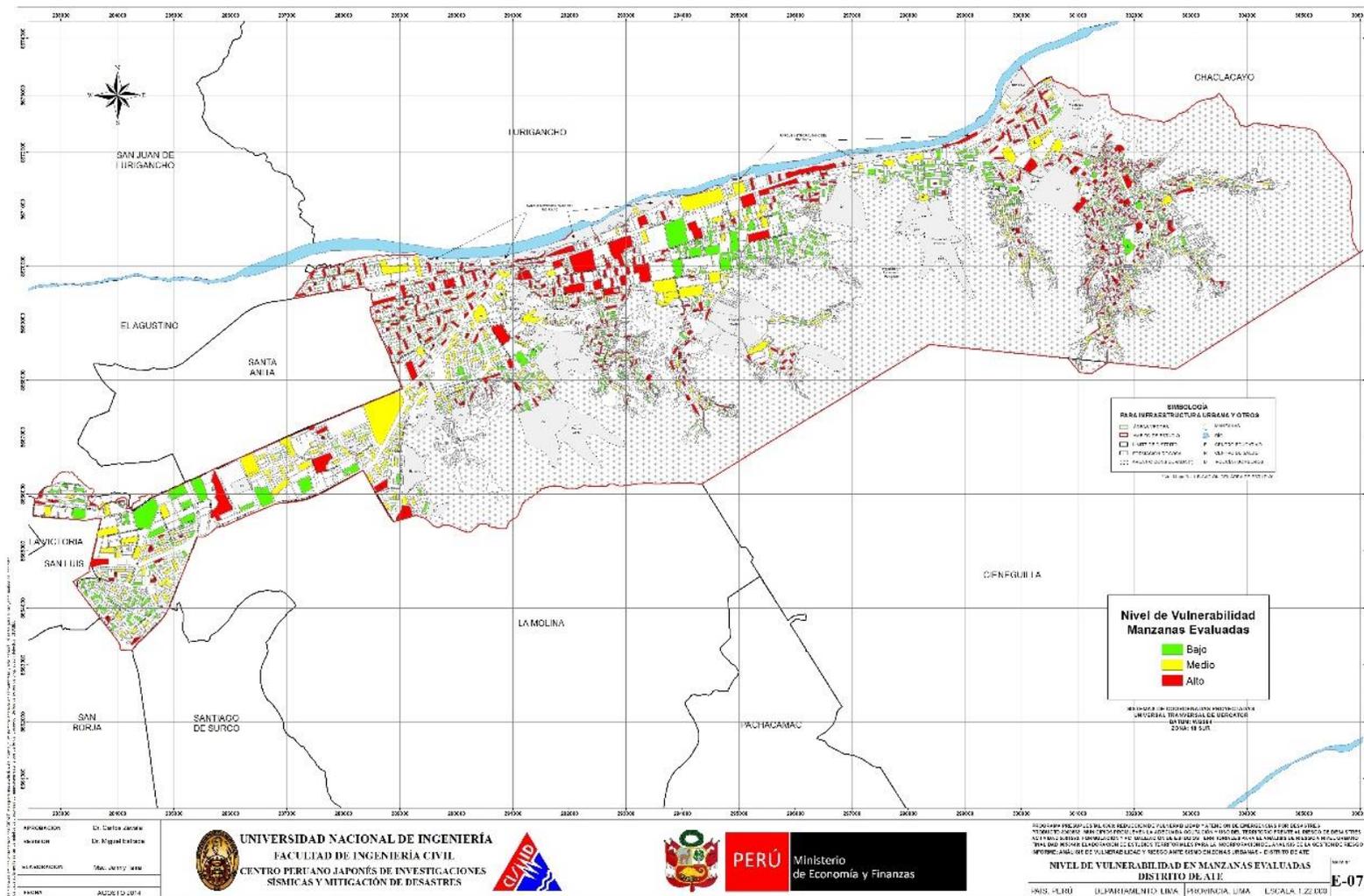


Figura 57. Mapa de vulnerabilidad de las edificaciones de las manzanas evaluadas.

#### 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.P. María Auxiliadora, edificación de cuatro pisos con sistema estructural mampostería confinada y techo aligerado, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 58.



**Figura 58.** I.E.P María Auxiliadora.

- I.E. Grumete Medina, edificación de tres pisos con pórticos de concreto con vanos rigidizados de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 59.



**Figura 59.** I.E Grumete Medina.

- C.E.I.P. San Francisco de Asís, edificación de dos pisos en albañilería confinada con diafragma rígido, se encuentra en regular estado de conservación como se observa en la Figura 60.



Figura 60. C.E.I.P. San Francisco de Asís.

- I.E.I. N°135 “Niño Jesús”, edificación de un piso en albañilería confinada y techo con cobertura ligera en buen estado de conservación, ver Figura 61.



Figura 61. I.E.I. N° 135 “Niño Jesús”.

- I.E. Nuestra Señora de la Esperanza, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados de mampostería y en buen estado de conservación. como se observa en la Figura 62.



Figura 62. I.E. Nuestra Señora de la Esperanza.

- Colegio Privado Cruz Saco, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada con losa aligerada y regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 63.



**Figura 63.** Colegio Privado Cruz Saco.

- I.E. Santa Fortunata, edificación de tres pisos de mampostería confinada con losa aligerada y el último nivel con cobertura ligera. Se encuentra en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 64.



**Figura 64.** I.E Santa Fortunata.

- C.E. N°1209 Mariscal Toribio de Luzuriaga, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados de mampostería y en regular estado de conservación como se observa en la Figura 65.



Figura 65. C.E. 1209 Mariscal Toribio de Luzuriaga.

- C.E. Jhon F. Kenedy, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados de mampostería en buen estado de conservación como se observa en la Figura 66.



Figura 66. C.E. Jhon F. Kenedy.

- C.E. Santa Ángela, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados de mampostería y en buen estado de conservación como se observa en la Figura 67.



Figura 67. C.E. Santa Ángela.

- C.E. Trilce de Salamanca, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados de mampostería y en buen estado de conservación como se observa en la Figura 68.



Figura 68. C.E. Trilce de Salamanca.

- C.E. Fernando Carbajal Segura, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados en mampostería en buen estado de conservación como se observa en la Figura 69.



Figura 69. C.E. Fernando Carbajal Segura.

- C.E. Colegio Saco Oliveros, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados en mampostería, en buen estado de conservación como se observa en la Figura 70.



Figura 70. C.E. Colegio Saco Oliveros.

- C.E.P. Pamer, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados en mampostería, en buen estado de conservación como se observa en la Figura 71.



Figura 71. C.E.P. Pamer.

- C.E.P. Pamer, estructura de tres pisos en mampostería confinada y losa aligerada más un nivel hecho de drywall con cobertura ligera en regular estado de conservación. Ver Figura 72.



Figura 72. C.E.P. Pamer.

- C.E.P. Virgen del Rosario, edificación de cuatro pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados en mampostería, en regular estado de conservación como se observa en la Figura 73.



**Figura 73.** C.E.P Virgen del Rosario.

- C.E.I. Semillas Creciendo Juntos, estructura de un piso en mampostería confinada y losa aligerada en buen estado de conservación. Ver Figura 74.



**Figura 74.** C.E.I Semillas Creciendo Juntos.

- C.E.P Cruz Saco, estructura de tres pisos en mampostería confinada y losa aligerada en buen estado de conservación. Ver Figura 75.



Figura 75. C.E.P. Cruz Saco.

- Centro de Salud Gustavo Lanatta Lujan – MINSA, cerca al colegio Bustamante y Riveiro, como se muestra en la Figura 76.



Figura 76. Centro de Salud Gustavo Lanatta Lujan.

- Policlínico Salamanca, cerca al colegio Santa Ángela, como se muestra en la Figura 77.



Figura 77. Policlínico Salamanca.

- Estación de Bomberos de Salamanca, ubicada cerca al colegio Pamer y colegio Virgen del Rosario, como se muestra en la Figura 78.



Figura 78. Estación de Bomberos de Salamanca.

## SECTOR 02

- Institución Educativa N° 1138 José Quiñones, construidos con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería, de 2 niveles, como se muestra en la Figura 79. Se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 79. Institución Educativa N° 1138 José Quiñones.

- Institución Educativa El Bosque, construidos con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería, de 2 niveles, como se muestra en la Figura 80. Se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 80. Institución Educativa El Bosque.

- Institución Educativa Maria Rafols, edificación aporticada de concreto armado, en buen estado de conservación. Esta edificación se muestra en la Figura 81.



**Figura 81.** Institución Educativa Maria Rafols.

- Centro Materno Infantil San Fernando, del Ministerio de Salud con sistema estructural de albañilería de dos pisos en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 82.



**Figura 82.** Centro Materno Infantil San Fernando.

### SECTOR 03

- I.E. N°1229 Ponce Antúnez, edificación de tres pisos con sistema estructural pórticos de concreto armado y techo aligerado, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 83.



Figura 83. I.E. N°1229 Ponce Antúnez.

- I.E. Inicial María Mantilla, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 84.



Figura 84. I.E. Inicial María Mantilla.

- I.E. La Salle, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 85.



Figura 85. I.E. La Salle.

- I.E. María Reyna, edificación de cuatro pisos de albañilería confinada con losa aligerada en buen estado de conservación como se observa en la Figura 86.



**Figura 86.** I.E. María Reyna.

- I.E. Sor Ana De Los Ángeles, edificación de dos pisos en albañilería confinada y techo de cobertura ligera en el segundo nivel en regular estado de conservación. Originalmente destinado a ser vivienda. Ver Figura 87.



**Figura 87.** I.E. Sor Ana De Los Ángeles.

- I.E.P. Semillitas del Saber, edificación de tres pisos en albañilería confinada y losa aligerada en regular estado de conservación, originalmente destinado a ser vivienda. Ver Figura 88.



Figura 88. I.E.P. Semillitas del Saber.

- I.E. Nuestra Señora De La Merced, edificación de tres pisos con sistema estructural de pórticos de concreto armado y techo aligerado, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 89.



Figura 89. I.E. Nuestra Señora De La Merced.

- I.E. N°0032 Raúl Porras Barrenechea, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados por muros de albañilería en buen estado de conservación como se muestra en la **Figura 90**.



Figura 90. I.E. N°0032 Raúl Porras Barrenechea.

- I.E. Saco Oliveros, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados por muros de albañilería en buen estado de conservación.com se muestra en la Figura 91.



**Figura 91.** I.E. Saco Oliveros.

- I.E.I. N°154, estructura de un piso en mampostería confinada y techo con cobertura ligera en regular estado de conservación. Ver Figura 92.



**Figura 92.** I.E.I N°154.

- C.E.I. Santa María Reyna, edificación de tres pisos en albañilería confinada y losa aligerada con patio en el último nivel en el en regular estado de conservación, originalmente destinado a ser vivienda. Ver Figura 93.



Figura 93. C.E.I. Santa María Reyna.

- C.E. Colegio Jesús Amigo, edificación de tres pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados por muros de albañilería con losa aligerada en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 94.



Figura 94. C.E. Colegio Jesús Amigo.

- C.E. San Lorenzo, edificación de seis pisos con pórticos de concreto armado y vanos rigidizados por muros de albañilería con losa aligerada, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 95.



Figura 95. C.E. San Lorenzo.

- C.E. Pre universitario de la Universidad de Lima, edificación de seis pisos con pórticos y placas de concreto con losa aligerada, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 96.



**Figura 96.** C.E. Pre universitario de la Universidad De Lima.

- Centro Solidario Nuestra Señora de la Cruz, ubicada cerca de la Institución Educativa N°0032 Raúl Porras Barrenechea, el cual consiste en una estructura de dos pisos de mampostería confinada y losas aligerada, como se muestra en la Figura 97.



**Figura 97.** Centro Solidario Nuestra Señora de la Cruz.

- Iglesia, estructura porticada de concreto con vanos rigidizados por muros de albañilería, como se muestra en la Figura 98.



Figura 98. Iglesia.

- Tanque de agua, ubicada cerca de la Institución Educativa N°154, como se muestra en la Figura 99.



Figura 99. Tanque de agua.

#### SECTOR 04

- I.E. Leoncio Prado Gutiérrez, edificación de dos pisos con sistema estructural pórticos de concreto armado y techo aligerado, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 100.



Figura 100. I.E. Leoncio Prado Gutiérrez.

- I.E. Domingo Savio, edificación de 5 pisos de albañilería confinada y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 101.



**Figura 101.** I.E. Domingo Savio.

- I.E.P. Santa Rosa, edificación de 4 pisos en albañilería confinada más un piso hecho de drywall con cobertura ligera, y con presencia de columna corta en regular estado de conservación, como se observa en la Figura 102.



**Figura 102.** I.E.P. Santa Rosa.

- I.E.I. N°159, estructura de uno y dos nivel en albañilería confinada con cobertura ligera, como se observa en la Figura 103.



Figura 103. I.E.I. N°159.

- Iglesia Mormón, edificación de un piso en albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, ver Figura 104.



Figura 104. Iglesia Mormón.

- I.E. N°1254 Maria Reiche Newmann, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado en regular estado de conservación, como se observa en la Figura 105.



Figura 105. I.E. N°1254 Maria Reiche Newmann.

- Centro de Salud “Alfa y Omega”, edificación de un piso con pórticos de concreto armado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 106.



**Figura 106.** Centro de Salud “Alfa y Omega”.

- I.E. Santa María, edificación de un piso con pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 107.



**Figura 107.** I.E. Santa María.

- Iglesia Movimiento Misionero Mundial, estructura de dos pisos en mampostería confinada y losa aligerada en buen estado de conservación, ver Figura 108.



**Figura 108.** Iglesia Movimiento Misionero Mundial.

- Tanque de agua, ubicada cerca al colegio Leoncio Prado Gutiérrez, como se muestra en la Figura 109.



Figura 109. Tanque de agua.

#### **SECTOR 05**

- Colegio Pre militar Leoncio Prado Gutiérrez, el cual consiste en una estructura de albañilería de tres pisos, originalmente destinado a ser vivienda, como se muestra en la Figura 110.



Figura 110. Colegio Pre militar Leoncio Prado Gutiérrez.

- Colegio Robert Kennedy, es una estructura aporticada con vanos rigidizados por muros de albañilería y losas aligeradas de dos niveles, mostrada en la Figura 111.



**Figura 111.** Colegio Robert Kennedy.

- Colegio san Antonio de Padua (Figura 112) es una estructura de albañilería con losa aligerada de dos niveles.



**Figura 112.** Colegio san Antonio de Padua.

- Colegio e Instituto educativo Privado Inca Garcilazo de la vega (Figura 113) es una estructura de albañilería de cinco niveles.



**Figura 113.** Colegio e Instituto Educativo Privado Inca Garcilazo de la Vega.

- Colegio Húsares de Junín que consiste en una estructura aporticada con vanos rigidizados por muros de albañilería de dos niveles, como se muestra en la Figura 114.



Figura 114. Colegio húsares de Junín.

- Instituto Tecnológico Florida cuya estructura también está conformada por pórticos y vanos rigidizados por muros de albañilería de tres niveles, como se muestra en la Figura 115.



Figura 115. Instituto Tecnológico Florida.

- Consorcio educativo I.E.P. Honores, el cual consiste en una estructura de albañilería de tres niveles con cobertura ligera en el último nivel, como se muestra en la Figura 116.



Figura 116. Consorcio educativo I.E.P. Honores.

- Institución Educativa Privada Belén, cuya estructura es de albañilería de cuatro niveles, como se observa en la Figura 117.



Figura 117. Institución Educativa Privada Belén.

- Institución Educativa Privada Newton, cuya estructura de albañilería es de cuatro niveles con cobertura ligera en el último nivel, como se observa en la Figura 118.



Figura 118. Institución Educativa Privada Newton.

- Colegio E.P.M. UGEL 071239, que consiste en una estructura de dos niveles de albañilería con cobertura ligera en el último nivel, como se observa en la Figura 119.



**Figura 119.** Colegio E.P.M. UGEL 071239.

- Colegio I.E.I. Sagrado Corazón de Jesús N 189, como se muestra en la Figura 120.



**Figura 120.** Colegio I.E.I. Sagrado Corazón de Jesús.

- Colegio Indira Gandhi, mostrado en la Figura 121.



**Figura 121.** Colegio Indira Gandhi.

- Colegio Sol de Vitarte, mostrado en la Figura 122.



Figura 122. Colegio Sol de Vitarte.

- Centro de Salud Fortaleza, cuya estructura de albañilería es de dos niveles con losa aligerada, como se observa en la Figura 123.



Figura 123. Centro de Salud Fortaleza.

#### SECTOR 06

- I.E. Villa Vitarte, edificación de un piso con sistema estructural pórticos de concreto armado, presencia de columna corta y techo ligero en lagunas zonas, en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 124.



Figura 124. I.E. Villa Vitarte.

- I.E. Santa Rosa del Valle Grande, edificación de un piso hecho de madera y techo de cobertura ligera en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 125.



**Figura 125.** C.E. Santa Rosa del Valle Grande.

- I.E.P. Alfred Nobel, edificación de dos pisos con sistema estructural pórticos de concreto armado y losa aligerada, en buen estado de conservación, como se observa en la Figura 126.



**Figura 126.** I.E.P. Alfred Nobel.

- I.E.P. San Cristóbal de Monterrosa, estructura de tres pisos en albañilería confinada con losa aligerada en buen estado de conservación, como se observa en la Figura 127.



Figura 127. I.E.P. San Cristóbal de Monterrosa.

- I.E. 1247 Nuestra Señora del Carmen, estructura de dos pisos con sistema estructural de pórticos de concreto armado y losa aligerada y un tercer piso en albañilería confinada con cobertura ligera, regular estado de conservación como se observa en la Figura 128.



Figura 128. I.E. 1247 Nuestra Señora del Carmen.

- I.E.P. Pitágoras de Samos, edificación de cuatro pisos en albañilería confinada en buen estado de conservación. como se observa en la Figura 129.



Figura 129. I.E.P Pitágoras de Samos.

- C.E.P. Rosa de la Merced, edificación de dos pisos en mampostería confinada con cobertura ligera en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 130.



Figura 130. C.E.P. Rosa de La Merced.

- C.E. Colegio Pacífico, edificación de cuatro pisos en albañilería confinada con losa aligerada en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 131.



Figura 131. C.E. Colegio Pacífico.

- C.E. Divino Niño Manuelito, estructura de tres pisos en mampostería confinada y losa aligerada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 132.



Figura 132. C.E. Divino Niño Manuelito.

- Iglesia Mormón, edificación de un piso en albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, ver Figura 133.



Figura 133. Iglesia Mormón.

#### SECTOR 07

- Colegio San Isidro, consiste en una estructura de albañilería de cuatro niveles, cuyo último nivel no cuenta con un techo, como se observa en la Figura 134.



Figura 134. Colegio San Isidro.

- Colegio El Porvenir, mostrado en la Figura 135, es una estructura de albañilería de un nivel.



Figura 135. Colegio El Porvenir.

- Colegio La Sorbona; esta edificación consiste en una estructura de cinco niveles que cuenta con un patio en el techo del quinto nivel, como se observa en la Figura 136.



Figura 136. Colegio la Sorbona.

- Colegio Saint Joseph, cuya estructura de albañilería es de tres niveles, como se muestra en la Figura 137.



Figura 137. Colegio Saint Joseph.

- Colegio María Reyna de los Ángeles, cuya estructura de albañilería es de dos niveles, como se observa en la Figura 138.



Figura 138. Colegio María Reyna de los Ángeles.

- Colegio Howard Gardner, cuya estructura es aporticada con vanos con muros rigidizadores y tres niveles, como se muestra en la Figura 139.



Figura 139. Colegio Howard Gardner.

- Colegio Cruza Saco, mostrado en la Figura 140, es una estructura aporticada con vanos con muros de albañilería rigidizadores de tres niveles.



Figura 140. Colegio Cruza Saco.

- Colegio John F. Kennedy, cuya estructura aporticada es de tres niveles, como se observa en la Figura 141.



**Figura 141.** Colegio John F. Kennedy.

- Colegio Víctor Raúl Haya De La Torre, cuya estructura aporticada con vanos con muros rigidizadores es de dos niveles, como se observa en la Figura 142.



**Figura 142.** Colegio Víctor Raúl Haya De La Torre.

- Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen para estimulación temprana, como se muestra en la Figura 143.



**Figura 143.** Educativa Nuestra Señora del Carmen.

- Colegio Javier Heraud, mostrado en la Figura 144, es una estructura de albañilería de un nivel.



**Figura 144.** Colegio Javier Heraud.

- Colegio Pedro Enrique Gonzales Soto es una estructura de albañilería de dos niveles con cobertura ligera en el segundo nivel, como se observa en la Figura 145.



**Figura 145.** Colegio Pedro Enrique Gonzales Soto.

- Colegio de Thales, como se muestra en la Figura 146, es una estructura de cuatro niveles de pórticos con vanos que contienen muros rigidizadores.

-



**Figura 146.** Colegio de Thales.

- Colegio Mahatma Gandhi, cuya estructura de cuatro niveles consiste en muros de albañilería confinada, como se observa en la Figura 147.



**Figura 147.** Colegio Mahatma Gandhi.

- Colegio Alma América consiste en una estructura de albañilería de dos niveles con cobertura ligera en el segundo nivel, como se muestra en la Figura 148.



**Figura 148.** Colegio Alma América.

- Colegio Mater Cristhie, cuya estructura de albañilería es de dos niveles, como se muestra en la Figura 149.



Figura 149. Colegio Mater Cristhie.

- Colegio San Martín de Porras consiste en una estructura aporricada con vanos que contienen muros rigidizadores de dos niveles, como se muestra en la Figura 150.



Figura 150. Colegio San Martín de Porras.

- Colegio Privado Santa Inés, cuya estructura consiste en muros de albañilería de dos niveles, como se muestra en la Figura 151.



Figura 151. Colegio Privado Santa Inés.

- Colegio Vitarte, cuya estructura de albañilería es de dos niveles, como se observa en la Figura 152.



Figura 152. Colegio Vitarte.

- Colegio Primaria 0034 Vitarte, mostrado en la Figura 153.



Figura 153. Colegio Primaria 0034 Vitarte.

- Centro Hospitalario SISOL, cuya estructura aporricada con vanos que contienen muros rigidizadores es de cinco niveles, como se muestra en la Figura 154.



Figura 154. Centro Hospitalario SISOL.

- Hospital II Vitarte, cuya estructura de tres niveles está conformada por muros de albañilería, con techo de cubierta ligera en el tercer nivel, como se observa en la Figura 155.



**Figura 155.** Hospital II Vitarte.

- Instituto Superior Tecnológico de la Clínica Ricardo palma, como se observa en la Figura 156.



**Figura 156.** Instituto Superior Tecnológico de la Clínica Ricardo Palma.

- Municipalidad de Ate, cuya estructura aporticada con vanos que contienen muros rigidizadores es de cuatro niveles, como se observa en la Figura 157.

-



Figura 157. Municipalidad de Ate.

- Tanques de agua, como se muestra en la Figura 158.



Figura 158. Tanques de agua.

### SECTOR 08

- I.E. 0026 Aichi Nagoya, 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 159.



Figura 159. I.E. 0026 Aichi Nagoya.

- I.E. Municipal N°1283 - 216 Amauta, edificación de un piso de albañilería confinada con techo de calamina en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 160.



**Figura 160.** I.E. Municipal N°1283 - 216 Amauta.

- I.E. N°1252 Santa Isabel, 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 161. Se observa la presencia de columnas cortas en la estructura de la edificación.



**Figura 161.** I.E. N°1252 Santa Isabel.

- I.E.I. N°182 Monterrey, edificación de dos pisos de albañilería confinada con techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra la Figura 162.



Figura 162. I.E.I. N°182 Monterrey.

- I.E.I. N°191 Amauta I, 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 163.



Figura 163. I.E.I. N°191 Amauta I.

- I.E. N°1262 El Amauta José Carlos Mariátegui, 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 164.



Figura 164. I.E. N°1262 El Amauta José Carlos Mariátegui.

- Policlínico Infantil Nuestra Señora del Sagrado Corazón, consta de edificaciones de uno y 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 165.



Figura 165. Policlínico Infantil Nuestra Señora del Sagrado Corazón.

#### SECTOR 09

- I.E. N°1203 Manylsa, consta de edificaciones de uno y 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 166. Se observan la presencia de columnas cortas y modificaciones en la estructura como la colocación de ventanas en un muro estructural.



Figura 166. I.E. N°1203 Manylsa.

- I.E.I. N°183 Manylsa, edificación de dos pisos en albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 167.



Figura 167. I.E.I. N°183 Manylsa.

- I.E. Ricardo Palma, 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 168.



Figura 168. I.E. Ricardo Palma.

- I.E. N°1283 Okinawa, consta de edificaciones de dos y 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 169.



Figura 169. I.E. N°1283 Okinawa.

- I.E. N°1290 NA Arena, 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 170.



Figura 170. I.E. N°1290 NA Arena.

- I.E.P. Juan XXIII, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo de calamina en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 171.



Figura 171. I.E.P. Juan XXIII.

- I.E.P. Iglesia Evangélica Peruana, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 172.



Figura 172. I.E.P. Iglesia Evangélica Peruana.

- I.E.P. Mi Dulce Jesús, edificación de tres pisos de albañilería confinada y techo de calamina en el tercer nivel en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 173.



Figura 173. I.E.P. Mi Dulce Jesús.

- I.E.P. Santa Rosa de Ate, edificación de dos pisos con pórticos de concreto, albañilería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 174.



Figura 174. I.E.P. Corazón de Cristo.

- Centro de Salud Manylsa – MINSA, edificación de un piso de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 175.



Figura 175. Centro de Salud Manylsa – MINSA.

- Mercado, edificaciones de un piso en albañilería informal y techo de calamina en mal estado de conservación, como se muestra en la Figura 176.



Figura 176. Mercado.

## SECTOR 10

- I.E.P. Reyna de las Américas, edificación de tres pisos de albañilería confinada, los dos primeros con losa aligerada y el tercer nivel con techo de cobertura ligera en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 177.



Figura 177. I.E.P. Reyna de las Américas.

- I.E.P. Jesús Luz del Saber, edificaciones de uno y cuatro pisos de albañilería confinada y techo de cobertura ligera en el último nivel, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 178.



Figura 178. I.E.P. Jesús Luz del Saber.

- Estadio San Alfonso, no se ingresó, cerco perimetral de albañilería en buen estado de conservación, como se muestra en la
- Figura 179.



Figura 179. Estadio San Alfonso.

- Colegio San Alfonso, edificación de dos pisos de albañilería confinada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 180.



**Figura 180.** Colegio San Alfonso, en la misma manzana del estadio.

- I.E. Telésforo Catacora, 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 181.



**Figura 181.** I.E. Telésforo Catacora.

- I.E.P. Andino y IEP Andinito (Inicial) de tres y dos pisos respectivamente con pórticos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 182.



**Figura 182.** I.E.P. Andino y Andinito. Ubicadas en manzanas adyacentes, frente a frente.

- I.E.P. San Roque de Mancos, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 183.



**Figura 183.** Colegio San Roque de Mancos.

- I.E. 0067 Santa Elena, 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 184.



**Figura 184.** I.E. 0067 Santa Elena.

- I.E. 1135, 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 185.



Figura 185. I.E.1135.

- Mercado Nuestra Señora de las Estrellas. edificación de dos pisos de pórticos de concreto armado y techo aligerado, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 186.



Figura 186. Mercado Nuestra Señora de las Estrellas.

## SECTOR 11

- I.E.P. Corazón de Jesús, edificación de cuatro niveles en mampostería confinada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 187.



Figura 187. I.E.P. Corazón de Jesús.

- I.E.P. Santa Rosita de Lima, edificación de dos niveles en albañilería confinada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 188.



Figura 188. I.E.P. Santa Rosita de Lima.

- Institución Educativa Miguel Ángel Asturias, construidos con un sistema mampostería, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 189.



Figura 189. Institución Educativa Miguel Ángel Asturias.

- Institución educativa de dos niveles construida con pórticos de concreto armado. Estas edificaciones se muestran en la Figura 190.



**Figura 190.** Institución educativa de dos niveles.

## **SECTOR 12**

- Colegio Internacional del Pacífico, edificio de cuatro pisos de albañilería confinada y techo de losa aligerada, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 191.



**Figura 191.** Colegio Internacional del Pacífico

- I.E.P. El Edén, edificación de albañilería confinada de dos pisos y techo de losa aligerada en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 192.



Figura 192. I.E.P. El Edén.

- Institución Educativa Privada Preuniversitaria Karol Wojtyla, edificio de cuatro pisos de albañilería confinada y techo de losa aligerada, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 193.



Figura 193. I.E.P. Karol Wojtyla.

- I.E.P. New Enmanuel School, edificación de albañilería confinada proyectada para dos pisos y techo de losa aligerada en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 194.



Figura 194. I.E.P. New Enmanuel School.

### SECTOR 13

- Institución Educativa Akira Kato, edificación de dos niveles con un sistema de pórticos de concreto vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 195.



**Figura 195.** Institución Educativa Akira Kato.

- Institución Educativa Jorge D. Giles Llanos, construida con un sistema de pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería, de 2 niveles. Esta edificación se muestra en la Figura 196 y se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 196.** Institución Educativa Jorge D. Giles Llanos.

- Centro de Salud Horacio Zevallos del Ministerio de Salud, edificación aporricada de concreto armado, en buen estado de conservación. Esta edificación se muestra en la Figura 197.



Figura 197. Centro de Salud Horacio Zevallos.

- Reservorios de agua potable de la empresa SEDAPAL, mostrados en la Figura 198.



Figura 198. Reservorios de agua de SEDAPAL.

#### SECTOR 14

- Colegio Unión Latino, el cual consiste en una estructura de albañilería de tres pisos, con irregularidad en planta, mostrando un regular estado de conservación. Ver Figura 199.



Figura 199. Colegio Unión Latino.

- Consorcio Educativo Leonardo Da Vinci, estructura aporticada con vanos rigidizados por muros de albañilería y losas aligeradas de cuatro niveles, mostrada en la Figura 200.



**Figura 200.** Consorcio Educativo Leonardo Da Vinci.

- Colegio san José Betancourt (Figura 201), es una estructura de albañilería con losa aligerada de tres niveles que fue modificado su uso original de vivienda.



**Figura 201.** Colegio san Antonio de Padua.

- Instituto de Teología Pastoral Fray Martín (Figura 202) es una estructura de albañilería de dos niveles.



Figura 202. Instituto de Teología Pastoral Fray Martín.

- Centro educativo Parroquial “Santa María Apóstol” que consiste en una estructura aporticada con vanos rigidizados por muros de albañilería de dos niveles, como se muestra en la Figura 203.



Figura 203. Centro educativo Parroquial “Santa María Apóstol”.

- Centro educativo Montessori cuya estructura está conformada por pórticos con vanos rigidizados por muros de albañilería de dos niveles, como se muestra en la Figura 204.



Figura 204. Centro educativo Montessori.

- Institución Educativa de Huaycán Nuestra Señora de Fátima, el cual consiste en una estructura aporticada de tres niveles con regular estado de conservación, como se observa en la Figura 205.



**Figura 205.** Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, Huaycán.

- I.E. N°1258 Sebastián Lorente Ibáñez, edificación de dos niveles con una estructura aporticada, como se muestra en la Figura 206.



**Figura 206.** I.E. N°1258 Sebastián Lorente Ibáñez.

- I.E.P. Julio R. Ribeyro, cuya estructura de albañilería es de tres niveles, como se muestra en la Figura 207.



Figura 207. I.E.P. Julio R. Ribeyro.

- Institución Educativa Alfonso Barrantes Lingán, que consiste en una estructura de dos niveles de albañilería de regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 208.



Figura 208. Institución Educativa Alfonso Barrantes Lingán.

- Universidad Privada Telesup, estructura aporcionada de cuatro niveles con un regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 209.



Figura 209. Universidad Privada Telesup.

- Capilla Inmaculada, mostrando ser una estructura de un nivel con una estructura aporticada, como se muestra en la Figura 210.



Figura 210. Capilla Inmaculada.

- Comisaría de Huaycán. Ver Figura 211.



Figura 211. Comisaría de Huaycán.

- Tanques de agua encontrados en el sector. Ver Figura 212.



Figura 212. Tanque de agua – SEDAPAL.

### SECTOR 15

- Colegio con RD N° 03810, el cual consiste en una estructura de albañilería de dos pisos con cobertura ligera en el último nivel, originalmente destinado a ser vivienda, como se muestra en la Figura 213.



**Figura 213.** Colegio RD N° 03810.

- Colegio Euler, estructura de albañilería de tres pisos, originalmente destinado a ser vivienda como se observa en el tercer piso. Ver Figura 214.



**Figura 214.** Colegio Euler.

- Colegio Anna Jarvis, estructura de albañilería con losa aligerada de tres niveles, como se muestra en la Figura 215.



Figura 215. Colegio Anna Jarvis.

- Institución Educativa Inicial “Las Piedritas”, estructura de albañilería de dos niveles como se observa en la **Figura 216**.



Figura 216. Institución Educativa Inicial Las Piedritas.

- Institución Educativa Particular Corazón de Guadalupe, consiste en una estructura de albañilería de tres niveles, como se muestra en la **Figura 217**.



Figura 217. Institución Educativa Corazón de Guadalupe.

- Colegio Javier Heraud, estructura de mampostería de cuatro niveles, donde el último nivel tiene cobertura ligera y los demás poseen losa aligerada. Ver Figura 218.



**Figura 218.** Colegio Javier Heraud.

- Colegio Amauta, el cual consiste en una estructura aporticada de dos niveles, como se muestra en la Figura 219.



**Figura 219.** Colegio Amauta.

- Institución Educativa N°208, cuya estructura es de albañilería confinada de un piso con cobertura ligera, como se muestra en la Figura 220.



**Figura 220.** Institución Educativa N°208

- Institución Educativa Privada San Gregory, cuya estructura de albañilería es de tres niveles, como se muestra en la Figura 221.



**Figura 221.** Institución Educativa Privada San Gregory.

- Colegio Reino Unido de Gran Bretaña, consiste en una estructura aporricada de tres niveles con muros rigidizados con vanos de mampostería y losa aligerada, como se muestra en la Figura 222.



**Figura 222.** Colegio Reino Unido de Gran Bretaña.

- Centro Educativo Básico Especial (CEBE) N°15 Madre Teresa de Calcuta, como se observa en la Figura 223.



**Figura 223.** CEBE N° 15 Madre Teresa de Calcuta.

- Institución Educativa 5 de Abril, mostrado en la Figura 224.



**Figura 224.** Institución Educativa 5 de Abril.

- Institución Educativa N°171, estructura de albañilería de un piso con cobertura ligera de calamina, como se observa en la Figura 225.



**Figura 225.** Institución Educativa N°171.

- Institución Educativa Inicial N° 206 de un nivel y techos de cobertura ligera, como se observa en la Figura 226.



**Figura 226.** Institución Educativa Inicial N°206.

- Colegio San Francisco de Asis (Ver Figura 227) consiste en una estructura aporricada con muros de albañilería rigidizadores y losa aligerada de dos niveles.



**Figura 227.** Colegio San Francisco de Asis.

- Colegio Gabriela Mistral, mostrado en la Figura 228, es una estructura de albañilería de tres niveles con cobertura ligera en el último nivel.



**Figura 228.** Colegio El Porvenir.

- Hospital de Huaycán, consiste en una estructura aporricada de tres niveles que cuentan con muros rigidizados con mampostería, como se observa en la Figura 229.



Figura 229. Hospital de Huaycán.

### SECTOR 16

- I.E. 1279, edificación de albañilería confinada de dos pisos y techo liviano de calamina, en regular estado de conservación, como se muestra en la **Figura 230**.



Figura 230. I.E. 1279.

- I.E.P. Daniel Coleman, edificio de tres pisos de albañilería confinada y techo liviano, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 231.



Figura 231. I.E.P. Daniel Coleman.

- I.E. N°1268 Gustavo Mohme Llona, Institución compuesta por bloques de un piso de albañilería confinada y techo de cobertura canalón, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 232.



Figura 232. I.E. N°1268 Gustavo Mohme Llona.

## SECTOR 17

- Institución Educativa N°1271 San Juan Bautista, construido con un sistema de mampostería, de un nivel en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 233.



Figura 233. Institución Educativa N°1271 San Juan Bautista.

- Institución educativa N°205 San Judas Tadeo, construido con un sistema de mampostería, de un nivel. Esta edificación se muestra en la Figura 234. Se encuentran en buen estado de conservación.



**Figura 234.** Institución Educativa N°205 San Judas Tadeo.

- Institución Educativa Gotitas del Amor de Jesús, edificación aporticada de concreto armado de un piso, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 235.



**Figura 235.** Institución Educativa Gotitas del Amor de Jesús.

- Institución Educativa N°1255, edificación aporticada de concreto armado de tres pisos, como se muestra en la Figura 236.



**Figura 236.** Institución Educativa N°1255.

- Institución Educativa cuya edificación es aporticada de concreto armado de tres pisos, en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 237.



**Figura 237.** Institución Educativa.

- Institución Educativa Las Semillitas, edificación aporticada de concreto armado de un piso. Esta edificación se muestra en la Figura 238.



**Figura 238.** Institución Educativa Las Semillitas.

- Centro Medico de la Municipalidad de Lima, con sistema estructural de albañilería de un piso en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 239.



**Figura 239.** Centro Medico de la Municipalidad de Lima.

- Centro Medico San Roque con sistema estructural de albañilería de tres pisos en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 240.



**Figura 240.** Centro Medico San Roque.

- Reservorio de agua de la empresa SEDAPAL. Ver Figura 241.



**Figura 241.** Reservorio de agua.

## **SECTOR 18**

- C.E. Fe y Alegría N°53, edificaciones 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 242.



Figura 242. C.E. Fe y Alegría N°53.

- I.E. Manuel Gonzales Prada, edificaciones de dos y 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 243.



Figura 243. I.E. Manuel Gonzales Prada.

- I.E. N°1265 Santa Rosa de Lima Huaycán, edificaciones 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 244.



Figura 244. I.E. N°1265 Santa Rosa de Lima Huaycán.

- Mercado, edificaciones de uno y dos pisos de albañilería confinada e informal y techo de calamina, en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 245.



Figura 245. **Mercado.**

## **7. DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE ATE**

### **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 Ate, 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 ( $Cr$ ) se expresa como el porcentaje del costo de la estructura, considerando  $\lambda$  y  $\varepsilon$  parámetros de vulnerabilidad estructural, correspondientes al sistema estructural y al tipo de reparación involucrada para los materiales involucrados.

$$Cr = \left( \frac{\Delta\delta_i}{h_i} \right) / \lambda)^{\varepsilon} / 100$$

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 246.



Figura 246. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 1013 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa E-08 de costo de reparación mostrado en la Figura 247.



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 248 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Ate.

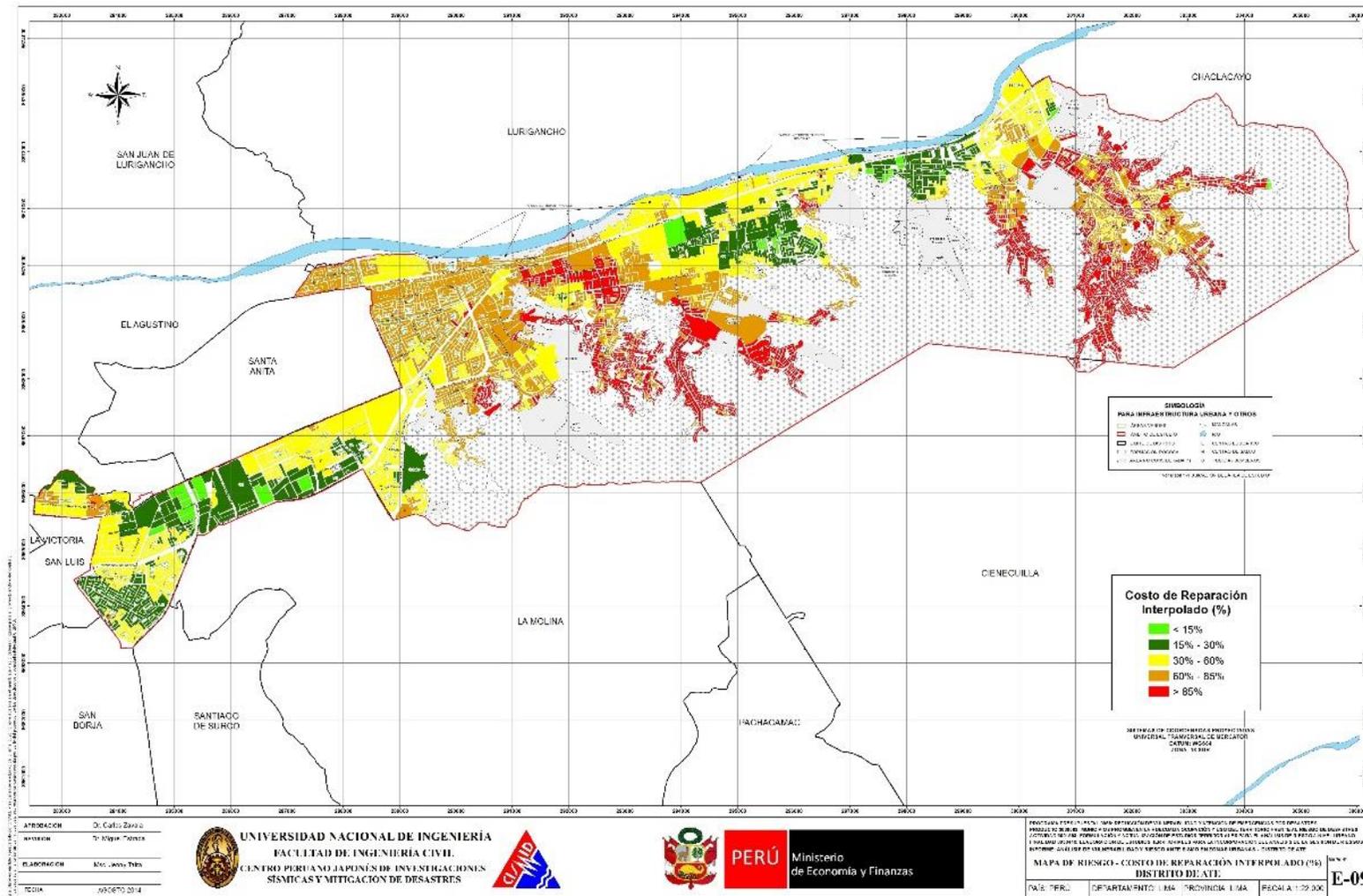


Figura 248. Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW).

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 Ate.

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

Color	Rango	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	22	2.2%		
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	95	9.4%	12%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	209	20.6%	21%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	257	25.4%	25%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	430	42.4%	42%	Colapso
			<b>1013</b>	<b>100%</b>		

En el mapa E-08, que presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Ate 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 25% de las edificaciones con daño severo y 42% 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	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	0			
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	0	0.00%	0%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	2	2.94%	3%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	22	32.35%	32%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	44	64.71%	65%	Colapso
			<b>68</b>	<b>100%</b>		

Los resultados para las edificaciones esenciales evaluadas son presentados en el mapa E-09A, donde puede apreciarse los resultados que se presentan en la Tabla 3, que



muestra que el 65% de las edificaciones esenciales experimentarían colapso, debido al nivel de 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 Ate, 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 66.8% de las edificaciones del distrito de Ate son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 27.2% de edificaciones de madera, un 4.9% de edificaciones de concreto y 1.1% de adobe y quincha. 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 912 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 795 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 56 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 685 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 60% 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 Ate, se estudió la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 4 presentan que en el 66.8% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 27.2% de edificaciones de madera y 4.9% 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.

**Tabla 4.** Composición por material de la muestra estudiada.

Material	Manzanas	%
Adobe	2	0.2%
Concreto	56	5.5%
Mampostería	912	90.0%
Acero	2	0.2%
Madera	39	3.8%
Otros	2	0.2%
Total	1013	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 912 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 795 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las 56 edificaciones de concreto, 56 requerirían de una intervención de reforzamiento.

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

Adobe	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	2	2
Mampostería	Nivel I	22	
	Nivel II	95	
	Nivel III	202	
	Nivel IV	235	
	Nivel V	358	593
Concreto	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	6	
	Nivel IV	20	
	Nivel V	30	50
Acero	Nivel III	1	
	Nivel IV	1	
	Nivel V	0	1
Madera	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	39	39

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 685 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 249, donde se muestran aquellas viviendas cuyo costo de reparación es superior al 60% 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.

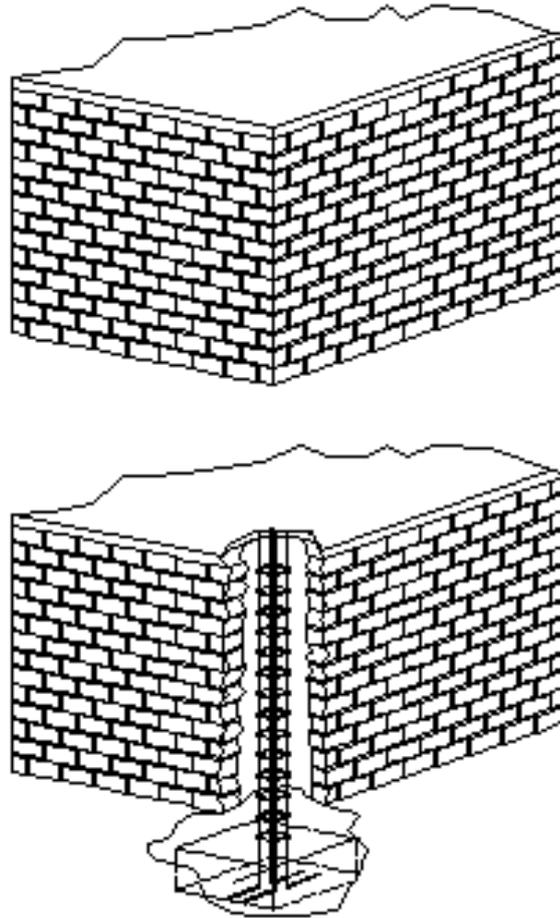




Las viviendas en zonas de laderas, en su mayoría han sido edificadas con materiales livianos, de carácter provisional (latas, cartones, planchas de madera contraplacada, etc.) que desde la óptica estructural su modelación y diagnóstico es complejo y escapa a los métodos racionales de análisis estructural 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 250.** 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 hierro 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 251 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 251.** 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)



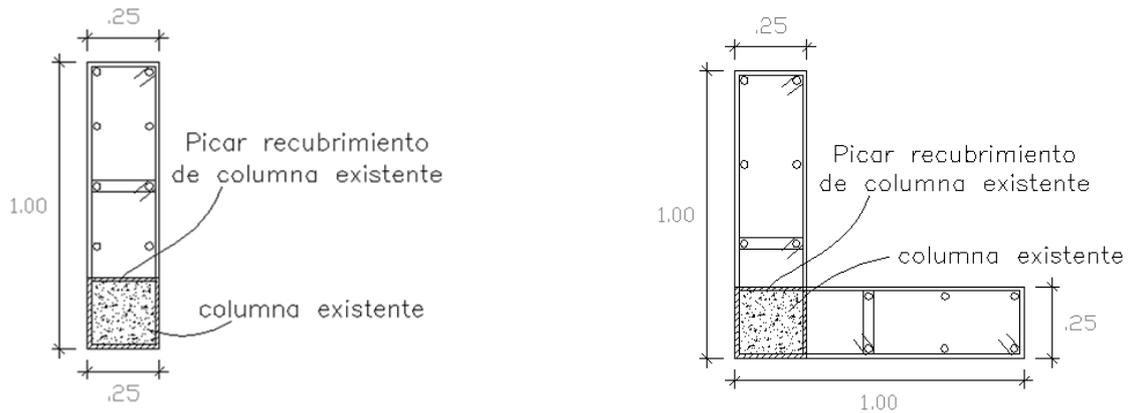
(b)

**Figura 252.** Reforzamiento con bandas de refuerzo.

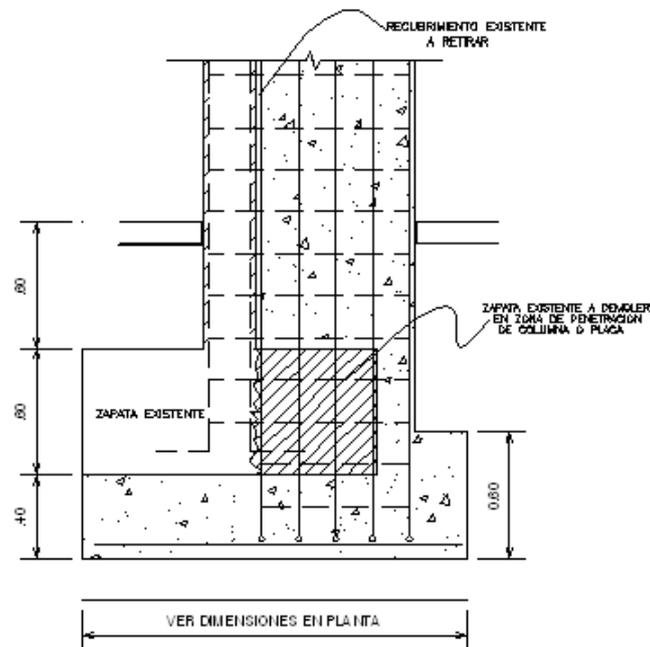
## 10.2. Reforzamiento de Columnas de Concreto

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 253 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 253.** Detalle de reforzamiento para columna existente y esquinera.



**Figura 254.** Detalle de reforzamiento de zapata para columna.

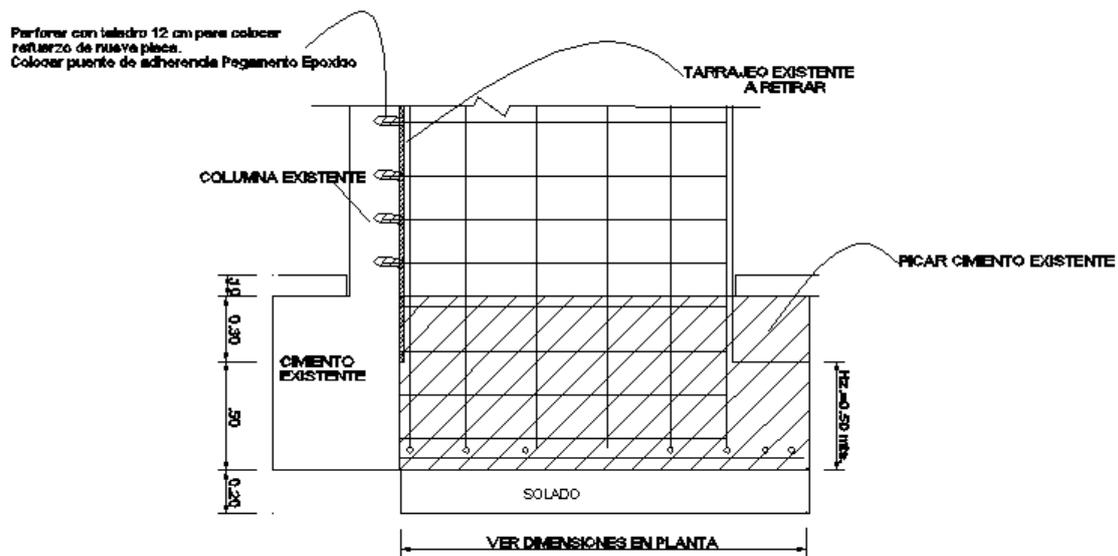
### 10.3. Reforzamiento de Zapata Existente de Columna

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 cimiento debe incrementarse. La

Figura 254 muestra un detalle típico para el reforzamiento de una columna. Aquí como se observa, parte del cimiento 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 255 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 cimiento de manera que pueda incluirse la cimentación de la nueva placa. La Figura 256 muestra un detalle en planta del cimiento incluido para la placa, de manera que el cimiento existente y el cimiento nuevo puedan integrarse.



**DETALLE TIPICO DE CIMENTACION DE PLACA**

**Figura 255. Detalle de reforzo de columna con placa y su cimentación.**

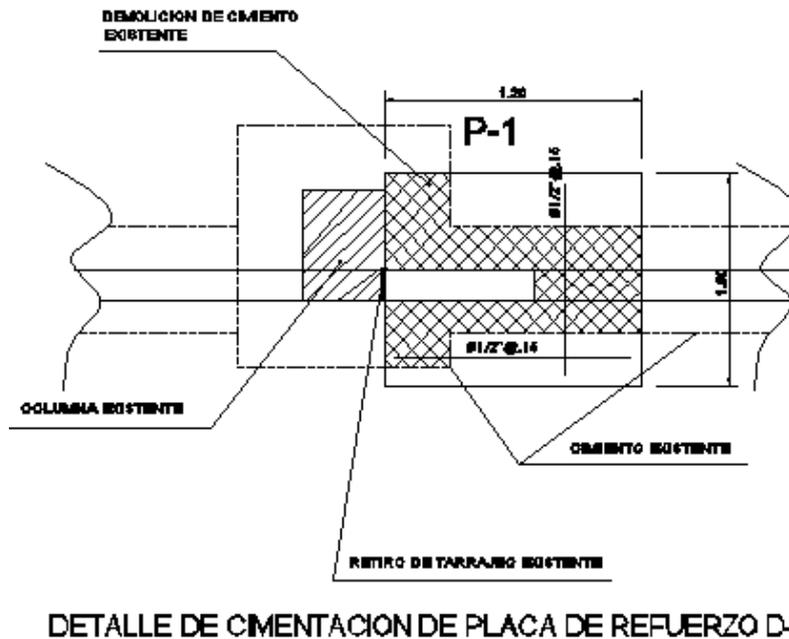


Figura 256. Detalle de la cimentación de la placa visto en planta.

### 10.5. Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones

- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90% de las edificaciones del distrito de Ate son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.8% de edificaciones de concreto y 4% en madera. 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 reforzamiento. Así por ejemplo de las 912 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 795 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 56 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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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



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 (7CUUE), 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 (7CUUE), March 2010.