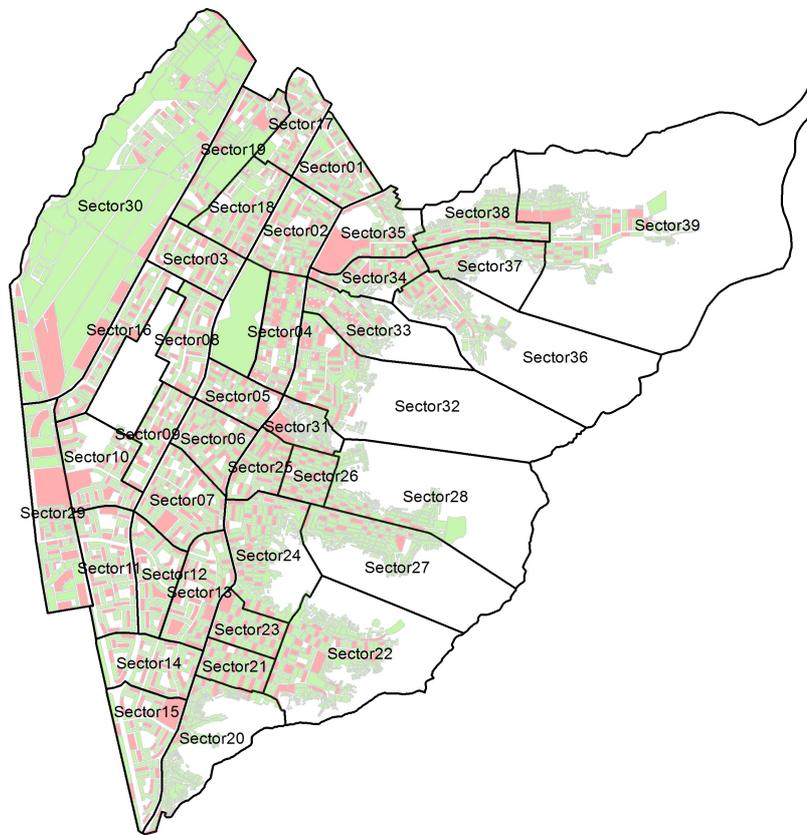


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

**CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
“ESTUDIO DE MICRO ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA”**

INFORME No. 6



LIMA – Abril, 2011



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE COMAS	6
ANTECEDENTES.....	8
OBJETIVO	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PRESENTE INFORME	8
METODOLOGÍA DEL TRABAJO	8
LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	10
Organización del Trabajo de Campo.....	10
Preparación de Actividades, Coordinación y Personal	10
Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo.....	11
Procedimiento y Control de Calidad de Datos de Campo	13
Georeferenciación y Compatibilización de Planos.....	13
Sistematización de la Información	13
Ubicación de las manzanas a evaluar	14
Elaboración de la base de datos geo-espacial	15
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES	20
SECTOR 01	20
SECTOR 02	21
SECTOR 03	22
SECTOR 04	22
SECTOR 05	23
SECTOR 06	23
SECTOR 07	24
SECTOR 08	25
SECTOR 09	26
SECTOR 10	27
SECTOR 11	28
SECTOR 16	32
SECTOR 17	33
SECTOR 18	34
SECTOR 19	35
SECTOR 20	36
SECTOR 21	36
SECTOR 23	38



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



SECTOR 24	38
SECTOR 25	39
SECTOR 26	40
SECTOR 27	41
SECTOR 28	41
SECTOR 29	42
SECTOR 30	43
SECTOR 31	44
SECTOR 32	45
SECTOR 33	45
SECTOR 35	48
SECTOR 36	48
SECTOR 37	50
SECTOR 38	50
SECTOR 39	51
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES	52
Conceptos Generales	52
Formas de Evaluación	52
Método Determinístico	52
Método por Criterio	52
Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio	52
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:	54
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:	54
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:	54
Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas	54
EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES	56
SECTOR 01	56
SECTOR 02	57
SECTOR 03	58
SECTOR 04	60
SECTOR 05	60
SECTOR 06	62
SECTOR 07	63
SECTOR 08	64
SECTOR 09	65
SECTOR 11	66
SECTOR 12	67



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



SECTOR 13	72
SECTOR 14	77
SECTOR 15	79
SECTOR 16	83
SECTOR 17	85
SECTOR 18	86
SECTOR 19	87
SECTOR 20	89
SECTOR 21	90
SECTOR 22	91
SECTOR 23	94
SECTOR 24	94
SECTOR 25	96
SECTOR 26	98
SECTOR 27	99
SECTOR 28	100
SECTOR 29	100
SECTOR 30	102
SECTOR 31	104
SECTOR 32	105
SECTOR 33	107
SECTOR 34	108
SECTOR 35	110
SECTOR 36	112
SECTOR 37	114
SECTOR 38	117
SECTOR 39	119
DIAGNOSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE COMAS	122
Definición de Riesgo Sísmico	122
RESUMEN EJECUTIVO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO	126
Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado	127
Planta de Tratamiento de la Atarjea	127
Sistema de Agua y Alcantarillado	130
Conclusiones y recomendaciones del diagnóstico preliminar del sistema de agua y alcantarillado	136
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	137



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**



PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	138
Propuestas representativas para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento	140
Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección	141
Reforzamiento de Columnas de Concreto.....	142
Reforzamiento de Zapata Existente de Columna	143
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes	144
Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones	145



RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE COMAS

- En cumplimiento del convenio Ministerio de Vivienda - UNI, el objetivo principal del presente estudio es elaborar un mapa de microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones del distrito de Comas.
- Esta investigación en lo concerniente a microzonificación, se llevo 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 Apéndices A, B y C 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, cuatro son las zonas que se identifican para el área urbana de este distrito. Las áreas señaladas en el mapa, reflejan el posible comportamiento sísmico, de manera cuantitativa y de menos a más desfavorable, del suelo del distrito 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 al la evaluación de la vulnerabilidad, el objetivo del presente trabajo es la evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones del distrito de Comas, 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.
- 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 Comas, en 39 sectores según la zonificación de identificación que utiliza la Municipalidad de Comas.
- 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 Comas puede calificarse como un distrito emergente donde las viviendas predominan (79% de la muestra analizada), encontrándose que las edificaciones de albañilería representan 79% de las edificaciones del distrito, seguido por edificaciones usadas como vivienda/comercio que representan el 8% de la muestra. La vulnerabilidad de estas edificaciones se ven altamente influenciadas por las 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 el 11% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad de alta, mientras que el 18 % restante posee una vulnerabilidad media y el 71% posee una vulnerabilidad de baja a media baja.
- Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Comas, 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 418 cm/seg². Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudiada. Se encontró que el 64.8% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. El 13.3 % de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que el 5.8% de las edificaciones tendrían un daño severo, mientras que el 16.1% de las edificaciones colapsarían.
- En el caso especial de las edificaciones esenciales (Colegios, Establecimientos de Salud, Cuartel de Bomberos, Comisarías) que en caso de un evento sísmico severo deben de seguir funcionando luego del evento, se estima que el 15% no tendrían daño o daño muy leve, 53% tendrían un daño moderado, mientras que 1% tendrían daño severo. El 30% de las edificaciones esenciales podrían experimentar colapso.



**CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL MINISTERIO DE
VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
“ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA”**

**INFORME No. 6- EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO DEL
DISTRITO DE COMAS**

ANTECEDENTES

A invitación del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), a través de su Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil, en virtud del convenio marco firmado entre ambas instituciones el 23 de Febrero de 2010, se desarrolla un convenio específico con la finalidad de realizar el estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima. Se plantean en el convenio la formulación de estrategias de estudio y desarrollo complementario para la determinación del riesgo sísmico en zonas críticas de la ciudad, además que se involucra el estudio de afectación por un posible tsunami. El presente informe presenta el resultado de los productos 1, 2, 3 y 4 especificados en los términos de referencia del convenio para el distrito de Comas.

OBJETIVO

Realizar una evaluación de riesgos en Zonas Urbanas del distrito de Comas en concordancia con el objetivo general del Programa “Apoyo a la Gestión Integral de Riesgo de Desastres Naturales a nivel urbano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PRESENTE INFORME

1. Elaborar el análisis y evolución del peligro sísmico del distrito de Comas
2. Analizar la vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica de las edificaciones incluyendo las esenciales en el distrito de Comas, para generar mapas de riesgo sísmico según escenarios. Entre las edificaciones esenciales se consideran hospitales, escuelas, comisarías, iglesias, bomberos, local municipal principal, puentes.
3. Realizar el diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad de parte del sistema de agua y alcantarillado ante la presencia de sismos y según escenarios, en base a la información remitida por SEDAPAL, a fin de ubicar las zonas de mayor vulnerabilidad de los tramos de las redes, los pozos y nuevos proyectos a ser ejecutados.
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.

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 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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, con las entidades cuyas competencias se vean involucradas en el estudio, dentro de las que tenemos:

- SEDAPAL;
- Oficina Nacional de Gestión Electrónica e Informática [ONGEI-PCM];
- Instituto Geográfico Nacional [IGN];
- Municipalidades Distritales involucradas;
- Municipalidad Metropolitana de Lima;
- Asociación Peruana de Empresas de Seguros [APESEG];
- El Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI];
- El Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI];
- Las empresas públicas y privadas prestadoras de servicios públicos (luz eléctrica, telefonía, agua y desagüe, gas natural, etc.);
- Las oficinas registrales;
- Los colegios profesionales de arquitectos y de ingenieros.

Estas entidades proporcionarán 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.



LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Organización del Trabajo de Campo

Preparación de Actividades, Coordinación y Personal

Para el desarrollo de las actividades de toma de datos de campo, se inició el trabajo con la selección de los ingenieros coordinadores, responsabilidad que recayó en el Ing. Patricia Gibu, Ing. Francisco Ríos, Dr. Miguel Estrada y el Dr. Carlos Zavala. Se organizaron 8 grupos de trabajo seleccionándose tres personas por cada grupo para el levantamiento de información de campo, contado con un total de 24 personas para el levantamiento de la información. El personal seleccionado fue formado por un grupo de jóvenes Ingenieros, Estudiantes de Post grado 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 nuestra realidad a fin que sea utilizado en los sistemas constructivos predominantes en la zona de estudio.

a) Metodología de toma de datos

Este procedimiento se basa en la toma de información rápida en edificaciones de adobe, albañilería, quincha y concreto. 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 el estado de conservación del sistema representativo.

b) Plantilla para la encuesta

Para tal efecto se utiliza una ficha de evaluación de daños utilizada por nuestra Institución en la evaluación rápida de estructuras, la cual presentamos Figura 1

La Ficha esta dividida en cinco áreas:

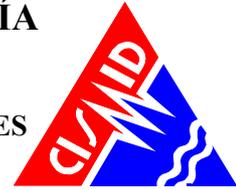
- Área de identificación de cada estructura incluyendo su uso
- Croquis de ayuda.
- Área de identificación geométrica aproximada
- Información del daño por material.

Esta información es complementada con la toma de una fotografía en cada esquina de la manzana y del lote representativo de la manzana, donde se pueda identificar a la estructura. Asimismo debido a la prohibición dada por algunos vecinos no se tomaron fotos en aquellas zonas con alta seguridad, se utilizara la imagen satelital para mostrar en el sistema de información la ubicación y estado de la estructura. La imagen utilizada es una imagen wordview2 de 0.5 m. de resolución espacial.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



CONVENIO CISMID/FIC/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE COMAS				
INFORMACIÓN DE LA MANZANA CÓDIGO DE LA MANZANA:				
LEYENDA PARA LA CODIFICACIÓN DEL LOTE				
No.Pisos (1)	Material (2)	Usos (3)	Sistema Estructural (4)	Conservación (5)
	Adobe (A) Mampostería (M) Concreto (C) Quincha (Q) Acero (S) Madera (W) Otro (O)	Vivienda (V) Vivienda y Comercio (Y) Comercio (C) Multifamiliar (M) Policia o Bomberos (B) Educativo (E) Hospital (H) Industrial (I) Baldío (B) Otros (O)	S Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo F Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos N Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles L Construcción Informal en Albañilería 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 con Diagonales U Estructura de Perfiles Livianos W Entramados de Madera T Estructuras Industriales / Comerciales	(B) Bueno (R) Regular (M) Malo
*Nota: La Información de la manzana irá en plano lotizado adjunto similar al ejemplo de llenado que se muestra.			Nota 2: No Evaluado Use (X) Caso Valido Use (V)	
Foto 1 - Numero <input type="text"/>			Foto 5 - Numero <input type="text"/>	
Foto 2 - Numero <input type="text"/>			Foto 4 - Numero <input type="text"/>	
Foto 3 - Numero <input type="text"/>			Foto 4 - Numero <input type="text"/>	

Formato de Ayuda para Codificación del Lote

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

Figura 1. Formato para vivienda representativa de la manzana

Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo

- Preparación de planos para la toma de datos: Basado en la información de planos georeferenciados 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. A partir de la información suministrada por la municipalidad del distrito está dividido en 39 sectores, tal como se muestra en el mapa No. E-01.



- b) Para tener una mejor referencia de las zonas a las cuales se va a levantar la información y disponer los equipos para este fin, se obtuvo una imagen satelital de alta resolución para uso del proyecto Fortalecimiento de Tecnologías para la Mitigación de Desastres por Sismo y Tsunami en el Perú (JICA-UNI), que tomaremos como referencia en el presente estudio.
- 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, trabajándose inclusive días no laborales y feriados. 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 calculo con campos similares al de la ficha. Esta información fue introducida a un sistema de información geográfica (SIG) para su georeferenciación espacial.

La sectorización del distrito se muestra en la Figura 2, que se adjunta a continuación, en donde son identificados los 39 sectores en que se dividió el distrito de Comas.

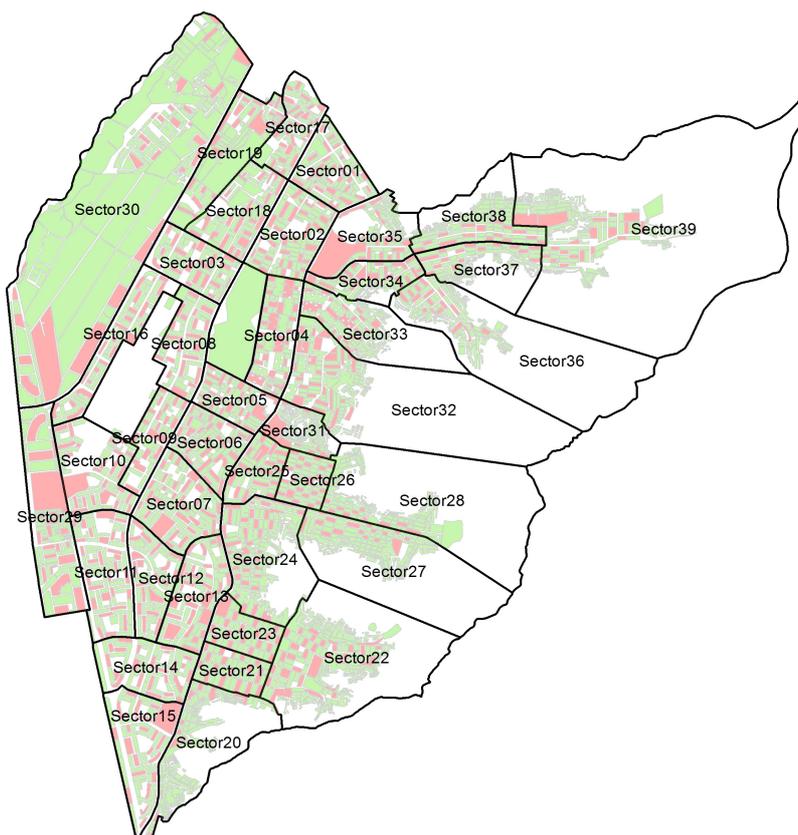


Figura 2. Sectores del distrito de Comas



Procedimiento y Control de Calidad de Datos de Campo

- a) Digitalización de datos de campo en una plataforma de sistemas de información geográfica
La información recabada en campo fue vertida en una base de datos en formato SHAPE, la cual fue procesada por el programa ArcGis versión 9.2. La digitalización fue desarrollada por cuatro asistentes y un supervisor, quienes procesaron la información de campo.
- b) Clasificación de datos
Se clasificó la base de datos según las características físicas de los predios levantados como: material predominante, número de pisos, uso y estado de conservación.
- c) Verificación de los datos recogidos
Se llevaron a cabo dos niveles de control de calidad:
 - c1 - Un control de calidad en campo:
Donde los coordinadores realizaron visitas de campo para verificar la información recolectada por los diferentes equipos tomándose al azar manzanas y lotes que fueron verificadas en el campo. Se realizó el control de calidad durante la campaña de levantamiento de datos por 4 profesionales. Se verificó en un 25% de los datos involucrados.
 - c2 – Un control de calidad en gabinete:
El método de verificación usado fue mediante la comparación de los formatos llenados en campo con las fotografías digitales tomadas en el lugar además de una comparación multitemporal de las imágenes de satélite. La imagen de satélite pre y post evento, sumado al reconocimiento de campo, dan como resultado la verificación del levantamiento de información de campo.

Georeferenciación y Compatibilización de Planos

- a) Definición del sistema de georeferenciación
Según normatividad actual, todos los planos producidos deben estar georeferenciados usando la proyección del sistema de coordenadas planas UTM, teniendo como base el DATUM WGS84.
- b) Compatibilización de planos provenientes de diferentes fuentes sobre la misma base cartográfica
Los planos que estuvieron en otro sistema de coordenadas fueron convertidos al sistema en mención mediante los parámetros por defecto que otorga el programa ArcGIS.

Sistematización de la Información

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos geoespacial donde se integrarían no solo los datos cartográficos, como los límites de las manzanas, sino también los datos descriptivos de cada una de ellas. Los datos con los sectores, las manzanas y los lotes dentro los límites distritales son implementados al sistema 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 20% del total de manzanas debe ser evaluado.

Ubicación de las manzanas a evaluar

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

Se define la función de probabilidad uniforme como:

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

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

Es decir, si bien la ubicación de la distribución sigue un valor aleatorio tanto para las coordenadas Norte como Este, en un sistema de referencia UTM, esta ubicación tiene límites de borde, los cuales son los límites del distrito que son respetados al momento de generar las coordenadas de las selección de las manzanas. Es así que se generaron número aleatorios que siguen una distribución uniforme. En la Figura 3 se presenta el total de las 4068 manzanas del distrito, y en color rojo las evaluadas y en color verde las no evaluadas. Se presentan las 825 manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 20%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 del Anexo I se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.

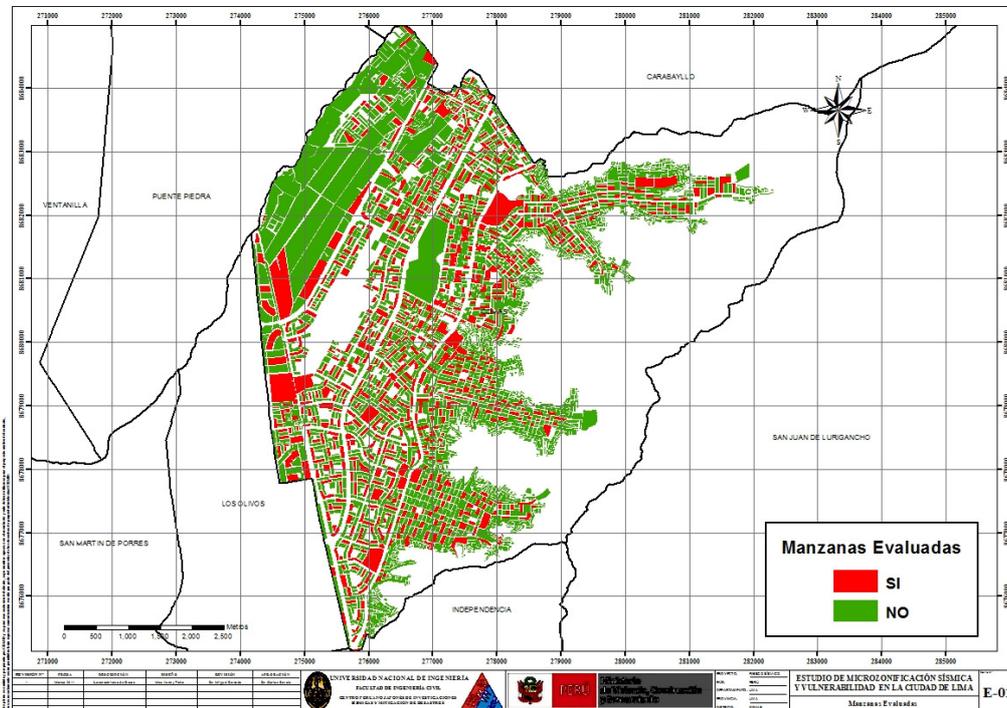


Figura 3. Manzanas totales (4068) versus manzanas seleccionadas (825).

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 20% de población total de las manzanas. Esto produce un tamaño muestral calculado en función del tamaño de la población (N), el error en la desviación estándar (α) 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 muestral mínimo de 825 manzanas. En el presente estudio se mejoró notablemente este valor al considerar una muestra de 825 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%.

Elaboración de la base de datos geo-espacial

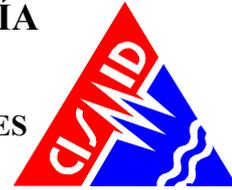
Organizada la información a recolectar y las manzanas donde se evaluarán los lotes se procedió al trabajo de campo para luego pasar al trabajo de gabinete donde se procesó la información adquirida.

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,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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.

CONVENIO CISMID/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - BID														
ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE COMAS														
Levantamiento de Información - Distrito de Comas														
Num	CodMza	LoteRepre	Cond. De Cimentación			Fisuras			Unidad de Albañilería			FotoEsq1	FotoE	
			CimentA	CimentH	Techo	FisuraCol	FisuraVig	FisuraMur	FabricaAlb	TipoAlb	Confin			Tarrajeo
1	15014204500007	01CYB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2725.jpg	.\Fotos_303G\
2	15014204500008	01MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2727.jpg	.\Fotos_303G\
3	15014204500006	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2732.jpg	.\Fotos_303G\
4	15014204500010	02MEMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2739.jpg	.\Fotos_303G\
5	15014204500035	02MVNB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2744.jpg	.\Fotos_303G\
6	15014204500030	01MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2749.jpg	.\Fotos_303G\
7	15014204500013	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2754.jpg	.\Fotos_303G\
8	15014204500015	03CEIB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2756.jpg	.\Fotos_303G\
9	15014204500017	03MEMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2758.jpg	.\Fotos_303G\
10	15014204400023	01MVNB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2773.jpg	.\Fotos_303G\
11	15014204400043	02MVNB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2782.jpg	.\Fotos_303G\
12	15014204400038	01MVNB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2780.jpg	.\Fotos_303G\
13	15014204400036	01MVNB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2778.jpg	.\Fotos_303G\
14	15014204400025	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2793.jpg	.\Fotos_303G\
15	15014204400027	02MVNB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2798.jpg	.\Fotos_303G\
16	15014204400029	02MVNB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2802.jpg	.\Fotos_303G\
17	15014204400032	01MVNB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2808.jpg	.\Fotos_303G\
18	15014204400046	02MVNB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2813.jpg	.\Fotos_303G\
19	15014204400049	02MVNB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2818.jpg	.\Fotos_303G\
20	15014204500025	01MVNB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	.\Fotos_303G\DSCN2823.jpg	.\Fotos_303G\
21	15014204400053	01MVRN	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	NO	.\Fotos_303G\DSCN2828.jpg	.\Fotos_303G\

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

Esta base de datos elaborada en hoja de cálculo se transfiere a la plataforma SIG y se integra a la base de datos de las manzanas, de manera de cada una de las manzanas tenga los datos necesarios para su evaluación mediante el programa de cálculo de nivel de daño o reparación. En la plataforma SIG se genera la base de datos geo-espacial la cual permite una rápida observación de las condiciones de las edificaciones de las manzanas, no sólo desde el punto de vista descriptivo, sino también gráfico, ya que se integran a la base de datos las fotografías de las manzanas. Por cada manzana se tomaron 5 fotografías, una por cada esquina y una del detalle del lote representativo.

La Tabla 1 presenta la base de datos descriptiva. En esta tabla se muestran todos los campos ordenados alfabéticamente. Esta base de datos contiene la integración de todos los datos, es decir de los datos levantados en campo así como los valores obtenidos del procesamiento de la información, para finalizar con el valor del costo de reparación, que es explicado más adelante.

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

Nombre del Campo	Descripción
AcelMax	Aceleración máxima del terreno en cm/s ²
Avg_GRID_C	Promedio del porcentaje del costo de reparación
CimentA	Asentamiento en la cimentación
CimentH	Humedad en la cimentación
Codaza	Código de la manzana
Confin	Confinamiento en muros
CostRep3	Porcentaje del costo de reparación calculado
Esen_Dano	Uso de suelo y nivel de daño
Estado	Estado de la edificación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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 fotografía de las manzanas evaluadas por medio de hipervínculos a los archivos que contienen a estas fotos.

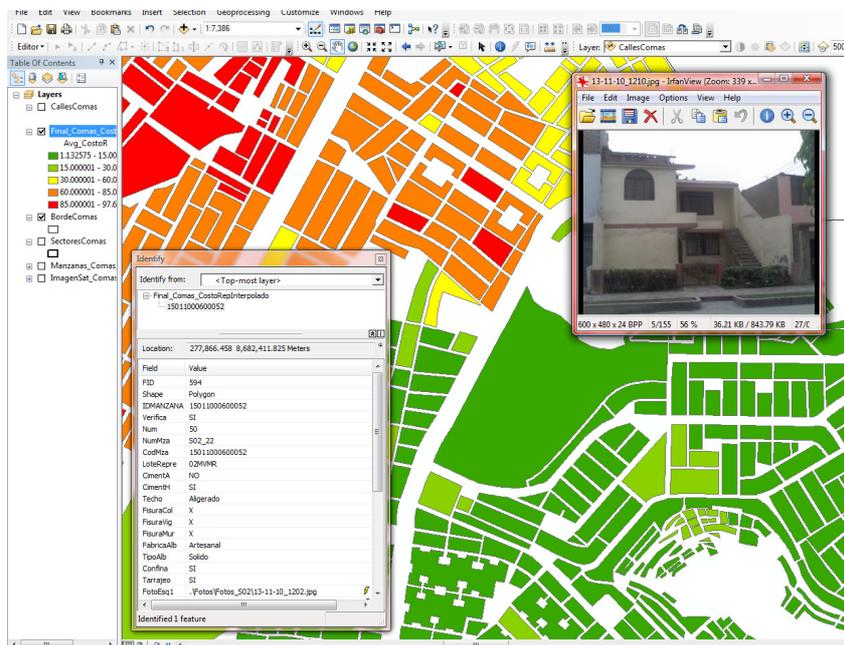


Figura 5. Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva y procesamiento.

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

En el mapa No. E04, referente a los materiales existentes en las edificaciones del distrito de Comas, se realizó un análisis estadístico de la muestra, dando como resultado la grafica que se presenta en la Figura 6, donde es notorio que el material predominante es la mampostería de ladrillo que representa el 91% de la muestra. Debe destacarse que existen edificaciones de concreto que representan un 8% de la muestra, así como viviendas de adobe que representan el 1% de las edificaciones muestreadas.



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



En el mapa E05 se presenta las manzanas evaluadas y clasificadas de acuerdo al uso del suelo de las edificaciones. En la Figura 7 se presenta el análisis estadístico de la muestra en lo referente al uso del suelo o uso de la edificación de la muestra estudiada. Puede leerse que es predominante el uso en viviendas que ocupan un 79% de la muestra, seguido de viviendas comercio que representan el 8% de la muestra, los colegios que representan un 8% y el comercio representa el 3% de las edificaciones en el área estudiada.

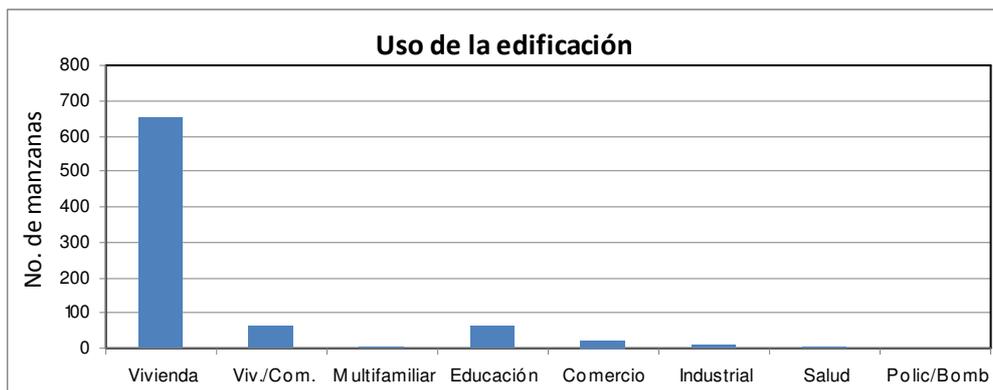


Figura 7 - Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Comas

En el mapa E6 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 arroja la estadística de la muestra usada en el distrito de Comas. 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 71% de la muestra. Le siguen a este sistema en uso la albañilería confinada con diafragma o techo flexible con un 15% de la muestra, que generalmente se tiene en el último nivel de la edificación. Por otro lado un 3% de la muestra está representado por la albañilería de construcción informal. Las estructuras de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados por muros de albañilería representan un 7% de la muestra estudiada.

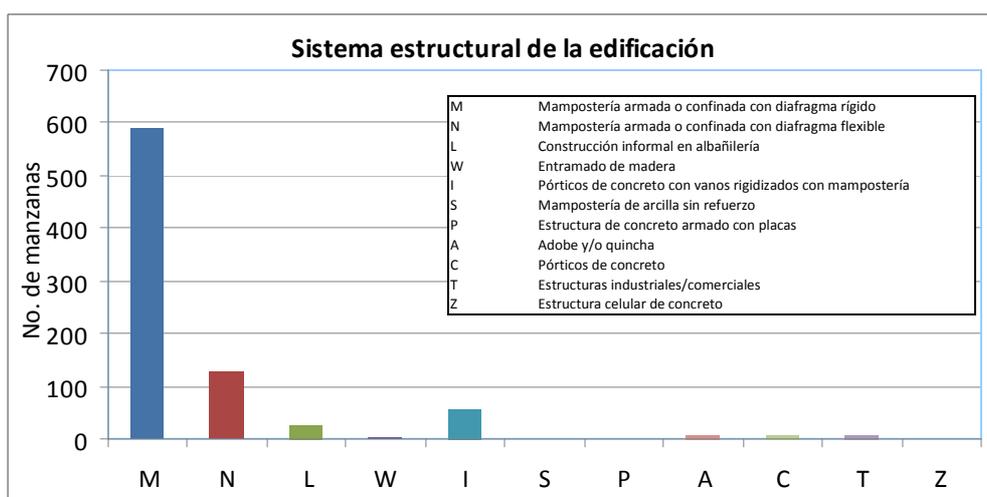


Figura 8. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Comas

El mapa temático E07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Comas. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 47.5% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 50.1% de la muestra presenta un estado regular de conservación, en contra de un 2.4% que presenta un mal estado de conservación.

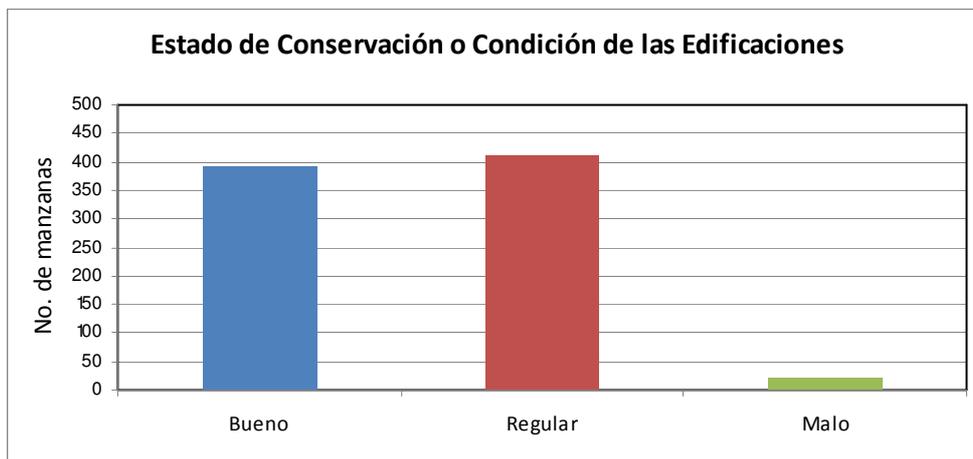


Figura 9 - Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Comas

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES

SECTOR 01

El Sector 01 está limitado por las avenidas Universitaria, San Carlos, Túpac Amaru y San Pedro de Carabayllo. Se tomó una muestra representativa de 28 manzanas para conocer el estado de conservación de las edificaciones que se encuentran en esta zona. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas unifamiliares de albañilería confinada de 2 niveles como se muestra en la

Figura 10. A lo largo de la Av. San Felipe, el primer piso de las viviendas es utilizada como local comercial y los pisos superiores como vivienda.

Durante la inspección de campo se pudo observar que el material predominante utilizado para la construcción de las viviendas es el ladrillo sólido elaborado artesanalmente. En este sector, las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se encontraron indicios de asentamientos ni humedad en la base.



Figura 10. Tipos de Edificaciones en el Sector 01



SECTOR 02

El Sector 02 ubicado en el distrito de Comas está delimitado por: Av. Los Incas, Av. Túpac Amaru, Av. San Carlos y Av. Universitaria. Para la evaluación del Sector 02 se tomó 31 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Regular.

Las edificaciones representativas del Sector 02 se muestran en la Figura 11 y Figura 12, una vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido en regular estado.



Figura 11. Vivienda de mampostería confinada



Figura 12. Vivienda de mampostería confinada

El Sector 02 se caracteriza por ser un sector residencial en crecimiento, el cual cuenta con la mayoría de sus vías asfaltadas (Véase Figura 13 y Figura 14).



Figura 13. Vía asfaltada



Figura 14. Vía asfaltada sin vereda



SECTOR 03

Para el estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó como una muestra representativa de 21 manzanas que representa la condición actual del sector. Este sector se encuentra ubicado entre las avenidas Los Incas, Héroes del Alto Cenepa, Sangará y Universitaria.

El sector 03 se caracteriza por un área que se encuentra urbanizándose, donde las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada de 2 niveles en regular estado de conservación (ver Figura 15), viviendas construidas informalmente con diafragmas flexibles (calaminas) usualmente de 2 niveles (ver Figura 16).



Figura 15. Vivienda de albañilería confinada.



Figura 16. Vivienda de albañilería con diafragma flexible

SECTOR 04

Para este sector se considero una muestra representativa objeto de estudio de 25 manzanas de un total de 78 manzanas.

Es un sector limitado por cuatro vías importantes como son la Av. Los Incas por el norte, la Av. Jamaica por el sur, la Av. Túpac Amaru por el este y la Av. Sinchi Roca por el oeste. Este sector se encuentra en la zona sur del distrito, siendo la Av. Túpac Amaru una de las avenidas principales de ingreso al distrito, por lo que se constituye en un zona donde se concentran edificios comerciales (supermercado y centros comerciales y de oficinas de servicios profesionales. A medida que nos alejamos de dicha avenida, nos encontramos con una zona residencial donde predominan los predios unifamiliares de dos niveles de mampostería en buen estado de conservación como se observa en la Figura 17 y Figura 18. La topografía de la zona presenta una ligera pendiente casi imperceptible; todas las vías internas están pavimentadas y se encuentran bien conservadas.



Figura 17. Viviendas predominantes de 2 pisos



Figura 18. Viviendas predominantes de 2 pisos

SECTOR 05

Para el estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó una muestra representativa de 23 manzanas que representa la condición actual del sector. Este sector se encuentra ubicado entre las avenidas Jamaica, Túpac Amaru, Micaela Bastidas y Av. Universitaria.

El sector 05 se caracteriza por un área que se encuentra urbanizándose, donde las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada de 2 y 3 niveles en regular estado de conservación (ver Figura 19 y Figura 20), ambas viviendas de 2 y 3 niveles van en paralelo en el sector.



Figura 19. Vivienda de albañilería confinada de 2 niveles



Figura 20. Vivienda de albañilería confinada de 3 niveles

SECTOR 06

El Sector 06 está limitado por las avenidas Universitaria, Víctor Andrés Belaúnde, Túpac Amaru y Micaela Bastidas. Se tomó una muestra representativa de 27 manzanas para conocer el estado de conservación de las edificaciones que se encuentran en esta zona. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas unifamiliares de albañilería confinada de 2 niveles como se muestra en la Figura 21. A lo largo de la Av. Túpac Amaru se

encuentra una zona comercial y las viviendas cercanas a dicha zona utilizan el primer piso como locales comerciales.

Durante la inspección de campo se pudo observar que el material predominante utilizado para la construcción de las viviendas es el ladrillo sólido elaborado artesanalmente. En este sector, las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación y se observó la presencia de humedad en la base en muchas de las viviendas en las manzanas evaluadas.



Figura 21. Tipos de Edificaciones en el Sector 06

SECTOR 07

Se encuentra ubicado en la parte central del distrito, delimitado por el Jr. José Olaya al Noreste, Túpac Amaru y Carabayllo por el Sureste, Guillermo de la Fuente por el Suroeste y Universitaria por el Noroeste. El número total de manzanas es 93, habiéndose seleccionado 30 de ellas para el estudio de vulnerabilidad sísmica. Este sector es principalmente residencial.

En promedio, son de 2 niveles (ver Figura 22). Se ha podido observar casas de albañilería donde se han empleado ladrillo pandereta para los muros estructurales (ver Figura 23). El sistema estructural que prima es la mampostería confinada con diafragmas rígidos. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento y tampoco humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 22. Vivienda de albañilería confinada con techo de losa aligerada en buen estado de conservación



Figura 23. Vivienda de mampostería confinada y con muros de ladrillo pandereta



SECTOR 08

El Sector 08 está limitado por las avenidas Sangarará, Los Chasquis, Micaela Bastidas, y Universitaria. Este sector cuenta con un total de 58 manzanas de las cuales 21 fueron evaluadas.

Este sector es una zona residencial que consta en su mayoría de viviendas donde las edificaciones representativas son como las mostradas en la Figura 24 y Figura 25 para uno y dos pisos respectivamente. Existen algunas edificaciones de uso comercial como la mostrada en la Figura 26 donde se tiene el uso de vivienda y comercio. La mayoría de viviendas evaluadas son de 2 pisos; sin embargo en las zonas aledañas a las vías principales, algunas viviendas pueden llegar a tener de 3 hasta 4 pisos. Así mismo se pudo observar la existencia de áreas verdes y parques en este sector.

Las viviendas en este sector tienen un estado regular de conservación en la mayoría de casos habiendo, sin embargo, viviendas con una precaria condición de construcción y mantenimiento usando incluso materiales como cañas y plásticos (Ver Figura 27). La mayoría de edificaciones son de albañilería confinada y hechas con ladrillo de arcilla, mayormente artesanal. Aunque en algunas zonas residenciales se puede apreciar que han utilizado ladrillo industrial en su construcción. En algunos casos se han encontrado la combinación de distintos tipos de unidades de ladrillos, combinando por ejemplo unidades de arcilla solidas con unidades huecas. Muchas edificaciones usan unidades de ladrillos del tipo pandereta los cuales no son recomendados para resistir sismos. Generalmente el primer nivel está construido con ladrillo sólido; mientras que los niveles superiores están contruidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad. El sistema de techos es en su mayoría losa aligerada con ladrillos de arcilla, sin embargo existen algunas viviendas que usan cobertura ligera. En las edificaciones con uso comercial se aprecia que ocupan un área considerable y por lo general tienen más de 2 pisos, pero construidas sin intervención técnica.



Figura 24: Vivienda típica de 1 piso.



Figura 25: Vivienda típica de 2 piso



Figura 26: Vista de vivienda con uso comercial típico en el sector.



Figura 27: Vista de una vivienda con material precario.

SECTOR 09

El Sector 09 ubicado en el distrito de Comas está delimitado por: Av. Micaela Bastidas, Jr. Manuel Gonzáles Prada, Av. Los Ángeles y Av. Universitaria. Para la evaluación del Sector 09 se tomó 18 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Bueno y Regular.

Las edificaciones representativas del Sector 09 se muestran en la Figura 28, una vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido en buen estado y Figura 29, una vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido en regular estado.



Figura 28. Vivienda de mampostería confinada en buen estado.



Figura 29. Vivienda de mampostería confinada en regular estado.

El Sector 09 se caracteriza por ser de uso residencial, el cual cuenta con una zona comercial y de esparcimiento conocida como el “Boulevard de Retablo” (Véase Figura 30 y Figura 31).



Figura 30. Zona Comercial – Metro.



Figura 31. Boulevard de Retablo –Discoteca Kapital.

SECTOR 10

Este sector está limitado por la Av. Collique (noroeste), por la Av. Retablo (noreste), por la Av. Guillermo de la Fuerte (sureste) y por la Av. Francisco Bolognesi (suroeste). La nuestra representativa de este bloque para el presente estudio fue 24 manzanas.

Las edificaciones que fueron encontradas en este bloque son generalmente de albañilería confinada de 2 a 3 pisos con techo de losa aligerada cuyo uso urbano en la mayoría de estas corresponde a viviendas y en algunos casos a vivienda-comercio, un ejemplo de este aspecto se puede observar en Figura 32 y Figura 33. Sin embargo dos puntos resaltan en este bloque, primero la zona comercial ubicada en el cruce de la Av. Universitaria y Av. Guillermo de la Fuerte, esto se puede observar en la Figura 34, el segundo punto resaltante es el complejo comercial Unicachi ubicado en el cruce de la Av. Los Ángeles y Av. Francisco Bolognesi, la Figura 35 muestra la fachada principal de este complejo comercial.

Un aspecto a resaltar en esta zona, es el ordenamiento de las viviendas, presentando calles anchas y en la mayoría libre de obstáculos, sin embargo la presencia de rejas en algunas de estas calles estarían presentando un impedimento para un plan adecuado de evacuación en caso de emergencia.



Figura 32. Viviendas típicas, de 2 a 3 pisos en base a albañilería confinada



Figura 33. Viviendas típicas, de 1 a 3 pisos en base a albañilería confinada



Figura 34. Zona comercial



Figura 35. Complejo comercial Unicachi

SECTOR 11

El Sector 11 está limitado por las avenidas Guillermo de la Fuente, Francisco Bolognesi, México, y Universitaria. Este sector cuenta con un total de 84 manzanas de las cuales 28 fueron evaluadas.

Este sector es una zona en su mayoría de viviendas residenciales; aunque existen varias edificaciones con uso comercial localizadas especialmente en las avenidas México y Universitaria.. La mayoría de viviendas evaluadas son de 2 pisos (ver Figura 37); sin embargo en las zonas existen muchas viviendas con 3 o hasta 4 pisos (ver Figura 36). El comercio se encuentra ubicado en las zonas de las vías principales y son en su mayoría pequeños negocios de venta y servicio. Se encuentran por ejemplo Hostales, Tiendas, Talleres mecánicos y metálicos, etc. Así mismo se pudo observar la existencia de áreas verdes y parques en este sector que guardan concordancia con la zona urbana.

La mayoría de edificaciones son de albañilería confinada y hechas con ladrillo de arcilla, mayormente artesanal. Aunque en algunas zonas residenciales se puede apreciar que han utilizado ladrillo industrial en su construcción. Generalmente el primer nivel está construido con ladrillo sólido; mientras que los niveles superiores están contruidos con ladrillo del tipo pandereta lo que se convierte en un factor de vulnerabilidad. El sistema de techos es en su mayoría losa aligerada con ladrillos de arcilla, sin embargo existen algunas viviendas que usan cobertura ligera. En las edificaciones con uso comercial se aprecia que ocupan un área considerable y por lo general tienen más de 2 pisos, pero construidas sin intervención técnica.



Figura 36. Vivienda típica de albañilería de 3 pisos



Figura 37. Vivienda típica de albañilería de 2 pisos

Las viviendas en este sector tienen un estado regular de conservación en la mayoría de casos, sin embargo existen viviendas con un considerable nivel de deterioro debido al paso del tiempo y humedad (Ver Figura 38 y Figura 39).



Figura 38. Vista del daño en el muro perimetral de una edificación



Figura 39. Vista de una vivienda con alto deterioro en el muro de albañilería

SECTOR 12

El Sector 12 está limitado por las avenidas Guillermo de la Fuente, Carabaylo, México y Universitaria. Se tomó como una muestra representativa de 19 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 02 niveles seguida por 03 niveles (ver Figura 40). Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento y tan poco humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 40. Tipos de Edificaciones en el Sector 12

SECTOR 13

El Sector 13 está limitado por las avenidas Túpac Amaru, México, Carabayllo y Francisco Bolognesi. Se tomó una muestra representativa de 27 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial, en donde las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 02 niveles. Se observó también edificaciones mixtas de vivienda y comercio (ver Figura 41). Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento y tampoco humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales. A lo largo de la Av. Túpac Amaru se ha observado gran actividad comercial, con edificaciones de uso tipo vivienda comercio.



Figura 41. Tipos de Edificaciones en el Sector 13

SECTOR 14

El Sector 14 se encuentra limitado por la Av. México al Norte, Av. Túpac Amaru al Este, Av. El Parral por sur y las avenidas Gerardo Unger y Rosa de América por el Oeste. Para la evaluación se tomó una muestra representativa de 23 manzanas de un total de 62 que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de material noble de dos y tres pisos (Figura 42). Durante la revisión se pudo observar que las edificaciones se encontraban en buen estado de conservación, estas no mostraban indicios de asentamiento ni humedad en su base.



Figura 42. Edificaciones representativas en el sector 14

Este sector también presenta pequeñas zonas comerciales frente a las avenidas México y Túpac Amaru (Figura 43).



Figura 43. Zonas comerciales del sector

SECTOR 15

El Sector 15 se encuentra limitado por la Av. El Parral al Norte y Av. Túpac Amaru al Este. Para la evaluación se tomó una muestra representativa de 22 manzanas de un total de 80 que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de material noble de dos y tres pisos (Figura 44). Durante la revisión se pudo observar que las edificaciones se encontraban en buen estado de conservación, estas no mostraban indicios de asentamiento ni humedad en su base.



Figura 44. Edificaciones representativas en el sector 15



Frente al Colegio Peruano Suizo, en la manzana 15011006800021 están un Hipermercado (Centro Comercial Hiper, ver foto mas abajo) y también el Conjunto Habitacional Alameda de Carabaylo, con edificaciones de mediana altura de albañilería.

Hay algo de comercio local (Av. Metropolitana, Maestro Peruano, Túpac Amaru) y presencia de comercio ambulatorio por la Av. Metropolitana, pero predominantemente residencial. En una manzana interior, 15011006500047 hay concentración de edificios de hostales

SECTOR 16

El Sector 16 ubicado en el distrito de Comas está delimitado por: Av. Sangarara, Av. Los Pinos, Av. Collique y Av. Héroes del Alto Cenepa.

Para la evaluación del Sector 16 se tomó 22 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Bueno.

Las edificaciones representativas del Sector 16 se muestran en la Figura 45 y Figura 46, una vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido en buen estado.



Figura 45. Vivienda de mampostería confinada en buen estado



Figura 46. Vivienda de mampostería confinada en buen estado

El Sector 16 se caracteriza por ser un sector residencial la cual cuenta con varias zonas de áreas verdes (Véase Figura 47 y Figura 48).



Figura 47. Zona residencial y áreas verdes



Figura 48. Zona residencial y áreas verdes

SECTOR 17

Está situado en el extremo Norte del distrito, entre el jirón Felipe Mendizábal por el Noreste, la avenida Universitaria por el Sureste, la calle San Pedro por el Suroeste y la avenida Condorcanqui por el Oeste. Cuenta con un total de 75 manzanas, de las cuales se han seleccionado 24 como muestra representativa de su condición actual.

Este sector es residencial, las viviendas se caracterizan por tener 2 niveles y estar construidas de mampostería confinada con techo de losa aligerada (ver Figura 49). No hay presencia de humedad en la base ni problemas de asentamientos. El estado de conservación es bueno.

La avenida universitaria en una zona comercial, donde hay viviendas comercio., que utilizan el primer piso para el establecimiento del negocio y el segundo, como domicilio (ver Figura 50).

A continuación, se muestran las 2 viviendas más representativas:



Figura 49. Vivienda de albañilería confinada con techo aligerado



Figura 50. Vivienda comercio de mampostería con muros de ladrillo pandereta.



SECTOR 18

El Sector 18 ubicado en el distrito de Comas está delimitado por: Av. Universitaria, Av. Los Incas, Av. Collique y Ca. San Pedro. Para la evaluación del Sector 18 se tomó 23 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Bueno.

Las edificaciones representativas del Sector 18 se muestran en la Figura 51 y Figura 52, una vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido en buen estado.



Figura 51. Vivienda de mampostería confinada en buen estado.



Figura 52. Vivienda de mampostería confinada en buen estado.

El Sector 18 se caracteriza por ser un sector residencial, pero también encontramos algunas viviendas de adobe representativas en algunas manzanas (Véase Figura 53 y Figura 54).



Figura 53. Vivienda de Adobe en mal estado.



Figura 54. Vivienda de Adobe en mal estado.

SECTOR 19

El Sector 19 ubicado en el distrito de Comas está delimitado por: Av. Los Incas, Av. Condorcanqui, Av. Diego Meza y Av. Héroes del Alto Cenepa. Para la evaluación del Sector 19 se tomó 21 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones son de 01 y 02 pisos. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido. El estado de conservación predominante de las edificaciones evaluadas es Bueno. Las edificaciones representativas del Sector 19 se muestran en la Figura 55 y Figura 56, una vivienda de 01 y 02 pisos respectivamente, de mampostería confinada con diafragma rígido en buen estado.



Figura 55. Vivienda de mampostería confinada en buen estado.



Figura 56. Vivienda de mampostería confinada en buen estado.

El Sector 19 se caracteriza por ser un sector residencial, pero también encontramos algunas viviendas de adobe representativas en algunas manzanas (Véase Figura 57 y Figura 58).



Figura 57. Vivienda de Abobe en mal estado.



Figura 58. Vivienda de Abobe en mal estado.



SECTOR 20

El Sector 20 se encuentra delimitado por el Norte con la Av. San Martín, por Oeste la Av. Túpac Amaru, por el Sur la Calle Indoamérica y al Este por Los Cerros. El sector se ubica en la zona Sur del distrito. La muestra seleccionada para el estudio de la vulnerabilidad sísmica fue 11 manzanas.

En general este sector corresponde a una zona residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 pisos de mampostería confinada y cobertura de aligerado (Ver Figura 59). Se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No hubo la presencia de asentamientos, ni fisuras en los elementos estructurales pero se encontró humedad en la base de la mayoría de viviendas. Además se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente y el uso de ladrillos sólidos.



Figura 59. Vivienda típica del sector.



Figura 60. Topografía con pendientes pronunciadas.

Una característica del sector es que presenta una topografía de pendientes pronunciadas, donde el crecimiento poblacional se extiende a las laderas de los cerros tal como se aprecia en la Figura 60. En este sector se encuentran un gran número de viviendas en las 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. Debe destacarse que en su gran mayoría las viviendas son de albañilería artesanal y de madera en estado de conservación entre regular y malo.

SECTOR 21

El sector 21 se encuentra delimitado por la Av. Túpac Amaru, Av. Arequipa, Av. Nicolás de Piérola y Av. San Martín.

Se tomo para la evaluación 17 manzanas para el estudio de vulnerabilidad sísmica. Este sector es principalmente residencial. En promedio las edificaciones son de 2 niveles (ver Figura 61 y Figura 62). El sistema estructural principalmente es la mampostería confinada con diafragmas rígidos y diafragmas flexibles con cobertura de calamina. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento y tampoco humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 61. Vivienda de albañilería confinada con techos de calamina



Figura 62. Vivienda de mampostería confinada con techo de losa aligerada.

SECTOR 22

El sector 22 Se encuentra ubicado en la parte central del distrito, delimitado por el Jr. Jhon Kennedy , Jr. Nicolás de Piérola. Se tomo para la evaluación 27 manzanas para el estudio de vulnerabilidad sísmica.

Este sector es principalmente residencial. En promedio, son de 2 niveles (ver Figura 63 y Figura 64). El sistema estructural es principalmente mampostería confinada con diafragma flexible y diafragma rígido con cobertura de calamina. Durante la inspección se pudo observar que las el 65% de las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación y 35% en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento y tampoco humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 63. Viviendas de mampostería confinada con techos de calamina



Figura 64. Viviendas de mampostería confinada con techo de losa aligerada

Además, se encontraron viviendas ubicadas en los cerros que rodean el sector. Estas viviendas fueron construidas en su mayoría en mampostería, sobretodo en las partes bajas del cerro, y en menor cantidad viviendas de madera en la parte alta de los cerros como se aprecia en la Figura 65. El estado de estas viviendas es regular y se observa informalidad en su construcción.



Figura 65. Viviendas ubicadas en los cerros

SECTOR 23

El sector 23 se encuentra ubicado en la parte norte del distrito y se encuentra limitado por las avenidas Túpac Amaru, Arequipa, Miraflores y Jr. Nicolás de Piérola. Se tomó para la evaluación 9 manzanas para el estudio de vulnerabilidad sísmica.

Este sector es principalmente residencial. En promedio, las viviendas son de 2 niveles (ver Figura 66). El sistema estructural es principalmente mampostería confinada y losa aligerada como diafragma rígido. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones en general se encuentran en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento, sin embargo se aprecia la presencia de humedad en la base de las viviendas. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 66. Viviendas típicas del sector 23

SECTOR 24

El Sector 24 se encuentra limitado por el Norte por la Av. Víctor Andrés Belaunde (Este), en la parte Oeste por la Av. Túpac Amaru, por el Sur la Av. Miraflores y al Este por Los Cerros. El sector se ubica en el Centro-Sur del distrito. La muestra seleccionada para el estudio de la vulnerabilidad sísmica fue 35 manzanas de un total de 165 manzanas.

En general este sector corresponde a una zona residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 niveles de mampostería confinada y techos de cobertura ligera tal como se muestra en la Figura 67. Se pudo observar que la mayoría de edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. No hubo la presencia de asentamientos, ni fisuras en los elementos estructurales pero se encontró presencia de humedad en la base. En la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente y el uso de ladrillos sólidos (Ver Figura 68).



Figura 67. Viviendas típicas del sector.



Figura 68. Vivienda típica.

Una característica del sector es que presenta una topografía con pendientes pronunciadas y bastante humedad en el suelo (Ver Figura 69).



Figura 69. Pendientes pronunciadas.

SECTOR 25

Se ubica en la parte Centro del distrito y está limitado en la parte Norte por la Av. José Pardo y la Cal. López Albújar, en el Este por la Cal. 8 de Enero, en la parte Sur por la Av. Víctor Andrés Belaúnde y por el Oeste por la Av. Túpac Amaru. Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en el sector se tomó una muestra representativa de 16 manzanas de un total de 48.

Este Sector corresponde a una zona residencial donde la mayoría de edificaciones son viviendas de 2 niveles de mampostería confinada donde predomina el uso de ladrillos del tipo artesanal sólido y techos de cobertura ligera (Ver Figura 70). Una característica de este sector es que en la Av. Túpac Amaru hay presencia de viviendas - comercio (Ver Figura 71).



Figura 70. Viviendas típicas del sector



Figura 71. Viviendas Comercio en la Av. Túpac Amaru

En la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No se apreciaron asentamientos ni fisuras, pero si la presencia de humedad en la base de las edificaciones.

SECTOR 26

El Sector 26 se encuentra en la parte Centro del Distrito y está limitado por el Norte por la Av. José Pardo, en la parte Oeste por la Cal. 8 de Enero, por el Sur la Av. Víctor Andrés Belaunde (ESTE) y al Este por la Cal. 27 de Noviembre. Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica se selecciono una muestra de 22 manzanas de un total de 68 manzanas.

En general este sector corresponde a una zona Residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 niveles de mampostería confinada y techos de Cobertura Liger (Ver Figura 72). Una característica del sector es que presenta una topografía con pendientes pronunciadas y bastante humedad en el suelo.



Figura 72: Vivienda típica.



Figura 73: Uso de ladrillo artesanal y humedad en la base.

Se observo que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No se presencio asentamientos, ni fisuras en los elementos estructurales pero se encontró en todo el sector



viviendas con humedad en su base. En la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente (Ver Figura 73).

SECTOR 27

El Sector 27 se encuentra en la parte Sur-Este del Distrito y está limitado por el Norte por la Av. Víctor Andrés Belaúnde (ESTE), en la parte Oeste por la Cal. Larco Herrera, por el Sur y el Este los Cerros. Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica se selecciono una muestra de 16 manzanas.

En general este sector corresponde a una zona residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 niveles de mampostería confinada y techos de cobertura ligera (Ver Figura 74). Una característica del sector es que presenta una topografía con pendientes pronunciadas y bastante humedad en el suelo.



Figura 74. Vivienda típica del sector.



Figura 75. Uso de ladrillo artesanal y humedad en la base.

Se observo que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No se presencio fisuras en los elementos estructurales, ni asentamientos pero se encontró en todo el sector viviendas con humedad en su base y en la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente (Ver Figura 75).

SECTOR 28

El Sector 28 se encuentra en la parte Centro del Distrito y está limitado por el Sur la Av. Víctor Andrés Belaúnde (ESTE), al Oeste por la Cal. 27 de Noviembre, por el Norte y Este por los cerros. Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica se selecciono una muestra representativa de 10 manzanas.

Este sector corresponde a una zona residencial, donde en la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 pisos de mampostería confinada y techos de cobertura ligera (Ver Figura 76). Una característica del sector es que presenta una topografía con pendientes muy pronunciadas y bastante humedad en el suelo.



Figura 76. Vivienda típica del sector.



Figura 77. Uso de ladrillo artesanal y humedad en la base.

Se observó que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No se presenció asentamientos ni fisuras en los elementos estructurales pero se encontró en todo el sector viviendas con humedad en su base y en la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente (Ver Figura 77).

SECTOR 29

El Sector 29 está delimitado por las avenidas Héroes del Alto Cenepa por el Norte, Francisco Bolognesi por el Este, San Bernardo por el Sur, y Alfredo Mendiola (Carretera Panamericana Norte) por el Oeste. Se seleccionaron 22 manzanas como muestra representativa de su condición actual.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial, siendo las edificaciones más representativas las viviendas de albañilería confinada de 2, seguidas por lo de 3 niveles (Ver Figura 78) sin indicios de asentamiento ni de humedad en la base. Además, no se presentan fisuras en los elementos estructurales.

En efecto, se puede afirmar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación y que el sistema estructural predominante es la Mampostería Confinada con Diafragma Rígido.



Figura 78. Tipos de Edificaciones en el Sector 29



SECTOR 30

Se localiza al Norte del distrito de Comas. El sector limita con la avenida Héroes del alto Cenepa por el Sureste, por el Noroeste con el río Chillón, con la avenida Alfredo Mendiola (Panamericana Norte) por el Suroeste, y con la avenida Los Rosales por el Noroeste. El sector 30 cuenta con un aproximado de 150 manzanas, de la cuales se han tomado en cuenta 28 como representativas.

Este sector se caracteriza por ser zona residencial en su mayor área que tiene viviendas de 2 pisos. El sistema estructural predominante es de mampostería con amarre en soga y confinadas por columnas y vigas (ver Figura 79). Se ha observado también que algunas edificaciones presentan muros portantes con unidades de arcilla tubulares (ladrillo pandereta), que no cumple con los requisitos mínimos de la norma técnica E.070 (ver Figura 80). El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor.



Figura 79. Vivienda representativa del Sector 30



Figura 80. Vivienda con ladrillo pandereta en el segundo piso

Se presentan tres tipos de uso predominantes de las edificaciones. Los lotes de uso Industrial (tipo I, según la codificación establecida en la plantilla de encuesta) ver Figura 81, los lotes que se ubican a los extremos del Sector 30 corresponden a manzanas pequeñas cuyo uso son Vivienda (tipo V) y Vivienda y Comercio (tipo Y) ubicadas en las avenidas principales.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, sin indicios de asentamiento, sin humedad en su cimentación, ni fisuras visibles en los elementos estructurales.

Las manzanas que están ubicadas en la zona céntrica del sector son de uso agrícola y con grandes dimensiones con presencia de algunas viviendas (ver Figura 82).



Figura 81. Lotes de uso Industrial



Figura 82. Lotes de uso Agrícola

SECTOR 31

El Sector 31 se encuentra ubicado en la parte central del distrito, está delimitado por la Calle Baltazar Grados por el Norte, por la Av. Túpac Amaru por el Oeste, por la Av. José Pardo por el Sur. La muestra escogida para el estudio de la vulnerabilidad sísmica fue 8 manzanas.

En general este sector corresponde a una zona residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 pisos de mampostería confinada y techos de Losa Aligerada. Se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No hubo indicios de asentamientos, ni se encontraron fisuras en los elementos estructurales pero si hubo viviendas con humedad en la base. En la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades sólidas de albañilería elaborados artesanalmente. (Ver Figura 83).



Figura 83. Vivienda típica del sector.



Figura 84. Topografía de pendientes pronunciadas.

Este sector cuenta con una topografía de pendientes pronunciadas donde el crecimiento poblacional se extiende a las laderas de los cerros tal como se aprecia en la Figura 84. Las viviendas en esta zona son de mampostería artesanal en mal estado de conservación, sobre todo por la mala calidad del proceso constructivo y la presencia de cimentaciones superficiales que no garantizan una estabilidad de estas viviendas.



SECTOR 32

El Sector 32 se encuentra delimitado por el Norte con la Av. Francisco Bolognesi, por Oeste la Av. Túpac Amaru, por el Sur la Av. Andrés Avelino Cáceres y al Este por Los Cerros. El sector se ubica en la zona Norte del distrito. La muestra seleccionada para el estudio de la vulnerabilidad sísmica fue 27 manzanas.

En general este sector corresponde a una zona residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 pisos de mampostería confinada y techos de cobertura ligera (Ver Figura 85). Se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No hubo la presencia de asentamientos, ni fisuras en los elementos estructurales pero se encontró humedad en la base de la mayoría de viviendas. Además se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente y el uso de ladrillos sólidos.



Figura 85. Vivienda típica del sector.



Figura 86. Topografía con pendientes pronunciadas.

Una característica del sector es que presenta una topografía de pendientes pronunciadas, donde el crecimiento poblacional se extiende a las laderas de los cerros observándose una mayor cantidad de construcciones informales en madrea tal como se aprecia en la Figura 86 En esta figura puede observarse viviendas sobre el corte de la ladera inclinada, con una amenaza latente, debido al uso de cimentaciones poco competentes.

SECTOR 33

Con el fin de realizar el estudio de riesgo sísmico en el sector 33, de este se tomaron como una muestra representativa 20 manzanas las cuales nos mostraran la situación actual de las edificaciones en esta parte de Comas.

Este conjunto de lotes fue acotado de la siguiente manera: por el norte con la avenida Alfonso Ugarte y su prolongación (pasaje Pedro Ruiz Gallo) por el oeste con la avenida Túpac Amaru y por el sur con la avenida Francisco Bolognesi mientras que por el este no hay avenida que los limiten -algunas viviendas se encuentran encima de los cerros. (Ver Figura 87)

Las viviendas ubicadas en este sector, no presentan humedad, ni asentamiento en la base. En su mayoría las construcciones de este sector son viviendas de 2 niveles con cobertura ligera, no



muestran agrietamientos (salvo escasas excepciones) y son de albañilería confinada –con mayor presencia de ladrillo industrial hueco. (Ver Figura 88).



Figura 87. Vista panorámica de viviendas en los cerros



Figura 88. Vista de una vivienda de albañilería confinada de 2 niveles

SECTOR 34

El Sector 34 se encuentra ubicado en la parte norte de Comas, este sector está limitado por el Norte con la Av. Revolución, por el Este con la Av. Julio Cesar Tello y el Jr. Cañete, por el Sur con el psj. Pedro Ruiz Gallo, el psj. Gonzáles Prada y la Av. Alfonso Ugarte. Asimismo, el sector está delimitado por el Oeste con la Av. Túpac Amaru, que es una de las avenidas principales del distrito de Comas. El sector cuenta con un aproximado de 92 manzanas de las cuales se han tomado en estudio 17 manzanas.

Este sector se caracteriza por ser zona residencial en su mayor área que tiene viviendas de 2 pisos. El material de construcción predominante es albañilería. El sistema estructural más usado es de mampostería confinada con unidades de albañilería en aparejo de soga y confinadas por medio de columnas y vigas (ver Figura 89). El sistema de techo predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor para los entresijos.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones, en su mayoría, se encuentran en un estado de conservación ni bueno, ni malo, más bien regular, sin indicios de asentamiento, ni fisuras visibles en los elementos estructurales, pero, si presentan humedad en su cimentación (ver Figura 90).



Figura 89. Lote de mampostería confinada con unidades de albañilería amarradas en sogas y confinadas por medio de columnas y vigas.



Figura 90. Lote representativo en regular estado de conservación con humedad en la cimentación.

Los lotes pertenecientes a este son de uso vivienda, sin embargo los lotes frente a la Av. Revolución son de uso vivienda-comercio (ver Figura 91); muchas de las edificaciones de más de un nivel cuentan con muros de ladrillos tubulares en su sistema estructural a partir del segundo piso; de la inspección realizada en campo se pudo observar que algunas de estas edificaciones han sido erigidas de manera informal (ver Figura 92).



Figura 91. Lotes de uso vivienda y vivienda-comercio.



Figura 92. Construcción informal de albañilería, con muros de ladrillos tubulares en su sistema estructural a partir del segundo piso.

En la visita al Sector 34 se observó que este sector cuenta con una topografía de pendiente moderada en la parte más cercana a la av. Revolución, mientras que las zonas más alejadas a esta avenida presentan grandes pendientes debido a la presencia de un cerro (ver Figura 93). Además se pudo apreciar que aproximadamente el 40% de los lotes encontrados se encuentran ubicados en las partes altas de este sector (ver Figura 94). En este sector también se encuentran viviendas ubicadas en las laderas o pendientes con una vulnerabilidad de media alta debido a las condiciones topográficas y constructivas.



Figura 93. La topografía del Sector 34 cuenta con una pendiente moderada en su mayor área.



Figura 94. El 40% de los lotes del Sector 34 ubicados en las zonas altas.

SECTOR 35

En este sector se tomo como muestra representativa 14 manzanas que nos muestran la condición actual del sector.

En el sector 35 se puede observar que la mayoría de viviendas pertenecen a familias de escasos recursos económicos, también se nota que en algunas calles no hay pavimentación. La presencia de humedad en la base de las viviendas hace que la situación de estas sea más desfavorable (ver Figura 95).

La mayoría de viviendas son de 2 pisos y se encuentran entre bien y regular su estado de conservación (ver Figura 96).



Figura 95. Vista de una vivienda con humedad en la base



Figura 96. Viviendas de 2 pisos

SECTOR 36

Se localiza en la parte central al lado Este del distrito de Comas. El sector limita con el Jr. Cañete por el noroeste, por el Suroeste y Noreste es colindante con los cerros, y por el Sureste limita con los cerros cercanos al distrito de San Juan de Lurigancho. El sector 36 cuenta con un aproximadamente con más de 60 manzanas, de la cuales se han tomado en cuenta 16 como representativas.



Este sector se caracteriza por ser zona residencial en su mayor área que tiene viviendas de 2 pisos. El sistema estructural predominante es de mampostería con amarre en soga y confinadas por columnas y vigas (ver Figura 97). Se ha observado también que algunas edificaciones presentan muros portantes con unidades de arcilla tubulares (ladrillo pandereta), que no cumple con los requisitos mínimos de la norma técnica E.070 (ver Figura 98). El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor.



Figura 97: Vivienda representativa del Sector 36



Figura 98: Vivienda con ladrillo pandereta en el segundo piso.

Los lotes que colindan con las zonas cercanas a los cerros al Sector 36, corresponden a manzanas pequeñas cuyo uso principal son de vivienda (ver Figura 99). En este sector en las faldas de los cerros se ubican viviendas en un estado de conservación de regular a malo, adicionalmente, en aquellos sectores donde se incrementa la pendiente, este tipo de viviendas representan un mayor riesgo y alta vulnerabilidad.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación, sin indicios de asentamiento, con humedad en su cimentación, pero sin fisuras visibles en los elementos estructurales.



Figura 99: Manzanas alledañas a las laderas



SECTOR 37

El sector 37 se compone de un conjunto de manzanas de las cuales escogeremos 15 que representaran la condición actual del sector. El mencionado sector es cercado por la avenida Revolución por el norte, la avenida Julio Cesar Tello por el oeste y la prolongación de la calle 9 de Octubre por el este (Ver Figura 100).

Las viviendas ubicadas en este sector, en su mayoría, muestran humedad en la base pero carecen de asentamiento en la misma. Además existen más construcciones de 1 y 2 pisos de mampostería con cobertura ligera en buen y regular estado de conservación (Ver Figura 101).



Figura 100. Vista de una vivienda de albañilería confinada de 2 niveles



Figura 101. Vista de la presencia de humedad en la base

SECTOR 38

Para el estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó como una muestra representativa de 15 manzanas que muestran la condición actual del sector. Su perímetro está formado por el Jirón Daniel Alcides Sánchez Carrión, Jirón Pedro Ruíz Gallo y la Avenida Revolución.

El sector 38 se caracteriza por un área que se encuentra por ciertas partes más urbanizado que otros acompañados con el cambio de pendiente según nos acercamos a los cerros. Las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada – la unidad de albañilería predominante es la industrial hueca- de 1 y 2 niveles en regular estado de conservación (ver Figura 102).

Como en sectores aledaños la topografía, cuando nos acercamos a los cerros es accidentada y hay falta de pavimentación en algunas zonas.



Figura 102. Vivienda de albañilería confinada de 1 y 2 niveles

SECTOR 39

Para el estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó como una muestra representativa de 19 manzanas de un total de 125, que representa la condición actual del sector. Su perímetro está formado por el Jirón Pedro Ruiz Gallo, Huayna Cápac y el Pasaje Julio C. Tello.

El sector 39 se caracteriza por un área que se encuentra urbanizándose, donde las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada – la unidad de albañilería predominante es la artesanal sólida- de 2 niveles en regular estado de conservación (ver Figura 103).

La topografía del sector es accidentada, aumentando la pendiente conforme nos acercamos a los cerros donde existe gran cantidad de lotes (ver Figura 104). También se pudo observar que la gran mayoría de las calles no están pavimentadas, lo cual dificulta el tránsito por el sector. Al igual que los sectores anteriores las edificaciones ubicadas en las zonas de pendiente alta, presentan un alto riesgo debido a las condiciones topográficas, así como la baja calidad de sus materiales y el proceso constructivo.



Figura 103. Vivienda de albañilería confinada de 2 niveles



Figura 104. Topografía accidentada



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

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.

Formas de Evaluación

Su evaluación puede realizarse básicamente usando dos criterios: método determinística y método por criterio.

Método Determinístico

El método determinístico se basa en un estudio detallado de la estructura. Este 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 competentes, para producir un diagnóstico de la respuesta sísmica y encontrar si la edificación resistirá las fuerzas y desplazamientos inducidos por el terremoto.

Método por Criterio

El método por criterio se basa o método empírico están basados, en simplificaciones dadas por la experiencia y desarrolladas por expertos con la finalidad de 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, con el fin de dar un diagnóstico de su estado luego del evento.

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 Anexo 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 ciudad. Seguidamente se utiliza la metodología de índices β_i , que considera que la respuesta sísmica de una estructura se encuentra en base al producto de los índices β_i por el desplazamiento espectral (S_d) para el periodo predominante de la estructura entre la altura del edificio (H), dando una aproximación de la distorsión del entrepiso:

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



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

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

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

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

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

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

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

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

El periodo que sirve de base en el diagnóstico, es dependiente de la tipología estructural y del número de pisos, que produce una diagnosis del desplazamiento y distorsiones de cada piso. De esta manera se estiman las distorsiones de entrepiso que diagnostican el estado de la edificación basado en los límites de distorsión máxima de la norma de diseño sismorresistente NTE-030-RNE y ajustada en base la base de datos de experimentación muros, paneles y módulos a escala natural ensayados en CISMID a lo largo de sus 23 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 con el sistema GIS para producir los resultados esperados en los productos.

A continuación presentamos 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 85% de su valor), además de implicar peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes. Por ejemplo:

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

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:

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

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

Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:

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

- Edificaciones de ladrillo con columnas de concreto armado, o acero, diseñadas de acuerdo a normas de diseño sísmico, con materiales de buena calidad, buena mano de obra, e inspección rigurosa.
- 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 105 se representa la vulnerabilidad de las edificaciones evaluadas, considerando los criterios antes expuestos, para los niveles identificados.

Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas

- a) **Lotes:** Se evaluaron la totalidad de los lotes de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 90.5% de los lotes.

- b) **Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 90.5% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1 piso (14%), 2 pisos (76)% y 3 pisos (10%). De acuerdo a lo observado en varios casos, las construcciones son realizadas con intervención de maestros de obra y personal obrero, sin tener la asesoría técnica de un profesional de la especialidad. Asimismo, aproximadamente el 71% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 3% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- c) **Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 71% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado, y el 15%, 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 47.5% es aceptable y bueno. Un 50.1% de las viviendas muestran un estado de conservación regular y otro 2.4% 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.

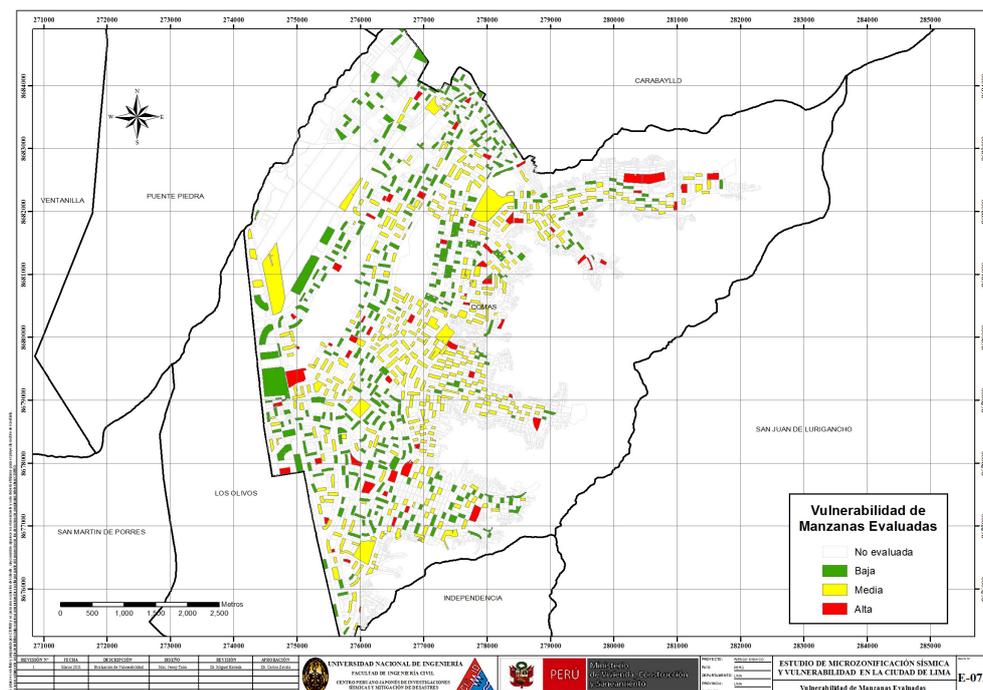


Figura 105: Mapa de vulnerabilidad de viviendas



EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES

Para la evaluación de las edificaciones esenciales se consideró la edificación típica que formaba parte del complejo sea Colegio, Hospital, posta medica, comisaría, etc. de manera que fue tratada como una edificación sobre la cual deseamos conocer aproximadamente su respuesta sísmica. Bajo esta premisa, se encontró su demanda para las condiciones del estudio, de acuerdo a la demanda dada en el estudio de microzonificación geotécnica sísmica del distrito.

SECTOR 01

En cuanto a edificaciones esenciales del Sector 01, se encontraron las siguientes edificaciones:

Centros Educativos:

- Colegio Franciscano Santa María de Jesús, consiste en una edificación con pórticos de 3 pisos de concreto armado, con vanos rigidizados con mampostería y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 106.



Figura 106. Colegio Santa María de Jesús

Centro de Salud

- Policlínico San Felipe, consiste en una edificación aporricada de 4 pisos de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 107.



Figura 107. Policlínico San Felipe

SECTOR 02

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 108).
- 01 Centro Educativo de 04 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 109).
- 01 Centro Educativo de 03 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 110).
- 01 Casa Hogar 02 pisos de concreto armado y mampostería en regular estado. (Véase Figura 111).
- 01 Institución Educativa Republica de Francia de Francia 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 112).
- 01 Centro Médico de 02 pisos de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 113).
- 01 Iglesia de 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado (Véase Figura 114).



Figura 108. I.E. N° 2055 Primero de Abril - SJB



Figura 109. C.E.P. Anton Makarenko



Figura 110. Centro Educativo Emblemática San Juan Bautista



Figura 111. Casa Hogar Santa Maria Del Camino



Figura 112. I.E. N° 8157 Republica de Francia



Figura 113. Puesto de Salud San Carlos



Figura 114. Iglesia Jesucristo de los Santos de los Últimos Dias

SECTOR 03

Por otro lado, existen edificaciones importantes y esenciales, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Centros Educativos (03):

- Colegio Ernest Rutherford, consiste en una estructura de concreto armado con muros rigidizados y de estado regular (Ver Figura 115).
- Colegio C.E.P. "Liceo Santo Domingo" (Figura 116), Secundaria y Primaria (Figura 117), ambas son de concreto armado con muros rigidizados y de estado regular.
- Colegio "Isaac Newton" se pudo observar la modificación de una vivienda para el uso de colegio en el primer piso (Ver Figura 118).
- Colegio Recalde del Pinar, tiene una estructura de mampostería confinada de 2 niveles con un nivel regular de conservación. (Ver Figura 119).



Figura 115. Colegio Ernest Rutherford



Figura 116. Colegio Liceo Santo Domingo



Figura 117. Colegio Liceo Santo Domingo
(Primaria)



Figura 118. Colegio Isaac Newton

Centro de Salud:

- "Laura Rodríguez", esta edificación tiene un sistema estructural de perfiles de acero con cobertura ligera de 01 nivel (Ver Figura 120).



Figura 119. Colegio Recalde del Pinar



Figura 120. Centro de Salud Laura Rodríguez



SECTOR 04

Dentro de los edificios importantes tenemos un mercado de un solo nivel, así como un estadio con cerco perimétrico inconcluso, 01 centro de reuniones evangélicas.

Las edificaciones esenciales son 07, 04 centros educativos de nivel primario y secundario de 03 pisos en buen estado de conservación como se aprecia en la Figura 121, cuyo sistema sismorresistente está basado en pórticos de concreto armado. Además de 01 centro educativo de 02 pisos y 02 centros educativos de 01 piso, como se aprecia en la Figura 122.



Figura 121. C.E.P. de tres niveles.



Figura 122. Centro Educativo estatal.

SECTOR 05

En el sector 05, existen edificaciones importantes y esenciales, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Centros Educativos (03):

- Colegio I.E.P. Edmundo de Amicis (Primer Grado e Inicial) (Ver Figura 123) y Colegio I.E.P. Edmundo de Amicis (Segundo Grado) (Figura 124) ambos colegios son notorios que estas edificaciones fueron construidos para uso vivienda y ahora son usados como colegios.
- Colegio I.E N° 2022 Sinchi Roca (Figura 125) es un colegio nacional de una estructura aporticada de 2 niveles. Por otro lado encontramos otro colegio I.E.P. San Ignacio de Recalde que fue modificado de uso vivienda a colegio, las estructuras que cambian de uso crean limitaciones para un buen comportamiento de la estructura. (Ver Figura 126).



Figura 123. Colegio I.E.P. Edmundo de Amicis



Figura 124. Colegio I.E.P. Edmundo de Amicis
(Secundaria)



Figura 125. Colegio I.E. N° 2022 Sinchi Roca



Figura 126. Colegio I.E.P. San Ignacio de
Recalde

Centro de Salud (02):

- “Clínica Santa Rosa”, esta edificación tiene un sistema estructural de pórticos rellenos con mampostería de 02 nivel con poca rigidez en la fachada, al mismo tiempo es una estructura irregular por la inclusión de los 2 últimos pisos que fueron después colocados, actualmente son de 4 niveles (Ver Figura 127).
- “Hospital de la Solidaridad-Sinchi Roca”, esta edificación tiene un sistema estructural de pórticos rellenos con mampostería de 01 nivel de regular estado de conservación (Ver Figura 128).



Figura 127. Clínica Santa Rosa



Figura 128. Hospital de la Solidaridad-Sinchi Roca

SECTOR 06

En cuanto a edificaciones esenciales en este sector, se encontraron las siguientes más significativas:

Centros Educativos:

- Colegio Nacional San Agustín, consiste en una edificación de mampostería confinada de 2 pisos en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 129. En algunas columnas se observó el desprendimiento del recubrimiento y exposición del refuerzo.



Figura 129. Colegio Nacional San Agustín

- Colegio Santo Tomás de Aquino, consiste en una edificación aporricada de 4 pisos de concreto armado rigidizado con vanos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 130.



Figura 130. Colegio Santo Tomás de Aquino

SECTOR 07

En el sector 07 se encuestaron algunas edificaciones esenciales que pasamos a describir a continuación:

Centros Educativos:

- I.E.P.M. 3060 Cnel. “Alfonso Ugarte Vernal”, ubicado en el lado Este del sector en la intersección de la Cal. León Pinelo y el Jr. José Olaya. Es una edificación de 2 pisos aporticada de concreto armado con vanos rigidizados con muros de albañilería. No se observan fisuras y se encuentra en buen estado de conservación, tal como lo muestra la Figura 131.
- I.E.P. “King of the Kings”, situado en el Noroeste, en la Av. José de la Torre Ugarte. Consiste en una edificación de 2 niveles de mampostería confinada con techo de losa aligerada. Los muros del piso superior son de ladrillos pandereta (ver Figura 132).



Figura 131. I.E.P.M. 3060
“Cnel. Alfonso Ugarte Vernal”



Figura 132. I.E.P. “King of the Kings”

- Colegio “Pérez de Cuellar”, ubicado en la Av. Belaúnde, en el Norte del sector. Es una edificación de 3 niveles aporticada de concreto armado con vanos rigidizados con muros de mampostería y con techo de losa maciza. No hay presencia de fisuras y su estado de conservación es bueno (ver Figura 133).

Sistemas de abastecimiento de agua

- Tanque elevado, ubicado cerca del Jr. Las Américas (Ver Figura 134).



Figura 133. Colegio "Pérez de Cuellar"



Figura 134. Tanque elevado - SEDAPAL

SECTOR 08

Los Edificios importantes y esenciales en este sector son 3 instituciones educativas (Figura 136, Figura 137, Figura 138) y un Mercado de abastos (ver Figura 135). Además los edificios importantes como colegios comprenden áreas de terreno bastante amplias y consisten de varios bloques de estructuras con un cerco exterior. Así mismo se pudo observar la existencia de áreas verdes y parques en este sector. El mercado consiste en una agrupación de pequeños locales mayormente de cobertura metálica y con un precario estado de conservación.

Un punto de Riesgo lo conforma el Mercado del sector, ya que se encuentran una considerable cantidad de puestos en un área pequeña, lo cual limita las rutas de escape para el numero de personas que usan el mercado (ver Figura 135).



Figura 135: Vista general del mercado "Jesús el Salvador"



Figura 136: Vista del Colegio Privado "Genesis".



Figura 137: Vista general Instituto Educativo
"Franz Tamayo Solares"



Figura 138: Vista del Centro Educativo Particular
"José Carlos Mareategui".

SECTOR 09

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- 01 Centro Educativo de 03 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 139).
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en regular estado. (Véase Figura 140).
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en regular estado. (Véase Figura 141).
- 01 Centro Educativo 03 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 142).
- 01 Antena de comunicaciones. (Véase Figura 143).



Figura 139. CEP HUMTEC.



Figura 140. Colegio 2005.



Figura 141. Centro Educativo Emblemática San Juan Bautista.



Figura 142. IEP San Vicente



Figura 143. Antena de comunicaciones

SECTOR 11

En este sector se encontraron edificaciones importantes y esenciales como, un Mercado, una parroquia, una comisaría, un centro artesanal, un centro médico, una estación eléctrica y un reservorio elevado. Asimismo existe un mercado consiste en una agrupación de pequeños locales mayormente de cobertura metálica y con un mal estado de conservación (ver Figura 144). En la Figura 145 se presenta el Colegio Santa Ursula edificación de tres pisos y en buen estado de conservación pero con exigencias de seguridad que dejan mucho que desear. Asimismo el I.E. Salazar Bondy posee columnas cortas que generan una fuente de vulnerabilidad (ver Figura 147).



Figura 144. Vista general del mercado "Santa Luzmila"



Figura 145. Vista del Colegio Privado "Santa Ursula".



Figura 146. Vista del reservorio elevado del sector



Figura 147. Vista general Instituto Educativo "Augusto Salazar Bondy"

SECTOR 12

En cuanto a edificaciones esenciales e importantes del sector, se encontraron en un buen número sobre las manzanas inspeccionadas, encontrándose las siguientes que representan al sector:

Centro de Salud:

- Clínica Universitaria, consiste en edificaciones de 5 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 148



Figura 148. Clínica Universitaria

Centros Educativos:

- Instituto Superior de Salud Santa Rosa (Enfermería) y Institución Educativa Privada Prisma, están ubicadas en la misma edificación de 4 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 149.
- Cuna Jardín, consiste en edificación de 1 piso de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 150.



Figura 149. Instituto Superior de Salud Santa Rosa, Institución Educativa Privada Prisma



Figura 150. Cuna Jardín

- Institución Educativa Privada Nicolai Lobachewsky (primaria, secundaria), consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 151.
- Corporación Cruz Saco (inicial, primaria, secundaria), consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 152.



Figura 151. Institución Educativa Privada Nicolai Lobachewsky



Figura 152. Corporación Cruz Saco

- Institución Educativa Particular “Santísima Virgen del Rosario”, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 153.
- Institución Educativa Particular “William M. Branham” UGEL 04, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 154.



Figura 153. Institución Educativa Particular “Santísima Virgen del Rosario”



Figura 154. Institución Educativa Particular “William M. Branham”

- “College Vitae”, consiste en edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 155.
- I.E.I.3085 Pedro Vilca Apaza, consiste en edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 156.



Figura 155. "College Vitae"



Figura 156. I.E.I. 3085 Pedro Vilca Apaza

- I.E.I.373, consiste en edificación de 1 piso de mampostería con diafragmas flexibles en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 157.
- I.E.P. Santiago Antunez de Mayolo (inicial, primaria y secundaria), consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Se observó también una antena sobre esta edificación como se muestra en la Figura 158.



Figura 157. I.E.I. 373



Figura 158. I.E.P. Santiago Antunez de Mayolo

- I.E.P. Sagrada Familia S.A.C. (inicial, primaria y secundaria), consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 159.
- Paulo Freire, Instituto de Educación Superior Pedagógico Privado, consiste en edificación de 4 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 160.



Figura 159. I.E.P. Sagrada Familia S.A.C.



Figura 160. Paulo Freire, Instituto de Educación Superior Pedagógico Privado

Centros Religiosos:

- Iglesia Misión Cristo Poder de Gloria, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 161.
- Iglesia “Las Asambleas de Dios”, Templo: Puerta del Cielo, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 162.



Figura 161. Iglesia Misión Cristo Poder de Gloria



Figura 162. Iglesia “Las Asambleas de Dios”, Templo: Puerta del Cielo

Otros:

- OSB. de los comités de vaso de leche Santa Luzmila, local código 13, consiste en edificación de 1 piso de madera con techo con cobertura ligera, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 163.
- Comisaria, consiste en edificación de 1 piso de mampostería, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 164.



Figura 163. OSB. de los comités de vaso de leche, Santa Luzmila”



Figura 164. Comisaría

- Comedor, consiste en edificación de 1 piso de mampostería, en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 165.



Figura 165. Comedor

SECTOR 13

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centro de Salud:

- Policlínico Nuestra Sra. de la Paz, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 166.
- Clínica Medica Zegarra, consiste en edificación de 6 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 167.



Figura 166. Policlínico Nuestra Sra. de la Paz



Figura 167. Clínica Medica Zegarra

Centros Educativos:

- Nido, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 168.
- Institución Educativa Privada “Mi Dulce Niño Jesús”, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 169.



Figura 168. Nido



Figura 169. Institución Educativa Privada “Mi Dulce Niño Jesús”

- I.E.P. 2100 Gral. Juan Velasco Alvarado, consiste en edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 170.
- Colegio Nacional Secundario “José Martí”, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 171.

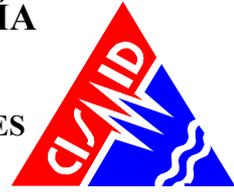


Figura 170. I.E.P. 2100 Gral. Juan Velasco Alvarado



Figura 171. Colegio Nacional Secundario "José Martí"

- I.E.P. "Sigma", consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 172.
- Ntra. Sra. de Fátima UGEL 04 - Huaquillay, consiste en edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería como se muestra en la Figura 173.



Figura 172. I.E.P. "Sigma".



Figura 173. Ntra. Sra. de Fátima

- Colegio Jesús Obrero, consiste en edificación de 3 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 174.
- Colegio Ingeniería, consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 175.



Figura 174. Colegio Jesús Obrero



Figura 175. Colegio Ingeniería

- I.E.I.373, consiste en edificación de 1 piso de mampostería con diafragmas flexibles en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 176.
- CRAEI UGEL 04 Unión Mundial ORT., Unidad Central, Programa de Educación Inicial, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 177.



Figura 176. I.E.P. María del Ángel



Figura 177. CRAEI UGEL 04

- Colegio Presentación de María, consiste en edificación de 3 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 178.
- Colegio Particular Paul Grous, consiste en edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 179.



Figura 178. Colegio Presentación de María



Figura 179. Colegio Particular Paul Grous

- I.E.P. Santa Teresa del Ávila (inicial, primaria), consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 180.
- C.E.B.E. "Los Viñedos" UGEL 04, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 181.



Figura 180. I.E.P. Santa Teresa del Ávila



Figura 181. C.E.B.E. "Los Viñedos" UGEL 04

- I.E.P. Mi Buen Jesús, consiste en edificación de 4 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 182.



Figura 182. I.E.P. Mi Buen Jesús



Otros:

- Asociación de propietarios de la urbanización Huaquillay, consiste en edificación de 3 pisos de mampostería, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 183.
- Comisaria Túpac Amaru, consiste en edificación de 3 pisos de mampostería, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 184.



Figura 183. Asociación de propietarios de la urbanización Huaquillay



Figura 184. Comisaria

- Tanque elevado, ubicado en el parque situado entre las calles La Paz, Bogotá, San Juan y Jr. Argentina como se muestra en la Figura 185.



Figura 185. Tanque elevado

SECTOR 14

En este sector se encontró un número considerable de edificaciones esenciales e importantes que se presentan a continuación:

Centros Educativos:

- I.E. N°8173 "Santa Isolina", edificación de 2 pisos de mampostería confinada con aligerado, en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 186.
- I.E.I. N° 376 "María Montessori", edificación de 1 piso de mampostería y aligerado, se encuentra en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 187.



Figura 186. I.E. N°8173 "Santa Isolina"



Figura 187. I.E.I. N° 376 "María Montessori"

- I.E.P. "Guíame San Martín de Porres", edificación de 4 niveles, con muros confinados de ladrillo sólido industrial hasta el tercer nivel y pandereta en el cuarto, en buen estado de conservación (Figura 188).
- I.E.P. "Santa Patricia", colegio de 1 nivel, de mampostería confinada en buen estado de conservación (Figura 189).



Figura 188. I.E.P. "Guíame San Martín de Porres"



Figura 189. I.E.P. "Santa Patricia"

Centros de Salud:

- Centro de Salud "Carlos Phillips", edificación de dos niveles, el primer nivel es de mampostería confinada, mientras que el segundo es de madera con cobertura flexible (calamina), se encuentra en buen estado de conservación (Figura 190).



Figura 190. Centro de Salud “Carlos Phillips”

Otros:

- Centro Comercial “Mega 80”, presenta un conjunto de galerías metálicas de 1 piso, el techo de este centro comercial es de cobertura ligera, soportada por tijerales metálicos (Figura 191).
- Parques, en todo el sector se observaron se encontraron 5 parques de similares características, como se muestra en la Figura 192.



Figura 191. Centro Comercial “Mega 80”



Figura 192. Parque

SECTOR 15

En este sector se encontró un número considerable de edificaciones esenciales e importantes. En la esquina de las Av. Parral con Túpac Amaru, una gran manzana concentra varios colegios e instituciones públicas: local municipal, Ugel 04, Instituto Superior Tecnológico C. Cueto Fernandini.

También se ha observado gran cantidad de colegios (14 en 80 manzanas), en especial de educación inicial, como se puede apreciar en el listado y fotos más abajo. Varios grandes, pero muchos de ellos en lotes o edificios más apropiados a vivienda o comercio y adaptados al uso A continuación se presentan algunas de las edificaciones esenciales que se encontraron en el sector:

Entidades Educativas:



- I.E. “Estados Unidos”, edificación de 2 pisos de mampostería confinada con aligerado, en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 193.
- C.E. N° 8162 “Urbanización San Eulogio”, edificación de 2 pisos de mampostería y aligerado, se encuentra en buen estado de conservación .Se muestra en la Figura 194.



Figura 193. I.E. “Estados Unidos”



Figura 194. C.E. N° 8162 “Urbanización San Eulogio”

- Colegio Nacional Mixto “Peruano Suizo”, edificación de 2 niveles, con muros confinados de ladrillo solido industrial, en buen estado de conservación (Figura 195).
- I.E.I. N° 861, colegio de 1 nivel, de mampostería confinada con cobertura ligera en buen estado de conservación (Figura 196).



Figura 195. Colegio Nacional Mixto “Peruano Suizo”



Figura 196. I.E.I. N° 861

- I.E.P. “Hans Christian Oersted”, edificación de 3 pisos de mampostería confinada con pórticos de concreto armado, en buen estado de conservación. Se muestra en la Figura 197.
- Instituto Superior Tecnológico Público “Carlos Cueto Fernandini”, edificación de mampostería confinada de 1 nivel, con cobertura ligera como se muestra en la Figura 198.



Figura 197. I.E.P. “Hans Christian Oersted”



Figura 198. I.S.T.P. “Carlos Cueto Fernandini”

- I.E.P. “Las Carmelitas”, Inicial. Edificación de 2 pisos en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 199.
- I.E.P. “Santa María Eufrasia”, Inicial y primaria (Figura 200).



Figura 199. I.E.P. “Las Carmelitas”



Figura 200. I.E.P. “Santa María Eufrasia”

- I.E.P. “Mi Nuevo Mundo” (Inicial), Edificio albañilería 3 pisos en buen estado de conservación (Figura 201)
- CEIP “Días Felices” (Inicial), Dos niveles, el segundo de material liviano como se muestra en la Figura 202, que no es aparente para una escuela que se encuentra en regular estado de conservación .



Figura 201. I.E.P. “Mi Nuevo Mundo”



Figura 202. CEIP “Días Felices”



- Colegio.3082 “Señor de los Milagros”, edificaciones de 2 pisos, también se observan pabellones en construcción como se muestra en la Figura 203, en general se encuentra en buen estado de conservación .
- C.E.P. “Señor de los Milagros de Huaros”, edificación de albañilería de 3 pisos , en buen estado de conservación (Figura 204).



Figura 203. Colegio.3082 “Señor de los Milagros”



Figura 204. C.E.P. “Señor de los Milagros de Huaros”

- I.E.P. “Monserate”. Secundaria. Sede Comas. Edificación de 4 pisos, en buen estado de conservación (Figura 205).
- IEP Dios Supremo. Inicial y Primaria. Edificación de albañilería, 4 pisos, en buen estado de conservación (Figura 206).



Figura 205. I.E.P. “Monserate”. Secundaria, Sede Comas



Figura 206. I.E.P. “Dios Supremo”

- I.E.E. 1148 “Luis Braille”, de Educación Especial, que se encuentra en buen estado de conservación (Figura 207).
- I.E.P. “Johann Heinrich Pestalozzi”, edificio de 3 pisos, albañilería, en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 208.



Figura 207: I.E.E. 1148 "Colegio Luis Braille"



Figura 208: I.E.P. "Johann Heinrich Pestalozzi"

Instituciones Públicas:

- Municipalidad de Comas: Anexo Municipal 01, edificación de dos niveles de mampostería confinada y cobertura ligera en el segundo nivel, con regular estado de conservación (Figura 209).
- Unidad de Gestión Educativa Local N° 4, edificación de 2 pisos de mampostería confinada con aligerado y cobertura ligera en el segundo piso, con regular estado de conservación (Figura 210).



Figura 209. Anexo Municipal 01



Figura 210. Unidad de Gestión Educativa Local N° 4

SECTOR 16

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 211).
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 212).
- 01 Centro Educativo de 01 piso de marcos de perfiles livianos de acero y recubierto con drywal en buen estado. (Véase Figura 213).
- 01 Centro Educativo 03 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 214).
- 01 Centro Educativo 01 piso de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 215).



- 01 Centro Educativo 04 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 216).
- 01 Centro Educativo 03 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 217).
- 01 Centro Educativo 02 pisos de mampostería confinada en regular estado. (Véase Figura 218).



Figura 211. I.E.L. El Amauta



Figura 212. I.E. Generación A1.



Figura 213. I.E. N° 8181 Héroes del Alto Cenepa.



Figura 214. I.E. Luciano Metzinger



Figura 215. I.EI 368 El Pinar.



Figura 216. IEP Henry Menard.



Figura 217. I.E.P. Cruz Saco.



Figura 218. I.E. 3083 Las Ñustas.

SECTOR 17

Asimismo, se presentan las edificaciones esenciales localizadas, que son 6 centros educativos:

- I.E. "N° 891", situada en el extremo Norte del sector, en la intersección de los jirones Río Chicama y La Unión. Consiste en una edificación de 1 nivel de mampostería confinada con cobertura ligera (calamina) y muros sin tarrajear que no presentan fisuras, tal como lo muestra la Figura 219.
- I.E. "San Felipe", ubicado en la zona central del sector en el Jr. Pimentel. Es una edificación de 2 pisos de mampostería confinada con techo de losa aligerada. No se observan fisuras en los muros y se encuentra en buen estado de conservación (ver Figura 220).



Figura 219. I.E. N° 891



Figura 220. I.E. "San Felipe"

- Institución Educativa Inicial 1316 "San Felipe", localizada en la Av. Universitaria, en el extremo Este del sector. Se trata de una edificación de albañilería de 1 piso con techo de losa aligerada tal como se muestra en la Figura 221.
- Colegio "Pitágoras", ubicado en el Psj. Las Musas, al Sureste del sector. Es un edificio de 4 niveles aparcado de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería con techo de losa aligerada. No se observan fisuras ni asentamientos, se encuentra en buen estado de conservación (ver Figura 222).



Figura 221: I.E. 1316 "San Felipe"



Figura 222: Colegio "Pitágoras"

- Colegio Privado "Andrés Bello", ubicado en el Jr. Arequipa, en la parte central de este sector. Es una edificación de 2 niveles de albañilería confinada con techo aligerado. El estado de conservación del colegio es bueno, tal como lo muestra la Figura 223 .
- I.E. "San Carlos", situado en el Suroeste, en el Jr. Santo Tomás. Consiste en una edificación aporricada de concreto de 3 niveles rigidizados con vanos de albañilería. No se presentan fisuras ni existe asentamiento, por lo que se considera en buen estado de conservación (ver Figura 224).



Figura 223: Colegio Privado "Andrés Bello"



Figura 224: I.E. "San Carlos"

SECTOR 18

En el sector 18 se encontraron edificaciones de importancia, así como edificaciones esenciales que fueron evaluadas y presentamos a continuación:

- 01 Centro Educativo de 03 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 225).
- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 226).
- 01 Centro Educativo de 01 piso de mampostería confinada buen estado. (Véase Figura 227).
- 01 Reservoirio elevado de concreto armado en buen estado. (Véase Figura 228).
- 01 Grifo de concreto armado y acero que si bien es cierto posee un buen estado de conservación posee tanques de almacenamiento subterráneo y líneas de conducción que podrían tener problemas en caso de sismo severo si el suelo es flexible. (Véase Figura 229).



Figura 225. I.E.P. Rosario de Fátima



Figura 226. I.E. La Alborada



Figura 227. I.E.I. La Alborada



Figura 228. Reservorio Elevado



Figura 229. Grifo

SECTOR 19

En cuanto a edificaciones importantes y esenciales que se localizan en el Sector 19, se encontraron las siguientes edificaciones representativas para su función:

- 01 Centro Educativo de 01 piso de mampostería confinada en regular estado (Véase Figura 130).



- 01 Centro Educativo de 02 pisos de concreto armado y mampostería en regular estado.(Véase Figura 231).
- 01 Centro Educativo de 03 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado (Véase Figura 232).
- 01 Centro Educativo 01 piso de mampostería confinada con cobertura ligera en regular estado (Véase Figura 233).
- 01 Tanque Elevado de concreto armado en buen estado (Véase Figura 234).



Figura 230. Colegio No Estatal
Johannes Gutenberg.



Figura 231. I.E.Nº 8186.



Figura 232. I.E.P. María Medalla Milagrosa.



Figura 233. I.E.Nº 3097.



Figura 234. Tanque Elevado.



SECTOR 20

Las Edificaciones Esenciales e Importantes que se encuentran en el sector 20 se presentan a continuación:

- Colegio “IE 2033”, edificio de 3 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería, se encuentra en buen estado de conservación. (Ver Figura 235).
- Colegio “IEI 899 Manco Inca”, edificio de 1 piso de mampostería confinada con techo de cobertura ligera, se encuentra en buen estado de conservación. (Ver Figura 236).
- Colegio inicial, edificio de 1 piso de mampostería confinada con cobertura ligera, se encuentra en regular estado de conservación. (Ver Figura 237).
- Capilla “San Martín de Porres”, edificio de 2 pisos de mampostería confinada con techo de aligerado, se encuentra en buen estado de conservación. (Ver Figura 238).
- Hospital de la Solidaridad, estructura de 1 nivel de acero, cuenta con techo de cobertura ligera, se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 239).



Figura 235. IE 2033.



Figura 236. IEI 899 Manco Inca.



Figura 237. Colegio Inicial.



Figura 238. Capilla San Martín de Porres.



Figura 239. Hospital de la Solidaridad.

SECTOR 21

Las Edificaciones Esenciales e Importantes que se encuentran en el sector 21 se presentan a continuación:

Centros Educativos:

- I.E.P.M. “la Semillita”, es una edificación de 2 pisos de mampostería. No se observan fisuras y se encuentra en buen estado de conservación, tal como lo muestra la Figura 240.
- I.E.P. “Alfred Bernhard Nobel”, Consiste en una edificación de 3 niveles de mampostería confinada con techo de losa aligerada. (ver Figura 241).



Figura 240. C.E.I.P. La Semillita



Figura 241. I.E.P. “Alfred Bernhard Nobel”

- Colegio “San Benito del Cono Norte”, Es una edificación de 3 niveles de mampostería y con techo de losa aligerada. No hay presencia de fisuras y su estado de conservación es bueno (ver Figura 242).
- Colegio “Jorge Chávez”, Es una edificación de 2 niveles aporcada y rigidizada con muros de mampostería. No hay presencia de fisuras y su estado de conservación es bueno (Ver Figura 243).



Figura 242. Colegio "San Benito del Cono Norte"



Figura 243. Colegio "Jorge Chávez"

Otros:

- Un mercado informal ubicado sobre la vía misma, rodeado de viviendas adaptadas para comercio (ver Figura 244).



Figura 244. Mercado informal.

SECTOR 22

Centros de Salud:

- Centro de Salud MINSA, es una edificación de concreto armado de un piso y se encuentra en buen estado de conservación, tal como lo muestra la Figura 245.



- Centro Médico Parroquial "Nuestra Señora de la Salud", edificación de un piso en mampostería confinada en regular estado de conservación como lo muestra la Figura 246.



Figura 245. Centro de Salud MINSA



Figura 246. Centro Médico Parroquial "Nuestra Señora de la Salud"

Centros educativos:

- Colegio Privado San Martín de Porras, es una edificación de niveles de concreto armado y rigidizado con muros de mampostería tal como se ve en la Figura 247.
- Institución Educativa N°2047 "La Libertad", perteneciente a la UGEL-04, consiste en una edificación de 2 pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería y techo de calamina en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 248.
- Institución Educativa N°3047 "Canadá", perteneciente a la UGEL-04, consiste en una edificación de 2 pisos con pórticos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería en buen estado de conservación como muestra la Figura 249.



Figura 247. Colegio Privado San Martín de Porras



Figura 248. I.E. N°2047 “La Libertad”



Figura 249. I.E. N°3047 “Canadá”

Otros:

- Iglesia, edificación de un piso en mampostería confinada en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 250.



Figura 250. Iglesia



SECTOR 23

En el sector 23 se encontraron edificaciones de importancia, así como edificaciones esenciales que fueron evaluadas y presentamos a continuación:

Centros educativos:

- I.E. N°3059 “Estado de Israel”, perteneciente a la UGEL-04, consiste en una edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería y losa aligerada en buen regular de conservación como se muestra en la Figura 251.
- Institución Educativa “Carlos Wiesse”, consiste en una edificación de 2 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería y losa aligerada en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 252.
- C.N.M. “Esther Festini de Ramos Ocampo”, consiste en una edificación de 2 pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con muros de mampostería en buen estado de conservación como muestra la Figura 253.



Figura 251. I.E. N°3059 “Estado de Israel”



Figura 252. Institución Educativa “Carlos Wiesse”



Figura 253. C.N.M. “Esther Festini de Ramos Ocampo”

SECTOR 24

Las Edificaciones Esenciales e Importantes que se consideraron en el sector 24 son las siguientes:

Centros Educativos:

- Colegio “I.E.P Angelitos De Jesús”, edificio de 2 pisos de mampostería confinada con cobertura ligera, en regular estado de conservación (Ver Figura 254).
- Colegio “I.E. 3064”, edificio de 3 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 255).
- Colegio “I.E.P. Honores del Milagro”, edificio de 3 pisos de mampostería confinada en buen estado de conservación (Ver Figura 256)
- Colegio “C.N. 3066 Señor de los Milagros”, edificio de 3 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 257).
- Colegio “I.E. 3062 Santa Rosa”, edificio de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 258).
- PRONOEI “Villa Señor de los Milagros”, edificio de 1 piso de mampostería confinada en buen estado de conservación (Ver Figura 259).

Otros:

- Mercado “Flor de Octubre”, edificios de 1 y 2 pisos de mampostería confinada y cobertura ligera en regular estado de conservación (Ver Figura 260).



Figura 254. I.E.P Angelitos De Jesús.



Figura 255. I.E. 3064.



Figura 256. I.E.P. Honores del Milagro



Figura 257. C.N. 3066 Señor de los Milagros



Figura 258. I.E. 3062 Santa Rosa



Figura 259. PRONOEI Villa Señor de los Milagros



Figura 260. Mercado Flor de Octubre

SECTOR 25

En cuanto a edificaciones importantes y esenciales que se localizan en este sector, se encontraron las siguientes representativas del área:

- Colegio "I.E. Parroquial La Fe De María", edificio de 4 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 261).
- Colegio "I.E.P Niño Jesús del Carmen", edificio de 3 pisos de mampostería confinada y cobertura ligera en el ultimo nivel en buen estado de conservación (Ver Figura 262).
- Colegio Cristiano Daniel Christian School, edificio de 2 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 263).
- Puesto de Salud "La Pascana", edificio de 1 piso de mampostería confinada y cobertura ligera en buen estado de conservación (Ver Figura 264).
- Comisaría "La Pascana", edificio de 2 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 265)
- PRONOEI "María Auxiliadora", edificio de 1 piso de mampostería confinada con cobertura ligera en regular estado de conservación (Ver Figura 266).



Figura 261 I.E Parroquial La Fe De María.



Figura 262 I.E.P Niño Jesús del Carmen.



Figura 263. Colegio Cristiano Daniel Christian School.



Figura 264 I.E.I. San José-La Pascana.



Figura 265 Comisaria La Pascana.



Figura 266 PRONOEI María Auxiliadora.

Otras Edificaciones:

- Grifos (01) ubicada al frente de la Avenida principal Túpac Amaru (Ver Figura 267), cuyas oficinas son estructuras de concreto y mampostería en buen estado de conservación y sus pérgolas de



acero se encuentran en buen estado de conservación. Sin embargo estas edificaciones poseen instalaciones subterráneas con tanques y líneas que en caso de un suelo flexible pueden tener problemas ante un sismo severo.

- Un Reservorio ubicado dentro del sector por el Jr. Los Mirlos, Cal. Las Magnolias y Cal. Los Cipreses (Ver Figura 268), que se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 267 Grifo Estación ANCO.



Figura 268 Reservorio.

SECTOR 26

Las Edificaciones Esenciales e Importantes que representan al Sector 26 son las siguientes:

Centros Educativos:

- Colegio "I.E. 3065", edificio de 2 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 269).
- Colegio "I.E.I.N 012", edificio de 2 pisos de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 270).

Centros de Salud:

- Centro de Salud, edificio de 1 piso de mampostería confinada en regular estado de conservación (Ver Figura 271).

Otros

- Iglesia, edificio de concreto armado rigidizado con muros de albañilería en buen estado de conservación (Ver Figura 272).
- Mercado El Carmen, edificios de 1 y 2 pisos de mampostería confinada y cobertura ligera en regular estado de conservación (Ver Figura 273).



Figura 269: I.E. 3065.



Figura 270: I.E.I.N 012.



Figura 271: Centro de Salud



Figura 272: Iglesia.



Figura 273: Mercado El Carmen.

SECTOR 27

En el sector 27 se encontraron centros educativos en general en moderado estado de conservación los cuales presentamos a continuación:

Centros Educativos:

- Un colegio cuya estructura consta de 2 pisos, es de concreto armado y los vanos de sus pórticos rigidizados con muros de albañilería, además presenta un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 274.



Figura 274. Colegio de concreto armado rigidizado con muros de albañilería

SECTOR 28

En este sector existen pocas edificaciones importantes y esenciales, encontrándose un centro educativo que pasamos a mostrar:

- Colegio N° 2035, es una edificación de 2 pisos, consta de una estructura de pórticos de concreto armado rigidizados con muros de albañilería y se encuentra en regular estado de conservación tal como se muestra en la Figura 275.



Figura 275. Colegio N° 2035.

SECTOR 29

En cuanto a edificaciones esenciales que se localizan en este sector, se encontraron las siguientes edificaciones representativas:

Centros Educativos:

- I.E.A. “Unión los Olivos”, que es una construcción de 2 pisos de albañilería confinada, sin fisuras ni asentamiento, que se encuentra en buen estado de conservación; como lo muestra la Figura 276.
- Nido “Mi Pequeño Carruse”l (inicial), que consiste en una edificación de 2 niveles de mampostería confinada con techo de losa aligerada en la primera planta y de calamina

en la segunda. No se detectaron fisuras ni asentamientos pero sí humedad, por lo que se considera en regular estado de conservación (ver Figura 277).



Figura 276. I.E.A. "Unión los Olivos"



Figura 277. Nido "Mi Pequeño Carrusel"

- I.E. N°3024 "José Antonio Encinas Franco", cuya estructura es de 2 niveles de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería. No se observaron fisuras en ningún elemento; además, no se evidencia humedad en el suelo ni asentamientos. Está en buen estado de conservación, tal como lo muestra la Figura 278.
- CEBA N°2079 "Antonio Raymondi". Consiste en una edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado, que no presenta fisuras, humedad ni asentamientos. Su estado de conservación es bueno (ver Figura 279).



Figura 278. I.E. N°3024 "José Antonio Encinas Franco"



Figura 279. CEBA N°2079 "Antonio Raymondi"

Recintos religiosos:

- Iglesia "El Buen Samaritano", que es una construcción de 2 pisos de mampostería confinada con diafragma rígido (ver Figura 280), con muros tarrajeados sin fisuras ni humedad. Su estado de conservación se considera bueno.

- Capilla “Virgen del Carmen”. Consiste en una edificación de 1 nivel de albañilería confinada con techo de losa aligerada y muros cara vista, como se aprecia en la Figura 281. Se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 280. Iglesia “El Buen Samaritano”



Figura 281. Capilla “Virgen del Carmen”

- Iglesia, que es una construcción de 1 piso de mampostería confinada con diafragma rígido (ver Figura 282), sin fisuras ni humedad. Su estado de conservación se considera bueno.
- Capilla “Virgen del Carmen”. Consiste en una edificación de 1 nivel de albañilería confinada con techo de losa aligerada y muros caravista, como se aprecia en la Figura 281. Se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 282. Iglesia

SECTOR 30

Las edificaciones de uso importante observadas son:

- Colegio San Ignacio del Pinar, ubicado por la avenida Héroes de Alto Cenepa (ver Figura 283), edificación de 3 niveles de mampostería confinada, con techo de losa aligerada, no



presenta fisuras estructurales, tampoco hay presencia de asentamiento, su estado de conservación es bueno, también tiene un cerco perimétrico confinado de ladrillo industrial sólido.

- Colegios Trilce, frente a la Av. Alfredo Mendiola (carretera Panamericana Norte) (ver Figura 284), que consta de una edificación de 4 pisos, de albañilería confinada con techo de losa aligerada, no presenta asentamiento tampoco fisuras en elementos estructurales, está en buen estado de conservación.



Figura 283. Colegio San Ignacio del Pinar



Figura 284. Colegios Trilce

- I. E. P. Divina Misericordia (ver Figura 285), estructura de 3 niveles de albañilería confinada, con muros de ladrillo pandereta en los pisos 2 y 3, techo de losa aligerada, hay ausencia de asentamiento y fisuras en elementos estructurales, la edificación se encuentra en buen estado de conservación.
- I. E. 2072 L. S Vigotski (ver Figura 286), edificación de 2 pisos de albañilería confinada, techo de losa aligerada, no se presenta asentamiento ni fisuras, muros sin tarrajar, su estado de conservación es bueno, en algunas zonas (patio) del colegio presenta cobertura ligera.



Figura 285. I. E. P. Divina Misericordia



Figura 286. I. E. 2072 L. S Vigotski



SECTOR 31

En este sector se observó la existencia de edificaciones importantes y esenciales, dentro de los cuales se muestran a continuación las más significativas de la muestra:

Centros Educativos:

- Colegio “IEN 3055 Túpac Amaru”, es un edificio de 2 pisos, consta de una estructura aporcada de concreto armado rigidizada con muros de albañilería y se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 287).

Otros:

- Centro Comercial conformado por supermercados Metro, Plaza Veá y Cine Planet, estos son estructuras comerciales de concreto armado con cobertura de tijerales de acero, se encuentran en buen estado de conservación (Ver Figura 288).
- Reservorio de Agua de SEDAPAL, del tipo apoyado que se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 289).



Figura 287. Colegio IEN 3055 Túpac Amaru.



Figura 288. Centro Comercial Plaza Veá.



Figura 289. Reservorio de agua.



SECTOR 32

La Edificaciones Esenciales e Importantes son las siguientes:

Centros Educativos:

- Colegio “IE 2077 San Martín de Porras”, edificio de 3 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería, se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 290).
- Colegio “IEP Jesús Redentor”, edificio de 4 pisos de mampostería confinada, se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 291).
- Colegio “IE N° 311 Pequeños Genios”, edificio de 1 piso de mampostería confinada con cobertura ligera, se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 292).
- Colegio “IE 8170”, edificio de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería, se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 293).
- Colegio “IEP Milagroso San Martín”, edificio de 3 pisos de mampostería confinada, se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 294).
- Colegio “IE 2059 Suecia”, edificio de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería, se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 295).
- Colegio “IE Libertad”, edificio de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería, se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 296).

Centros de Salud:

- Centro Médico “ADESA”, edificio de 3 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería en buen estado de conservación. (Ver Figura 297).
- CEDIF Año Nuevo, edificio de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de albañilería en buen estado de conservación. (Ver Figura 298).
- Policlínico POCAN, edificio de 1 piso de mampostería confinada (Ver Figura 299).



Figura 290. IE 2077 San Martín de Porras.



Figura 291. IEP Jesús Redentor.



Figura 292. IE N° 311 Pequeños Genios.



Figura 293. IE 8170.



Figura 294. IEP Milagroso San Martín.



Figura 295. IE 2059 Suecia.



Figura 296. IE Libertad.



Figura 297. Centro Médico ADESA



Figura 298. CEDIF Año Nuevo



Figura 299. Policlínico POCAN

SECTOR 33

Por otro lado, existen edificaciones importantes, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Centros Educativos (03):
 - Colegio I.E.I. “Luis Enrique II” (Inicial) (Ver Figura 300). Esta edificación fue construida para uso vivienda. Es de 1 nivel de albañilería confinada y tiene cobertura ligera. Se encuentra en mal estado de conservación.
 - Colegio I.E.I. “Señor de la Divina Misericordia” (Inicial) (Figura 301). estructuralmente presenta cobertura ligera y muros de mampostería confinada, tiene 1 nivel y se encuentra en mal estado de conservación.
 - Colegio “Fe y Alegría N°8”, esta espaciosa edificación fue construida para uso colegio, está compuesta por pórticos y tiene diafragma rígido, presenta 02 niveles y está en regular estado de conservación (Ver Figura 302).
- Reservorio (01):
 - Reservorio (Ver Figura 303).se encuentra al norte del sector en los cerros a la altura del Jr. Rivera, que se encuentra en regular estado de conservación, pero ubicado muy al borde del talud.
- Iglesias (02):
 - Parroquia “Cristo liberador” (Ver Figura 304) se encuentra en el cruce de la avenida Francisco Bolognesi con Miguel Grau. Es una edificación de 2 niveles, estructuralmente es de mampostería confinada y se encuentra en regular estado de conservación.
 - Iglesia Evangelista “Año Nuevo Alto” (Ver Figura 305) se ubica al finalizar el pasaje Montero Rosas. Es una edificación de 2 niveles de mampostería confinada con presencia de cobertura ligera en algunas partes de la construcción. Se encuentra en regular estado de conservación



Figura 300. Colegio I.E.I. “Luis Enrique II”



Figura 301. Colegio I.E.I. “Señor de la Divina Misericordia”



Figura 302. Colegio "Fe y Alegría N°8",



Figura 303 Reservorio



Figura 304. Parroquia "Cristo liberador"



Figura 305. Iglesia Evangelista "Año Nuevo Alto"

SECTOR 34

Por otro lado, existen edificaciones importantes, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:
Centros Educativos:

- I.E. Mariscal Andrés Avelino Cáceres, localizado en el Jr. Ciro Alegría (ver Figura 306), edificación de dos pisos en regular estado de conservación.
- I.E. N°888 Señor de los Milagros, en el cruce del Jr. Julio Cesar Tello con el Jr. Sánchez Cerro (ver Figura 307). Esta estructura es de pórticos y muros de albañilería que posee un techo liviano en el segundo nivel en regular estado de conservación.
- Colegio Perú Holanda, que se ubica en el Jr. Túpac Amaru, a la altura del Jr. Ramón Castilla (ver Figura 308), edificación de concreto y muros de albañilería en buen estado de conservación.
- Colegio Fe y Alegría, encontrado en la Av. Túpac Amaru, entre las Av. Alfonso Ugarte y la Av. Revolución (ver Figura 309), edificación de dos pisos en regular estado de conservación.

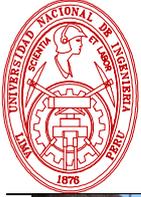


Figura 306. I.E. Mariscal Andrés Avelino
Cáceres



Figura 307. I.E. N°888 Señor de los Milagros



Figura 308. Colegio Perú Holanda



Figura 309. Colegio Fe y Alegría

Otros:

- Iglesia Nueva Apostólica, situado en el cruce de la av. Revolución con la av. La Libertad (ver Figura 310), en buen estado de conservación.
- Mercado Central 1ra Zona Collique, en la Av. Revolución N°1048 (ver Figura 311), en regular estado de conservación.
- 2 reservorios SEDAPAL, situado en las zonas altas del Sector 34 (ver Figura 312). Además se observó remodelación de la Av. Santa Rosa (ver Figura 313), en buen estado de conservación.



Figura 310. Iglesia Nueva Apostólica



Figura 311. Mercado Central 1ra Zona Collique

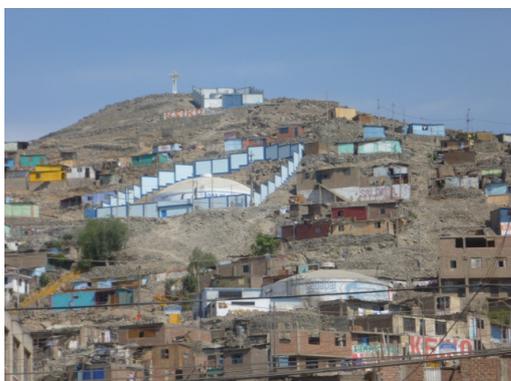


Figura 312. 2 reservorios SEDAPAL



Figura 313. Remodelación de la Av. Santa Rosa

SECTOR 35

Por otro lado, existen edificaciones importantes y esenciales en el Sector 35, las cuales se pasan a describir a continuación:

- Centros Educativos (06):
 - o Colegio I.E. 2040 Republica de Cuba (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 314) es una estructura de pórticos rigidizados con vanos de mampostería de 2 niveles y se encuentra en regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E. Micaela Bastidas (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 315) Esta edificación fue construida para uso vivienda. Se puede ver la presencia de diafragma rígido. Es de tres niveles y está en buen estado de conservación.
 - o Colegio I.E.P Republica de Holanda, (Inicial, primaria y secundaria) (Ver Figura 316) es una edificación construida para uso vivienda. Se encuentra en buen estado de conservación.
 - o Colegio PRONOEI Los Brillantes (Ver Figura 317), es una edificación de 2 niveles con techo de cobertura ligera. Se encuentra en mal estado de conservación.
 - o Colegio I.E. Federico Villareal (Ver Figura 318), estructura de 2 niveles con diafragma flexible y mampostería confinada en regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E. Santa María Reyna (Ver Figura 319), edificación construida para uso vivienda. Es de tres niveles y presenta diafragma rígido. Se encuentra en buen estado de conservación.
- Hospital (01):
 - o Hospital Sergio Bernales (Ver Figura 320) con dirección Avenida Túpac Amaru 8000. Abarca un área muy extensa (entre la avenida Túpac Amaru y la Calle Mariscal Cáceres) que contiene diferentes edificaciones con distintos niveles que varían entre 1 2 y 3 pisos. Se encuentra en buen estado de conservación
- Parroquia (01):
 - o Parroquia (Ver Figura 321) ubicada en la calle Mariscal Cáceres cerca al Hospital Sergio Bernales. La construcción es de tipo vivienda y es de 2 niveles con diafragma rígido. Se encuentra en regular estado de conservación.



Figura 314. Colegio I.E. 2040 Republica de Cuba



Figura 315. Colegio I.E. Micaela Bastidas



Figura 316. Colegio I.E.P Republica de Holanda



Figura 317. Colegio PRONOEI Los Brillantes



Figura 318. Colegio I.E. Federico Villareal



Figura 319. Colegio I.E. Santa María Reyna



Figura 320. Hospital Sergio Bernales



Figura 321. Parroquia



SECTOR 36

Las edificaciones de uso importante observadas son:

Centros de Salud:

- Puesto de salud “Milagro de Jesús”, Ubicado entre la Av. Santo Toribio de Mogrovejo y Jr. San Miguel, esta es una edificación de 2 niveles con pórticos de concreto con vanos de mampostería rigidizada, techo de diafragma rígido (losa aligerada), no presenta asentamiento ni humedad, tampoco fisuras en elementos estructurales, su estado de conservación es bueno. Ver Figura 322.

Sistema de abastecimiento de Agua Potable:

- Reservorio de agua potable, ubicado en la parte alta de una colina, en buen estado de conservación, no presenta fisuras estructurales ni humedad, tampoco asentamiento. Ver Figura 323.

Centro Religiosos:

- Centro religioso “Jesucristo de los santos de los Últimos Días”, consta de 1 piso, dicha edificación es de pórticos de concreto con vanos rigidizados de mampostería, techo de cobertura rígida (losa aligerada), no presenta humedad ni asentamientos, tampoco fisuras. El estado de conservación es bueno como se muestra en la Figura 324.



Figura 322: Puesto de salud “Milagro de Jesús”



Figura 323: Reservorio de agua potable



Figura 324: Centro religioso “Jesucristo de los santos de los Últimos Días”



Instituciones Educativas:

- Institución Educativa “Nueva Esperanza”, ubicado al sureste del sector (ver Figura 325), edificación de 2 niveles de pórticos de concreto con vanos de mampostería rigidizados, con techo de cobertura rígida (losa aligerada), no presenta fisuras estructurales, tampoco hay presencia de asentamiento, su estado de conservación es regular, también tiene un cerco perimétrico confinado de ladrillo industrial sólido.
- I.E.I N° 887, localizada por la Av. José Santos Chocano (ver Figura 326), que consta de una edificación de 1 pisos, de albañilería confinada con techo de losa aligerada (cobertura rígida), no presenta asentamiento tampoco fisuras en elementos estructurales, está en regular estado de conservación.
- I.E.I. N° 2075 “Cristo Hijos de Dios”, (ver Figura 327), estructura de 1 nivel pórticos de concreto con vanos rigidizados, presenta viga collar, techo de cobertura ligera (calamina), hay ausencia de asentamiento y fisuras en elementos estructurales, la edificación de encuentra en regular estado de conservación.
- I.E. N° 2038 “Inca Garcilaso de la Vega” (ver Figura 328), edificación de 2 pisos con pórticos de concreto con vanos rigidizados, techo de losa aligerada, no se presenta asentamiento, existen fisuras en elementos estructurales como: en columnas fisura horizontal, vigas fisuras verticales. tiene muros tarrajeados, su estado de conservación es malo, a excepción de algunos pabellones nuevos.



Figura 325: I.E. “Nueva Esperanza”



Figura 326: I.E.I N° 887



Figura 327: I.E.I. N° 2075 “Cristo Hijos de Dios”



Figura 328: I.E. N° 2038 “Inca Garcilaso de la Vega”



- I.E.P “Católica de Collique” (ver Figura 329), edificación de 1 piso de mampostería confinada, techo de de cobertura ligera, con tijerales de acero, no se presenta asentamiento, no hay presencia de fisuras en elementos estructurales ni humedad; su estado de conservación es regular.



Figura 329: I.E.P “Católica de Collique”

SECTOR 37

Por otro lado, existen edificaciones importantes, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Centros Educativos (07):
 - o Colegio I.E.P. “San Martín de Porres” (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 330). Esta edificación fue construida para uso educativo. En su área se puede encontrar construcciones hasta de 2 niveles con aligerado y en mal estado de conservación.
 - o Colegio “Jesús” (inicial, primaria y secundaria) (Ver Figura 331). estructuralmente presenta cobertura ligera y muros de mampostería confinada, tiene 04 pisos y se encuentra en buen estado de conservación.
 - o Colegio I.E.P. “Cristo Luz del Mundo” (Inicial, primaria y secundaria) (Ver Figura 332). es una estructura de 04 niveles compuesta de mampostería confinada en buen estado de conservación.
 - o Colegio “Fe y Alegría N°11”, esta espaciosa edificación fue construida para uso colegio, está compuesta por pórticos y tiene cobertura ligera, presenta 03 niveles y está en mal estado de conservación (Ver Figura 333).
 - o Colegio I.E.P. “Medalla Milagrosa” (Inicial, primaria y Secundaria) edificado en mampostería confinada, y con presencia de diafragmas rígidos, siendo de 04 niveles y se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 334).
 - o Colegio I.E.I “Caritas Felices” (Inicial y Primaria) (Ver Figura 335) perteneciente a la UGEL 04, es una edificación que se construyo para uso vivienda. Tiene cobertura ligera, es de 02 niveles y se encuentra en mal estado de conservación.
 - o Kinder I.E.P “Jesús nos ama”, edificación de mampostería confinada con diafragmas rígidos, consta de 1 nivel y se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 336).
- Policía (01):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



- Policía Nacional (Ver Figura 337) es una edificación de 2 niveles de mampostería confinada con techo aligerado. Se encuentra en buen estado de conservación.
- Centros de Salud (02):
 - Collique III Zona Red de Salud Túpac Amaru (Ver Figura 338) está conformado por edificaciones hasta de 2 niveles de mampostería confinada con techo aligerado. Se encuentra en regular estado de conservación.
 - Policlínico Santa Rosa (Ver Figura 339) es una construcción de 3 niveles de mampostería confinada con techo aligerado en buen estado de conservación.
- Iglesias (02):
 - Templo Testigos de Jehová (Ver Figura 340) es una edificación de un nivel de mampostería confinada con cobertura ligera. Se encuentra en buen estado de conservación.
 - Centro Parroquial Hijos de Dios (Ver Figura 341) es una construcción de 3 niveles de mampostería confinada con techo de cobertura ligera en regular estado de conservación.



Figura 330. Colegio I.E.P. "San Martín de Porres"



Figura 331. Colegio "Jesús"



Figura 332. Colegio I.E.P. "Cristo Luz del Mundo"



Figura 333. Colegio "Fe y Alegría N°11",



Figura 334. Colegio I.E.P. "Medalla Milagrosa"



Figura 335. Colegio I.E.I. "Caritas Felices"



Figura 336. Kinder I.E.P. "Jesús nos ama",



Figura 337. Policía Nacional



Figura 338. Centro de Salud Collique III Zona



Figura 339. Policlínico Santa Rosa



Figura 340. Templo Testigos de Jehová



Figura 341. Centro Parroquial Hijos de Dios

SECTOR 38

Existen edificaciones importantes y edificaciones esenciales en el sector 38 las cuales pasamos a describir a continuación:

- Centros Educativos (03):
Existen 3 colegios en la zona, 2 de ellos son para uso vivienda. Solo existe 1 al cual se podría ir en caso de sismo.
 - o Centro Educativo Comunitario CEDIF-Collique (Ver Figura 342). Es una estructura muy amplia que cubre casi una manzana entera. Su sistema estructural consiste en pórticos rigidizados con vanos de mampostería. Es de dos niveles y tiene diafragma rígido. Se encuentra en regular estado de conservación
 - o Colegio Joyitas de Dios (Ver Figura 343) y Colegio Angelitos de Dios. Ambos colegios son para uso vivienda pero actualmente se utiliza como colegio. El primero es de 2 niveles con cobertura ligera en regular estado de conservación y el segundo es de un nivel en buen estado de conservación.
- Iglesias (02):
 - o Iglesia de Testigos de Jehová (Ver Figura 344). Es una estructura de un nivel con techo de cobertura ligera. Se encuentra en buen estado de conservación.
 - o Iglesia y Centro Educativo (Ver Figura 345). Es una estructura de dos niveles con diafragma rígido. Está compuesto por un sistema de pórticos rigidizados con vanos de mampostería y se encuentra en regular estado de conservación. Esta edificación también se utiliza como centro de enseñanza.
- Comisaría (01):
 - o Comisaría P.N.P. Collique (Ver Figura 346) ubicada en la Avenida Revolución. Es de un nivel con techo aligerado. Se encuentra en buen estado de conservación.

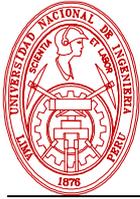


Figura 342. Centro Educativo Comunitario
CEDIF-Collique



Figura 343. Colegio Joyitas de Dios



Figura 344. Iglesia de Testigos de Jehová



Figura 345. Iglesia y Centro Educativo



Figura 346. Comisaría P.N.P. Collique



SECTOR 39

Por otro lado, existen edificaciones esenciales e importantes, las cuales se pasamos a describir seguidamente:

- Centros Educativos (07):
 - o Colegio I.E. Santa Rosa (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 347) es una estructura de pórticos rigidizados con vanos de mampostería de 2 niveles y se encuentra en regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E. Fe y Alegría 13 (Inicial y Primaria) (Ver Figura 348) Esta edificación estructuralmente se compone de pórticos rigidizados y con presencia de diafragma rígido. Es de dos niveles y está en buen estado de conservación
 - o Colegio I.E.I. 885 "Divino Niño Jesús", perteneciente a la UGEL 04 (inicial) (Ver Figura 349) es una construcción amplia que cuenta con edificaciones de 2 niveles y un techo aligerado. Se encuentra en mal estado de conservación
 - o Colegio Jardín Luis Enrique XIV (Ver Figura 350), cuenta con un sistema estructural de pórticos rigidizados con vanos de mampostería. Posee un nivel y tiene diafragma rígido. Se encuentra en regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E. Coronel José Gálvez (Ver Figura 351), estructura de 2 niveles con diafragma flexible y mampostería confinada en regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E.I. N° 2 (Inicial) (Ver Figura 352), construcción de un nivel de pórticos rigidizados con vanos de mampostería. Se encuentra en mal estado de conservación.
 - o Colegio I.E. Virgen de Guadalupe (Ver Figura 353) edificación de 2 niveles con diafragma rígido en mal estado de conservación.
- Comisaría (01):
 - o Comisaría (Ver Figura 354) ubicada en la Calle Los Andes. Es de dos niveles con techo aligerado Se encuentra en buen estado de conservación
- Centro de Salud (01):
 - o Centro de Salud "Gustavo Lanatta" (Ver Figura 355). Es de 1 nivel con diafragma rígido. Se encuentra en regular estado de conservación.
- Reservorio (02):
 - o Reservorio apoyado ubicado al finalizar el Jirón Cuzco (Ver Figura 356).
 - o Reservorio apoyado ubicado en el Jirón Pachacutec (Ver Figura 357).



Figura 347. Colegio I.E. Santa Rosa



Figura 348. Colegio I.E. Fe y Alegría 13

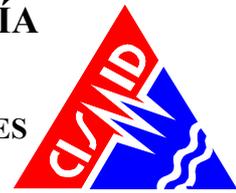


Figura 349. Colegio I.E.I. 885 "Divino Niño Jesús"



Figura 350. Colegio Jardín Luis Enrique XIV



Figura 351. Colegio I.E. Coronel José Gálvez



Figura 352. Colegio I.E.I. Nº 2



Figura 353. Colegio I.E. Virgen de Guadalupe



Figura 354. Comisaría



Figura 355. Centro de Salud "Gustavo Lanatta".



Figura 356. Reservoirio



Figura 357. Reservoirio



DIAGNOSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE COMAS

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 por 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 muestra 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 Comas, 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 estudiada.

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 ($\Delta\delta_j/h_j$) en cada lote. Este costo de reparación (Cr) se expresa como el porcentaje del costo de la estructura, considerando λ y ϵ parámetros de vulnerabilidad estructural, correspondientes al sistema estructural y al tipo de reparación involucrada para los materiales involucrados.

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

Para el diagnóstico del riesgo se consideró cada registro de la base de datos produciendo el diagnóstico de la distorsión y en base a esta se encontró 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 358.



Figura 358. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 825 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa de costo de reparación mostrado en la Figura 359.

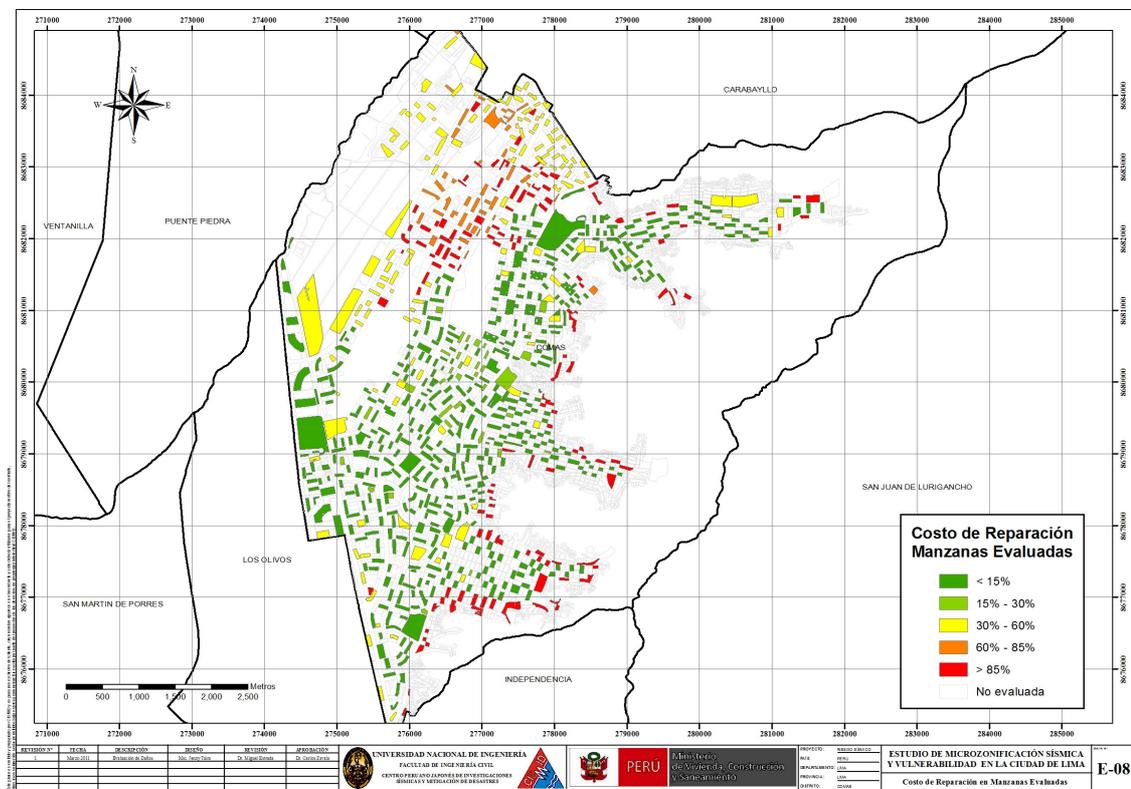


Figura 359. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas.

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 para una edificación construida sobre ese terreno. 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 360 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Comas.

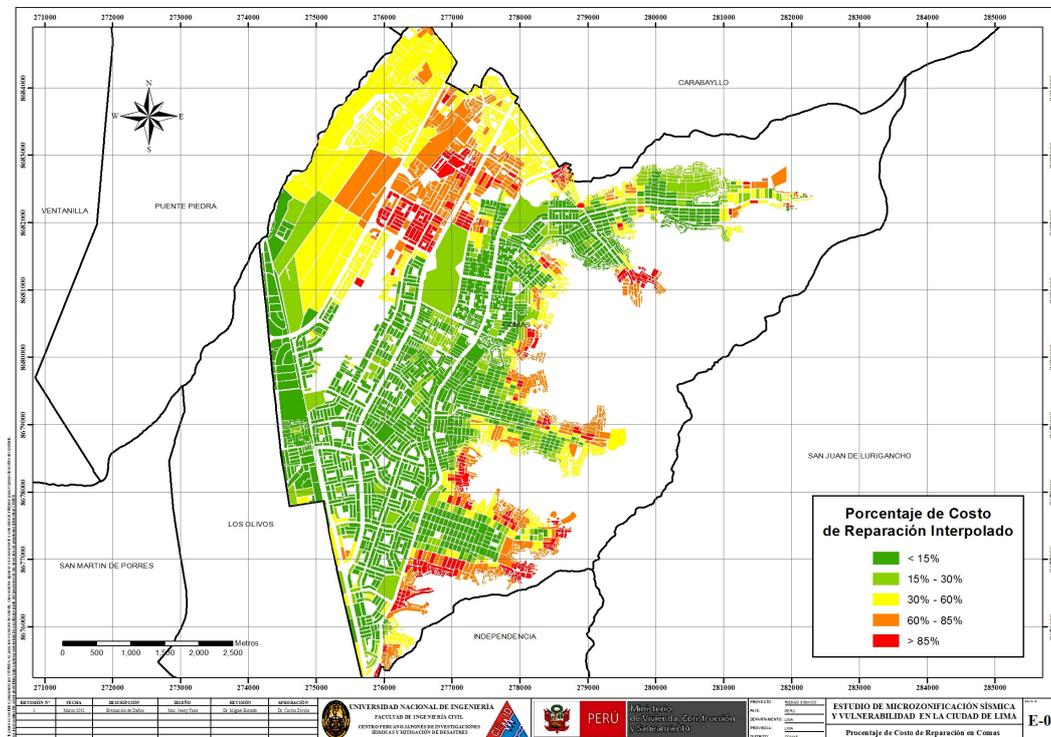


Figura 360. Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW)

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 Comas.

Tabla 2: Resultados del daño en el distrito de Comas para un escenario de sismo severo

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	398	61%	65%	Daño Leve o sin daño
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	25	4%		
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	87	13%	13%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	38	6%	6%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	105	16%	16%	Colapso
				653	100%		

En el Anexo I, en el mapa No. E-09, que presenta el riesgo expresado como porcentaje del costo de la edificación para el distrito de Comas bajo un escenario del sismo de Lima 1966. 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~ 20% del valor de la edificación. Los sectores en amarillo poseerían 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 viviendas con costos de reparación entre 85% y 100%. Estos dos últimos grupos son diagnosticados como los grupos con indicadores de viviendas en riesgo de colapso que corresponden al 6% de las viviendas con daño severo y 16% con riesgo a colapso, para el escenario propuesto. Las



aceleraciones asumidas para el diagnóstico son las presentadas en el informe de la Microzonificación geotécnica.

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

Tabla 3: Resultado de daño esperado en edificaciones esenciales

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	8			
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	3	15%	15%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	39	53%	53%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	1	1%	1%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	22	30%	30%	Colapso
				73	100%		

Los resultados para las edificaciones esenciales son presentados en el mapa E-09A en donde puede apreciarse los resultados que se presentan en la Tabla 3, que muestra que el 30% de las edificaciones esenciales experimentarían colapso, debido al nivel de demanda sísmica extrema sobre sus sistemas estructurales y los suelos donde se ubican.



RESUMEN EJECUTIVO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO

- El objetivo de este diagnóstico es la evaluación preliminar de la vulnerabilidad del sistema de agua y alcantarillado del distrito de Comas frente a un sismo severo. Para esta evaluación se revisó la información proporcionada por SEDAPAL y asimismo se utilizó información existente en CISMID de estudios en la planta de tratamiento de la Atarjea.
- Basados en el levantamiento de daños del estudio realizado por CISMID el año 2005, y en el desarrollo del modelo matemático de las estructuras de la planta de tratamiento de la Atarjea donde se utilizó como sismo de diagnóstico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, se determinó la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo.
- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de Comas, fue necesario preparar la información proporcionada por SEDAPAL, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 76.8% de las tuberías son de asbesto cemento, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías PVC que representan un 18.9%. Asimismo las líneas de conducción de hierro dúctil representan el 3.6% de la red en el distrito.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de Comas en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 118 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 28 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 3 locaciones con roturas en tubos de hierro dúctil. Debe notarse que las condiciones del suelo sus velocidades producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Comas, podemos afirmar, entre los sectores 01, 02, 03, 18 y 35, existe una concentración de daño con roturas promedio de 0.24 por kilómetro.
- Es recomendable que SEDAPAL implemente una base de datos de las roturas en tuberías de agua y alcantarillado, tomando en cuenta la variable tiempo, ya que para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo y cambios de tuberías en el tiempo. Con una base de datos en estos términos sería posible realizar diagnósticos de las roturas con mayor precisión.
- Es recomendable que SEDAPAL desarrolle un programa de estudios de vulnerabilidad que consideren la infraestructura de captación de agua, los canales de conducción, decantadores, filtros, tanques de almacenamiento y asimismo válvulas de paso, que adicionalmente al estudio preliminar presentado, proporcionaran un mejor diagnóstico para evitar la interrupción del servicio en caso de sismo severo.



DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO

Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado

Para la determinación de la vulnerabilidad de los sistemas agua y alcantarillado es necesario realizar una inspección a las instalaciones de la infraestructura involucrada en el desarrollo del sistema de agua y alcantarillado. Para esto es necesario contar con planos de las redes, tanto de agua como del alcantarillado, infraestructura de bocatomas, canales de conducción, planta de tratamiento, depósitos de agua tratada, base de datos en el tiempo con estadística de roturas por tipo de tubería originadas por fallas en el sistema y por sismo, entre otros.

En el presente estudio, se hace un diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad del sistema de agua y alcantarillado. Se presenta el estado de la planta de tratamiento de la Atarjea, basado en el diagnóstico realizado por CISMID en el año 2005. Se desarrolla un diagnóstico para el sistema de distribución de agua basado en las curvas de fragilidad desarrolladas por investigadores Japoneses. Ya que las tuberías de agua trabajan a presión durante eventos severos son muy susceptibles a tener daño en suelos poco competentes, y su análisis de daño se basa en el número de roturas que se producirían en la red. Por otro lado, las tuberías de desagüe, por trabajar como si fueran canales, el análisis de daño se basa en la separación de sus juntas. En este caso otra variable muy importante es el tiempo de uso del tubo de desagüe, ya que por conducir aguas servidas con altos contenidos de químicos, sufren de un deterioro mayor al de las líneas de agua.

En este estudio se presenta el diagnóstico de las líneas de conducción de agua solamente, ya que la base de datos de SEDAPAL, no dispone estadística de roturas en el tiempo para la línea de conducción de desagüe.

La información entregada por SEDAPAL, es un archivo en formato CAD donde se presenta los ejes de las líneas de conducción de agua y alcantarillado, el tipo de material y su diámetro.

Planta de Tratamiento de la Atarjea

La planta de tratamiento de la Atarjea es la única planta de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Lima. Capta el agua del río Rímac (ver Figura 361) en la bocatoma que se ve arriba a la izquierda, la almacena en los dos grandes reservorios que se ve en la parte inferior derecha y la purifica en múltiples estanques decantadores (vea ítem 7 del gráfico).

A lo largo de este proceso de tratamiento del agua se puede observar múltiples estructuras hidráulicas, muchas de las cuales poseen más de 50 años en uso continuo.



Figura 361. Esquema de la planta de tratamiento de la Atarjea

Dentro de este proceso en el año 2005, por encargo de SEDAPAL, CISMID-UNI desarrolla el estudio de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de los decantadores de la planta de tratamiento de la Atarjea (ver Figura 364). En este estudio se identificaron daños en los muros de los decantadores (los cuales ya habían sido reforzados en la década del 60) y asimismo se pudo determinar la pérdida del refuerzo por oxidación de la las varillas (ver Figura 363). Se extrajeron núcleos de concreto endurecido con la finalidad de conocer la calidad actual del material (ver Figura 362)



Figura 362. Extracción de testigos de concreto endurecido. Obsérvese la corrosión en el muro



Figura 363. Corrosión del refuerzo en los muros de los decantadores.



Figura 364. Vista de un decantador



Figura 365. Fisuras en canal de salida del decantador.

Se pudo observar la existencia de fisuras en canales de salida del decantador (Figura 365), y en adición a esto corrosión de su refuerzo.

Como consecuencia del levantamiento de daños del estudio del 2005, se desarrollo un modelo matemático con elementos finitos a fin de determinar la demanda sísmica de las estructuras bajo un sismo severo. En este caso se utilizó como sismo de diagnostico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, determinándose la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores en el año 2005, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo. En la Figura 366 el modelo matemático de la estructura de un decantador típico de la planta de la Atarjea de SEDAPAL.



Figura 366. Idealización matemática del decantador

Sistema de Agua y Alcantarillado

Para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo. La estadística de estas roturas, debe ser registrada por la entidad competente, en este caso SEDAPAL a fin de poder realizar un diagnóstico lo más cercano posible a la realidad.

El daño que afecta a las tuberías puede incluir la propagación de ondas, la deformación permanente del suelo y la ruptura de fallas. Las tasas de falla de las tuberías en áreas donde no se produce licuefacción pero sí se producen fallas del terreno (MM de VIII o menos, lugares donde se generen pequeños deslizamientos, grietas y terreno húmedo) equivalen aproximadamente a ocho veces las fallas debido a la propagación de ondas. Las tasas de falla de las tuberías en áreas donde sí ocurre la licuefacción son de aproximadamente 12 veces las tasas de falla por propagación de ondas.

Para la evaluación de los daños se necesita conocer las características físicas de las tuberías del sistema de distribución de agua. A pedido de CISMID se solicitó a SEDAPAL el inventario de la red de distribución de agua. SEDAPAL envió, en formato CAD, la red para toda Lima, desde donde se extrajeron las tuberías correspondientes al distrito de Comas.

La información en formato CAD se exportó a una plataforma SIG donde se integró una base de datos que contiene la información mostrada en Tabla 4y el mapa se presenta en el Anexo I en el mapa No. E-11.



Tabla 4. Descripción de la base de datos del sistema de distribución de agua para el distrito de Comas

Nombre de Campo	Descripción
Tipo	Material de tubería
Diámetro	Diámetro de tubería en milímetros
Longitud	Longitud de la tubería en metros
Tipo_Suelo	Zonificación del suelo
Velocidad	Velocidad máxima en el suelo
Rot_km_Yam	Número de roturas por kilómetro de tubería según Yamazaki (2009)
Rot_km_Pro	Número de roturas por kilómetro de tubería según Isoyama (2000)

La estimación de la tasa de daño de tuberías de distribución de agua (el número de daños o incidentes por kilómetro de longitud de una tubería) será estimada en este estudio utilizando el método propuesto en la Universidad de Chiba Japón por los profesores Yoshihisa Maruyama y Fumio Yamazaki. De acuerdo a esta metodología la fórmula para la estimación de la tasa de daño fue propuesta por Isoyama el año 2000, luego del sismo de Kobe.

$$Rm(v) = CpCdCgCI R(v) \dots\dots (1)$$

Donde Rm es la tasa de daño por kilómetro de tubería, Cp , Cd , Cg , y CI son coeficientes de corrección para el material del tubo, diámetro, condición geológica, y ocurrencia de liquefacción, respectivamente, siendo v la velocidad máxima en el sector (PGV). El valor de $R(v)$ se estima para una tasa de daño en tuberías de hierro fundido (CIP) con rango de diámetros entre 100–150 mm. en base a una regresión de valores de la base de datos de los tubos dañados por sismo en el sistema:

$$R(v) = c(v - A)^b \dots\dots(2)$$

Donde b , c , y A son los coeficientes de regresión. Considerando la base de datos del sismo de Kobe de 1995, Isoyama obtuvo el siguiente resultado para $R(v)$:

$$R(v) = 3.11 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.30} \dots(3)$$

Yamazaki y Maruyama asumieron que el valor de A se encuentra entre 0 y 30 cm/seg. y experimentaron análisis de regresión con cambios de A en intervalos de 5 cm/seg. Según los autores consideran que el valor de A debe ser 15 cm/seg, pues con este valor la correlación entre PGV y la tasa de daño atenuada produce un valor máximo. Así, la constante A produce el mínimo PGV que causa daños en un sistema de distribución de agua. Los resultados presentados por Isoyama indican que los sistemas de distribución fallarían con PGV mayores a 15 cm/seg. Diversos autores proponen factores de b , c y A que originan diferencia mínima en el diagnóstico. Por ejemplo en el caso de la ciudad de Tokio los valores particulares de los factores producen la siguiente fórmula:

$$R(v) = 2.24 \times 10^{-3} (v - 20)^{1.51} \quad (4)$$

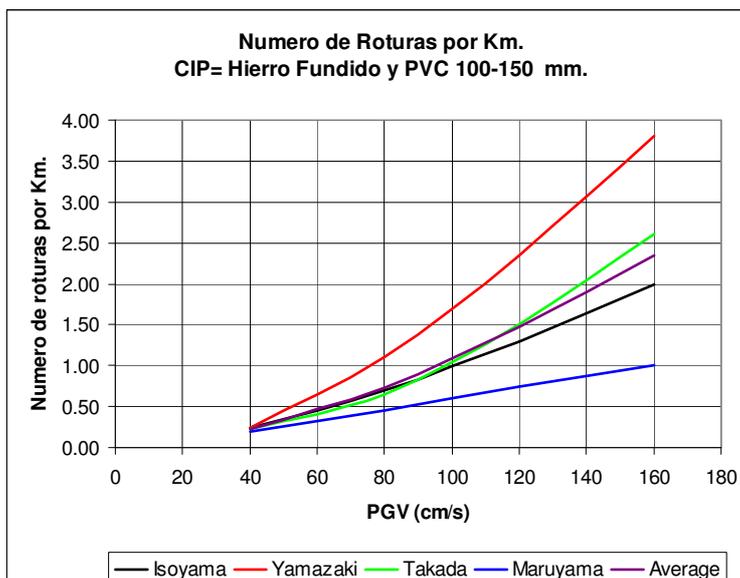


Figura 367: Roturas por Km. en tubos CIP y PVC

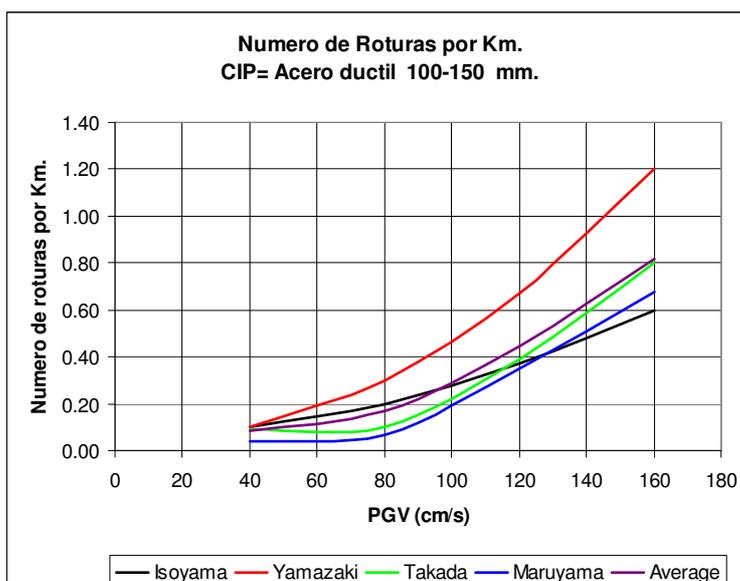


Figura 368: Roturas por Km. En tubos de acero dúctil

La Figura 367 muestra las relaciones presentadas por diversos autores para determinar el número de roturas por kilómetro de tubería de hierro fundido y PVC en función de la velocidad máxima del suelo (PGV) alcanzada durante el sismo de diseño en la zona donde se encuentran. Utilizando los datos de estos autores es posible elaborar una curva promedio, la cual se indica con la leyenda "Average", en el gráfico. Para llevar a cabo el cálculo del número de roturas en las tuberías, se ha considerado la curva de Isoyama, ya que esta curva se encuentra cercana a la curva promedio, adicionalmente se ha considerado la curva de valores máximos (Yamazaki), que se presenta en la Figura 369.

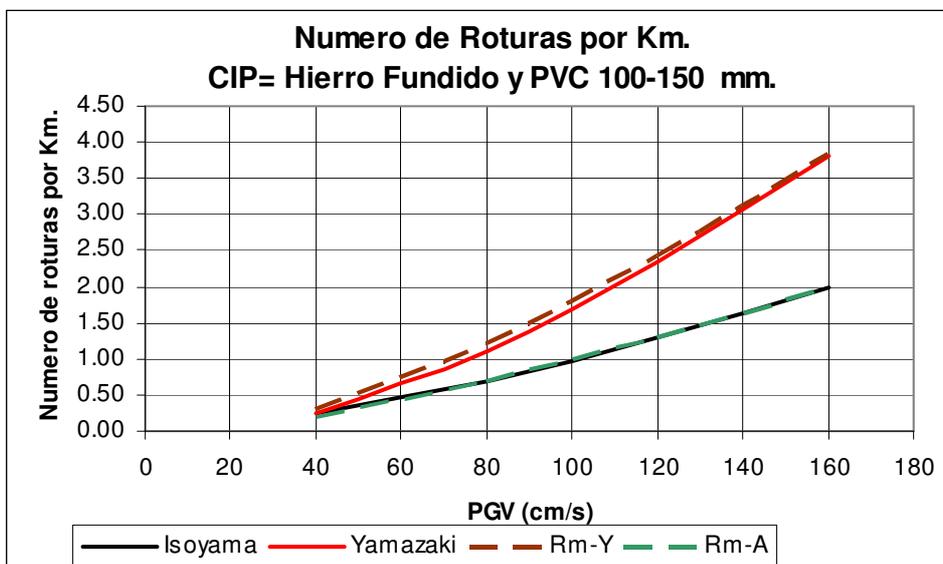


Figura 369: Curvas extremas de tasa de daño en CIP y PVC

En el presente estudio se ha utilizado una regresión de los valores de la curva de Isoyama que aproxima el número de roturas por Km. Con la siguiente expresión:

$$R(v) = 3.0 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.305} \quad (5)$$

La Figura 368 presenta las relaciones que desarrolladas por diversos autores para la estimación de la tasa de daño por kilómetro de tubería el caso de tuberías de hierro dúctil en forma similar, a los materiales arriba expuestos. Utilizando estos datos se construye una curva promedio ("Average") la que es presentada en el grafico.

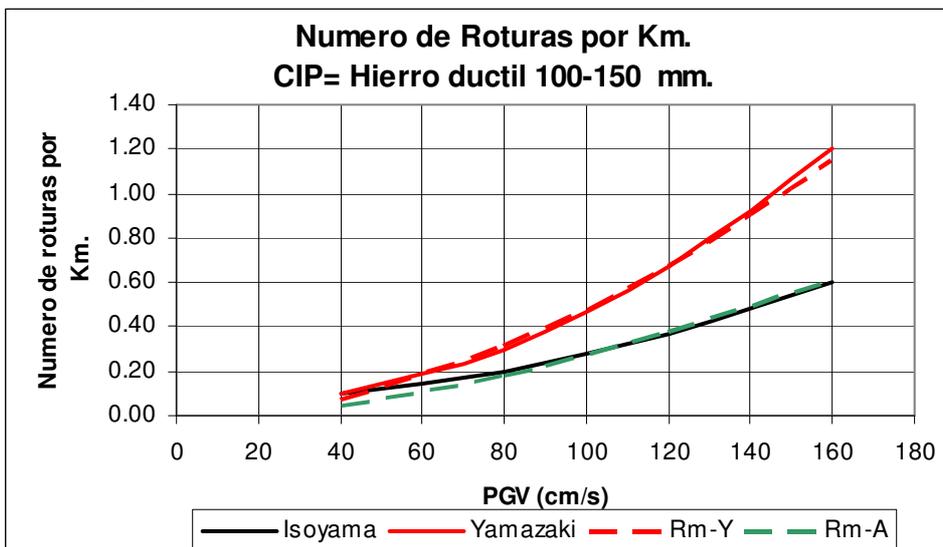


Figura 370: Curvas extremas de tasa de daño en tubería de hierro dúctil

Usando un procedimiento similar al presentado anteriormente, en la Figura 370 se muestra las curvas de máximo valor y valor más cercano al promedio en el caso de tubería de acero dúctil. Considerando la curva de Isoyama y la curva de Yamazaki, es posible expresar mediante un análisis de regresión de los datos, el número de roturas de tuberías de acero dúctil por Kilómetro que serían afectadas por un sismo severo mediante la siguiente expresión que presenta la regresión en datos de Isoyama:



$$R(v) = 2.0 \times 10^{-4} (v - 9)^{1.6} \quad (6)$$

Considerando las funciones presentadas en las ecuaciones (5) y (6) se determina el número de roturas en las tuberías, según el tipo de material y diámetro. Estas funciones son implementadas dentro del sistema GIS para la presentación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción.

La Tabla 5 presenta los tipos de tubería por material que existen en el distrito de Comas. Esta información se ha preparado en base de la información proporcionada por SEDAPAL. La información presenta los tipos de tubería con el rango de diámetros utilizado, considerando la existencia de un diámetro más frecuente utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Si observamos la última columna se presenta el porcentaje de tuberías por material, aquí puede leerse que las tuberías de PVC y asbesto cemento son las más usadas en la línea de conducción.

Tabla 5: Tipo de tuberías de agua en el distrito de Comas

Material	Tipos de Diámetros	Diametro (mm)	Diametro+Frecuente	Long. Total (m)	Long.Total (Km)	%
Asbesto-Cemento	10	50 - 450	100	489241.95	489.24	76.8%
PVC	12	50 - 350	110	120376.56	120.38	18.9%
Concreto Pretensado	1	60	60	3329.06	3.33	0.5%
Acero	4	100 - 350	300	1081.53	1.08	0.2%
Fierro Fundido	2	50 - 150	50	454.19	0.45	0.1%
Fierro Galvanizado	1	50	50	54.50	0.05	0.0%
Hierro Ductil	11	80 - 700	150	22812.63	22.81	3.6%
Longitud Total =				637350.42	637.35	

Considerando los criterios de evaluación de Yamazaki e Isoyama fue evaluado el número de roturas por kilómetro de tubería para cada tipo de material. Basado en esta aproximación es posible conocer el número de roturas total sobre la línea de conducción, para ambos criterios. Puede leerse que bajo el criterio de Yamazaki se obtiene un mayor número de roturas que al usar el criterio de Isoyama. En el Mapa No. E-12 (ver reproducción en Figura 371) y el Mapa No. E-13 (ver reproducción en Figura 372) se presentan los daños probables según la metodología de Yamazaki e Isoyama, respectivamente y en la Tabla 6 se presenta un resumen de los resultados, donde se indica el tipo de tubería, la longitud total en kilómetros por tipo de tubería, el promedio de roturas por kilómetro y el número de roturas diagnosticado para cada uno de los criterios estudiados.

Tabla 6: Respuesta de las tuberías frente a un evento sísmico severo en distrito de Comas

Tubería	Longitud (Km)	Yamazaki	Yamazaki	Isoyama	Isoyama
		PromRotuxKm	NumRoturasTotales	PromRotuxKm	NumRoturasTotales
Asbesto-Cemento	489.24	0.241	118	0.309	151
PVC	120.38	0.235	28	0.304	37
Concreto Pretensado	3.33	0.118	0	0.111	0
Acero	1.08	0.099	0	0.101	0
Fierro Fundido	0.45	0.126	0	0.116	0
Fierro Galvanizado	0.05	0.099	0	0.105	0
Hierro Ductil	22.81	0.133	3	0.118	3

En la Figura 371 y Figura 372 las líneas en color rojo, indican las tuberías de abastecimiento de agua, en zonas donde se espera las mayores velocidades de propagación de ondas de sismo, que originarían las roturas. Asimismo en color amarillo aparecen aquellas líneas de agua en zonas con velocidades de onda intermedia y con número de roturas intermedias. Finalmente en color aparecen las líneas de agua con menor número de roturas.

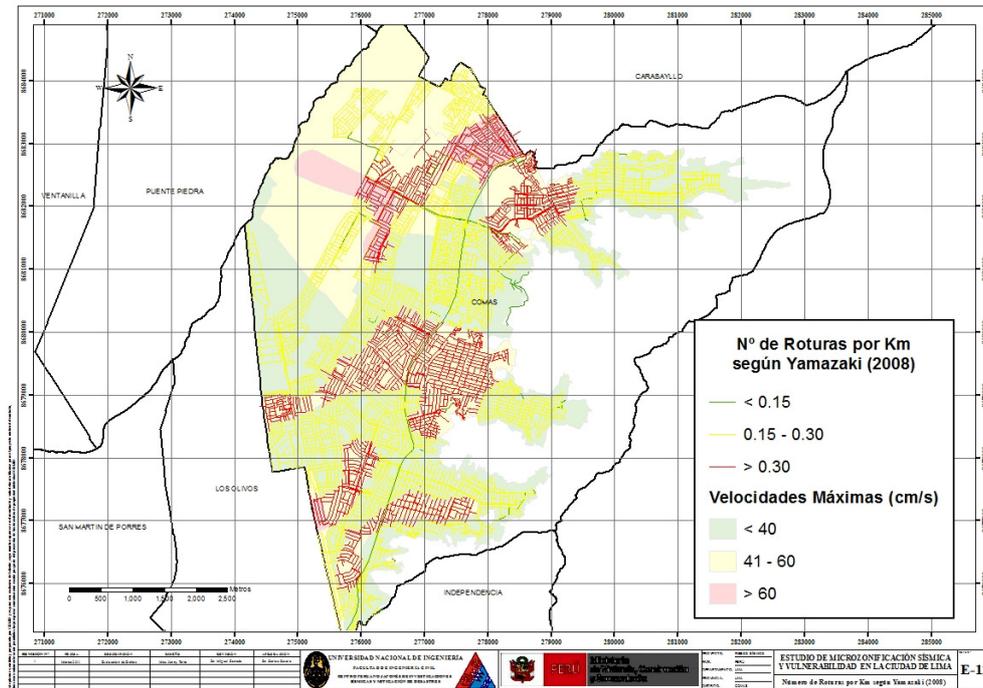


Figura 371: Roturas por criterio de Yamazaki (2008)

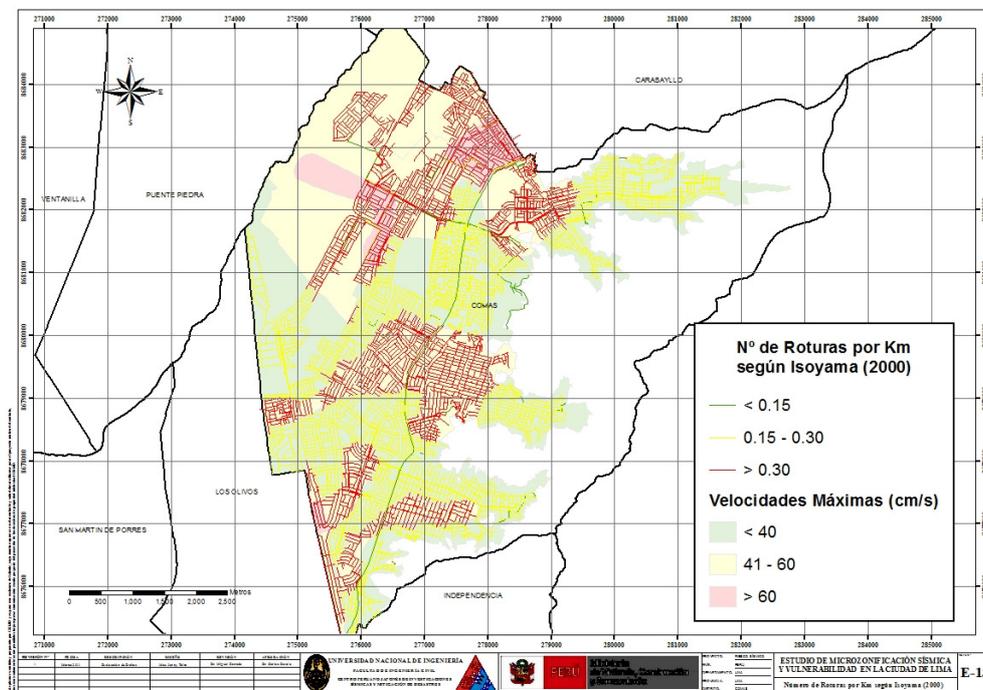


Figura 372: Roturas por criterio de Isoyama (2000)



Conclusiones y recomendaciones del diagnóstico preliminar del sistema de agua y alcantarillado

- Basados en el levantamiento de daños del estudio realizado por CISMID el año 2005, y en el desarrollo del modelo matemático de las estructuras de la planta de tratamiento de la Atarjea donde se utilizó como sismo de diagnóstico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, se determinó la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo.
- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de Comas, fue necesario preparar la información proporcionada por SEDAPAL, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 76.8% de las tuberías son de asbesto cemento, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías PVC que representan un 18.9%. Asimismo las líneas de conducción de hierro dúctil representan el 3.6% de la red en el distrito.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de Comas en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 118 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 28 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 3 locaciones con roturas en tubos de hierro dúctil. Debe notarse que las condiciones del suelo con altas velocidades producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Comas, podemos afirmar, entre los sectores 01, 02, 03, 18 y 35, existe una concentración de daño con roturas promedio de 0.24 por kilómetro.
- Es recomendable que SEDAPAL implemente una base de datos de las roturas en tuberías de agua y alcantarillado, tomando en cuenta la variable tiempo, ya que para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo y cambios de tuberías en el tiempo. Con una base de datos en estos términos sería posible realizar diagnósticos de las roturas con mayor precisión.
- Es recomendable que SEDAPAL desarrolle un programa de estudios de vulnerabilidad que consideren la infraestructura de captación de agua, los canales de conducción, decantadores, filtros, tanques de almacenamiento y asimismo válvulas de paso, que adicionalmente al estudio preliminar presentado, proporcionaran un mejor diagnóstico para evitar la interrupción del servicio en caso de sismo severo.



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



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 Comas, se estudio la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 7 presentan que en el 90.5% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 7.6% de edificaciones de concreto y 1.1% de edificaciones de adobe. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.

Tabla 7: Composición por material de la muestra estudiada

Material	Edificaciones	%
Adobe	9	1.1%
Concreto	63	7.6%
Mamposteria	747	90.5%
Acero	3	0.4%
Madera	2	0.2%
Otros	1	0.1%
	825	Mza

Por otro lado luego del diagnostico 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 8 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 748 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 238 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las 63 edificaciones de concreto, 58 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.

Tabla 8: Composición de la muestra por nivel de daño esperado

Adobe	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	6	
	Nivel V	3	9
Mamposteria	Nivel I	484	
	Nivel II	26	
	Nivel III	99	
	Nivel IV	35	
	Nivel V	104	139
Concreto	Nivel I	0	
	Nivel II	5	
	Nivel III	39	
	Nivel IV	1	
	Nivel V	18	19
Acero	Nivel II	2	
	Nivel V	1	1
Madera	Nivel I	0	
	Nivel II	0	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	2	2



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 164 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 373, donde se muestran aquellas viviendas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. Las zonas en color rojo muestran las manzanas con una mayor probabilidad de colapso, mientras que las zonas en color rosa claro muestran las manzanas con una alta probabilidad de daño severo. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.

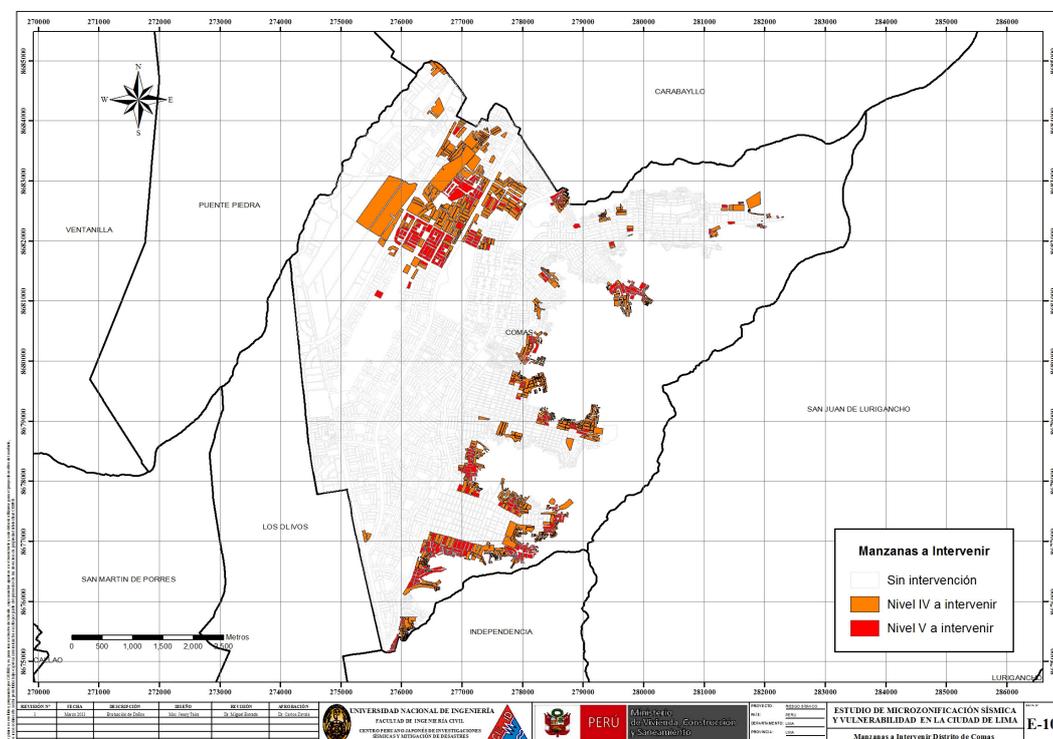


Figura 373: Ubicación de manzanas a intervenir

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.

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.

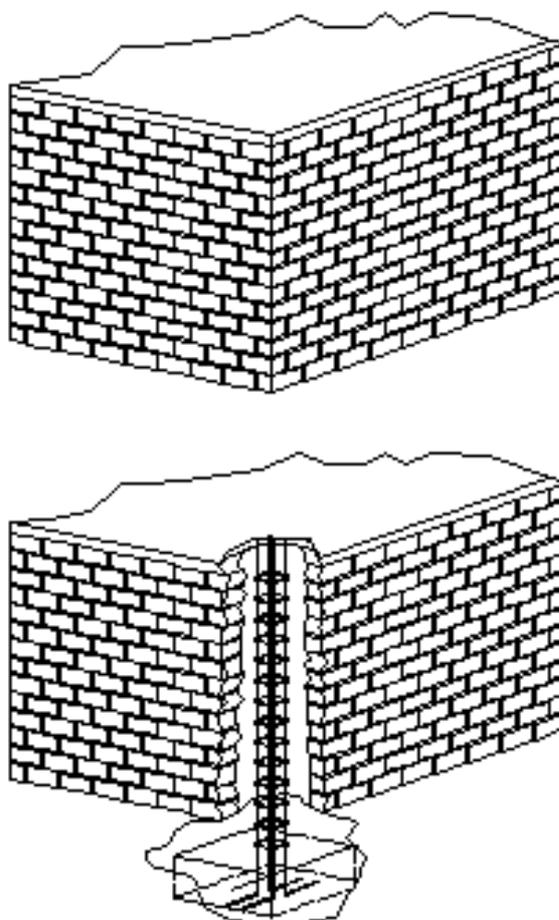


Figura 374: Detalle de inclusión de columnas de reforzamiento en muro sin confinamiento existente

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

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

En la se Figura 375 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 375: 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 376: Reforzamiento con bandas de refuerzo.

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 epoxicas para pegar el concreto existente con el concreto nuevo, formando un suplemento de la columna con deficiencia estructural. En la Figura 377 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

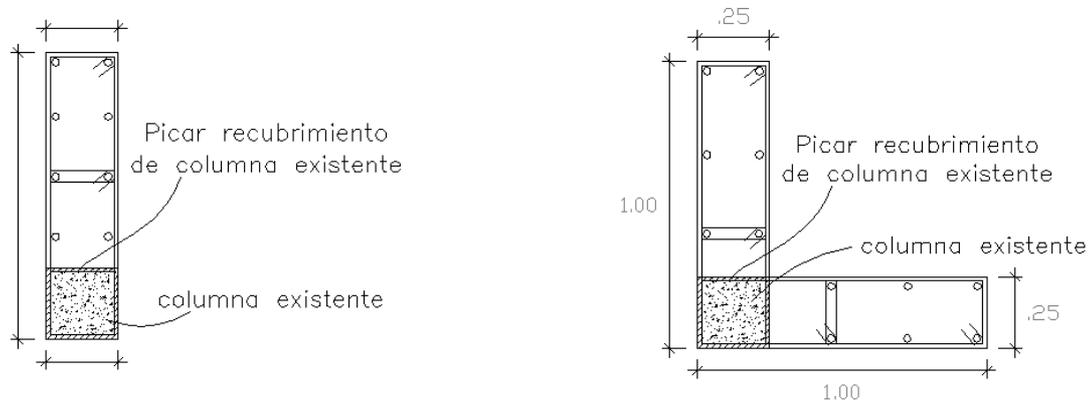


Figura 377: Detalle de reforzamiento para columna existente y esquinera

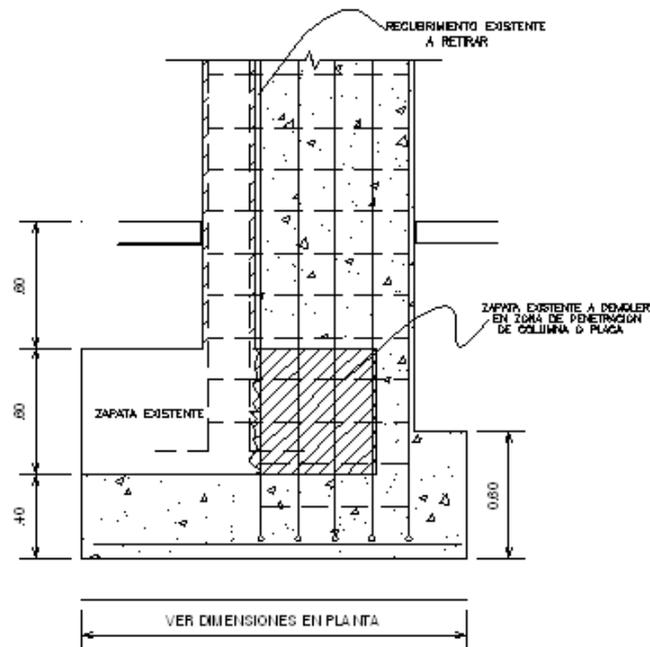


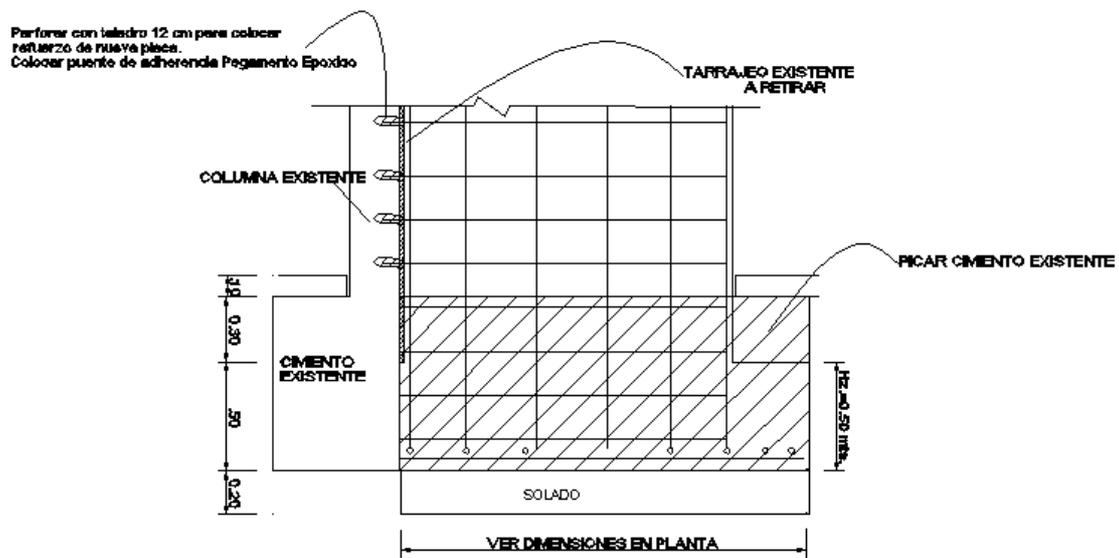
Figura 378: Detalle de reforzamiento de zapata para columna

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 378 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 epoxicas para pegar el concreto existente con el nuevo concreto, al igual que la fijación de la nueva armadura del elemento a reforzar.

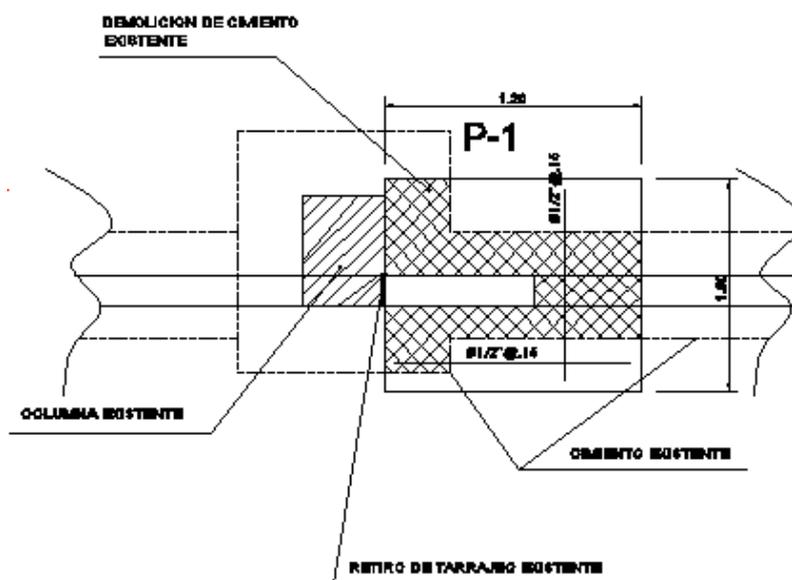
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes

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 379 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 intervenir al cimiento de manera que pueda incluirse la cimentación de la nueva placa. La Figura 380 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 379: Detalle de refuerzo de columna con placa y su cimentación



DETALLE DE CIMENTACION DE PLACA DE REFUERZO D-1

Figura 380: Detalle de la cimentación de la placa visto en planta

Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones

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



Referencias

- [1] Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [2] Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3] Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el calculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [4] Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [5] Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [6] Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [7] Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [8] Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUUE) /March 2010.
- [9] Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUUE) /March 2010.