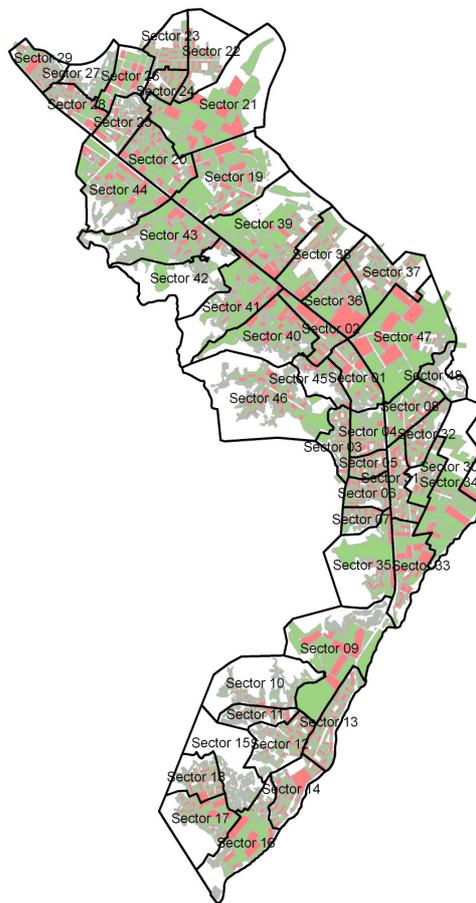


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

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. 7.



LIMA – Mayo, 2011



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA	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	12
Georeferenciación y Compatibilización de Planos.....	13
Sistematización de la Información	13
Ubicación de las manzanas a evaluar	13
Elaboración de la base de datos geo-espacial	15
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES.....	20
SECTOR 01	20
SECTOR 02	20
SECTOR 03	21
SECTOR 04	22
SECTOR 05	23
SECTOR 06	24
SECTOR 07	25
SECTOR 08	25
SECTOR 09	26
SECTOR 10	27
SECTOR 11	29
SECTOR 12	30
SECTOR 13	31
SECTOR 14	33
SECTOR 15	34
SECTOR 16	35
SECTOR 17	36
SECTOR 18	37
SECTOR 19	38
SECTOR 20	39



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

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



SECTOR 21	40
SECTOR 22	41
SECTOR 23	42
SECTOR 24	43
SECTOR 25	44
SECTOR 26	45
SECTOR 27	47
SECTOR 28	47
SECTOR 29	48
SECTOR 30	50
SECTOR 31	51
SECTOR 32	51
SECTOR 33	53
SECTOR 34	54
SECTOR 35	55
SECTOR 36	56
SECTOR 37	57
SECTOR 38	59
SECTOR 39	60
SECTOR 40	61
SECTOR 41	63
SECTOR 42	64
SECTOR 43	64
SECTOR 44	65
SECTOR 45	66
SECTOR 46	67
SECTOR 47	68
SECTOR 48	69
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES	71
Conceptos Generales	71
Formas de Evaluación	71
Método Determinístico	71
Método por Criterio	71
Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio	71
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:	72
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:	73
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:	73
Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas	73



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

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



EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES	75
SECTOR 01	75
SECTOR 02	76
SECTOR 03	78
SECTOR 04	79
SECTOR 05	80
SECTOR 06	81
SECTOR 07	82
SECTOR 08	83
SECTOR 09	85
SECTOR 10	86
SECTOR 11	87
SECTOR 12	88
SECTOR 13	88
SECTOR 14	90
SECTOR 17	91
SECTOR 18	92
SECTOR 19	93
SECTOR 20	94
SECTOR 21	95
SECTOR 22	96
SECTOR 23	98
SECTOR 25	99
SECTOR 26	102
SECTOR 28	102
SECTOR 30	105
SECTOR 31	105
SECTOR 32	107
SECTOR 33	107
SECTOR 34	109
SECTOR 35	110
SECTOR 36	110
SECTOR 37	111
SECTOR 38	112
SECTOR 39	113
SECTOR 40	114
SECTOR 41	115



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



SECTOR 43	116
SECTOR 44	118
SECTOR 46	120
SECTOR 47	122
SECTOR 48	124
Definición de Riesgo Sísmico	126
RESUMEN EJECUTIVO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO	130
Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado	131
Planta de Tratamiento de la Atarjea	131
Sistema de Agua y Alcantarillado	134
Conclusiones y recomendaciones del diagnóstico preliminar del sistema de agua y alcantarillado	141
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	142
PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	143
Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección	146
Reforzamiento de Columnas de Concreto	148
Reforzamiento de Zapata Existente de Columna	149
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes	150
Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones	151



**RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y EVALUACIÓN DE LA
VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA**

- 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 Puente Piedra.
- 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 a la evaluación de la vulnerabilidad, el objetivo del presente trabajo es la evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones del distrito de Puente Piedra, 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 Puente Piedra, en 48 sectores según la zonificación de identificación que utiliza la Municipalidad de Puente Piedra.
- 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 Puente Piedra puede calificarse como un distrito emergente donde las viviendas predominan (87% de la muestra analizada), encontrándose que las edificaciones de albañilería representan 80.3% de las edificaciones del distrito, seguido por



edificaciones usadas como vivienda/comercio que representan el 4% 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 20.5% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad de alta, mientras que el 17.5 % restante posee una vulnerabilidad media y el 62.0% posee una vulnerabilidad de baja a media baja.

- Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Puente Piedra, 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 421.7 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 42% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. El 13 % de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que el 15% de las edificaciones tendrían un daño severo, mientras que el 30% 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 30% no tendrían daño o daño muy leve, 17% tendrían un daño moderado, mientras que 22% 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. 7- EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO DEL
DISTRITO DE PUENTE PIEDRA**

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 Puente Piedra.

OBJETIVO

Realizar una evaluación de riesgos en Zonas Urbanas del distrito de Puente Piedra 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 Puente Piedra
2. Analizar la vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica de las edificaciones incluyendo las esenciales en el distrito de Puente Piedra, 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.

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:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



- 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 la 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 PUENTE PIEDRA				
INFORMACIÓN DE LA MANZANA CÓDIGO DE LA MANZANA:				
LEYENDA PARA LA CODIFICACION DEL LOTE				
No.Pisos (1)	Material (2)	Usos (3)	Sistema Estructural (4)	Conservación (5)
	Adobe (A) Mampostería (M) Concreto (C) Quincha (Q) Acero (S) Madera (W) Otro (O)	Vivienda (V) Vivienda y Comercio (Y) Comercio (C) Multifamiliar (M) Policía o Bomberos (B) Educativo (E) Hospital (H) Industrial (I) Baldío (B) Otros (O)	S Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo M Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos N Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles L Construcción Informal en 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 Anisotrópicos 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)	
1AVSR			1PISOS + ADOBE + USO VIVIENDA + MAMPOSTERIA DE ARCILLA SIN REFUERZO + REGULAR	
Foto 1 - Numero	Foto 5 - Numero			Foto 2 - Numero
Actuar lote representativo				
Foto 3 - Numero				Foto 4 - Numero

Formato de Ayuda para Codificación del Lote

CONVENIO CISMID/FIC/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO ESTUDIO DE RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA				
CÓDIGO DE MANZANA		CÓDIGO INTERNO		
ESTRUCTURACIÓN				
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 Sin Fisuras (X)		Fisura Vertical (V)
Vigas	Fisuras			Fisura Diagonal (D)
Muros	Fisuras			Fisura Horizontal (H)
Estado de Muros				
Unidad	Artisanal	Industrial	Sólido	Tubular/Hueco
Confinamiento	Si	No		
Fisuras	Si	No		
Tarrajeo	Si	No		
Estado de conservación	Bueno	Regular	Malo	
Actuar lote representativo				

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 el distrito está dividido en 48 sectores, tal como se muestra en el mapa No. E-01.
- 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 48 sectores en que se dividió el distrito de Puente Piedra.

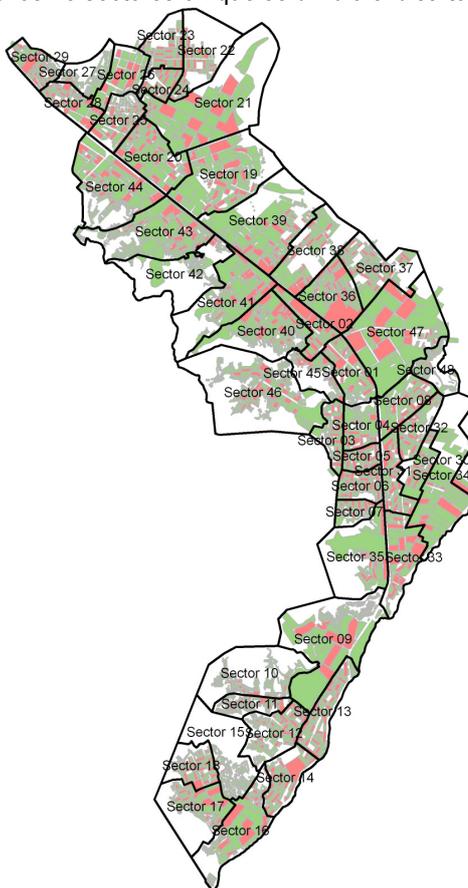


Figura 2. Sectores del distrito de Puente Piedra

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 aproximadamente 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 Puente Piedra 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 4051 manzanas del distrito, y en color rojo las evaluadas y en color verde las no evaluadas. Se presentan las 732 manzanas evaluadas en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 18%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 del Anexo I se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.

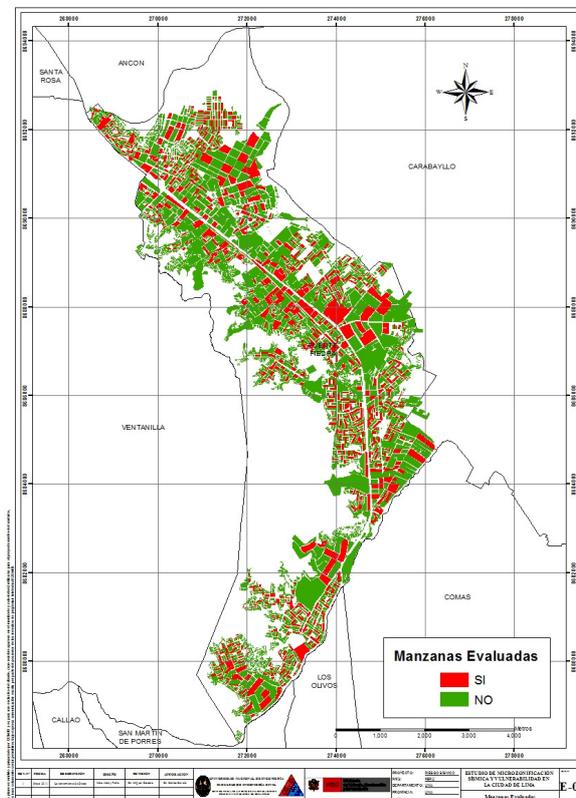


Figura 3. Manzanas totales (4051) versus manzanas seleccionadas (732).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



En el presente trabajo se optó por considerar un nivel de confianza del 97% bajo el supuesto que exista un error del orden del 1.8% en la desviación estándar, dando como resultado que el tamaño de la muestra es del 18% 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 732 manzanas. En el presente estudio se consideró una muestra de 732 manzanas, bajo dos premisas: primero, con este número de manzanas se cubre el área de estudio y por lo tanto el análisis tiene una mayor consistencia. Segundo el error en la desviación estándar se reduce al 1.8 %.

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 Figura 4 se muestra la base de datos de las características de las edificaciones representativas de cada una de las manzanas levantadas.

CONVENIO CISMID/FICUNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - BID ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA															
Levantamiento de Información - Distrito de Puente Piedra															
Num	NumMza	CodMza	LoteRepre	Cond. De Cimentación			Fisuras			Muros					
				CimentA	CimentH	Techo	FisuraCol	FisuraVig	FisuraMur	FabricaAlb	TipoAlb	Confina	Tarrajeo	FotoEq1	
1	S01_1	15012502900042A	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000436.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000432.JPG
2	S01_2	15012502900015E	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000448.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000448.JPG
3	S01_3	15012502900017	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000455.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000455.JPG
4	S01_4	15012502900024	02MMVR	NO	SI	Aligerado	X	X	H	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000460.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000460.JPG
5	S01_5	15012502900013	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000472.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000472.JPG
6	S01_6	15012502900001	01SCFB	NO	NO	Otro	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000477.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000477.JPG
7	S01_7	15012502900007	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000487.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000487.JPG
8	S01_8	15012503000033	01MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000492.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000492.JPG
9	S01_9	15012503000016	02CEIR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000498.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000498.JPG
10	S01_10	15012503000017	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000506.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000506.JPG
11	S01_11	15012503000022	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000511.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000511.JPG
12	S01_12	15012502500055	02CEIR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000516.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000516.JPG
13	S01_13	15012503000004	01MCMB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000511.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000511.JPG
14	S01_14	15012503000006	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000516.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000516.JPG
15	S01_15	15012503000009	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S01\P1000422.JPG	\\Fotos\Fotos_S01\P1000422.JPG
16	S02_1	15012502500008	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	H	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000433.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000433.JPG
17	S02_2	15012502500013	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000449.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000449.JPG
18	S02_3	15012502500015	02MMVR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000469.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000469.JPG
19	S02_4	15012502500049	01MVLB	NO	NO	Calamina	X	X	X	ND	ND	NO	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000478.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000478.JPG
20	S02_5	15012502500017	02MVLB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000485.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000485.JPG
21	S02_6	15012502400004	02MMVB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG
22	S02_7	15012502500003	02MYLR	NO	NO	Calamina	X	X	X	Artesanal	Sólido	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG
23	S02_8	15012502500005	02MCLR	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG
24	S02_9	15012502500001	02MVLB	NO	NO	Calamina	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG	\\Fotos\Fotos_S02\P1000491.JPG

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

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

En la plataforma SIG se genera la base de datos geo-espacial la cual permite una rápida observación de las condiciones de las edificaciones de las manzanas, no sólo desde el punto de vista descriptivo, sino también gráfico, ya que se integran a la base de datos las fotografías de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



las manzanas. Por cada manzana se tomaron 5 fotografías, una por cada esquina y una del detalle del lote representativo.

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

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

Nombre del Campo	Descripción
AcelMax	Aceleración máxima del terreno en cm/s ²
Avg_GRID_C	Promedio del porcentaje del costo de reparación
CimentA	Asentamiento en la cimentación
CimentH	Humedad en la cimentación
Codaza	Código de la manzana
ConfinA	Confinamiento en muros
CostRep3	Porcentaje del costo de reparación calculado
Esen_Dano	Uso de suelo y nivel de daño
Estado	Estado de la edificación
FabricaAlb	Tipo de unidad de albañilería
FID	Identificador de elemento
FisuraCol	Fisuras en las columnas
FisuraMur	Fisuras en muros
FisuraVig	Fisuras en vigas
FotoEsq1	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq2	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq3	Foto de una esquina de la manzana
FotoEsq4	Foto de una esquina de la manzana
FotoRepre	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.

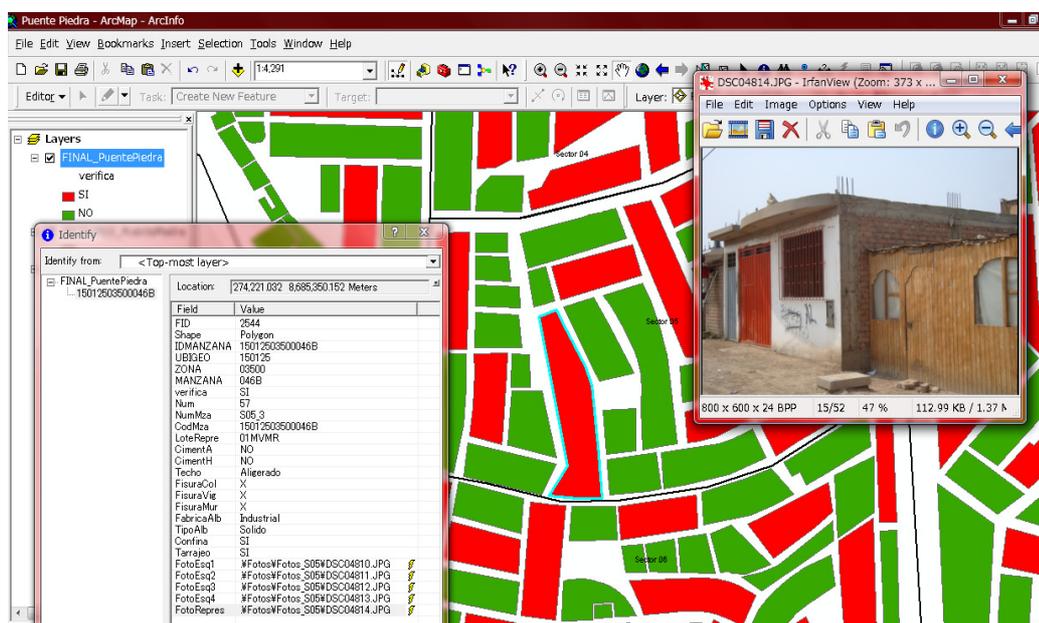


Figura 5. Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva y procesamiento.

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 Puente Piedra, 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 80.3% de la muestra. Debe destacarse que existen edificaciones de madera que representan un 14% de la muestra, así como viviendas de adobe que representan el 2% de las edificaciones muestreadas, al igual que el concreto representa también un 2% de la muestra.

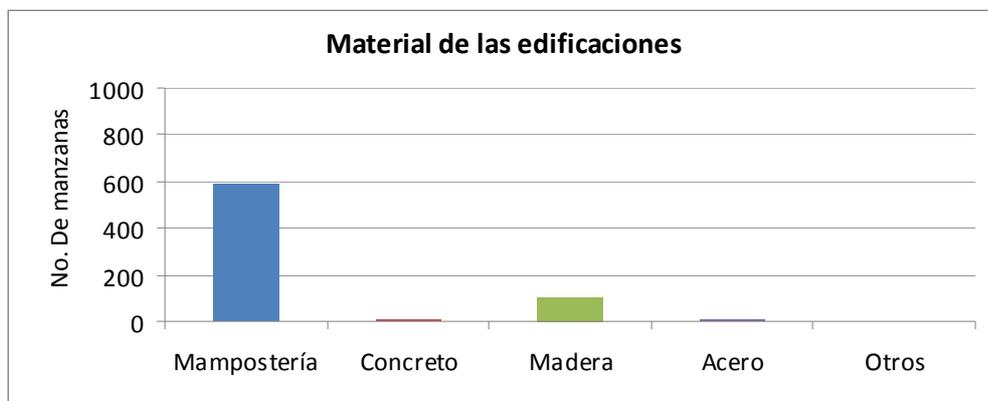


Figura 6. Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito de Puente Piedra

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 87% de la muestra, seguido de viviendas comercio que representan el 4% de la muestra, los colegios que representan un 3% y el comercio representa el 2% de las edificaciones en el área estudiada.

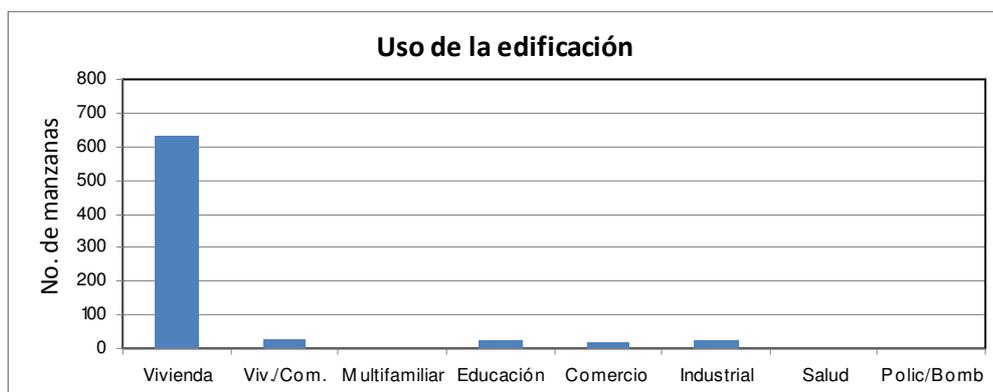


Figura 7 - Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Puente Piedra

En el mapa E06 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 Puente Piedra. La descripción detallada de cada sistema estructural se encuentra en el Anexo. En el grafico se entiende que el sistema estructural más utilizado es la mampostería de ladrillos de arcilla con diafragmas o techos rígidos que ocupa el 40% de la muestra. Le siguen a este sistema en uso la albañilería confinada con diafragma o techo flexible con un 25% de la muestra, que generalmente se tiene en el último nivel de la edificación. Por otro lado un 15% de la muestra esta representado por la albañilería de construcción informal. Las estructuras de entramado de madera representan un 14% de la muestra. Las estructuras de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados por muros de albañilería representan un 2% de la muestra estudiada.

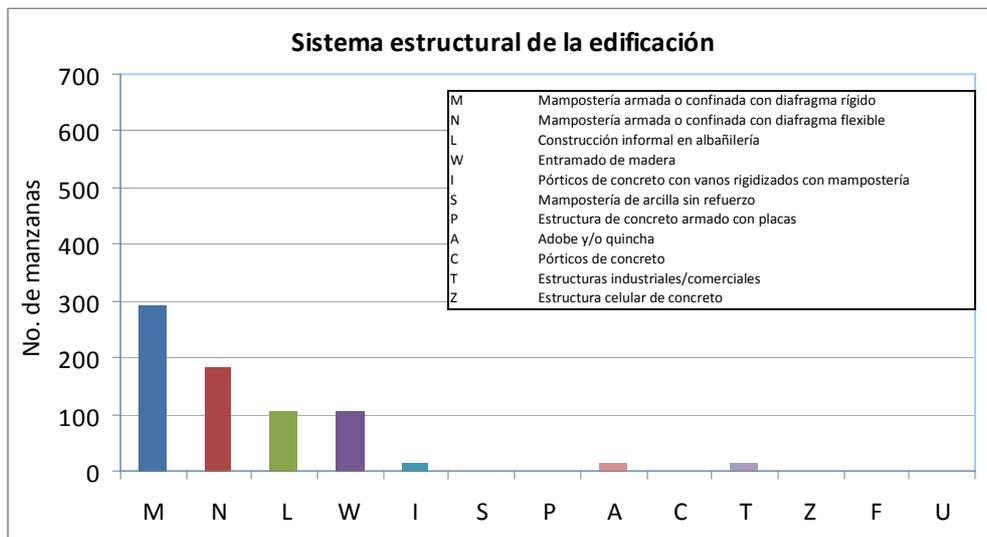


Figura 8. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Puente Piedra

El mapa temático E07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Puente Piedra. Se considera estado de conservación bueno cuando una edificación no muestra signos de deterioro, tales como grietas, hundimientos, humedad. Una edificación posee un estado de conservación regular, cuando existe presencia de las características anteriores en menor grado. Finalmente una edificación se encuentra en estado de conservación malo, cuando presentan estados de deterioro significativos como los indicados anteriormente. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 33.7% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 54.2% de la muestra presenta un estado regular de conservación, en contra de un 12% que presenta un mal estado de conservación.

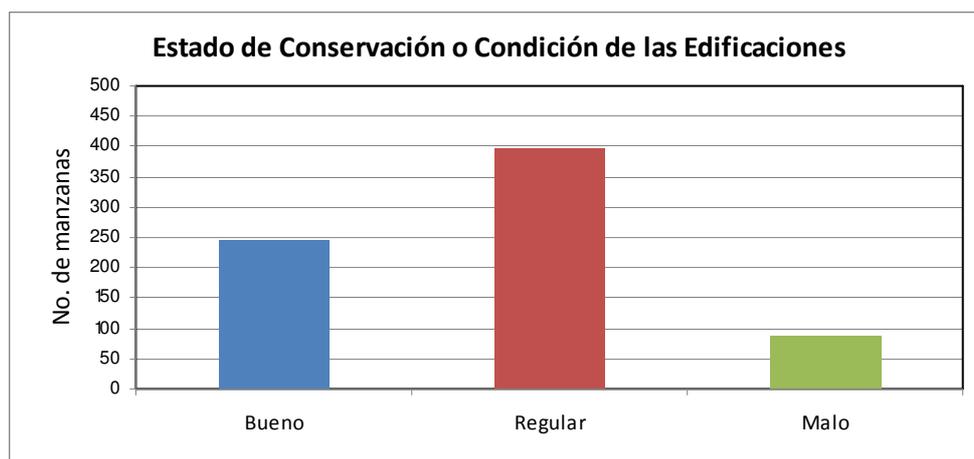


Figura 9 - Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Puente Piedra



RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES

SECTOR 01

El Sector 01 está limitado por el Norte con la Av. Juan Lecaros, el Sur la Calle Las Violetas, al Este la Carretera Panamericana Norte y al Oeste la Av. La Victoria. Este sector cuenta con un total de 58 manzanas de las cuales 15 fueron evaluadas.

Este sector corresponde a una zona comercial - residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada (Ver Figura 10).



Figura 10. Viviendas típicas de dos niveles de Mampostería

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento, ni fisuras en los elementos estructurales y en algunas zonas se encontraron viviendas con humedad en su base. En la mayoría de viviendas apreció la tendencia al uso de unidades de albañilería elaborados industrialmente y asimismo se observó el uso de ladrillos pandereta en muros portantes.

SECTOR 02

El sector 02 está limitado por las avenidas Juan Lecaros, Puente Piedra, San Juan, Buenos Aires, y por las calles Cesar Vallejo, Lima, El Progreso, y 9 de Junio. Este sector cuenta con un total de 34 manzanas de las cuales 13 se tomaron como muestra representativa para llevar a cabo el estudio de riesgo sísmico.

El material de construcción que predomina en este sector es la albañilería. El sistema estructural predominante es la mampostería con amarre en soga y confinadas por columnas y vigas (Ver Figura 11 y Figura 12). La unión entre mampostería y columnas de confinamiento es del tipo endentado en la mayoría de las viviendas. 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. El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor. La mayoría de edificaciones en este sector no presenta junta de separación sísmica.

Se han observado tres tipos de uso predominantes de las edificaciones. Los lotes ubicados cerca a las avenidas son de uso comercial o viviendas con comercio, mientras que las edificaciones más alejadas a las avenidas son en su mayoría para uso de viviendas. La mayoría de las edificaciones son de 2 niveles en promedio. Muchas de las zonas de uso comercial, tienen la vía de tránsito peatonal ocupadas por puestos ambulantes (Ver Figura 11), esto representa un peligro para una posible evacuación de las personas durante un desastre de origen natural o antrópico.



Figura 11. Zona comercial del Sector 02



Figura 12. Vivienda de mampostería confinada

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.

SECTOR 03

El Sector 03 está limitado por las Avenidas Norte, Guardia Republicana, Santa Rosa. Se tomó como una muestra representativa de 12 de un total de 63 manzanas.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son: viviendas de albañilería confinada de 02 niveles y 01 nivel con techos de cobertura ligera, ver (Figura 13) con un estado de conservación regular



Figura 13: Tipos de Edificaciones en el Sector



Tanto el extremo norte como el oeste del sector están rodeados de cerros y en las partes bajas de sus laderas hay viviendas; se observó la existencia de construcciones informales en especial en los muros de contención, los cuales están formados por rocas medianas asentadas una sobre otra sin ningún aglomerante o mortero, como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Informalidad en la construcción

Muchas de las calles no están pavimentadas (Figura 15), también se pudo observar el uso de diferentes tipos de unidades de albañilería en un solo muro (Figura 16), uso de ladrillos pandereta en muros estructurales, etc. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en las viviendas, tampoco fisuras en los elementos estructurales.



Figura 15. Uso de ladrillos de diferente tipo



Figura 16. Ausencia de columnas de amarre

SECTOR 04

El Sector 04 está limitado por el Este con la Carretera Panamericana (Norte), por el Sur con la Av. Rosa Luz, por el Oeste con la Av. Norte (Los Florales), Y por el Norte con la Av. San José. Se tomó una muestra representativa de 14 manzanas de un total de 35, que representan la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas son viviendas de albañilería confinada de 2 niveles con cobertura rígida y ligera, presentándose en igual proporción (ver Figura 17), siendo estos los únicos casos, también se encuentran edificaciones destinadas al comercio en calles aledañas a las avenidas principales (Panamericana Norte, Av. Norte,



Av. Rosa Luz) (ver Figura 18), se pudo observar edificaciones industriales en la zona norte de dicho sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. No se apreció indicios de asentamiento ni humedad en la base, tampoco fisuras en los elementos estructurales.



Figura 17. Edificaciones Típicas del Sector 04



Figura 18. Edificaciones de uso comercial del sector 04

SECTOR 05

Para el estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó como una muestra representativa de 11 manzanas que representa la condición actual del sector. Este sector se encuentra ubicado entre las avenidas Norte (Los Florales), Rosa Luz, Panamericana Norte y Av. Famesa.

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 niveles en regular estado de conservación (Ver Figura 19).



Figura 19. Vivienda de albañilería confinada de 2 niveles

SECTOR 06

El Sector 06 se encuentra ubicado en la parte sur del distrito y está limitado por el Norte con la Av. Famesa, por el Este con la Carretera la Panamericana Norte, por el Sur con las Avenidas Radio Cora y San Remo y por el Oeste con la Av. Norte.

Se tomó una muestra representativa de 17 manzanas para conocer el estado actual de las edificaciones en el sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial en crecimiento donde las edificaciones representativas son viviendas unifamiliares de albañilería confinada de un piso seguidas de viviendas de dos pisos, utilizando el ladrillo sólido artesanal para su construcción. Al lado de la carretera Panamericana Norte se encontraron zonas comerciales e industriales para la elaboración de módulos de viviendas hechas en madera (Ver Figura 20). Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 20. Tipos de Edificaciones en el Sector 06



SECTOR 07

El sector 07 se encuentra ubicado en la zona central del distrito, entre las avenidas Norte, Radio Cora y San Remo. Cuenta con un total de 42 manzanas, de las cuales se tomó una muestra representativa de 10 de ellas para el estudio de vulnerabilidad sísmica.

Este sector está conformado por un conjunto de viviendas de albañilería confinada con techo de losa aligerada, que tienen en promedio 2 niveles. No presentan fisuras y su estado de conservación es bueno. Asimismo, existen viviendas en las cuales el techo del primer piso está constituido de un diafragma rígido y el del segundo piso con un techo flexible (ver Figura 21). Sin embargo, la característica patrón son los muros de los pisos superiores que han sido construidos con ladrillo pandereta (ver Figura 22). Puede afirmarse, que el sistema estructural que prima en este sector la albañilería informal.

En efecto, las edificaciones más representativas son las viviendas mostradas a continuación:



Figura 21. Vivienda de albañilería confinada con techo de losa aligerada (1er piso) y calamina (2do piso)



Figura 22. Vivienda informal de albañilería de 2 niveles

SECTOR 08

El Sector 08 está ubicado al Este de la carretera Panamericana Norte, limitado por las avenidas Panamericana Norte, San Juan de Villa, Chimpú Oclo y la Av. A. Se tomó una muestra representativa de 16 manzanas de un total de 31, que representan la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial principalmente, sin embargo, en la zona colindante a la carretera Panamericana Norte, las edificaciones son industriales. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 01 nivel, se observó además edificaciones mixtas de vivienda y comercio (Ver Figura 23). Además se halló la presencia de edificaciones de adobe (ver Figura 24) en algunas manzanas.

Se pudo notar 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 excepción de una manzana.



En 8 manzanas se notaron una gran cantidad de lotes baldíos, como consecuencia el trazo de las calles no está bien definido, la mayoría de las calles se encuentran sin pavimentar.



Figura 23. Vivienda típica del sector



Figura 24. Vivienda de adobe

SECTOR 09

El Sector 09 está limitado por la Avenida Los Pinos y laderas del río chillón. Se tomó como una muestra representativa de 06 manzanas de un total de 152 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona Industrial. Las edificaciones más representativas de este sector por orden de representatividad son: Edificaciones industriales de mampostería confinada de 2 niveles y 1 nivel (Figura 25).



Figura 25. Tipos de Edificaciones en el Sector 09

Tanto el extremo norte como el oeste del sector están rodeados de cerros y en las partes bajas de estos cerros hay viviendas construidas con madera y albañilería; se observaron construcciones informales en estas zonas, principalmente en lo que se refiere a muros de contención los cuales están formados por rocas medianas asentadas una sobre otra sin ningún aglomerante o mortero, como se muestra en la Figura 26. Gran parte de las calles del sector no tiene pavimento o tiene solo afirmado.



Figura 26. Informalidad en la construcción y de la cimentación

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, no obstante en algunas edificaciones se pudo notar la ausencia de orientación técnica o mano de obra calificada pues se vieron ladrillos mal asentados, uso de ladrillos de diferente tipo en un mismo muro (Figura 27), ausencia de viga collar, ausencia de columnas de amarre, uso de ladrillos pandereta en muros estructurales, etc. No se observaron indicios de asentamiento ni tampoco fisuras en los elementos estructurales, pero si humedad y salitre en las viviendas (Figura 28).



Figura 27. Uso de ladrillos de diferente tipo



Figura 28. Presencia de salitre en las viviendas

SECTOR 10

El sector 10 está localizado en el flanco Sur de Puente Piedra, siendo su límite en esa misma dirección la avenida 15 de Julio. Este sector cuenta con más de 100 manzanas, la mayoría de pequeña extensión y de trazo irregular, de las cuales se seleccionaron 14 para llevar a cabo el estudio de vulnerabilidad sísmica.

Este sector es una zona residencial que se encuentra en proceso de expansión hacia las laderas de los cerros, por lo que el relieve del terreno se torna empinado y agreste. Las viviendas que lo conforman se caracterizan por ser, en promedio, de 1 nivel de mampostería confinada con muros tarrajeados y sin fisuras, que sostienen cobertura ligera de calamina (Ver Figura 29) e inclusive de



caña; siendo el factor común la carencia de viga collar. Sin embargo, existen construcciones con techo de losa aligerada donde se evidencia la presencia de dicho elemento estructural (Ver Figura 30).

El estado de conservación de las edificaciones del sector es regular, y el sistema estructural que prima, la Construcción Informal de Albañilería.

En efecto, a continuación se presentan las viviendas más representativas:



Figura 29. Vivienda informal de 1 piso de mampostería confinada carente de viga collar, con techo de calamina.



Figura 30. Vivienda de 1 nivel de albañilería confinada con viga collar, techo aligerado.

Es preciso mencionar que se observaron viviendas de madera (Ver Figura 31), cuyo número va aumentando conforme se avanza hacia la cima de los cerros; es decir, abundan en las proximidades de la cumbre de los cerros (Ver Figura 32) y son poco comunes en las zonas llanas.



Figura 31. Vivienda de madera con cobertura ligera de calamina, en regular estado de conservación



Figura 32. Vista panorámica de las viviendas más próximas a la cima de los cerros, en la que se muestra la preponderancia de la madera

SECTOR 11

El Sector 11 se encuentra limitado por el Norte por la Av. 15 Julio y en la parte Sur y Oeste por los cerros. Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en el sector se tomó una muestra representativa de 17 manzanas de un total de 81 manzanas. El sector presenta en la parte Oeste y Sur una topografía accidentada (pendientes altas), y en la zona Este un terreno de suaves pendientes.

Este sector corresponde a una zona residencial donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 piso de mampostería confinada y techos de cobertura ligera. Se observó que en la parte Sur del sector (zona de cerros) la mayoría de las viviendas son de madera, siendo predominantes, en ambos casos, un sistema estructural informal (Ver Figura 33). Además, existe una zona de comercio local en la Av. 15 de Julio (Ver Figura 34).



Figura 33. Viviendas típicas del sector



Figura 34. Zona comercial local

Durante la inspección se pudo apreciar que las viviendas se encuentran en su mayoría en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento ni de humedad en su base, tampoco se encontraron fisuras en los elementos estructurales. En la mayoría de viviendas se halló uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente y la informalidad del uso de ladrillos tipo pandereta.

SECTOR 12

El Sector 12 está limitado por las Avenidas 15 Julio, Los Pinos, Paucartambo. Se tomó una muestra representativa de 22 manzanas de un total de 112 manzanas que representan la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector por orden de representatividad son: viviendas de albañilería de 02 niveles y 01 nivel, con techos livianos de calamina (Figura 35).



Figura 35. Tipos de Edificaciones en el Sector

Tanto el extremo norte como el oeste del sector están rodeados de cerros y en las partes bajas de estos cerros hay viviendas construidas con madera y albañilería; se observaron informalidades en la construcción en estas zonas del sector principalmente en lo que se refiere a muros de contención los cuales están formados por rocas medianas asentadas una sobre otra sin ningún aglomerante o mortero, como se muestra en la Figura 36.



Figura 36. Informalidad en la construcción y de la cimentación

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, también se pudo observar el uso de diferentes tipos de unidades de albañilería en un solo muro (Figura 37), ausencia de viga collar, ausencia de columnas de amarre, uso de ladrillos pandereta en muros estructurales, etc. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en las viviendas, tampoco fisuras en los elementos estructurales. Gran parte de las calles del sector no tiene pavimento o tiene solo afirmado (Figura 38).



Figura 37. Uso de ladrillos de diferente tipo



Figura 38. Calles sin pavimentar

SECTOR 13

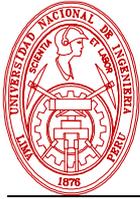
El Sector 13 está ubicado al Oeste de la de la carretera Panamericana Norte cerca al kilómetro 24, limitado por la carretera Panamericana Norte, Av. Los Pinos, Calle 25 de Setiembre y la Calle Vía Malecón. Se tomó una muestra representativa de 23 manzanas que representan la condición actual del sector, que cuenta con un total de 69 manzanas. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 02 niveles (aproximadamente el 61%) y la mayoría de estas cuentan con techos aligerados rígidos (ver Figura 39).

Este sector se caracteriza por ser una zona predominantemente de uso residencial, así también se pudo notar que existe una gran actividad comercial menor (tiendas, cabinas de internet y otros servicios) como se muestra en la Figura 40. Además, pequeños centros educativos y algunos lotes que se reservan para la actividad religiosa. Todos estos están distribuidos de manera regular en toda el área observada.



Figura 39. Edificaciones representativas del sector

Durante la inspección se observó que en el 48% de los casos, las edificaciones fueron construidas con albañilería usando ladrillos artesanales. El estado de conservación, en general, es de regular a malo; encontrándose que el 57% de las manzanas auscultadas presentan signos de deterioro en la base de las edificaciones por humedad (ver Figura 42). De las manzanas observadas (representativas) 6 de estas cuentan con lotes baldíos que representan entre el 25% y 60% de los lotes por manzanas (ver Figura 44 y Figura 45); sin embargo estos se encuentran cercados con



albañilería compuesta por unidades de ladrillos artesanales. También se ha observado que esta es atravesada, de Norte a Sur, por cables que transportan energía eléctrica y torres de alta tensión.



Figura 40. La actividad comercial en el sector se encuentra distribuida de manera regular en toda el área observada



Figura 41. Lote cercado con rejas metálicas para el uso de losa deportiva



Figura 42. Presencia de humedad en la base de una de las edificaciones típicas de la zona



Figura 43. Vista de la pista asfaltada. Intersección de Av. Los Pinos con Calle 25 de Setiembre que delimita el perímetro del sector estudiado



Figura 44. Vista de uno de los lotes vacíos usado como cochera



Figura 45. Vista de uno de los lotes baldíos en la zona inspeccionada



SECTOR 14

El sector 14 está ubicado en la parte sur del distrito de Puente Piedra, está limitado por la Av. Malecón Chillón por el Sureste y por la calle 25 de setiembre por el Norte. El sector cuenta con un total de 59 manzanas de las cuales se han tomado 19, como muestra representativa para el estudio de riesgo sísmico.

El material de construcción predominante es albañilería. El sistema estructural más usado es de mampostería confinada con unidades de albañilería amarradas en soga y confinadas por medio de columnas y vigas (Ver Figura 46 y Figura 47), se ha observado también que algunas de estas viviendas han sido construidas por los mismos pobladores sin la participación de un profesional en ingeniería. Debido a esto ha realizado un mal uso de las unidades de albañilería, como el uso de ladrillos tubulares en muros portantes en el segundo piso. El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor.

Se ha observado que el tipo de uso predominante de las edificaciones son viviendas de dos niveles, su estado de conservación se encuentra buena y regular, no se han observado presencia de asentamiento, ni humedad en la base, ni presencia de fisuras. Las manzanas cercanas a las áreas verdes presentan humedad en su base debido a la riego de dichas áreas.



Figura 46. Vivienda en estado de conservación bueno



Figura 47. Vivienda en estado de conservación regular

Cabe resaltar que existen manzanas (Ver Figura 48), con características estructurales particulares. Estas edificaciones fueron construidas por una empresa privada, son de un piso bajo un sistema estructural de placas de concreto de 10 cm de espesor, armadas con una sola malla, sin elementos de confinamiento y con una losa de techo de 10 cm de espesor (Ver Figura 49). Se ha observado que algunas de estas edificaciones han sido ampliadas verticalmente a edificaciones de 2 pisos, para esto se reforzó las placas del primer piso con columnas de aproximadamente 20cm x 20 cm, usándose ladrillos tubulares para muros portantes del segundo nivel, realizando técnicas de construcción informal (Ver Figura 50). Se observó también que esta manzana es aledaña al corte de un cerro de roca fracturada (Ver Figura 51).



Figura 48. Viviendas con placas de concreto de 10 cm. con ampliación



Figura 49. Vivienda típica construida con plaquitas



Figura 50. Ampliación vertical de un lote de la manzana 15012504800062



Figura 51. Manzana 15012504800062 aledaña al corte de un cerro de roca fracturada

SECTOR 15

Este sector está limitado por el norte con grandes elevaciones de terreno (cerros), por el sur con la avenida Virgen del Carmen, por el este con la avenida Los Algarrobos, y por el oeste con la calle Los Sauces.

Para llevar a cabo el estudio de riesgo sísmico se realizó una visita técnica en el sector, en dicha visita se observó que la mayoría de viviendas son de un piso, hechas de entramados ligeros de madera, sin elementos de cimentación (simplemente apoyados sobre el terreno), y cobertura ligera (Ver Figura 52). El estado de conservación actual de las viviendas es regular, y están considerablemente separadas entre ellas.

Se observó también en las zonas más cercanas a las carreteras, viviendas son edificaciones de dos pisos, cuyo material de construcción predominante es la unidad de arcilla de origen industrial. Estas viviendas, poseen muros de mampostería tubular con amarre en soga y con elementos de



confinamiento, con uniones endentadas y techos aligerados de 20 cm de espesor (Ver Figura 53). La topografía del sector presenta pendientes muy altas en el terreno.



Figura 52. Viviendas típicas de perfiles livianos de madera



Figura 53. Viviendas de Mampostería ubicadas cerca a la carretera.

SECTOR 16

Este sector se encuentra localizado en el extremo Sur del distrito de Puente Piedra, siendo sus límites la avenida Los Algarrobos, la calle Las Granadas por el Noroeste, mientras que por el Sureste, contorna el Río Chillón, y por el Noreste, una calle sin nombre. Cuenta con un total de 80 manzanas, de las cuales se consideraron 17 como muestra representativa para el estudio de riesgo sísmico.

El sector 16 comprende dos zonas: residencial e industrial. La primera se localiza en la periferia, principalmente al Norte y en las faldas de los cerros; donde las viviendas, de entre 1 y 2 niveles, se caracterizan por estar construidas en su mayoría, de mampostería confinada, con muros parcialmente tarrajados que sostienen techos de losa aligerada o calamina. Mientras que la segunda, se ubica en la parte central, existiendo algunos galpones de acero que se encuentran bien conservados. Las calles no presentan pavimentación.

Se observaron que los muros de las casas que tienen niveles superiores se han levantado usando ladrillos pandereta (ver Figura 54). Asimismo, se pudo encontrar casas de madera hasta de 2 niveles, principalmente sobre los cerros, en un estado de conservación entre regular y malo (ver Figura 55). Sin embargo, no se detectó la presencia de fisuras en las edificaciones, las cuales tienen un estado de conservación regular; siendo el sistema estructural que prevalece la Construcción Informal de Albañilería. Las viviendas más representativas son las mostradas a continuación:



Figura 54. Vivienda informal de albañilería sin viga collar peraltada y con muros de ladrillo pandereta

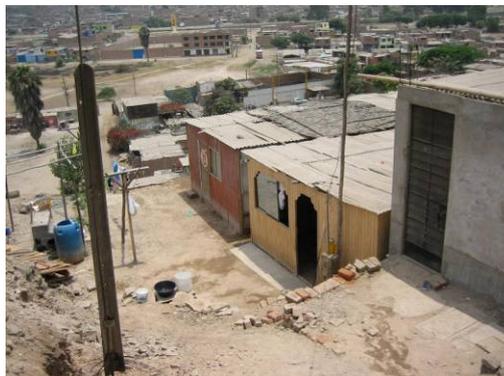


Figura 55. Viviendas de madera en regular estado de conservación en las faldas de los cerros

SECTOR 17

El Sector 17 está ubicado en el extremo Sur del distrito, limitando con la Av. Virgen del Carmen y la Calle Las Granadas por el Este y con el distrito de Ventanilla por el Oeste. El número de manzanas representativas que se consideró para el estudio de este sector es de 19 manzanas.

De las inspecciones de campo realizadas se observó que el uso predominante es en vivienda, siendo las estructuras de 01 Piso consistente de un sistema estructural de mampostería confinada con cobertura o diafragma flexible (ver Figura 56 y Figura 57). También cabe mencionar que el estado de conservación de estas construcciones es, predominantemente regular. Muchas de estas (más del 65%) no presentan tarrajeo o enlucido en sus fachadas.



Figura 56. Vivienda representativa con cobertura ligera / con tarrajeo en la fachada.



Figura 57. Vivienda representativa con techo aligerado / sin tarrajeo en la fachada.

También se encontró que la actividad comercial es predominante en lotes algunas de las manzanas del sector (ver Figura 58).



Figura 58. Zona de comercio en el Jr. Las Begonias

Además existen zonas, como la comprendida entre la Av. Las Acacias y la Calle Los Copihues, en las que se aprecia el desarrollo de actividad del tipo Industrial (ver Figura 59) con construcciones de mampostería confinada en la fachada de ciertas fábricas. Otra de las actividades comerciales que se encontró en la zona es la venta y distribución de materiales de construcción (ver Figura 60).



Figura 59. Terrenos para uso Industria



Figura 60. Comercio; venta y distribución de material de construcción

SECTOR 18

El sector 18 se encuentra en la parte Sur del distrito, y está limitado por los Cerros al Norte y Oeste, la Calle Los Sauces Este, la Calle Las Palmeras al Sur. En este sector fueron evaluadas 20 manzanas de un total de 83 manzanas en el sector.

El sector corresponde a una zona Residencial, donde la mayor parte de las edificaciones son viviendas de 1 nivel de mampostería con amarre en soga y confinada por columnas, donde la unión entre las columnas de confinamiento y la mampostería es del tipo endentado. La mayoría de estas viviendas son de cobertura ligera (Ver Figura 61) y no presentan junta sísmica. En la parte Norte del sector se ha observado nuevas invasiones cuyas viviendas son madera con cobertura ligera. (Ver Figura 62).

Una característica de este sector es la pendiente pronunciada del terreno (Ver Figura 63). Se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en buen estado de conservación. No se apreciaron indicios de asentamientos ni fisuras y en pocas zonas se encontraron viviendas con humedad en su base.



Figura 61. Viviendas típicas del sector
Mampostería confinada con cobertura ligera



Figura 62. Invasiones en el Cerro
Viviendas de madera con cobertura ligera



Figura 63. Viviendas en desnivel y pistas pronunciadas

SECTOR 19

El Sector se encuentra en zona Norte del distrito cerca al óvalo Zapallal y está limitado en el Norte por la Av. Huarangal, en la parte Oeste por la Calle San Miguel y la Av. Juana de Arco, en la parte Suroeste por la Av. Leoncio Prado y por el Este por los cerros. Para la realización del estudio de la vulnerabilidad sísmica en el sector, se tomó una muestra representativa de 21 manzanas de un total de 96 manzanas.

Se caracteriza por ser una zona Residencial-Industrial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 nivel de mampostería confinada y techos de losa aligerada (Ver Figura 64). Se ha notado la existencia de terrenos baldíos, en construcción, o con presencia de construcciones precarias, lo que es un índice que este sector se está urbanizando en los últimos años.



Figura 64. Viviendas típicas del sector

Se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en buen estado de conservación. No se notaron indicios de asentamiento, ni fisuras en los elementos estructurales y en algunas zonas se encontraron viviendas con humedad en su base. En la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente y la informalidad del uso de ladrillos tipo pandereta.

SECTOR 20

El sector 20 se encuentra ubicado en el extremo Norte del distrito, siendo sus límites la avenida Leoncio Prado (Panamericana Norte) por el Suroeste, la calle Santa Luisa por el Noroeste, la avenida Huarangal por el Noreste y las calles San Miguel y Juana de Arco por el Sureste. Se tomó como muestra representativa 23 manzanas de un total de 80, para el estudio de riesgo sísmico.

Este sector es principalmente una zona residencial con viviendas de un nivel en su mayoría, encontrándose dos áreas bien diferenciadas: la primera, cercana a la Panamericana Norte, donde son de mampostería confinada con muros parcialmente tarrajeados que sostienen techos de cobertura ligera (Ver Figura 65); mientras que la segunda, ubicada en las zonas próximas a las cimas de los cerros, está conformada por viviendas pre-fabricadas de madera con techo de calamina o eternit (Ver Figura 66). Es importante señalar que no se encontraron fisuras significativas en las construcciones, por lo que el estado de conservación, a nivel de todo el sector, es regular; siendo el sistema estructural que prevalece la Mampostería Confinada con Diafragma Flexible. Asimismo, existen edificaciones comerciales en la intersección de las avenidas Leoncio Prado y Juana de Arco (Óvalo de Zapallal).

Las viviendas más representativas son las mostradas a continuación:



Figura 65. Vivienda de mampostería confinada sin viga collar con techo de calamina



Figura 66. Vivienda prefabricada de madera con techo de cobertura ligera

SECTOR 21

El Sector 21 se encuentra limitado por la Av. Huarangal en la parte sur y por las calles De la Cruz y Loreto por el oeste. Para la evaluación se tomó una muestra representativa de 11 manzanas de un total de 52, 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 madera de un nivel, con cobertura flexible (calamina) como se muestra en la Figura 67. Solamente se encuentra pavimentada las avenidas principales. Se observaron terrenos baldíos en este sector, y muchos sin acceso. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación y no mostraron indicios de asentamiento ni humedad en su base.



Figura 67. Edificación representativa en el sector 21



Muchas de las viviendas ubicadas en las zonas alejadas de este sector están dedicadas a la crianza de aves de corral y de ganado vacuno así como la conservación de huertos (ver Figura 68 y Figura 69). El criadero de aves de corral se desarrolla en galpones mientras que el criadero de ganado vacuno en corrales.

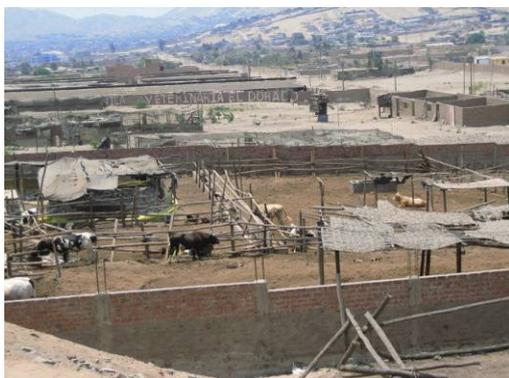


Figura 68. Crianza de ganado vacuno



Figura 69. Crianza de aves de corral

SECTOR 22

El Sector 22 se encuentra ubicado en la parte Norte del distrito y está limitado por el Sur con las Calles 3 y 10, por el Este con la prolongación de la Calle Ancash y por el Oeste con la Av. Marcos Espinoza. El sector cuenta con un total de 64 manzanas de las cuales 21 fueron evaluadas.

Este sector corresponde a zonas de asentamientos humanos ubicadas sobre la ladera de cerros. La mayoría de las edificaciones son viviendas de 01 piso de madera con techos de calamina y en menor cantidad en mampostería confinada mayormente con techos de calamina (Ver Figura 70). Debido a la pendiente del terreno, se observó que muchas de las viviendas de madera fueron construidas sobre terreno nivelado en donde se utilizaron muros de contención de piedra hechas de manera informal. También se observó el uso de neumáticos como material para la construcción de estos muros de contención como se muestra en la Figura 71.



Figura 70. Viviendas típicas de mampostería y madera.



Figura 71. Muro de contención con neumáticos

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación debido a la informalidad en su construcción, especialmente en las viviendas hechas en madera. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en la base ni fisuras en los elementos estructurales. En el caso de viviendas en mampostería confinada se utilizó ladrillo artesanal sólido en su construcción.

SECTOR 23

EL sector 23 se encuentra ubicado entre las avenidas Marcos Espinoza, Calle 37, Calle Las Rosas y colindando con el cerro. Para lograr el estudio de vulnerabilidad sísmica, se tomó una muestra representativa de 19 manzanas de un total de 39, que muestra la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por ser una zona de asentamientos humanos en su mayoría, con una topografía accidentada y zonas de difícil acceso. Las edificaciones más representativas son las viviendas de madera y esteras de 1 nivel en mal y regular estado de conservación (Ver Figura 72y Figura 73).



Figura 72. Vivienda de madera de 1 nivel



Figura 73. Vivienda de esteras de 1 nivel



SECTOR 24

El Sector 24 está ubicado al Este de la de la carretera Panamericana Norte, altura del kilómetro 35, limitado por las avenidas Marcos Espinoza, Av. Contumaza, Calle 37, calle Alianza, calle Loreto. Se tomó una muestra representativa de 17 manzanas de un total de 47, que representan la condición del sector.

Este sector se caracteriza por ser una zona urbano marginal con un mercado en la calle 37 (Ver Figura 78), Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de madera de 01 nivel y cobertura ligera (Ver Figura 74 y Figura 75), se observó además edificaciones poseen un uso de vivienda y comercio (Ver Figura 76), las cuales se distribuyen en todo el sector. No se observaron indicios de asentamiento ni de humedad, esta zona cuenta con servicios básicos sin embargo una gran cantidad de viviendas se encuentran en estado precario.

Frente a la Av. Coimpuc Ocllo se ubica una antigua cantera que dejó una depresión en la superficie del terreno y es usada por los pobladores como botadero de sus desperdicios (Ver Figura 77).

La topografía del terreno es de pendiente pronunciada y las calles en su mayoría se encuentran sin asfaltar dificultando el acceso (Ver Figura 79).



Figura 74. Vista de una de las viviendas representativas



Figura 75. Vista de otra vivienda representativa que es de un nivel, de madera y de cobertura ligera



Figura 76. Vista de una vivienda mixta



Figura 77. Vista de antigua cantera



Figura 78. Vista de mercado en la calle 37



Figura 79. Vista, donde se puede observar la topografía del sector, de pendiente pronunciada

SECTOR 25

El sector 25 está ubicado al Norte del distrito de Puente Piedra, limitado por el Norte con la Av. San Martín y la calle Loreto, por el Sureste con la Av. Santa Luisa, por el Suroeste con la Av. Leoncio Prado y por el Este con la Av. Central. El sector cuenta con un total de 99 manzanas de las cuales han sido evaluadas 24 manzanas.

El material de construcción predominante es la albañilería. El sistema estructural más usado es de mampostería confinada con unidades de albañilería amarradas en soga y confinadas por medio de columnas y vigas (Figura 80 y Figura 81). El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor. Se observó que las edificaciones de más de un nivel han usado ladrillos tubulares en su sistema estructural de muros portantes a partir del segundo piso, por lo que se clasifica como construcción informal en albañilería.



Figura 80. Vivienda con cobertura ligera



Figura 81. Vivienda con losa aligerada

Cabe resaltar que las viviendas más alejadas de la carretera principal (Av. El Arenal) están constituidas por perfiles delgados de madera y/o esteras, este sistema no podría clasificarse como estructural debido a que solo soportan su propio peso (un solo piso), como se muestra en la Figura 82.



Figura 82. Viviendas de madera en estado de conservación malo

Se ha observado que el tipo de uso predominante de las edificaciones son viviendas de un nivel. Las edificaciones más alejadas a la carretera principal tienen un estado de conservación entre regular y mala, mientras que las edificaciones más cercanas a la carretera principal tienen un estado de conservación bueno. En términos generales no se ha observado presencia de asentamientos, ni humedad en la base, ni presencia de fisuras. El sistema de techo más predominante es de cobertura ligera. La topografía de este sector tiene una pendiente muy pronunciada y variable (Ver Figura 83) debido a esto y a la falta de una planificación urbana se ha realizado una distribución desordenada de las manzanas.

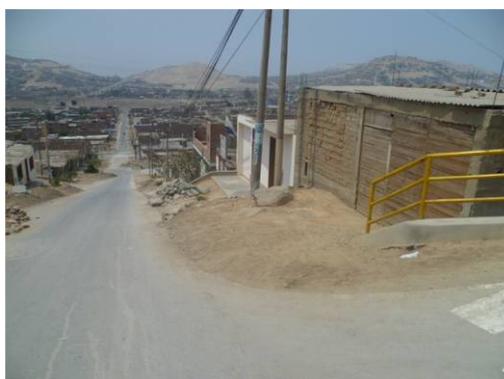


Figura 83. Pendiente pronunciada en el sector

SECTOR 26

El Sector 26 se encuentra limitado por las calles Los Claveles y las Rosas en la parte norte, por la calle las Palmeras en la parte sur y por la Av. Valle Hermoso en el lado oeste. Para la evaluación se tomó una muestra representativa de 7 manzanas de un total de 31 que representan la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por ser una zona residencial contando con un regular número de terrenos baldíos. Las edificaciones más representativas son viviendas de mampostería de 1 nivel, con cobertura flexible (calamina) como lo muestra la Figura 84. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encontraban en regular estado de conservación y no mostraron indicios de asentamiento ni humedad en su base.



Figura 84. Edificaciones representativas en el sector 26

Este sector se encuentra en un proceso de desarrollo urbano con vías no asfaltadas y un regular número de terrenos baldíos como se muestra en la Figura 85.



Figura 85. Vías no asfaltadas y terrenos baldíos

Muchas de las viviendas ubicadas en las zonas alejadas de este sector cuentan con galpones para la crianza de aves de corral, y con huertos como se muestra en la Figura 86.



Figura 86. Criadero Avícola y huertos en viviendas



SECTOR 27

Este sector está limitado por el norte con grandes elevaciones de terreno (cerros), por el sur con el Jr. Orquídeas, por el este con la avenida Valle Hermoso, y por el oeste con la avenida Hijos de Jerusalén.

Para llevar a cabo el estudio de riesgo sísmico se realizó una visita técnica en todo el sector, en dicha visita se observó que la mayoría de viviendas son de un piso, hechas de entramados ligeros de madera, sin elementos de cimentación (simplemente apoyados sobre el terreno), y cobertura ligera (Ver Figura 87). El estado de conservación actual de las viviendas es regular, y están considerablemente separadas entre ellas.

La topografía del sector presenta pendientes en el terreno muy altas, con vías de difícil acceso (Ver Figura 88).



Figura 87. Viviendas típicas de perfiles livianos de madera



Figura 88. Imagen de la topografía del sector

SECTOR 28

El Sector 28 está limitado por las Avenidas Panamericana Norte, El Arenal, Central, Hijos de Jerusalén, 10 de Octubre y Jirón Los Tulipanes. Se tomó como una muestra representativa 18 manzanas, de un total de 55 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 01 nivel y 02 niveles con diafragma flexible (Figura 89).



Figura 89. Tipos de Edificaciones en el Sector



En el extremo norte hay cerros que rodean esta parte del sector, en el cual hay viviendas que están construidas de material noble y otras de madera, el acceso a las viviendas de este cerro es mediante pequeños caminos del mismo terreno; se observaron construcciones informales en el sector principalmente en lo que se refiere a muros de contención los cuales están formados por rocas medianas asentadas una sobre otra sin ningún aglomerante o mortero, como se muestra en la Figura 90.



Figura 90: Informalidad en la construcción y de la cimentación

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones en su mayoría tienen cobertura ligera ya sea en el primer o segundo piso, las cuales se encuentran en buen estado de conservación (Figura 91). No se observaron indicios de asentamiento pero sí de ataque del salitre (Figura 92) en muros, sin agrietamientos en los elementos estructurales.



Figura 91. Uso de cobertura ligera



Figura 92. Presencia de salitre

SECTOR 29

El Sector 29 está ubicado en el límite del distrito de Puente Piedra colindante con los distritos de Ancón y Ventanilla, al Este de la carretera Panamericana Norte, limitado por la carretera Panamericana Norte y el Jr. 9. Se tomó una muestra representativa de 17 manzanas de un total de 82, que representan la condición actual del sector.

Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de un piso, de madera y de mampostería, sistemas estructurales de entramados de madera y mampostería confinada (Ver Figura 93 y Figura 94). La zona adyacente a la carretera Panamericana Norte se caracteriza por ser una zona comercial, mientras que el resto del sector es predominantemente residencial. Se observó la presencia de criaderos de cerdos, reses y aves en la zona Norte del sector (Ver Figura 95).



Figura 93: Vista de edificaciones de viviendas de entramados de madera



Figura 94: Viviendas de mampostería cerca a la panamericana norte

No se observaron indicios de asentamiento y tampoco de humedad en la base de las viviendas. No se detectaron fisuras en los elementos estructurales y en general se observó estado de conservación regular en las viviendas de madera.

La topografía del sector es irregular, con muchas calles en pendiente fuerte (Ver Figura 96), hacia el norte del sector el terreno se eleva con una pendiente de aproximadamente 40° , siendo el suelo de un tipo de arenoso. (Ver Figura 97).



Figura 95: Vista de un criadero de animales, dentro del sector en estudio



Figura 96: Vista de Ladera, cercana a la Av. Panamericana Norte



Figura 97: Vista de la topografía que presenta pendiente elevada



Se observaron antenas de telecomunicaciones que están ubicadas en las zonas más altas del sector (Ver Figura 98).

A manera de comentario el sector mantiene un conflicto por la posesión de los terrenos, con el ejército y compañías mineras.



Figura 98: Vista de antenas de telecomunicaciones

SECTOR 30

El sector 30 se encuentra localizado en la parte central del distrito, en la zona Este, teniendo como límites la avenida Los Sauces por el Sureste y la avenida Las Begonias por el Noroeste. Cuenta con un total de 36 manzanas, de las cuales se evaluaron 23.

Este sector es una zona residencial en proceso de expansión, por lo que se encuentran algunas áreas sin construir y terrenos con cultivos de hortalizas.

Las viviendas se caracterizan por ser de un nivel, de mampostería confinada con muros sin tarrajear y sin fisuras, que sostienen techos de cobertura ligera (Ver Figura 99), aunque también existen varias edificaciones con techo aligerado (Ver Figura 100). El estado de conservación, a nivel de todo el sector, es regular; siendo el sistema estructural que prevalece la Mampostería Confinada con Diafragma Flexible. Las viviendas más representativas son las mostradas a continuación:



Figura 99. Vivienda de mampostería confinada sin tarrajear con techo de calamina



Figura 100. Vivienda de albañilería confinada sin tarrajear con techo de losa aligerada



SECTOR 31

Se encuentra en la parte sur-este del distrito, y está limitado por la Av. Los Naranjos al Norte, la Av. Las Retamas al Este, la Calle Cruz de Motupe al Sur y la Carretera Panamericana Norte al Oeste. Este sector cuenta con un total de 54 manzanas de las cuales 17 fueron evaluadas.

En general este sector corresponde zona residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 2 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada (Ver Figura 101). Este sector se caracteriza por no presentar calles pavimentadas, presencia de sistemas de desagües abiertos, las calles no presentan placas con los nombres respectivos, terrenos baldíos en esquinas e invasiones de terreno. Las viviendas fueron construidas con diferentes tipos de materiales: mampostería en su mayoría (ladrillos tipo pandereta), madera y una minoría en adobe. Durante la inspección se observó que una gran manzana cuenta con diferentes tipos de uso: comercial, industrial, residencial y educativo (colegio); tomándose el lote representativo una edificación tipo vivienda-comercio frente a la Carretera Panamericana Norte (Ver Figura 102). La falta de identificación dificultó la ubicación de las calles.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en regular estado de conservación. No se observaron fisuras ni indicios de asentamiento pero en algunas zonas se encontraron viviendas con humedad en su base.



Figura 101. Viviendas típicas del sector.



Figura 102. Viviendas Comercio.

SECTOR 32

El Sector 32 está ubicado al Este de la de la carretera Panamericana Norte cerca al kilómetro 29 limitado por la Av. Los Naranjos, Av. Las Retamas y la Carretera Panamericana Norte. Se tomó una muestra representativa de 16 manzanas de un total de 58, que representan la condición del sector.

Las edificaciones más representativas de este sector son las viviendas unifamiliares de 01 nivel con cobertura ligera (Ver Figura 103 y Figura 104). Este sector se caracteriza por ser una zona residencial con presencia de actividad ganadera (Ver Figura 105). Además, se observó edificaciones de uso vivienda - comercio (Ver Figura 106) También se halló la presencia de edificaciones de adobe en algunas manzanas (Figura 107).

En este sector existe presencia de acequias, además se encontró abundante vegetación, producto del nivel freático cercano a la superficie (Ver Figura 108). Se observo viviendas con deterioro de sus muros debido a la corrosión de los mismos, por acción del salitre (Ver Figura 109).



Figura 103. Vista de una de las viviendas representativas donde se observan las características más recurrentes como: 01 nivel, cobertura ligera y humedad



Figura 104. Vista de vivienda representativa



Figura 105. Vista de la zona ganadera



Figura 106. Vista de vivienda comercio



Figura 107. Vivienda de adobe



Figura 108. Vista de afloramiento de agua



Figura 109. Vista de una de las viviendas que muestra un gran deterioro en sus elementos estructurales producto de la corrosión



Figura 110. La información referida a esta manzana no indicaba la existencia de un pasaje

SECTOR 33

El sector 33 se encuentra ubicado entre las avenidas Panamericana Norte y el Malecón Chillón. Se tomó como una muestra representativa 14 manzanas de un total de 43, que representa la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por ser tanto de uso industrial como comercial y de vivienda; con una topografía suave pero con zonas de difícil acceso debido a que algunos lotes (en su mayoría áreas de cultivo y depósitos, inclusive se encontró manzanas conformadas solo por depósitos) que se ubicaban en las laderas del río Chillón. Las edificaciones más representativas son las edificaciones de mampostería confinada, la unidad de albañilería predominante es sólida artesanal, de 1 y 2 niveles en buen y regular estado de conservación (Ver Figura 111 y Figura 112).



Figura 111. Vista de un depósito



Figura 112. Vista de una chacra

Durante la visita se observó la presencia de canales por donde fluyen los desechos de las industrias y viviendas lo cual afecta la base de las edificaciones (Ver Figura 113).



Figura 113. Vista de canales que transportan aguas servidas

SECTOR 34

El Sector 34 se encuentra ubicado en la parte Norte del distrito a la altura del Km 27 de la carretera Panamericana Norte. Se encuentra limitado por el Este con la Av. Los Sauces y por el Oeste con el río Chillón, este sector cuenta con un total de 26 manzanas de las cuales 8 fueron evaluadas.

Este sector corresponde a asociaciones de viviendas creadas en lo que anteriormente fueron zonas agrícolas en la margen del río Chillón. La mayoría de las edificaciones son viviendas unifamiliares de 1 nivel de mampostería confinada con techos de calamina (ver Figura 114). Aún se pueden observar algunas zonas para uso agrícola y acequias que recorren el sector como se muestra en la Figura 115. Además se encontraron algunas viviendas en madera con techo de calamina (ver Figura 116).



Figura 114. Vivienda típica de mampostería



Figura 115. Zona agrícola



Figura 116. Vivienda en madera

Durante la inspección se pudo observar que las viviendas se encuentran en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en su base, ni fisuras en los elementos estructurales. En la mayoría de viviendas de mampostería confinada con diafragmas flexibles con techos de cobertura ligera están contruidos con ladrillos artesanales sólidos.

SECTOR 35

Este sector está ubicado cerca de la zona central del Distrito de Puente Piedra, al Oeste de la carretera Panamericana Norte y limitada con la carretera Panamericana Norte, y además con la Av. San Remo. Para el estudio de vulnerabilidad sísmica, se tomó como una muestra representativa 11 manzanas de un total de 37, que refleja la condición actual del sector.

La zona en estudio se caracteriza por ser residencial con presencia de actividad comercial en los lotes que limitan con la carretera Panamericana Norte. Los lotes representativos son predominantemente de albañilería confinada con un diafragma rígido como techo, siendo en su mayoría de un nivel. El estado de conservación de las edificaciones se califica como regular (Ver Figura 117 y Figura 118).



Figura 117. Vista de vivienda de albañilería confinada de 1 nivel



Figura 118. Vista de vivienda de albañilería confinada de 1 nivel.



Se observó que en la mayor parte de la zona estudiada, el nivel freático se encuentra cerca de la superficie (Ver Figura 119). Este nivel freático puede influir en la dinámica de los suelos en caso de sismo severo.

También en la zona Este del sector, las viviendas se encuentran en las laderas de los cerros (Ver Figura 120).



Figura 119. Vista de acequia que evidencia el alto nivel freático.



Figura 120. Vista de viviendas en las laderas de los cerros.

SECTOR 36

El Sector 36 se encuentra ubicado en la parte Central del distrito a la altura del Km. 34 de la carretera Panamericana Norte. Se encuentra limitado por las avenidas Copacabana, San Lorenzo, Puente Piedra y la Calle San Martín de Porres. Este sector cuenta con un total de 64 manzanas de las cuales 17 fueron evaluadas.

Este sector está conformado por asociaciones de vivienda y una zona comercial ubicada a un lado de la carretera Panamericana Norte. La zona residencial está representada principalmente por viviendas de 1 piso de mampostería confinada y techo aligerado. El material más utilizado en la construcción de las viviendas es el ladrillo artesanal sólido como se aprecia en la Figura 121. La mayor parte del sector no cuenta con pistas ni veredas. La zona comercial se encuentra en la parte Sur del sector la cual está representada por los mercados Huamantanga, Modelo Mayorista del Cono Norte, en donde se encontraron estructuras en mampostería y acero (Ver Figura 122).



Figura 121. Vivienda típica de mampostería



Figura 122. Zona comercial

Según lo observado, durante la inspección de campo la mayoría de las viviendas presentan un regular estado de conservación. No se observaron problemas de asentamiento, humedad en la base así como tampoco fisuras en los elementos estructurales. Se encontraron además algunas viviendas de adobe y madera cerca a la Av. Copacabana como se muestra en la Figura 123.



Figura 123. Viviendas en adobe y madera

SECTOR 37

El sector 37 se encuentra ubicado al Este de la carretera Panamericana Norte, limitada por la Av. Copacabana, la Av. Central y la calle San Martín de Porres. Para la evaluación del riesgo sísmico, se tomó como muestra representativa 24 manzanas de un total de 91, que representa la condición actual del sector y serán usadas en el estudio.

Las edificaciones más representativas son las de Albañilería confinada con diafragma flexible de 01 nivel, conformada por unidades de albañilería sólida artesanal, en regular estado de conservación (Ver Figura 124 y Figura 125).



Figura 124. Vista de una vivienda de albañilería confinada con diafragma flexible



Figura 125. Vista de una vivienda mixta (vivienda - comercio) de albañilería confinada con diafragma rígido

El sector 37 se caracteriza por ser predominantemente residencial, con algunos lotes de uso vivienda - comercio; presenta una topografía suave y con gran cantidad de lotes baldíos (entre 30% y 40% del total de lotes por manzana), como se muestra en la Figura 126 y Figura 127 . Asimismo, se observó una manzana donde operaban almacenes. (Ver Figura 128).



Figura 126. Vista de la manzana 1, donde los lotes baldíos son el 30% del total



Figura 127. Vista de la manzana 10, donde los lotes baldíos son el 40% del total



Figura 128. Vista de la manzana 6 que está formada por un almacén en su mayoría

SECTOR 38

El Sector 38 está ubicado al Este de la de la carretera Panamericana Norte, limitado por la carretera Panamericana Norte, Calle San Martín de Porres, Pasaje las Viñas y Jr. Las Begonias. Se tomó una muestra representativa de 16 manzanas de un total de 58 manzanas que representan la condición del sector. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 1 nivel (aproximadamente el 75%) y techos de diafragma rígido y cobertura ligera casi en la misma proporción (ver Figura 129 y Figura 130).

Este sector se caracteriza por ser una zona predominantemente de uso residencial, así también se pudo notar que existe una gran actividad comercial (tiendas, cabinas de internet y otros servicios) localizadas en la carretera Panamericana Norte y el Jr. Las Begonias (ver Figura 131).



Figura 129. Vivienda representativa con cobertura ligera



Figura 130. Vivienda representativa con techo aligerado



Figura 131. Zona de comercio en el Jr. Las Begonias

Se hallaron áreas agrícolas de gran extensión como se aprecia en la Figura 132. En este sector se observó la presencia de edificaciones de adobe sin reforzar (ver Figura 133). El uso de este material es una alternativa constante para la construcción de viviendas en algunas manzanas. La gran cantidad de terrenos baldíos en este sector es una característica predominante, ya que se encontraron manzanas en proceso de lotización como se observa en la Figura 134. Se encontró la presencia de acequias de regadío que son obstáculos para el cruce de las calles (ver Figura 135). Sin embargo cuentan con pequeños puentes improvisados.



Figura 132. Terrenos de uso agrícola.



Figura 133. Construcción de adobe sin reforzar, sin confinamiento



Figura 134. Terrenos baldíos con delimitaciones



Figura 135.- Acequias para regadío

SECTOR 39

Se encuentra en la parte Norte del distrito, y esta limitado por la Calle 10 al noroeste, la Av. Puente Piedra al Sur Oeste, el Psj. Las Viñas al Sur Este. En este sector fueron evaluadas 21 manzanas.

En su mayoría este sector corresponde a una zona Residencial, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 nivel de mampostería confinada y techos de losa aligerada (Ver Figura 136). A su vez se pudo presenciar en la parte Este del sector, viviendas de adobe de 1 nivel con techo de calamina (Ver Figura 137).

Una característica de este sector es que sus manzanas tienen tamaños distintos y formas irregulares. En terrenos frente a la Av. Puente Piedra (Carretera Panamericana Norte) se encontraron edificaciones tipo Vivienda – Comercio (Ver Figura 138). Otra característica resaltante de este Sector es que presenta terrenos baldíos, ausencia de calles pavimentadas, la presencia de acequias y las calles no presentan sus placas con los nombres respectivos lo que hace un poco difícil ubicarse en la zona.



Figura 136. Viviendas típicas del sector



Figura 137. Viviendas de Adobe



Figura 138. Viviendas Comercio

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en su mayoría en buen estado de conservación. No se apreciaron indicios de asentamientos ni fisuras y en pocas zonas se encontraron viviendas con humedad en su base.

En la mayoría de viviendas se pudo apreciar el uso de unidades de albañilería elaborados artesanalmente y la informalidad del uso de ladrillos tipo pandereta. En la manzana 15012501700033 se encontró un Centro Recreacional “El Torito” ubicada en la parte centro del sector, en la manzana 15012501700043A existen criaderos de animales de granja.

SECTOR 40

El Sector 40 está limitado por la Avenida Buenos Aires y las Calles San Juan y César Vallejo. Se tomó como una muestra representativa 17 manzanas de un total de 131 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 mampostería de 1 nivel y 2 niveles (Figura 139).



Figura 139. Tipos de Edificaciones en el Sector

En el extremo suroeste hay cerros que rodean esta parte del sector, aquí se han usado varios materiales de construcción para las viviendas tales como mampostería y otras de madera aglomerada, el acceso a las viviendas de este cerro es mediante pequeños caminos del mismo terreno; se observaron informalidades en la construcción en estas zonas del sector principalmente en lo que se refiere a muros de contención los cuales están formados por rocas medianas asentadas una sobre otra sin ningún aglomerante o mortero, como se muestra en la Figura 140.



Figura 140. Informalidad en la construcción y de la cimentación

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones en su mayoría tienen cobertura ligera ya sea en el primer o segundo piso, las cuales se encuentran en buen estado de conservación (Figura 141). No se observaron indicios de asentamiento pero sí de salitre el cual afecta a la cimentación así como a los muros de mampostería (Figura 142), no se observó fisuramiento en los elementos estructurales. La mayoría de las calles están sin pavimentar.



Figura 141. Uso de cobertura ligera



Figura 142. Presencia de salitre

SECTOR 41

Con el fin de realizar el estudio de riesgo sísmico en este sector, se tomó, como muestra representativa, 12 manzanas que mostrarán la condición actual del sector. Se definió el sector como el conjunto de manzanas cercadas por las avenidas Panamericana Norte (Puente Piedra) por el noreste, San Juan por el sureste, la calle Pedro Garay por el noroeste y por el oeste aproximadamente por la calle Camino Real.

El sector 41 se caracteriza por ser, en su mayoría, de uso vivienda sin embargo en la Panamericana norte se observó un mayor número de edificaciones comercial. La topografía del sector es suave por la Panamericana norte, pero si nos alejábamos de ella hacia el suroeste podemos observar que la pendiente va aumentando hasta llegar a los cerros. Este aumento de pendiente viene acompañado con la falta de pavimentación haciendo aun más dificultoso el acceso. Las edificaciones más representativas son las de mampostería confinada, la unidad de albañilería predominante es industrial tubular de 1 y 2 niveles en buen y regular estado de conservación (ver Figura 143 y Figura 144).



Figura 143. Vivienda de 1 nivel



Figura 144. Edificaciones en la Panamericana norte utilizadas para el comercio

SECTOR 42

El sector 42 está limitado por el norte con la Calle los Naranjos, por el sur con la calle Las Flores, por el este con la avenida puente piedra, y por el oeste con grandes elevaciones de terreno (cerros).

Se realizó una visita técnica de todo el sector para llevar a cabo el estudio de riesgo sísmico, del cual observamos que la mayoría de viviendas son edificaciones de dos pisos, cuyo material de construcción predominante es la unidad de arcilla de origen industrial. Tienen un sistema estructural de mampostería tubular con amarre en soga y con elementos de confinamiento, la unión de estos elementos de confinamiento es del tipo endentado y su diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor. El estado de conservación de estas edificaciones es malo (Ver Figura 145).



Figura 145. Viviendas típicas de mampostería tubular



Figura 146. Viviendas de perfiles livianos de madera

Se observó también en las zonas más altas de los cerros, viviendas de un piso, hechas de entramados ligeros de madera, sin elementos de cimentación (simplemente apoyados sobre el terreno), y cobertura ligera (Ver Figura 146).

SECTOR 43

El sector 43 se encuentra ubicado en la parte Noroeste del distrito, limitando con la avenida Puente Piedra (Panamericana Norte) por el Noreste y la calle Bolivia por el Noroeste. Cuenta con aproximadamente 100 manzanas, de las cuales se tomaron 20 como muestra representativa. Cabe recalcar que la mayoría del total de manzanas son de mínima extensión.

Este sector es una zona residencial en proceso de expansión, con viviendas que se caracterizan por ser de entre 1 y 2 niveles, de mampostería confinada con muros tarrajeados y sin fisuras, con cobertura ligera (calamina) (Ver Figura 147), aunque existe un 30% de edificaciones con techo aligerado (Ver Figura 148). El estado de conservación, a nivel de todo el sector, es regular; siendo el sistema estructural que prevalece la Mampostería Confinada con Diafragma Flexible.



Además, se observó un área de construcciones comerciales de 2 pisos situadas en la zona adyacente a la Panamericana Norte; dichas edificaciones son de albañilería confinada con techo de losa aligerada, en regular estado de conservación (Ver Figura 149).

Las viviendas más representativas se muestran a continuación:



Figura 147. Vivienda de 1 nivel de mampostería confinada tarrajada con techo de cobertura ligera



Figura 148. Vivienda de 2 pisos de albañilería confinada tarrajada con techo de losa aligerada



Figura 149. Vivienda típica comercial

SECTOR 44

El sector 44 se encuentra ubicado entre la avenida Copacabana, Calle República Croacia, Calle Gloria Bamba y avenida Villa. En este sector, para el desarrollo del estudio de riesgo sísmico, se tomó como una muestra representativa 22 manzanas, que refleja la condición actual del sector.

Este sector se caracteriza por tener zonas en proceso de urbanización, zonas urbanizadas y extensos terrenos cercados con muros de albañilería. Las edificaciones más representativas son las viviendas de mampostería de 1 nivel con cobertura ligera en regular estado de conservación (ver Figura 150 y Figura 151).



Figura 150. Vivienda de mampostería de 1 nivel.



Figura 151. Vivienda de mampostería de 1 nivel.

SECTOR 45

Este sector se limita por el norte con la calle 9 de Junio, por el sur con la avenida Santa Rosa, por el este con la avenida la victoria, y por el oeste con el pasaje Alfonso Ugarte.

Para llevar a cabo el estudio de riesgo sísmico se realizó una visita técnica por todo el sector, donde observamos que la mayoría de viviendas son edificaciones de dos pisos, cuyo material de construcción predominante es la unidad de arcilla de origen industrial. El sistema estructural predominante es la mampostería tubular con amarre en soga y con elementos de confinamiento, con uniones del tipo endentado y sistema de techo predominante de losa aligerada de 20 cm de espesor. El estado de conservación de estas edificaciones es malo (Ver Figura 152).

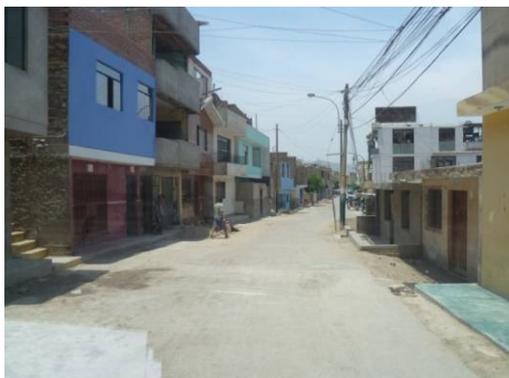


Figura 152. Viviendas típicas de mampostería tubular



Figura 153. Viviendas de perfiles livianos de madera

Se observó también en las zonas más altas de los cerros, viviendas de un piso, hechas de entramados ligeros de madera, sin elementos de cimentación (simplemente apoyados sobre el terreno), y cobertura ligera (Ver Figura 153).



SECTOR 46

El Sector 46 se encuentra ubicado en la parte centro-occidental del distrito de Puente Piedra, su avenida principal es la Av. Santa Rosa, esta limitado por el Oeste con un gran cerro que pertenece al perímetro entre los distritos de Puente Piedra y Ventanilla, por el Este limita con los el Sector 45 y el Sector 03, y por el Sur, al igual que el Norte, esta limitado por dos grandes cerros que están en proceso de urbanización. En el sector 46 se han tomado 20 manzanas representativas, las cuales han sido evaluadas todas estas.

El material de construcción predominante es albañilería. El sistema estructural más usado es de mampostería confinada con unidades de albañilería artesanal sólidas amarrada en sogas y confinadas por medio de columnas y vigas (ver Figura 154). El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor. Se ha observado también que en las viviendas de más de un piso se ha hecho un mal uso de las unidades de albañilería, como el uso de ladrillos pandereta en muros portantes en el segundo piso (ver Figura 155).



Figura 154. Vivienda representativa del Sector 46



Figura 155. Uso de ladrillos tubulares en muros portantes en el segundo piso.

Se ha observado que el tipo de uso predominante de las edificaciones son viviendas de un solo piso. En términos generales no se ha observado presencia de asentamientos, ni fisuras, pero sí la presencia de humedad en la base (ver Figura 156). La topografía de este sector corresponde a la de una pequeña cuenca natural que en su mayoría esta constituido por cerros y un suelo bastante húmedo. Además en las zonas altas de este sector se evidencia una mala planificación urbana ya que se ha realizado una distribución desordenada de las manzanas por parte de los pobladores que han invadido dichos terrenos (ver Figura 157).



Figura 156. Presencia de humedad en el suelo



Figura 157. Distribución desordenada de viviendas en invasión.

SECTOR 47

Se localiza en la parte central del distrito, limita con las avenidas Puente Piedra (Carretera Panamericana Norte) por el suroeste, san Lorenzo por el Noroeste y limita con el distrito de Carabaylo por el Noreste. Cuenta con 52 manzanas, de las cuales se tomaron 14 como muestra representativa.

La característica de este sector es que existe gran cantidad de industrias (naves industriales) como se observa en la Figura 158. Estas edificaciones tienen cercos perimétricos de mampostería confinada con naves industriales de tijerales de acero en su interior. Asimismo, en el sector existen algunas áreas residenciales en proceso de expansión, aledañas a los cerros, con viviendas que se caracterizan por ser de 1 nivel, de mampostería confinada con muros sin tarrajeo y sin fisuras, que sostienen techos de losa aligerada (Ver Figura 159). El estado de conservación, a nivel de todo el sector, es regular.

Además, se observó un área de construcciones comerciales de 3 pisos situadas en la zona adyacente a la Panamericana Norte; como avenida San Lorenzo y San Juan, dichas edificaciones son de albañilería confinada con techo de losa aligerada, con muros de ladrillo pandereta, en regular estado de conservación (Ver Figura 160). Cabe recalcar que se presenta una lotización de manzanas pequeñas en las áreas residenciales. Las viviendas más representativas se muestran en las siguientes fotografías:



Figura 158. Naves industriales



Figura 159. Vivienda de 1 piso de albañilería confinada sin tarrajeo con losa aligerada



Figura 160. Vivienda típica comercial

SECTOR 48

El sector 48 está limitado por el norte con la avenida Carabaylo, por el sur con la avenida Los Naranjos, por el este con cerros, y por el oeste con la avenida Industrial.

Para llevar a cabo el estudio de riesgo sísmico se realizó una visita técnica en todo el sector, del cual se observó una zona urbana ubicada en el centro de este sector (Ver Figura 161), y zonas rurales en los extremos (Ver Figura 162). Debido a que las zonas rurales son en su mayoría grandes terrenos destinados a la agricultura, es apropiado considerar la zona urbana como muestra representativa para el estudio de riesgo sísmico.



Figura 161. Zona urbana del sector 48



Figura 162. Zona rural del sector 48

Las viviendas de la zona urbana son en su mayoría de dos pisos, cuyo material de construcción predominante es la unidad de arcilla de origen industrial. El sistema estructural predominante es de mampostería tubular con amarre en soga y confinadas por columnas y vigas, la unión de los elementos de confinamiento y la mampostería es del tipo endentado. El diafragma rígido predominante es una losa aligerada de 20 cm de espesor (Ver Figura 163). Debido a que la mampostería tubular solo se debe usar para tabiquería no estructural, se clasifica el sistema estructural de estas edificaciones como "Construcción Informal en Albañilería". El estado de conservación de las edificaciones es regular.



Figura 163. Viviendas de mampostería tubular

Las viviendas de la zona rural son de un piso, cuyo material predominante es el adobe. El sistema estructural consiste de muros de adobe sin elementos de confinamiento y con cobertura ligera. El estado de conservación de estas viviendas es malo.



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 de la 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 a 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.

En la Figura 164 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

- Lotes:** Se evaluaron la totalidad de los lotes de la muestra, siendo el material predominante la albañilería, con presencia en el 80% de los lotes.
- Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 80% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1 piso (67%), 2 pisos (31%) y 3 pisos (2%). 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 40% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 15% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 40% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado, y el 25%,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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 33.7% es aceptable y bueno. Un 54.2% de las viviendas muestran un estado de conservación regular y otro 12% 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.

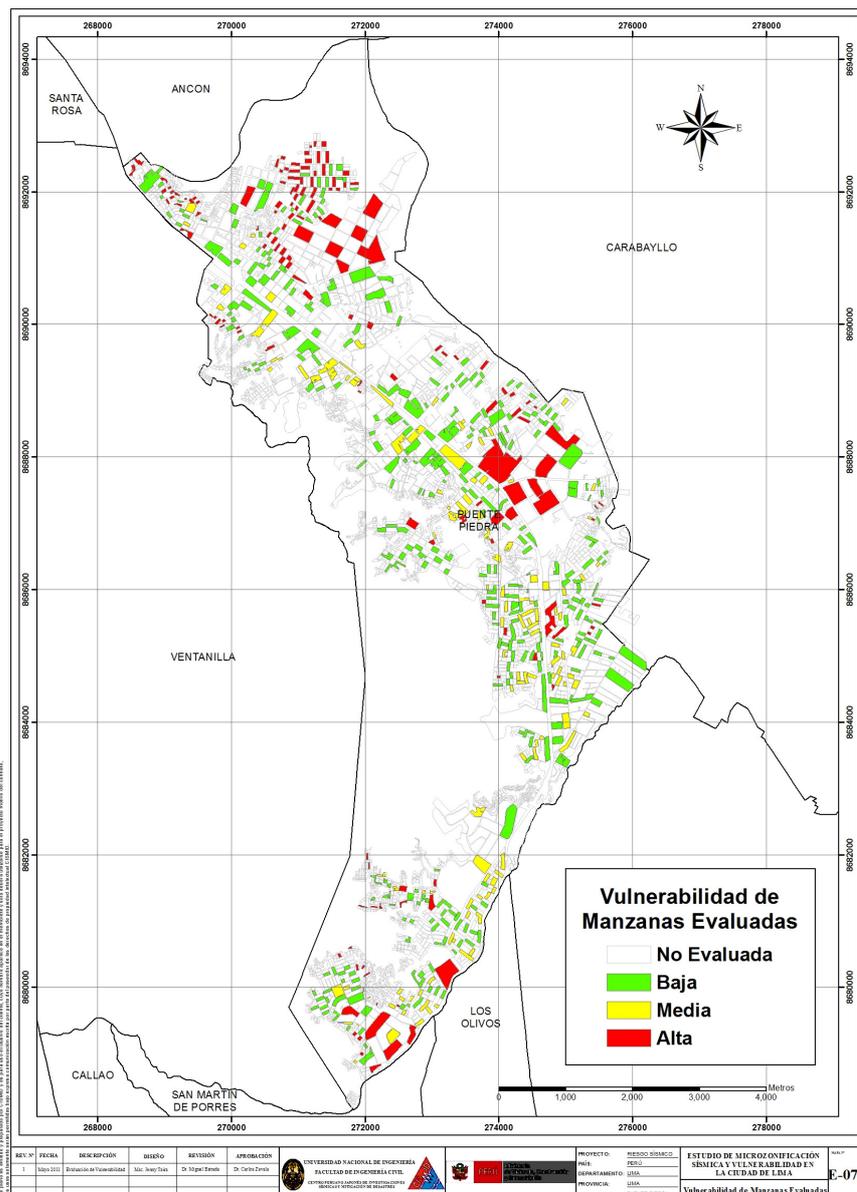


Figura 164: Mapa de vulnerabilidad de viviendas



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 este sector durante la inspección se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasan a describir en el siguiente párrafo.

En este sector se ubica Colegios, en su mayoría particulares donde el más importantes se encuentran en la Av. Miguel Grau y la Av. Buenos Aires (Ver Figura 165), edificación de tres pisos con sistema estructural basado en pórticos con muros de albañilería de relleno y en buen estado de conservación. Asimismo en este sector se encuentra un Centro Comerciales con estructura de concreto y techos metálicos en buen estado de conservación (Ver Figura 166). Por otro lado a lo largo de la Carretera Panamericana Norte y la Av. Miguel Grau se ubican Tiendas Comerciales, edificaciones de mampostería de dos pisos en buen estado de conservación (Ver Figura 167 y Figura 168).



Figura 165. Colegio en Av. Miguel Grau



Figura 166. Centro Comercial TOTTUS



Figura 167. Tiendas Comerciales en Av. Juan Lecaros



Figura 168. Tiendas Comerciales en Carretera Panamericana Norte



SECTOR 02

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros de salud:

- Hospital Carlos Lanfranco La Hoz (Figura 169): Estructura con columnas cortas y irregularidad de concentración de muros en unos ejes resistentes y ausencia en otros.



Figura 169. Hospital Carlo Lanfranco La Hoz

Centros Educativos:

- Colegio N° 3071 Manuel Tobías García Cerrón (Figura 170): Centro educativo cuyo sistema estructural es de pórticos con muros de mampostería de relleno en regular estado de conservación.
- Institución Educativa Particular Cristiana “Jesús el Rey” (Figura 171), vivienda de mampostería convertida en escuela y en regular estado de conservación.
- I.E.P. Sagrado Corazón de Jesús (Figura 172) vivienda de mampostería convertida en escuela y en buen estado de conservación.
- Academia Preuniversitaria “Baldor” (Figura 173) edificio de mampostería en regular estado de conservación.
- Instituto Superior SISE (Figura 173), edificio de concreto de cuatro pisos en buen estado.



Figura 170. Colegio N° 3071 Manuel Tobías
García Cerrón



Figura 171. Institución Educativa Particular
Cristiana “Jesús el Rey”



Figura 172. I.E.P. Sagrado Corazón de Jesús



Figura 173. Academia Preuniversitaria "Baldor" (derecha), Instituto Superior SISE (izquierda)

Otros:

- Comisaría de Puente Piedra (Figura 174) edificación de 2 pisos en buen estado.
- Compañía de Bomberos Puente Piedra (Figura 175), edificio de un piso en buen estado.
- Gerencia del Ambiente Puente Piedra (Figura 176), edificio de un piso en regular estado.



Figura 174. Comisaría de Puente Piedra



Figura 175. Compañía de Bomberos Puente Piedra



Figura 176. Gerencia del Ambiente Puente Piedra



SECTOR 03

En este sector durante la inspección se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasan a describir a continuación:

Centros Educativos:

- I.E.I. N° 600 Antonio Raimondi, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en regular estado de conservación y tiene cobertura ligera como se muestra en la Figura 177.
- I.E.P. Señor de los Milagros de Rosa Luz, consiste en edificaciones de 2 pisos de albañilería confinada en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 178.



Figura 177. I.E.I. N° 600 Antonio Raimondi



Figura 178. I.E.P. Señor de los Milagros de Rosa Luz

- I.E. N° 5169 Ramiro Prialé Prialé, consiste en edificación de 2 pisos en regular estado de conservación (Figura 179), con pórticos de concreto armado y techo de losa aligerada y cobertura ligera como se muestra en la Figura 180.



Figura 179. I.E. N° 5169 Ramiro Prialé Prialé



Figura 180. Techo de losa aligerada y cobertura ligera

Otros:

- Dos tanques de agua potable sobre el cerro que se encuentra en la parte norte del Sector 03, los cuales se encuentran en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 181 y Figura 182.



Figura 181. Vista general de los tanques



Figura 182. Vista cercana de los tanques

SECTOR 04

En este sector durante la inspección se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasan a describir a continuación:

Centros Educativos:

- Institución Educativa N°5168 – UGEL 04, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en regular estado de conservación con cobertura ligera con zonas de evacuación como se muestra en la Figura 183.
- Institución Educativa Privada MASTERCENCIA, consiste en una edificación de 4 pisos con mampostería confinada con diafragmas flexibles en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 184.



Figura 183. Institución Educativa N° 5168



Figura 184. I.E.P. MASTERCENCIA

Otros:

- Edificaciones de uso industrial de 2 pisos con cobertura ligera en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 185.
- Edificaciones de uso industrial de 1 piso con cobertura ligera en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 186.



Figura 185. Edificaciones de uso industrial de 2 pisos

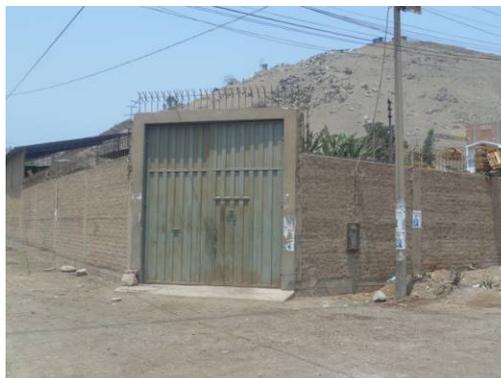


Figura 186. Edificaciones de uso industrial de 1 piso

- Hotel “El Dorado”, edificación con fachada colonial de 04 pisos con mampostería confinada con diafragma flexible en buen estado de conservación (ver Figura 187).



Figura 187. Hotel El Dorado

SECTOR 05

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

- Centros Educativos (03):
 - o Colegio I.E.P. El Buen Pastor (Inicial y Primaria) (Ver Figura 188) es una edificación de una estructura de pórticos de 3 niveles para uso colegio.
 - o Colegio I.E.P. Mariano Soza (Inicial y Primaria) (Ver Figura 189) es notorio que esta edificación fue construida para uso vivienda y ahora es usado como colegio.
 - o Colegio I.E. Los Pinos (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 190) es una edificación espaciosa, típica construcción de colegios del estado, en este caso el colegio tiene un techo flexible.



Figura 188. Colegio I.E.P. El Buen Pastor



Figura 189. Colegio I.E.P. Mariano Soza



Figura 190. Colegio I.E. Los Pinos

SECTOR 06

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros de Salud:

- Centro Materno Infantil “Los Sureños” (Ver Figura 191), consiste en una edificación de dos niveles de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación.
- Policlínico “San Pedro”, consiste en edificación de 3 niveles de mampostería confinada con diafragma rígido, cuya estructura se encuentra en buen estado (Ver Figura 192).



Figura 191. Centro Materno Infantil Los Sureños



Figura 192. Clínica Médica Zegarra



Centros Educativos:

- Centro Educativo Nacional 5175 “María Reiche” (Ver Figura 193), consiste en una edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería y se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 193. C.E.N. María Reiche.

Centros Religiosos:

- Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días (Ver Figura 194), consiste en una edificación de un piso con pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación.
- Capilla Santísima Cruz de Mayo, consiste en una edificación de un piso en mampostería confinada con diafragmas rígidos en buen estado de conservación (Ver Figura 195).



Figura 194. Iglesia de Jesucristo de los Santos de los últimos días.



Figura 195. Capilla Santísima cruz de mayo.

SECTOR 07

En este sector solamente se localizó una edificación esencial: El colegio “Los Ingenieros de Jesús”, que es una institución educativa de 2 niveles de mampostería confinada con techo de losa aligerada y muros tarrajados que no presentan fisuras. Su estado de conservación es bueno (Ver Figura 196).



Figura 196. Colegio “Los Ingenieros de Jesús”

SECTOR 08

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- Centro Educativo “José Olaya”, consiste en edificación de 1 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 197.
- Centro Educativa Inicial “Mercurio”, consiste en edificación de 1 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 198.



Figura 197. Centro Educativo “José Olaya”



Figura 198. Institución Educativa Inicial
“Mercurio”

- I.E. primario, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 199.
- Colegio privado “Glorioso 6 de agosto”, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 200.
- I.E.P. “Domingo Elías” de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 201.

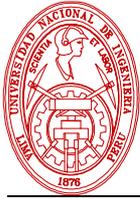


Figura 199. Instituto Educativo de nivel primario



Figura 200. Colegio Privado "Glorioso 6 de agosto"



Figura 201. Colegio Domingo Elias

Otros:

- Torres de alta tensión ubicadas en las avenidas principales, de perfiles de acero en buen estado como se muestra en la Figura 202 .
- Pozo tubular para agua, ubicado en la Calle 03 como se muestra en la Figura 203.



Figura 202. Torre de alta tensión



Figura 203. Pozo tubular de agua.

SECTOR 09

En cuanto a edificaciones esenciales e importantes, en este sector se encontraron las siguientes edificaciones que pasamos a describir:

Centros Educativos:

- I.E. José María Arguedas, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación con pórticos de concreto armado y cobertura ligera como se muestra en la Figura 204.
- I.E. Módulo de las Ánimas; consiste en una edificación de 1 nivel de mampostería en buen regular estado como se muestra en la Figura 205.



Figura 204. I.E. José María Arguedas



Figura 205. I.E. Módulo de las ánimas

Centros de Salud

- Puesto de salud Sagrado Corazón de Jesús; consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación con ladrillos sólido industrial (Figura 206).



Figura 206. Sagrado Corazón de Jesús

Otros:

- Antenas de transmisión sobre el cerro que se encuentra en la parte norte del Sector 09, como se muestra en la Figura 207.



Figura 207. Vista general de antenas de transmisión

SECTOR 10

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

- Parroquia “Padre Damián de Molokai” – Comunidad Cristiana “Jesús Peregrino” situada en el extremo Oeste. Consiste en una edificación de mampostería confinada de 1 nivel con cobertura de calamina, que no presenta asentamiento; tampoco humedad. Su estado de conservación es regular, tal como lo muestra la Figura 208.
- “Iglesia de Jesucristo de los Santos de los últimos días”, localizada en la Av. 15 de Julio en la parte central del sector. Es una construcción de 1 piso de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con albañilería. No se observó fisuras, humedad ni asentamiento; encontrándose en buen estado (Ver Figura 209).



Figura 208. Parroquia “Padre Damián de Molokai” – Comunidad Cristiana “Jesús Peregrino”



Figura 209. “Iglesia de Jesucristo de los Santos de los últimos días”

- I.E. N°3092 “Kumamoto I” (primaria, secundaria), que se encuentra situada también en la Av. 15 de Julio, una cuadra más al Este que la Iglesia citada anteriormente. Consiste en una construcción de 2 pisos de pórticos de concreto con mampostería y techo de losa aligerada,

que cuenta con un cerco perimétrico de albañilería confinada; como puede apreciarse en la Figura 210. No presenta fisuramiento en ningún elemento y no se han detectado asentamiento ni humedad; siendo su estado de conservación bueno.

- I.E.P. “Jesús Educador de Chillón” (inicial, primaria), ubicado en la zona Sureste, en el límite con el sector 9. Es una edificación de 3 niveles de mampostería confinada con diafragma rígido (losa aligerada), cuyos muros están parcialmente tarrajeados y no proyectan fisuras; aunque es preciso señalar que han sido levantados con ladrillo pandereta. No existe humedad en el lugar y no se observa asentamiento. Se considera en un regular estado de conservación (ver Figura 211).



Figura 210. I.E. N°3092 “Kumamoto I”



Figura 211. I.E.P. “Jesús Educador de Chillón”

SECTOR 11

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes. En el sector se ubican Colegios estatales (04) donde la mayoría se encuentran cerca a la Av. 15 Julio (Ver Figura 212). Estos colegios corresponden a edificaciones construidas en base proyectos de INFES.



Figura 212. I.E. 5184 Cesar Vallejo



SECTOR 12

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- I.E.P. Cristo Rey de Haras de Chillón de Inicial y Primaria, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación con pórticos de concreto armado y cobertura ligera como se muestra en la Figura 213.
- I.E.P. Julio Ramón Ribeyro de Inicial, Primaria y Secundaria; consiste en una edificación de 2 niveles de mampostería en regular estado de conservación, se muestra en la Figura 214.



Figura 213. I.E.P. Cristo Rey de Haras de Chillón



Figura 214. I.E.P. Julio Ramón Ribeyro

- I.E.P. José Carlos Mariátegui de Inicial, Primaria y Secundaria; consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación con ladrillos sólido industrial en el primer nivel. (Figura 179)
- I.E.I. N° 605 Kumamoto II, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en regular estado de conservación, presenta humedad en los muros Figura 180.

SECTOR 13

En este sector durante la inspección se encontraron edificaciones esenciales e importantes, las cuales pasamos a describir:

Centros Educativos:

- Centro educativo “Saco Oliveros” de 2 niveles, con un frente de fachada de 8.00m y una propaganda a modo de letrero en la cornisa de su azotea; su estado de conservación es regular como se muestra en la Figura 215. Presenta revestimiento de su fachada con mayólicas en el primer piso y un voladizo de su segundo nivel que se proyecta sobre la vía pública.
- I.E. Túpac Amaru II, edificación de 2 niveles de mampostería con un techo en cobertura ligera (ver Figura 216).
- “Jardín de Gumercinda”, en la Figura 217 se muestra la fachada del centro educativo inicial.

Centros Religiosos:

- En la Figura 218 se aprecia que la zona cuenta con un área destinada a actividades religiosas.



Figura 215. Colegio Saco Olivaros, vista de uno de los lotes usados con fines de educación



Figura 216. Vista de la Institución Educativa Túpac Amaru II en el sector de estudio



Figura 217. Vista de fachada de centro educativa para niños, "Jardín de Gumercinda"



Figura 218. Fachada de Parroquia ubicada dentro del sector de estudio

Otros:

- Torre de alta tensión, el cableado de la torre atraviesa el sector de estudio de Norte a sur como se aprecia en la Figura 219.
- Tanque de agua elevado, destinada al abastecimiento de agua potable en la zona (ver Figura 220).



Figura 219. Torre de alta tensión para la transmisión de energía eléctrica



Figura 220. Vista de infraestructura destinada al abastecimiento de agua potable de la zona

SECTOR 14

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación: En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- I.E. N° 5187 “Los Portales de Chillón” (Figura 221) constituido por edificaciones de muros de mampostería en regular estado de conservación.
- I.E.P. “Santa Elena” (Figura 222): edificación que presenta presencia de columnas cortas e irregularidades estructurales que se observan en el tercer piso, donde aparecen columnas que nacen en losas.
- I.E.P. “Castillo del Rey” (Figura 223): Este edificio en apariencia de pórticos de concreto con muros de albañilería de relleno, presenta forma irregular pero al mismo tiempo discontinuidad y desalineamiento en sus elementos estructurales.



Figura 221. I.E. N° 5187 “Los Portales de Chillón”



Figura 222. I.E.P. “Santa Elena”



Figura 223. I.E.P. "Castillo del Rey"

Otros:

- Torre de alta tensión ubicada en la manzana 15012504800062 (Figura 224)
- Torre de alta tensión ubicada entre las manzanas 15012505500005 y 15012505500002 (Figura 225)



Figura 224. Torre de alta tensión ubicado en la manzana 15012504800062



Figura 225. Torre de alta tensión ubicado entre las manzanas 15012505500005 y 15012505500002

SECTOR 17

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales. Existen algunas construcciones destinadas a fines de educación (ver Figura 134), salud (ver Figura 135) y una comisaría consistente en una edificación albañilería confinada con sistema de techo aligerado de dos niveles (ver Figura 228).

Asimismo, en la zona Sur-Oeste limitando con el distrito de Ventanilla, se encontraron algunas estructuras de concreto armado destinadas al almacenamiento y abastecimiento de agua potable para la población (ver Figura 229).



Figura 226. Vista de un Centro Educativo en la zona Sur del sector (Calle Las Granadas)



Figura 227.- Vista de un Centro de Salud en la zona Este del sector (Av. Virgen del Carmen)



Figura 228. Vista de La Comisaría "La Ensenada" (Av. Las Acacias)

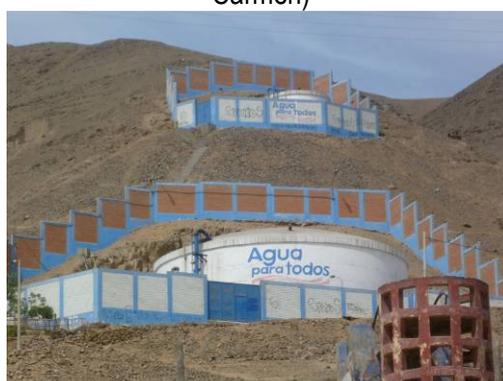


Figura 229. Vista de Tanques de concreto para el almacenamiento y abastecimiento de agua

SECTOR 18

En este sector se encontraron edificaciones esenciales principalmente centros educativos que se pasa a describir: En las manzanas 15012505300034 y 15012505100029 se encontraron en su totalidad el C.E. 2081 "La Ensenada" (ver Figura 230) y un Centro Educativo Inicial respectivamente (ver Figura 231.).



Figura 230. Centro Educativo 2081 "La Ensenada"



Figura 231. Centro Educativo Inicial



Otras edificaciones importantes que se observaron fueron: un centro médico (ver Figura 232), una agencia municipal y una parroquia.



Figura 232. Hospital de la Solidaridad

SECTOR 19

En el sector 19, durante las inspecciones se encontraron edificaciones esenciales e importantes en su mayoría para uso educativo. En el sector se ubican Colegios (03) en su mayoría particulares donde la más importante se encuentran entre las Calles Los pinos y Los Álamos (Ver Figura 233), varias Tiendas Comerciales a lo largo de la Carretera Panamericana Norte (Ver Figura 234). Otros Edificios: Grifo (01) (Ver. Figura 235), Granja (01) (Ver Figura 236).



Figura 233. I.E. 5177 Alameda del Norte.



Figura 234. Zona comercial.



Figura 235. Grifo en la Av. Leoncio Prado.

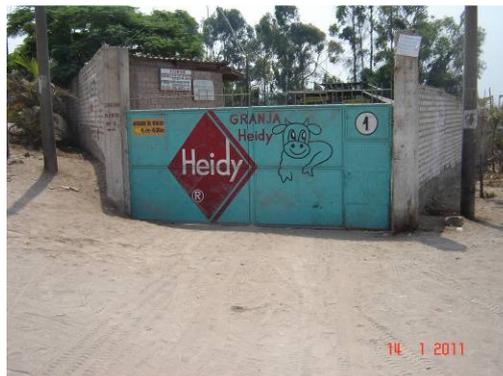


Figura 236. Granja.

SECTOR 20

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- Institución Educativa Privada “Jesús Amigo” (inicial, primaria, secundaria) ubicada en la avenida Leoncio Prado. Es una edificación de un nivel de albañilería confinada con techo de losa aligerada y muros tarrajeados que no presentan fisuras; aunque se observa que ha sido diseñada para uso de vivienda. Su estado de conservación es bueno, tal como se muestra en la Figura 237.
- Institución Educativa “Leoncio Prado”, ubicada en la avenida Leoncio Prado. Es una edificación de dos pisos de albañilería confinada con techo de cobertura ligera (eternit); no presenta asentamiento, tampoco humedad, los muros están sin tarrajear y su estado es regular (Ver Figura 238).



Figura 237. Institución Educativa Privada “Jesús Amigo”



Figura 238. Institución Educativa “Leoncio Prado”

- Institución Educativa Privada “El Buen Pastor” (inicial, primaria, secundaria); consiste en edificación de 2 pisos de mampostería con techo de cobertura ligera (eternit) en regular estado de conservación, como se muestra en la Figura 239.
- Centro Educativo Avhaldim (inicial, primaria, secundaria), que es una edificación de un nivel de mampostería, no presenta asentamiento, con techo de calamina en regular estado de conservación (Ver Figura 240).



Figura 239. Institución Educativa Privada "El Buen Pastor"



Figura 240. Centro Educativo "Avhaldim"

SECTOR 21

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- I.E.I. 586 "El Dorado", edificación de 1 piso de mampostería con cobertura flexible, en buen estado de conservación como muestra en la Figura 241.
- I.E. 3073 "El Dorado", edificación de 2 pisos de mampostería con cobertura flexible, se encuentra en buen estado de conservación como muestra en la Figura 242.



Figura 241. I.E.I. 586 "El Dorado"



Figura 242. I.E.3073 "El Dorado"

Otros:

Asociación de Comerciantes "El Dorado" (mercado), presenta un conjunto de galerías de 1 piso, en su mayoría de madera con cobertura ligera (calamina), en regular estado. No presenta asentamiento ni humedad (ver Figura 243. Asociación de Comerciantes "El Dorado").



Figura 243. Asociación de Comerciantes "El Dorado"

SECTOR 22

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros educativos:

- Sala de educación temprana, consiste en un módulo marcos de madera y cubierto por esteras, calamina y plástico, con techo de calamina que se encuentra en mal estado de conservación (Ver Figura 244).
- Local infantil Foncodes, consiste en una edificación en mampostería confinada con diafragma rígido en buen estado de conservación (Ver Figura 245).
- I.E.P Rey de Reyes, consiste en una edificación de 01 piso de mampostería confinada y techo de losa aligerada en regular estado de conservación (Ver Figura 246).
- I.E.P El Salvador, consiste en una edificación de 03 pisos en mampostería confinada construida de manera informal, pero en buen estado de conservación (Ver Figura 247).
- PRONOEI Zorzales Gotitas de amor, consiste en una construcción informal de madera de 01 piso en regular estado de conservación para uso educativo (Ver Figura 248).



Figura 244. Sala de educación temprana



Figura 245. Local infantil Foncodes



Figura 246. I.E.P Rey de reyes



Figura 247. I.E.P El Salvador



Figura 248. PRONOEI Zorzales Gotitas de amor

Otros:

- Reservorio de agua de SEDAPAL, el cual se encuentra ubicado en la zona central del sector (Ver Figura 249).



Figura 249. Reservorio de agua

- Wawa Wasi, fueron encontrados 4 locales como se muestra en la Figura 250, tres de ellos han sido construidos en madera, en donde uno de estos módulos se encuentra en mal estado de conservación como se ve en la foto inferior izquierda. Uno de los locales cuenta con un sistema estructural de mampostería confinada y techo aligerado que se encuentra en buenas condiciones como se aprecia en la foto inferior derecha.



Figura 250. Wawa Wasi.

SECTOR 23

En este sector durante el proceso de inspección se encontró una edificación importante y dos esenciales, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Centros Educativos (01):
 - o Colegio I.E.I “Lomas de Zapallal” de la UGEL 04 (Inicial y Primaria) (Ver Figura 251). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo solo de un nivel y en regular estado de conservación.



Figura 251. Colegio I.E.I Lomas de Zapallal



- Reservoirio (02):
 - Tanque cilíndrico de mediana capacidad que abastece a la zona ubicada en la parte más alta del sector, debido a su cota elevada no se encuentra cercado.
 - Tanque cilíndrico (Ver Figura 252) de baja capacidad ubicado en una cota más baja que el tanque anterior; debido a su cercana ubicación a las viviendas, se encuentra cercado.



Figura 252. Tanque Cilíndrico

SECTOR 25

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- I.E. "28 de Noviembre" ubicado a la altura de la Av. San Judas Tadeo con cal. Las (Ver Figura 253) estructura de INFES de un piso en buen estado de conservación.
- I.E.I. N° 595 "Victoria Barcia Boniffatti" ubicado en el Jr. Loreto (Ver Figura 254) edificación de un piso de regular estado de conservación.



Figura 253. I.E. "28 de Noviembre"



Figura 254. I.E.I. N° 595 "Victoria Barcia Boniffatti"



Figura 255. I.E. N° 5172 “Hijos de Luya”



Figura 256. I.E.P.I. “Reggio Emilia”



Figura 257. I.E.I. N° 585

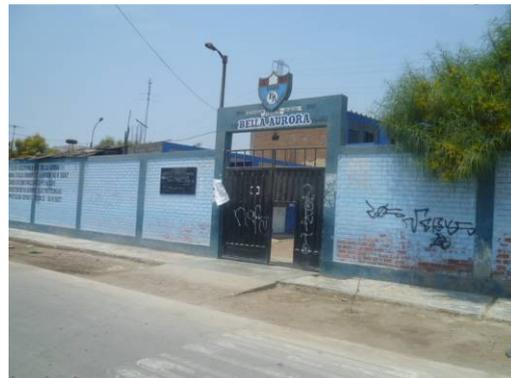


Figura 258. I.E. “Bella Aurora”

- I.E. N° 5172 “Hijos de Luya” q se encuentra a una esquina del Jr. Loreto (Ver Figura 255) edificación de dos pisos, de pórticos con mampostería de relleno en buen estado de conservación.
- I.E.P.I. “Reggio Emilia” también ubicado en la Av. Huarangal (Ver Figura 256) vivienda de mampostería usada como escuela en buen estado de conservación.
- I.E.I. N° 585 (Ver Figura 257), estructura de dos pisos de pórticos y muros de mampostería de relleno de buen estado de conservación..
- I.E. “Bella Aurora” (Ver Figura 258) ubicados en el Jr. Francisco Bolognesi, edificación de dos pisos de pórticos y muros de mampostería de relleno de buen estado de conservación.
- Posta Médica Comunal “28 de Noviembre” Magnolias ubicado en el Psj. San Juan con Psj. San Pedro (Ver Figura 259), estructura de mampostería en regular estado de conservación.



Figura 259. Posta Médica Comunal “28 de Noviembre”

Otros:

- Iglesia Cristiana ubicado en la cal. Piura (Ver Figura 260), estructura de mampostería en buen estado de conservación.
- Línea de torres de alta tensión en la Av. Huarangal (Ver Figura 261).
- Tanque elevado SEDAPAL ubicado a la espalda de Jr. Lima (Ver Figura 262) en buen estado de conservación.



Figura 260. Iglesia Cristiana



Figura 261. Línea de torres de alta tensión en la Av. Huarangal



Figura 262. Tanque elevado SEDAPAL

SECTOR 26

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontró una edificación esencial I.E.P. "Dominguito", edificación de 1 piso de mampostería con cobertura ligera (calamina), en regular estado de conservación como se muestra en la Figura 263.



Figura 263. I.E.P. "Dominguito"

SECTOR 28

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- I.E.P. Las Américas de Inicial y Primaria, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación con pórticos de concreto armado y cobertura ligera como se muestra en la Figura 177, y además hay presencia de humedad en las cimentaciones.
- I.E.P. Arquímedes de Primaria consiste en una edificación de 2 niveles de mampostería en buen estado y cobertura ligera como se muestra en la Figura 178.



Figura 264. I.E.P. Las Américas



Figura 265. I.E.P. Arquímedes



- I.E.P. Alexander Von Humboldt de Inicial, Primaria y Secundaria; consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación con ladrillos sólido industrial en el primer y segundo nivel (Figura 179).
- I.E. N° 2076 Jerusalén, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación (Figura 180).



Figura 266. I.E.P. Alexander Von Humboldt



Figura 267. I.E. N° 2076 Jerusalén

Centros de Salud:

- Centro de Salud Jerusalén, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación y con aligerado como se muestra en la Figura 268.
- Policlínico Wiese, consiste en una edificación de 2 niveles de mampostería en buen estado de conservación con pórticos de concreto armado y techo aligerado (Figura 269).



Figura 268. Centro de Salud Jerusalén.



Figura 269. Policlínico Wiese.

Otros:

- Comisaría P.N.P. Zapallal, consiste en una edificación de 2 niveles de mampostería en buen estado de conservación con pórticos de concreto armado y techo aligerado (Figura 181).
- Mercado Belén, de 1 nivel de mampostería confinada con diafragmas rígidos (Figura 182).



Figura 270. Comisaría P.N.P. Zapallal.



Figura 271. Mercado Belén.

- Iglesia Mormona, de un nivel con pórticos y mampostería de relleno en buen estado de conservación (Figura 272).
- Iglesia Evangélica “Viva con Esperanza”, de dos niveles de mampostería confinada en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 272



Figura 272. Iglesia Mormona



Figura 273. Iglesia Viva con Esperanza

- Tanque de agua potable que se encuentra en la parte norte del sector (Figura 274).
- Antenas de media tensión que se encuentran en la noreste del sector como se muestra en la Figura 275.



Figura 274. Tanque de agua



Figura 275. Antenas de media tensión



SECTOR 30

En este sector existen las siguientes edificaciones esenciales que se pasan a describir:

Centros Educativos:

- I.E.P. “Juan Pablo II Divino” (inicial, primaria, secundaria) ubicada en el extremo Sur del sector. Consiste en una edificación de madera prefabricada de un nivel con cobertura de calamina. En esta edificación no se presenta evidencia de asentamiento ni humedad. Además, tiene un cerco perimetral de mampostería confinada. En general, su estado de conservación es regular (Ver Figura 276).
- I.E.P. “Daniel Goleman” (inicial, primaria), situada en la calle Los Rubies. Es una edificación de dos pisos de albañilería confinada con muros de ladrillo pandereta y techo de losa aligerada. No presenta asentamiento, tampoco humedad; los muros están tarrajeados y su estado de conservación es regular (Ver Figura 277).



Figura 276. I.E.P. “Juan Pablo II Divino”



Figura 277. I.E.P. “Daniel Goleman”

SECTOR 31

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros educativos:

- Institución Educativa Particular Gran Almirante Miguel Grau, (ver Figura 278), estructura de un piso en regular estado de conservación.



Figura 278. I.E. Particular Gran Almirante Miguel Grau

Otros:



- Iglesias (01) (Ver Figura 279), construida con muros de mampostería y techo metálico, pero con la existencia de columnas cortas en buen estado de conservación.



Figura 279. Iglesia

- Torres de Alta Tensión a lo largo de la avenida (Ver Figura 280).



Figura 280. Torres de alta tensión

- Grifo (Ver Figura 281), estructura metálica en buen estado de conservación, sin embargo posee tanques de almacenamiento subterráneo y tuberías de distribución que dependiendo del tipo de suelo podrían ser una fuente de vulnerabilidad para el entorno.



Figura 281. Grifo



SECTOR 32

En cuanto a las edificaciones esenciales en este sector tenemos: Colegio particular Santa Mónica frente a la Av. Las Fresas y el Colegio estatal República de Japón, donde los pabellones son de 01 nivel y cobertura ligera, en la parte posterior se halla una acequia que pasa junto a los muros del cerco perimétrico (Ver Figura 282 y Figura 283).

A lo largo de la av. Las Fresas se extienden las líneas de alta tensión como se muestra en la Figura 284.



Figura 282. Colegio particular Santa Mónica frente a la Av. Las Fresas



Figura 283. Colegio estatal República de Japón.



Figura 284. Vista de torre de alta tensión sobre la Av. Las Fresas

SECTOR 33

En este sector existen 3 edificaciones esenciales y una red de transmisión eléctrica, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Centros Educativos (03):



- Colegio I.E.P “Divino Corazón de Jesús” de la UGEL 04 (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 285). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de 4 niveles y en buen estado de conservación.
- Colegio I.E.E “Gustavo Mohme Llona” de la UGEL 04 (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 286). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de dos niveles y en regular estado de conservación.
- Colegio I.E. N° 5170 “Perú - Italia” de la UGEL 04 (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 287). Esta edificación fue construida para uso escuela siendo de dos niveles y en regular estado de conservación.



Figura 285. Colegio I.E.P. Divino Corazón de Jesús



Figura 286. Colegio Gustavo Mohme Llona



Figura 287. Colegio I.E. N°5170 Perú – Italia

- Red de transmisión eléctrica
La red que atraviesa el sector tiene la siguiente orientación, en la avenida San Juan Bautista sigue la dirección noreste y luego cambia a norte por la avenida 1 y su prolongación.
- Torre de transmisión eléctrica N°1: Esta estructura se construyó usando perfiles de acero, se encuentra entre las manzanas 3 y 4 al inicio de la avenida San Juan Bautista (Ver Figura 288).
- Torre de transmisión eléctrica N°2: Esta estructura es análoga a la torre anterior y se encuentra ubicada entre las manzanas 9 y 10 al final de la Avenida 1 (Ver Figura 289) esta red atravesaba en algunas ocasiones las manzanas de nuestro lote.



Figura 288. Vista de torre de transmisión eléctrica N°1



Figura 289. Vista de torre de transmisión eléctrica N°2

SECTOR 34

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros educativos:

- Colegio Jesús Sublime Maestro, consiste en una edificación de 1 pisos de mampostería confinada y un segundo piso sin terminar y sin viga collar. El primer piso se encuentra en buen estado de conservación (ver Figura 290).
- I.E. Virgen de Copacabana, consiste en una edificación de 2 pisos en mampostería confinada y techo aligerado, en donde originalmente tuvo un uso para vivienda y que ha sido acondicionado como institución educativa. Se encuentra en buen estado (ver Figura 291).
- I.E. Santa Teresa de Jesús, consiste en una edificación de 2 pisos en mampostería confinada y techo de losa aligerada en buen estado de conservación (ver Figura 292).



Figura 290. Colegio Jesús Sublime Maestro



Figura 291. I.E. Virgen de Copacabana



Figura 292. I.E. Santa teresa de Jesús

SECTOR 35

En este sector existe una edificación esencial y otras edificaciones importantes, tales como centro de recreación y escuelas de natación.

- Centros Educativos:
 - o Colegio I.E.I. “La Capitana” de la UGEL 04 - Inicial (Ver Figura 293). Es una edificación cercada por muros de albañilería para uso como colegio siendo de 1 nivel y su estado de conservación es regular.
- Centro de Recreación:
 - o Piscina “El Chicla” (Ver Figura 294). Es una edificación de 2 niveles con una gran piscina y toboganes en su interior, ubicada en la carretera Panamericana Norte, en regular estado de conservación.



Figura 293. Vista del Colegio I.E.I. “La Capitana”



Figura 294. Vista de Piscina pública.

SECTOR 36

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros educativos:

- I.E.P. Howard Gardner, consiste en una edificación de 2 pisos en mampostería confinada, donde una parte del segundo se encuentra en construcción. Se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 295).
- Colegio Privado Alpamayo, consiste en una edificación de 1 piso en mampostería confinada y techo aligerado, el cual se encuentra en buen estado de conservación (Ver Figura 296).
- I.E.P. Maestro Vigotski, consiste en una edificación de 3 pisos en mampostería confinada y techo aligerado, el cual presenta un buen estado de conservación (Ver Figura 297).



Figura 295. I.E.P Howard Gardner



Figura 296. Colegio Privado Alpamayo



Figura 297. I.E.P Maestro Vigotski.

SECTOR 37

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

- Centros Educativos (03):
 - Colegio I.E.P “Corazón de Jesús” de la UGEL 04 (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 298). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de 2 niveles y en buen estado de conservación.
 - Colegio I.E.P. “Santo Domingo Savio” de la UGEL 04 (Primaria) (Ver Figura 299). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de 1 nivel y en regular estado de conservación.



- Colegio “Ciencias Siglo XXI” de la UGEL 04 (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 300). Esta edificación fue construida para uso escuela siendo de 1 nivel y en regular estado de conservación.



Figura 298. Colegio I.E.P Corazón de Jesús



Figura 299. Colegio Santo Domingo Savio



Figura 300. Colegio I.E. “Ciencias Siglo XXI”

SECTOR 38

En el sector 38, fueron encontradas las siguientes edificaciones esenciales:

Centros educativos:

- Colegio Particular “San Miguel”, edificación de mampostería confinada y techo aligerado de 3 niveles, el último en construcción. Se encuentra en buenas condiciones (ver Figura 301).

Otros:

- Mercado “Señor de los Milagros” (ver Figura 302) que posee estructuras de mampostería y techos ligeros en regular estado de conservación.



Figura 301.- Colegio Particular "San Miguel".



Figura 302. Mercado Señor de los Milagros

SECTOR 39

En este sector durante la inspección se encontraron edificaciones esenciales e importantes, donde las edificaciones de centro educativo son las predominantes en el sector, donde se ubican Colegios (03) (Ver Figura 63) y Torres de Alta Tensión (Ver Figura 304).

Asimismo, se encontraron otras edificaciones como son: Grifo (01), Acequia (Ver Figura 305)



Figura 303. Colegio Pamer.



Figura 304. Torres de Alta Tensión



Figura 305. Acequia en la Av. José Carlos



Mariátegui

SECTOR 40

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros Educativos:

- C.E.P. Renacimiento de Inicial, Primaria y Secundaria; consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación con pórticos de concreto armado y aligerado como se muestra en la Figura 306.
- I.E.P. Ros Fran de Inicial y Primaria, consiste en una edificación de 1 nivel de mampostería en buen estado y aligerado como se muestra en la Figura 307.



Figura 306. C.E.P. Renacimiento



Figura 307. I.E.P. Ros Fran

Otros:

- Tanque de agua potable, ubicado en la parte superior de uno de los cerros del suroeste del sector, el cual se encuentra en buen estado de conservación (Figura 308).



Figura 308: Tanque de agua potable



SECTOR 41

En el sector 41 existen 6 edificaciones esenciales las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Centros Educativos:
 - o Colegio I.E.I. N° 613 “Virgen de Fátima” de la UGEL 04 (Inicial) (Ver Figura 309). Esta edificación es de 1 nivel y presenta regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E.P. “María Auxiliadora” (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 310). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de dos niveles y en buen estado de conservación.



Figura 309. Colegio I.E.I. Virgen de Fátima.



Figura 310. Colegio I.E.P. María Auxiliadora

- o Colegio I.E.P. “Miguel de Cervantes” (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 311). Esta edificación presenta hasta tres niveles y en buen estado de conservación. En este colegio las aulas se ubican en el perímetro del terreno y en el centro no hay edificaciones. Está compuesto por pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y se encuentra en buen estado.
- o Colegio I.E.P. “Martín Luther King” (Inicial y Primaria) (Ver Figura 312). Esta edificación fue construida con entramados de madera (las aulas), consta de un nivel y se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 311. Colegio I.E.P. “Miguel de Cervantes”.



Figura 312. Colegio I.E.P. “Martín Luther King”.



- Colegio I.E.P. “Domingo Savio” (Inicial y Primaria) (Ver Figura 313) Esta edificación tiene 1 nivel en mampostería el cual se encuentra en buen estado de conservación.
- Colegio I.E.P. “Santa María” (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 314) Esta edificación tiene 2 niveles está conformada por pórticos de concreto con vanos rigidizados con mampostería y se encuentra en buen estado.

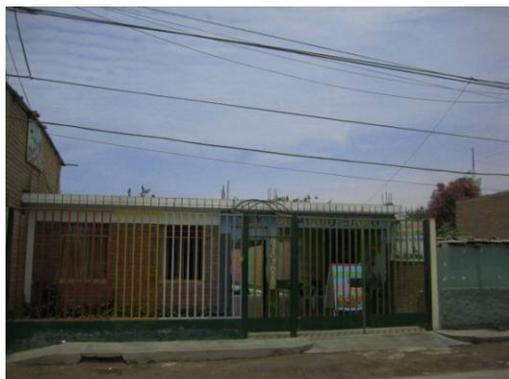


Figura 313. Colegio I.E.P. “Domingo Savio”



Figura 314. Colegio I.E.P. “Santa María”.

SECTOR 43

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

- PRONOEI “Mi pequeño mundo”, ubicada en el extremo Oeste del sector. Consiste en una edificación de mampostería confinada de 2 niveles con una cobertura ligera, que no presenta asentamiento ni humedad. Su estado de conservación es regular, tal como se muestra en la Figura 315.
- I.E. 5178 “Víctor Andrés Belaunde” (inicial, primaria, secundaria), situada en el jirón Tarapacá. Es una edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con muros de mampostería, que cuenta con un cerco perimétrico de albañilería confinada. No presenta asentamiento, tampoco humedad y su estado de conservación es bueno (Ver Figura 316).



Figura 315. PRONOEI “Mi pequeño mundo”



Figura 316. I.E. 5178 “Víctor Andrés Belaunde”



- Wawa Wasi “Semillita del Crecer”, localizado en la calle Alfonso Ugarte, en la zona Norte del sector. Consiste en una vivienda de 2 niveles de mampostería confinada con cobertura ligera, con muros de ladrillo pandereta en el 2do piso. No presenta fisuras y su estado de conservación es regular (ver Figura 317).
- I.E.P. “Franco-Peruano” (inicial, primaria, secundaria), situado en prolongación Los Sauces en el Norte del sector. Es un edificio de 3 pisos de mampostería confinada con diafragma flexible, con muros tarrajeados de ladrillo pandereta. No se observan fisuras ni asentamiento, siendo su estado de conservación regular, tal como se aprecia en la Figura 318. Es una construcción no apropiada para ser usada como infraestructura educativa.



Figura 317. Wawa Wasi “Semillita del Crecer”



Figura 318. I.E.P. “Franco-Peruano”

- I.E.P. “Sophianum” (inicial, primaria, secundaria), localizado en la avenida Buenos Aires, paralela a la Panamericana. Consiste en una edificación de 3 niveles de mampostería confinada con techo de losa aligerada. No presenta fisuras, tampoco asentamiento y su estado de conservación es bueno (ver Figura 319)
- I.E.P. “Renoir” (inicial, primaria, secundaria), ubicado en la avenida Primavera, en la zona Este del sector. Es una edificación mixta de 1 piso, que está conformada por pórticos de concreto armado, placas y mampostería confinada. El techo de la primera planta es aligerado, mientras que el segundo piso se encuentra en proceso de construcción. No se observan fisuras y su estado de conservación es bueno, tal como se puede apreciar en la Figura 320.



Figura 319. I.E.P. “Sophianum”



Figura 320. I.E.P. “Renoir”



- I.E.P. “Nuestra Señora de las Mercedes” (inicial, primaria, secundaria) situada en la calle Victor Andres Belaunde, al Norte de este sector. Consiste en una edificación de 3 niveles de mampostería con muros de ladrillo pandereta y techo de losa aligerada. No se observan fisuras ni asentamiento y se encuentra en regular estado de conservación (Ver Figura 321)
- I.E.P. “José Carlos Mariátegui” (inicial, primaria, secundaria) ubicado en la calle Los Claveles, en la zona Norte del sector. Es una edificación de 1 nivel de mampostería confinada con losa aligerada. No se detectaron fisuras, tampoco asentamiento y su estado de conservación es regular; como muestra la Figura 322.



Figura 321. I.E.P. “Nuestra Señora de las Mercedes”



Figura 322. I.E.P. “José Carlos Mariátegui”

SECTOR 44

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

- Centros Educativos:
 - o Colegio I.E.I. “Vista Alegre Zapallal” de la UGEL 04 (Primaria y Secundaria) (Ver Figura 323). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de 2 niveles y en regular estado de conservación.
 - o Colegio I.E.P. “Virgen de Guadalupe” de la UGEL 04 (Inicial, Primaria y Secundaria) (Ver Figura 324). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de 1 nivel en regular estado de conservación.
 - o Colegio Cristiano “Mackay” (Ver Figura 325). Esta edificación fue construida para uso colegio siendo de 1 nivel en regular estado de conservación.



Figura 323. Colegio I.E.I. Vista Alegre Zapallal.



Figura 324. Colegio I.E.P. Virgen de Guadalupe.



Figura 325. Colegio I.E.I. Mackay.

- Centros de Salud:

- Centro Materno infantil Zapallal, se encuentra ubicado en una esquina en la Calle República Croacia (Ver Figura 326), edificación de 1 nivel en buenas condiciones de conservación, cercado de muros de albañilería.
- Albergue del estado, se encuentra ubicado en la parte media alta del cerro ubicado en la parte Sur-Oeste del sector (Ver Figura 327), edificación de 1 nivel en buenas condiciones de conservación.



Figura 326. Centro Materno infantil Zapallal



Figura 327. Albergue del estado



- Otros:
 - Estación Eléctrica, se encuentra ubicado en una esquina en un terreno amplio cerrado por un cerco de muros de albañilería. (Ver Figura 328).
 - Reservorio apoyado, se encuentra ubicado en la parte alta del cerro al Sur-Oeste del sector, cercado por muros de albañilería. (Ver Figura 329)
 - Parroquia, se encuentra ubicado en una esquina en la avenida Leoncio Prado Oeste (Ver Figura 330), edificación de 3 niveles en buenas condiciones de conservación.



Figura 328. Estación Eléctrica



Figura 329. Reservorio Apoyado



Figura 330. Parroquia San Martín de Porres

SECTOR 46

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros de Salud:

- Centro de "Salud Santa Rosa" (ver Figura 331), estructura de mampostería en buen estado de conservación.



Figura 331. Centro de "Salud Santa Rosa"

Centros Educativos:

- Institución Educativa 2059 Santa Rosa (ver Figura 332), edificio de pórticos y mampostería con techo ligero, en regular estado de conservación.
- I.E.I. N° 332 Santa Rosa (ver Figura 333), edificio de pórticos de concreto con tabiques de mampostería y buen estado de conservación
- I.E. Fe y Alegría N° 12 (ver Figura 334), escuela de dos pisos, de pórticos con muros de relleno, en buen estado de conservación.
- I.E.I. Modulo Santa Rosa (ver Figura 335), edificación de un piso en buen estado.



Figura 332. Institución Educativa 2059 Santa Rosa



Figura 333. I. E. I. N° 332 Santa Rosa



Figura 334. I.E. Fe y Alegría N° 12



Figura 335. I.E.I. Modulo Santa Rosa

Otros:



- Parroquia Santa Rosa (ver Figura 336), estructura de pórticos de concreto en buen estado de conservación.
- Estadio Unión Santa Rosa (ver Figura 337), estructura de pórticos en buen estado.
- 2 tanques elevados SEDAPAL (ver Figura 338) que se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 336. Parroquia Santa Rosa



Figura 337. Estadio Unión Santa Rosa



Figura 338. 2 tanques elevados SEDAPAL

SECTOR 47

En este sector durante las inspecciones de campo en las manzanas seleccionadas se encontraron edificaciones esenciales e importantes que se pasamos a presentar a continuación:

Centros de Salud:

- Hospital de la Solidaridad, ubicado en las áreas aledañas a la avenida Puente Piedra (Panamericana Norte), con una extensión aproximada de 2 cuadras, dichas estructuras son módulos tipo container móviles con techos de cobertura ligera (Ver Figura 339).



Figura 339. Hospital de la Solidaridad

Centros Educativos:

- I. E. 2064 “Republica Federal de Alemania”, ubicada en el extremo Este del sector. Consiste en una edificación de mampostería confinada de 2 niveles con losa aligerada, que no presenta asentamiento ni humedad. Su estado de conservación es bueno, tal como se muestra en Figura 340.
- I.E.P “Nuevo Horizonte”, (inicial, primaria) es una edificación de 3 pisos de mampostería confinada con ladrillos pandereta, que cuenta con un cerco perimétrico de albañilería confinada (ladrillo solido artesanal). No presenta asentamiento, tampoco humedad y su estado de conservación es bueno (Ver Figura 341).



Figura 340. I. E. 2064 “Republica Federal de Alemania”



Figura 341. I. E.P “Nuevo Horizonte”

Otros:

- Centro comercial “Plaza Veá”, ubicado en las intersecciones de la avenida San Juan, pasaje Señor de los Milagros y la avenida San Lorenzo, esta edificación consta de pórticos de concreto armado, tabiquería confinada y cobertura ligera con tijerales de acero. En buen estado de conservación (Ver Figura 342).



Figura 342. Centro Comercial "Plaza Vea"

- Torres de alta tensión, son estructuras metálicas de gran altura, en buen estado de conservación, que están pasando por la zona residencial (Ver Figura 343).



Figura 343. Torres de alta Tensión

- Reservorio de Agua, localizado en la parte alta en la zona Norte del sector. No presenta fisuras y su estado de conservación es bueno (Ver Figura 344).



Figura 344. Reservorio de Agua Potable

SECTOR 48

En este sector se encontró una edificación esencial, de uso educativo, la misma que es el colegio "República Federal de Alemania" (Ver Figura 345), que tiene dos pisos, construida con pórticos de concreto y muros de relleno de mampostería en regular estado de conservación.



Figura 345. Colegio “República Federal de Alemania”



DIAGNOSTICO DEL RIESGO SÍSMICO EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA

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 Puente Piedra, 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.

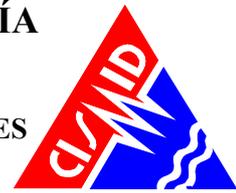
$$Cr = \left(\left(\frac{\Delta\delta_j}{h_j} \right) / \lambda \right)^\epsilon / 100$$

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 346.

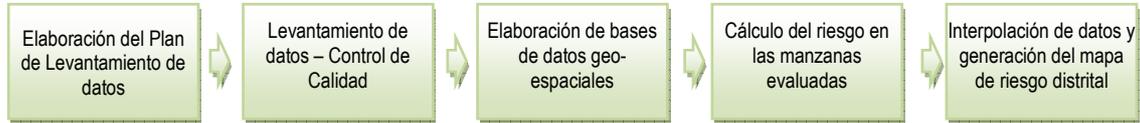


Figura 346. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 732 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa de costo de reparación mostrado en la Figura 347.

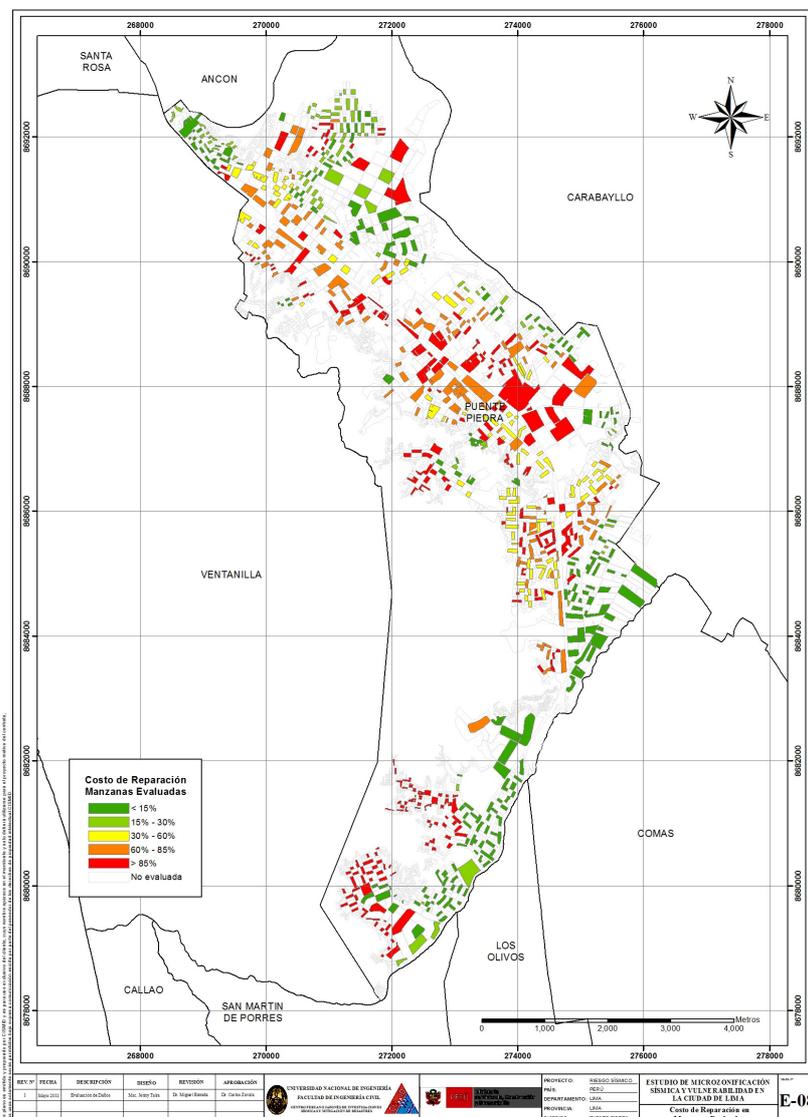


Figura 347. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas.

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 348 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Puente Piedra.

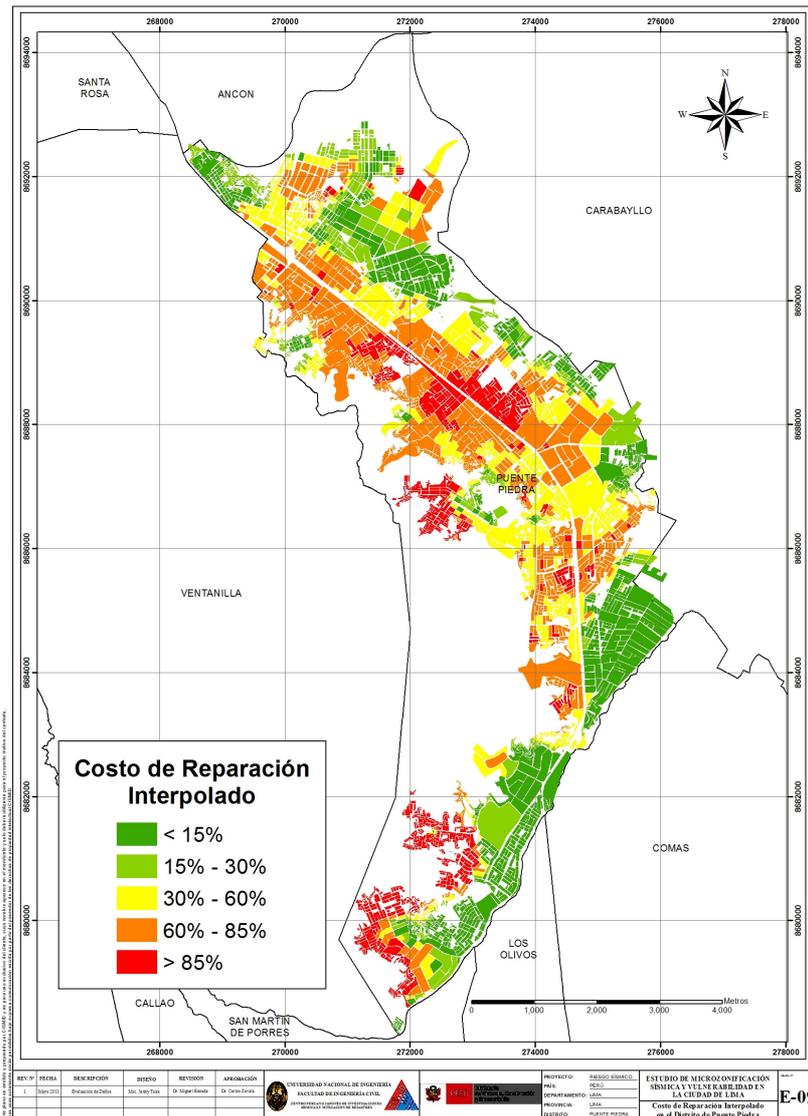


Figura 348. Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW)

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 el distrito de Puente Piedra.



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

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	192	30%	42%	Daño Leve o sin daño
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	77	12%		
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	83	13%	13%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	96	15%	15%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	189	30%	30%	Colapso
				637	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 Puente Piedra 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 15% de las viviendas con daño severo y 30% con riesgo a colapso, para el escenario propuesto. Las aceleraciones asumidas para el diagnóstico son las presentadas en el informe de 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	4			
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	3	30%	30%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	4	17%	17%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	5	22%	22%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	7	30%	30%	Colapso
				23	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 Puente Piedra 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 Puente Piedra, 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 72.4% de las tuberías son de PVC, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías asbesto cemento que representan un 15.7%. Asimismo las líneas de conducción de hierro dúctil representan el 10.6% 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 Puente Piedra en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 33 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 184 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 13 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 Puente Piedra, podemos afirmar que entre los sectores 1,3,4,5,6,7,8,19,20,30,31,32,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46 y 47, existe una concentración de daño con roturas promedio de 0.51 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 349) 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 349. 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 352). 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 las varillas (ver Figura 351). Se extrajeron núcleos de concreto endurecido con la finalidad de conocer la calidad actual del material (ver Figura 350)



Figura 350. Extracción de testigos de concreto endurecido. Obsérvese la corrosión en el muro



Figura 351. Corrosión del refuerzo en los muros de los decantadores.



Figura 352. Vista de un decantador



Figura 353. Fisuras en canal de salida del decantador.

Se pudo observar la existencia de fisuras en canales de salida del decantador (Figura 353), 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 354 el modelo matemático de la estructura de un decantador típico de la planta de la Atarjea de SEDAPAL.



Figura 354. 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 Puente Piedra.

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 Punte Piedra

Nombre de Campo	Descripción
Tipo	Material de tubería
Diametro	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.

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

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:

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

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 $R(v)$:

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

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:

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

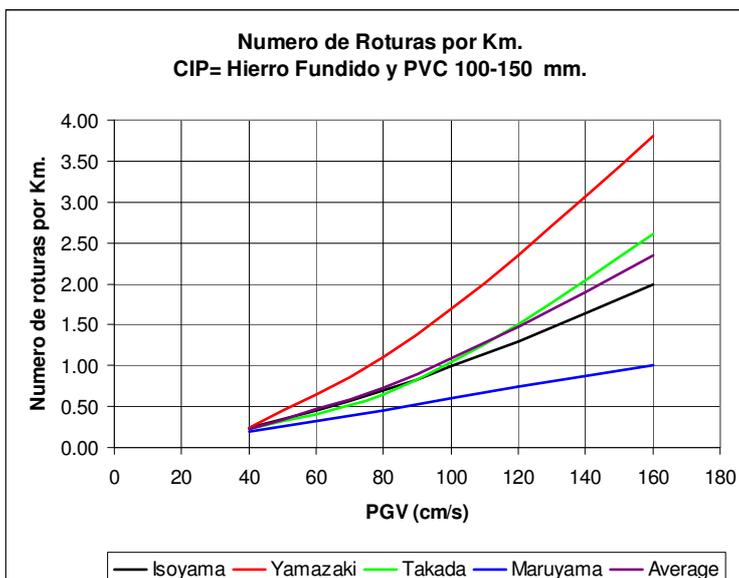


Figura 355: Roturas por Km. en tubos CIP y PVC

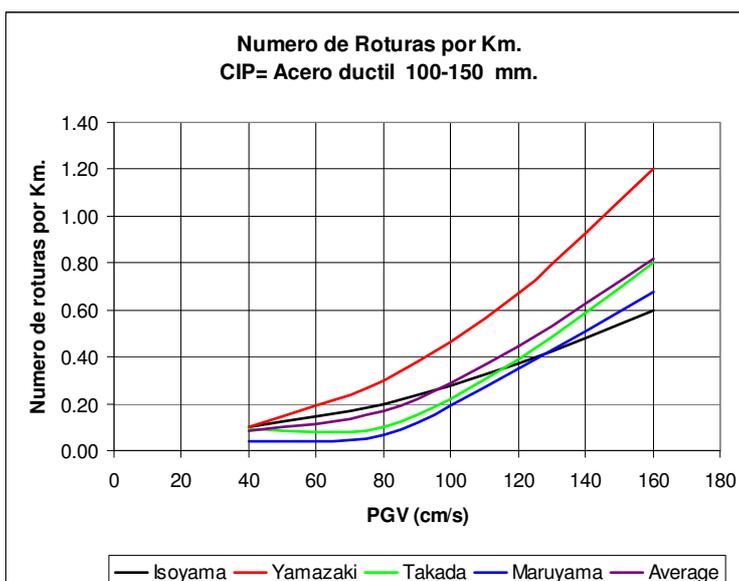


Figura 356: Roturas por Km. En tubos de acero dúctil

La Figura 355 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 tomar una curva promedio ("Average") la que figura en el gráfico. Considerando que la curva promedio se encuentra cercana a la curva de Isoyama, consideramos esta curva y la curva de valores máximos (Yamazaki), que se presenta en la Figura 357.

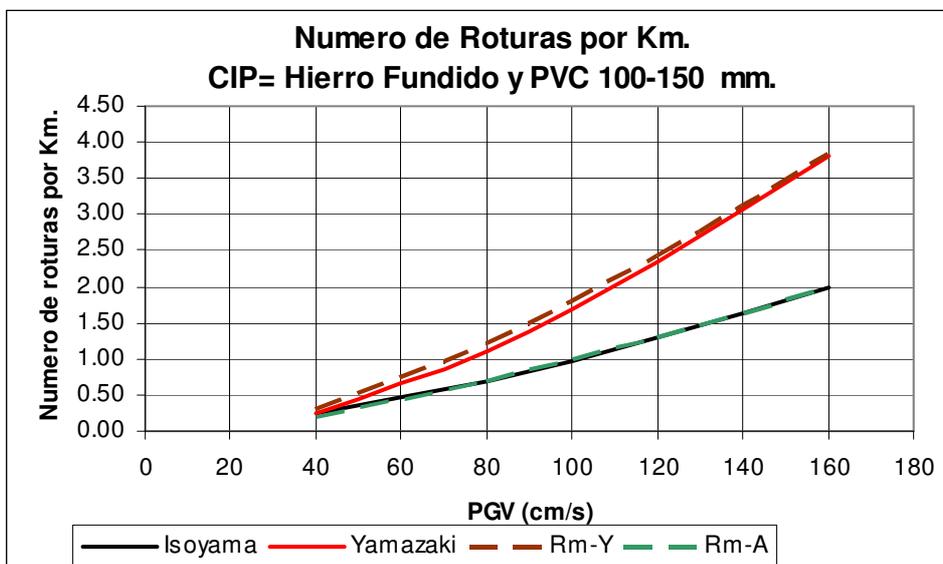


Figura 357: Curvas extremas de tasa de daño en CIP y PVC

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 356 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 gráfico.

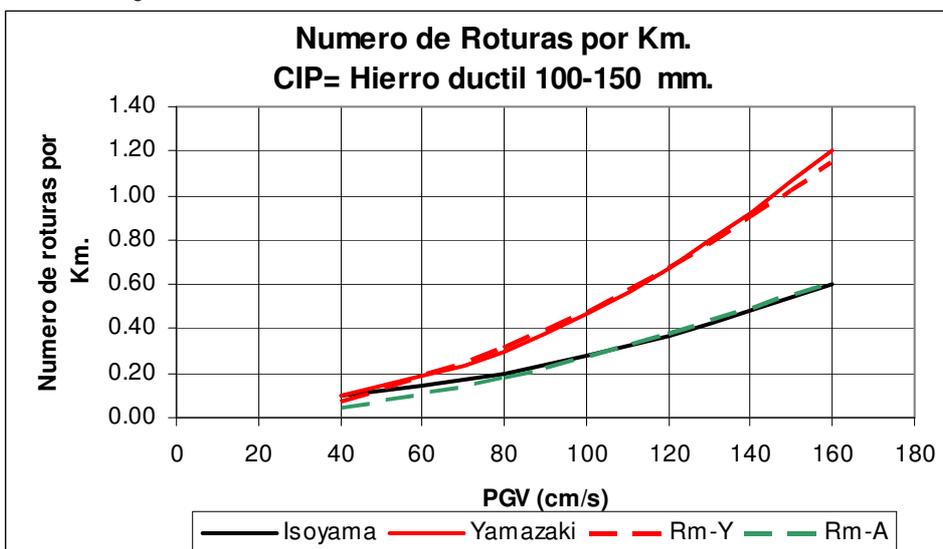


Figura 358: Curvas extremas de tasa de daño en tubería de hierro dúctil

Usando un procedimiento similar al presentado anteriormente, en la Figura 358 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 Puente Piedra. 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 Puente Piedra

Material	Tipos de Diámetros	Diámetro (mm)	Diámetro+Frecuente	Long. Total (m)	Long.Total (Km)	%
Asbesto-Cemento	10	50 - 400	100	78672.97	78.67	15.7%
PVC	15	25 - 500	110	361997.05	362.00	72.4%
Concreto Pretensado	1	600	600	6273.12	6.27	1.3%
Fierro Fundido	1	300.0000	300	68.50	0.07	0.0%
Hierro Ductil	16	80 - 1000	500	53176.84	53.18	10.6%
Longitud Total =				500188.48	500.19	

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 359) y el Mapa No. E-13 (ver reproducción en Figura 360) 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 Puente Piedra

Tubería	Longitud (Km)	Yamazaki	Yamazaki	Isoyama	Isoyama
		PromRotuxKm	NumRoturasTotales	PromRotuxKm	NumRoturasTotales
Asbesto-Cemento	78.67	0.416	33	0.441	35
PVC	362.00	0.510	184	0.514	186
Concreto Pretensado	6.27	0.236	1	0.173	1
Fierro Fundido	0.07	0.407	0	0.259	0
Hierro Ductil	53.18	0.238	13	0.174	9

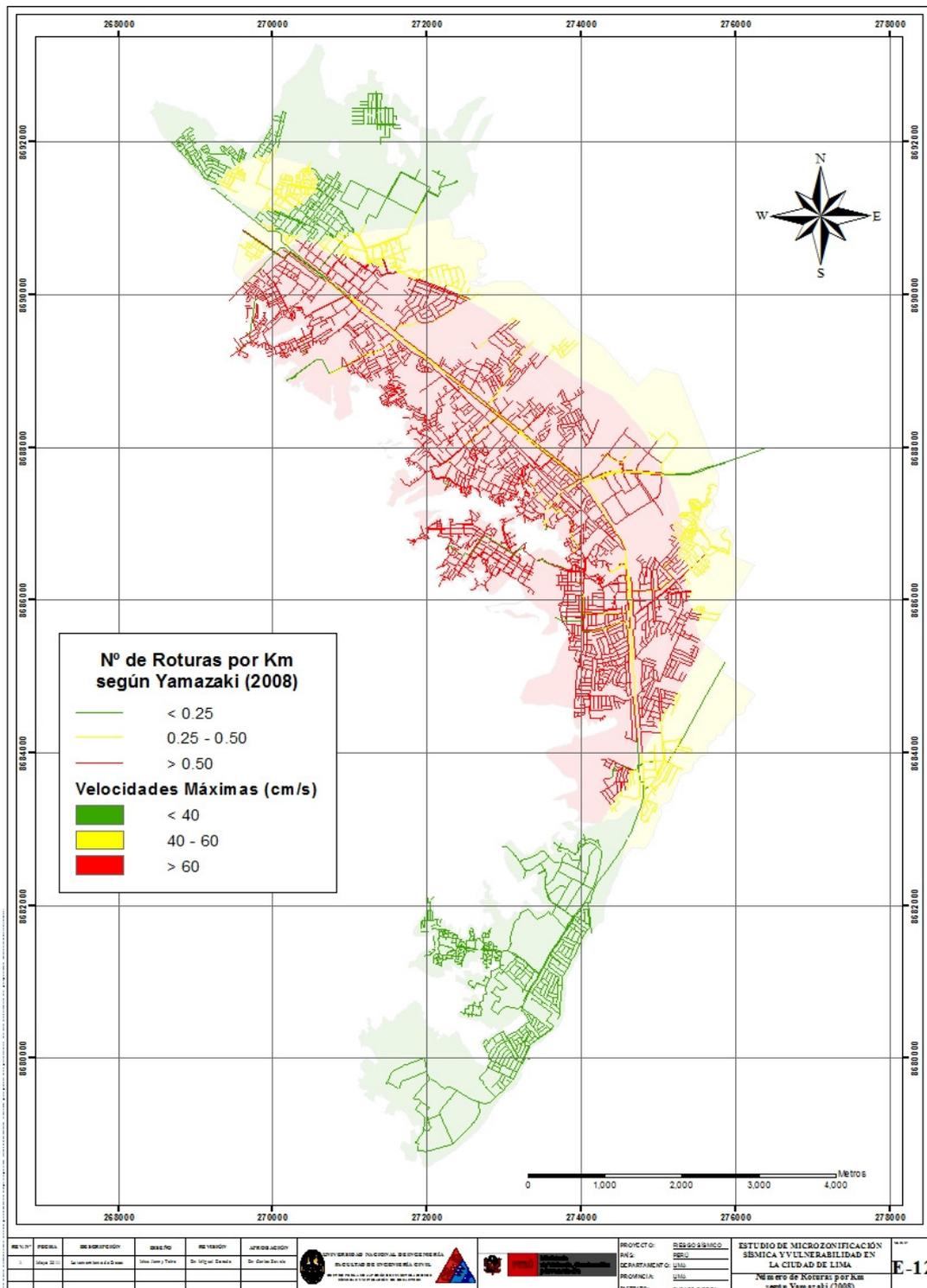


Figura 359: Roturas por criterio de Yamazaki (2008)

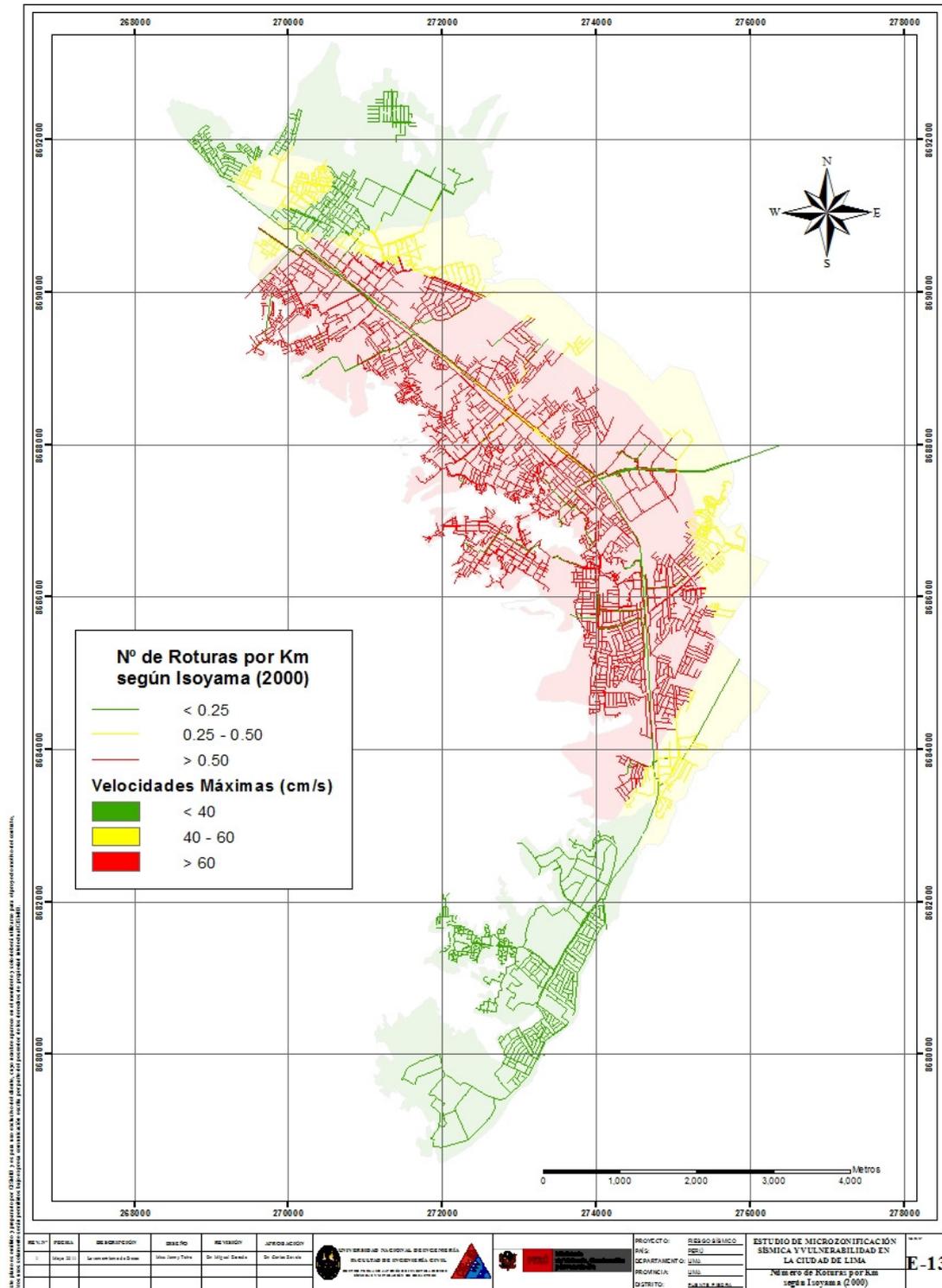


Figura 360: Roturas por criterio de Isoyama (2000)



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 Puente Piedra, 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 72.4% de las tuberías son de PVC, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías asbesto cemento que representan un 15.7%. Asimismo las líneas de conducción de hierro dúctil representan el 10.6% 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 Puente Piedra en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 35 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 186 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 13 locaciones con roturas en tubos de hierro dúctil. Debe notarse que las condiciones del suelo con altas velocidades y aceleraciones producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto. Esto corresponde a la zona central del distrito donde se ubican los suelos tipo II y III de acuerdo a la clasificación de la norma NTE-030.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Puente Piedra, podemos afirmar, entre los sectores 1,3,4,5,6,7,8,19,20,30,31,32,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46 y 47, existe una concentración de daño con roturas promedio de 0.51 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, y cambiar las tuberías de material vulnerable por tuberías que tengan mayor resistencia y ductilidad durante sismos.
- 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 Puente Piedra, 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 80.3% de las edificaciones del distrito de Puente Piedra son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 14% de edificaciones de madera, un 2% de edificaciones de adobe y un 2% en edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandan inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 588 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 375 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 8 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 337 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 Puente Piedra, se estudio la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 7 presentan que en el 80.3% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 1.6% de edificaciones de concreto, el 2.3% de edificaciones de adobe, el 1.2 son edificaciones de acero y el 14.5% son edificaciones de madera. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.

Tabla 7: Composición por material de la muestra estudiada

Material	Edificaciones	%
Adobe	17	2.3%
Concreto	12	1.6%
Mamposteria	588	80.3%
Acero	9	1.2%
Madera	106	14.5%
Otros	0	0.0%
	732	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 588 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 375 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las 12 edificaciones de concreto, 8 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.

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

Adobe	Nivel I	0	
	Nivel II	13	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	4	4
Mamposteria	Nivel I	212	
	Nivel II	1	
	Nivel III	100	
	Nivel IV	114	
	Nivel V	161	275
Concreto	Nivel I	0	
	Nivel II	4	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	4	
	Nivel V	4	8
Acero	Nivel II	1	
	Nivel V	8	8
Madera	Nivel I	0	
	Nivel II	64	
	Nivel III	0	
	Nivel IV	0	
	Nivel V	42	42



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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 337 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 361, 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.

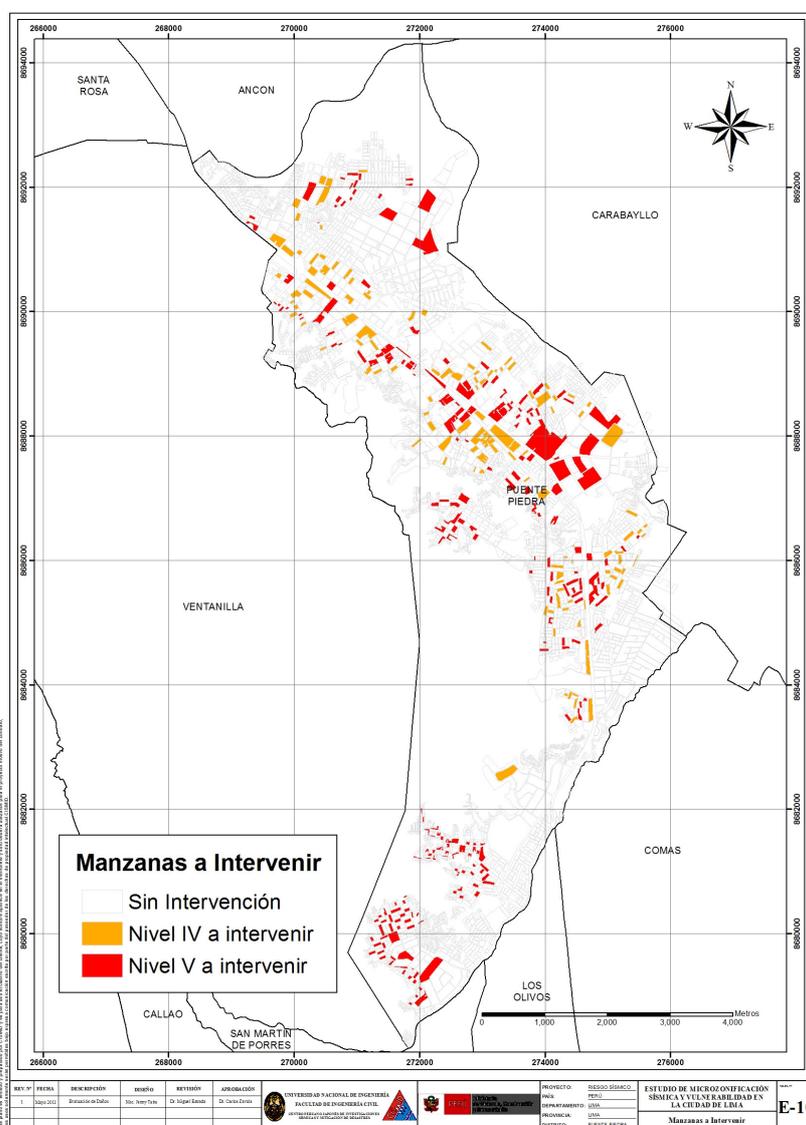


Figura 361: Ubicación de manzanas a intervenir



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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.

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.

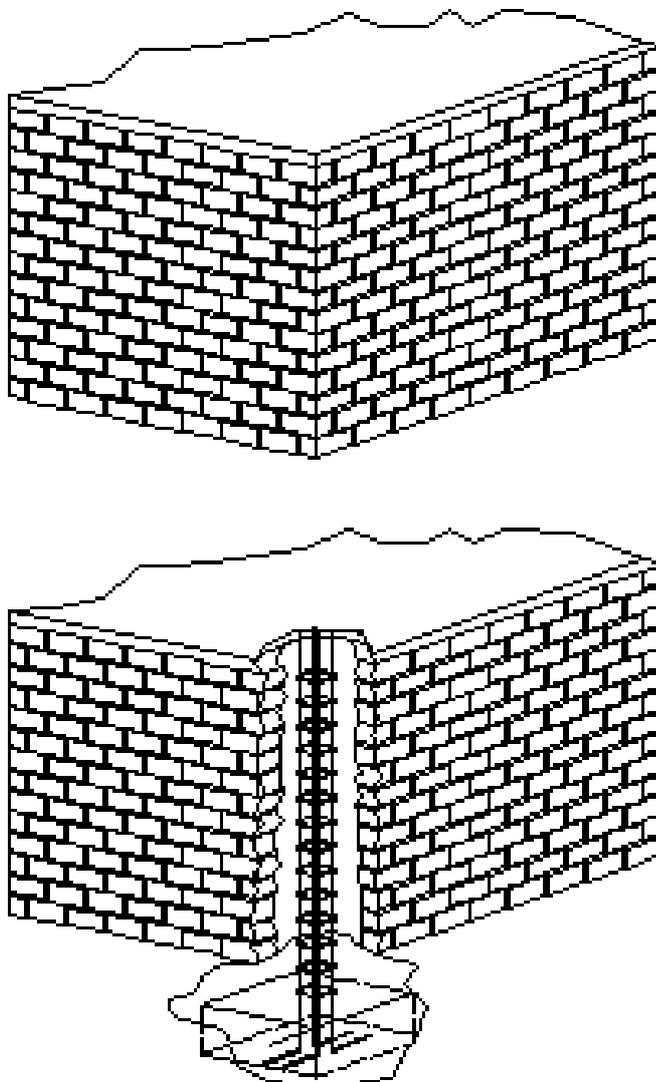


Figura 362: Detalle de inclusión de columnas de reforzamiento en muro sin confinamiento existente

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

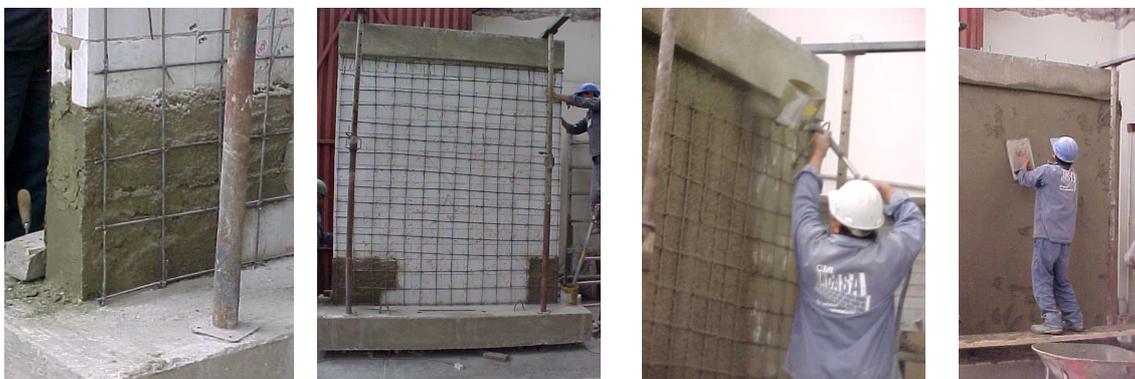


Figura 363: Detalle de refuerzo sobre las caras del muro

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 364: 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 365 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

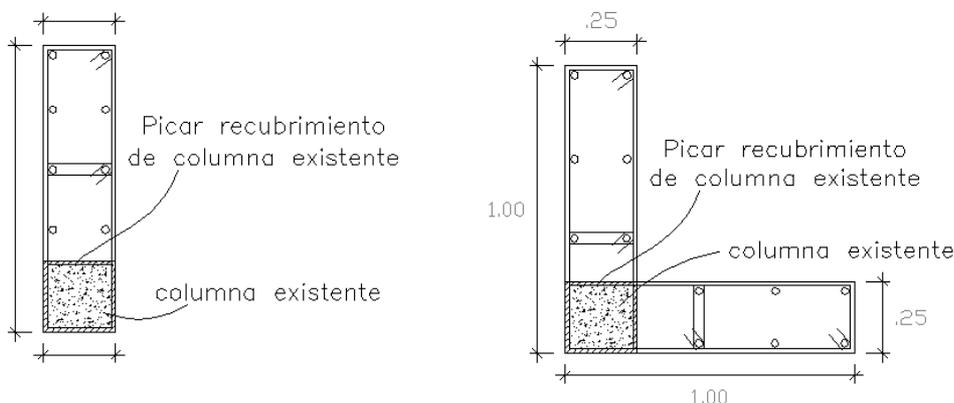


Figura 365: Detalle de reforzamiento para columna existente y esquinera

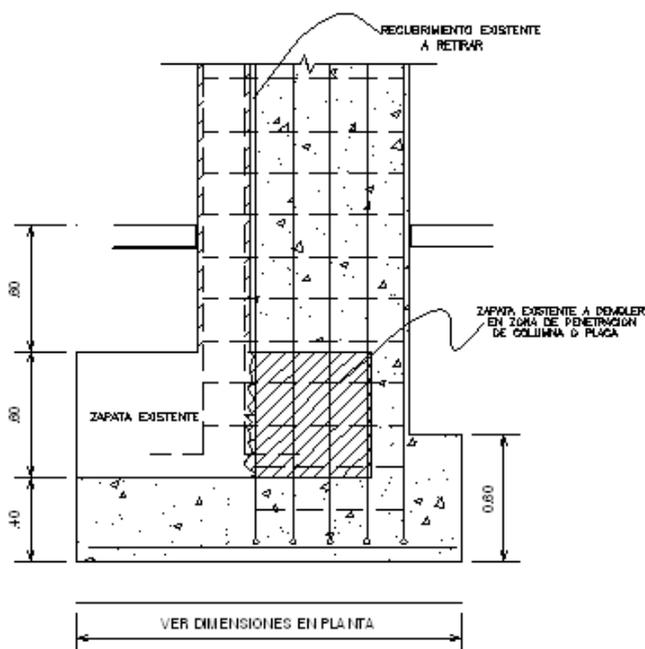


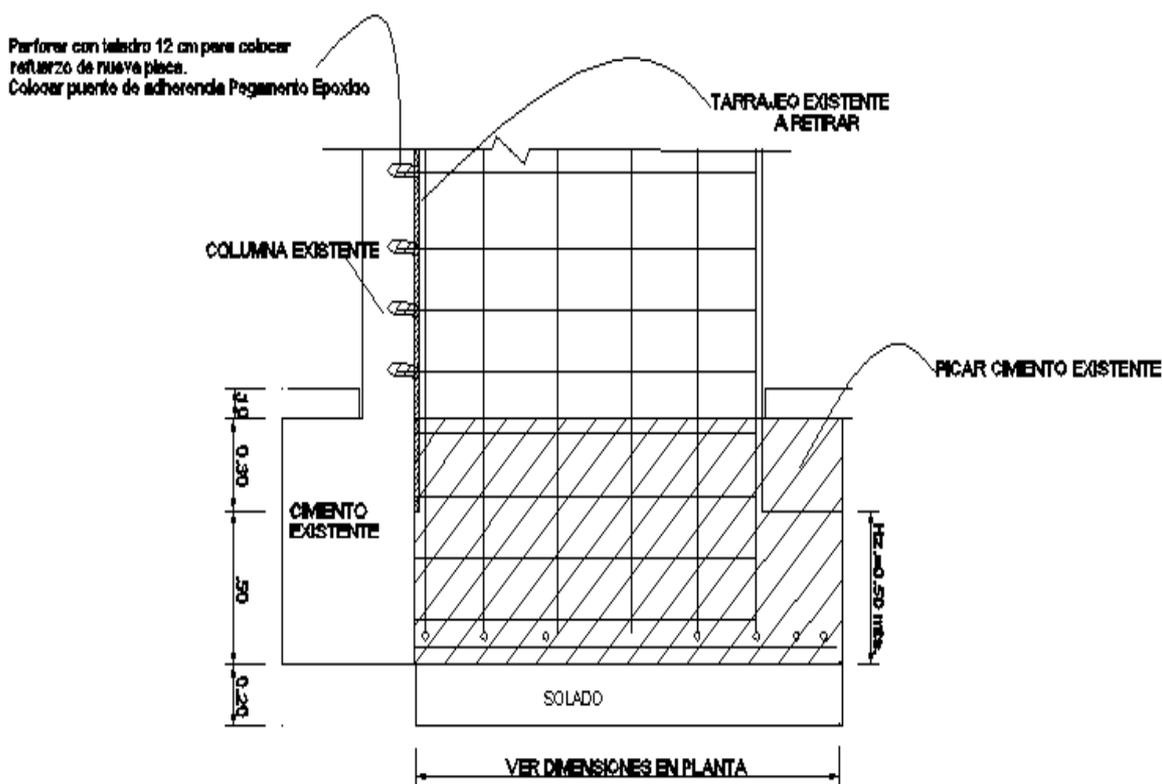
Figura 366: Detalle de reforzamiento de zapata para columna

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 366 muestra un detalle típico para el reforzamiento de una columna. Aquí como se observa, parte del cimiento existente debe ser demolido, con la finalidad de dar paso al incremento de la sección de la cimentación. Al igual que en el caso de la columna será necesario el uso de resinas epóxicas para pegar el concreto existente con el nuevo concreto, al igual que la fijación de la nueva armadura del elemento a reforzar.

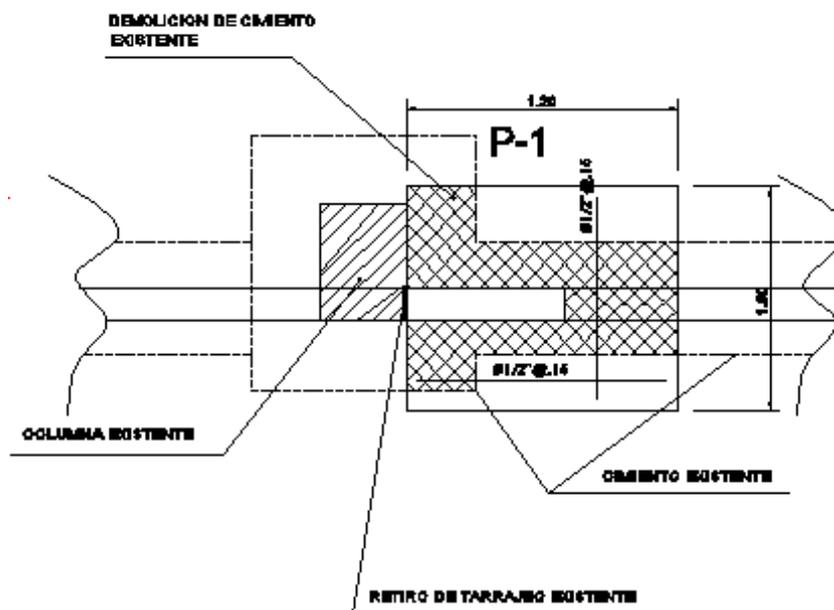
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes

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 367 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 368 muestra un detalle en planta del cimiento incluido para la placa, de manera que el cimiento existente y el cimiento nuevo puedan integrarse.



DETALLE TÍPICO DE CIMENTACION DE PLACA

Figura 367: Detalle de refuerzo de columna con placa y su cimentación



DETALLE DE CIMENTACION DE PLACA DE REFUERZO D-1

Figura 368: 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 80.3% de las edificaciones del distrito de Puente Piedra son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 14.5% de edificaciones de madera. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandan inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su reforzamiento. Así por ejemplo de las 588 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 329 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 11 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 265 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 (7CUEE) /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 (7CUEE) /March 2010.