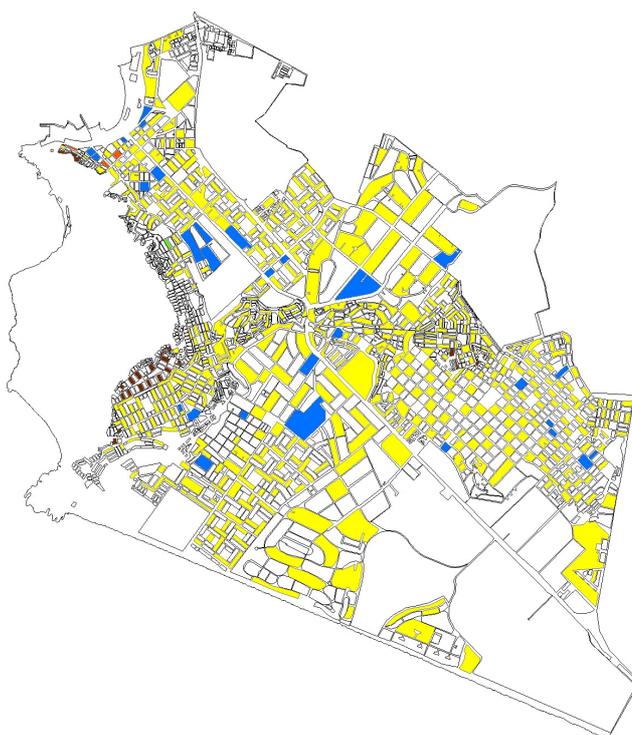


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**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. 3



LIMA – Setiembre, 2010



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO DE LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS	5
ANTECEDENTES.....	7
OBJETIVO	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PRESENTE INFORME	7
METODOLOGÍA DEL TRABAJO	7
LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	9
Organización del Trabajo de Campo.....	9
Preparación de Actividades, Coordinación y Personal	9
Sectorización y Levantamiento de Datos de Campo.....	10
Procedimiento y Control de Calidad de Datos de Campo	11
Georeferenciación y Compatibilización de Planos.....	12
Sistematización de la Información	12
Ubicación de las manzanas a evaluar	13
Elaboración de la base de datos geo-espacial	14
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES	18
SECTOR 01.....	18
SECTOR 2.....	20
SECTOR 3.....	20
SECTOR 4.....	22
SECTOR 5.....	22
SECTOR 6.....	23
SECTOR 7A.....	24
SECTOR 7B.....	24
SECTOR 08.....	25
SECTOR 9A.....	26
SECTOR 9B.....	29
SECTOR 10.....	30
SECTOR 11.....	31
SECTOR 12.....	31
SECTOR 13.....	32
SECTOR 14.....	33
SECTOR 15.....	33
SECTOR 16.....	34
SECTOR 17.....	35
SECTOR 18.....	35
SECTOR 19.....	36
SECTOR 20.....	37
SECTOR 21.....	38
SECTOR 22.....	39



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES.....	39
Conceptos Generales.....	39
Formas de Evaluación.....	39
Método Determinístico.....	40
Método por Criterio.....	40
Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio.....	40
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:.....	41
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:.....	41
Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:.....	42
Evaluación y análisis estadístico de las edificaciones evaluadas.....	42
EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES ESENCIALES.....	43
SECTOR 1.....	43
SECTOR 2.....	44
SECTOR 4.....	48
SECTOR 5.....	48
SECTOR 6.....	49
SECTOR 7A.....	50
SECTOR 7B.....	51
SECTOR 8.....	51
SECTOR 9A.....	52
SECTOR 9B.....	53
SECTOR 10.....	54
SECTOR 11.....	59
SECTOR 12.....	60
SECTOR 13.....	60
SECTOR 14.....	61
SECTOR 15.....	62
SECTOR 16.....	63
SECTOR 17.....	64
SECTOR 18.....	65
SECTOR 19.....	66
SECTOR 20.....	70
SECTOR 21.....	71
SECTOR 22.....	72
DIAGNOSTICO DEL RIESGO SISMICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS.....	73
Definición de Riesgo Sísmico.....	73
RESUMEN EJECUTIVO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO.....	77
Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado.....	78
Planta de Tratamiento de la Atarjea.....	78
Sistema de Agua y Alcantarillado.....	81
Conclusiones y recomendaciones del diagnóstico preliminar del sistema de agua y alcantarillado.....	86
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA.....	87



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

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



PROPUESTA TÉCNICA DE REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA POR TIPOLOGÍA	88
Propuestas representativas para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento.	89
Reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de tamaño o sección	90
Reforzamiento de Columnas de Concreto.....	92
Reforzamiento de Zapata Existente de Columna	93
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes	94
Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones	95



RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SISMICA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS

- 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 Chorrillos.
- Esta investigación en lo concerniente a microzonificación, se llevo a cabo desarrollando tres áreas de estudio; peligro sísmico que emplea métodos probabilísticos y determinísticos para estimar la aceleración máxima horizontal en roca (PGA), valor importante para estimar las aceleraciones del terreno; la mecánica de suelos que caracterizando el suelo mediante exploración de campo, determina el tipo de material sobre el cual se asienta el área urbana y la dinámica de suelos que permite mediante ensayos de tipo geofísicos caracterizar el comportamiento dinámico de los suelos.
- El Peligro Sísmico es un trabajo netamente de gabinete, desarrollándose en función de leyes de atenuación existentes y programas de cómputo diseñados para tal fin. Los estudios de mecánica y dinámica de suelos pasan primero por una etapa de recopilación de información existente, evaluando su cantidad y calidad, y programando luego los ensayos de campo en número suficiente para alcanzar los objetivos planteados.
- Se presenta en los Apéndices A, B y C los resultados obtenidos en estas tres áreas de estudio, utilizando tanto la información recopilada como la generada en este trabajo.
- Se obtiene un mapa de microzonificación sísmica producto de la superposición de resultados obtenidos en las diferentes áreas de estudio, cuatro son las zonas que se identifican para el área urbana de este distrito. Las áreas señaladas en el mapa, reflejan el posible comportamiento sísmico, de manera cuantitativa y de menos a más desfavorable, del suelo del distrito ante la ocurrencia de un sismo severo. Este mapa permite proyectar los posibles daños que pueden ocurrir a las edificaciones y a la población. Se convierte también en un gran instrumento para la planificación urbana y/o para la reconstrucción post-desastre sísmico.
- En lo concerniente al la evaluación de la vulnerabilidad, el objetivo del presente trabajo es la evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones del distrito de Chorrillos, 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 Chorrillos, en 22 sectores según la zonificación de identificación que utiliza la Municipalidad de Chorrillos.
- 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 Chorrillos puede calificarse como un distrito residencial, donde las viviendas de albañilería representan 90.3% de las edificaciones del distrito. 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 43.1% de las edificaciones del distrito poseen un grado de vulnerabilidad de media alta a alta, mientras que el 34.5 % restante posee una vulnerabilidad media y el 22.4% posee una vulnerabilidad de baja a media baja.
- Para la determinación del riesgo sísmico del distrito de Chorrillos, 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 466.9 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 22% de las edificaciones tendrían daño leve o permanecerían sin daño en el evento severo. El 34 % de las edificaciones poseerían un daño moderado, mientras que el 11% de las edificaciones tendrían un daño severo, mientras que el 32% 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 4.3% no tendrían daño o daño muy leve, mientras que 8.7% tendrían daño moderado. El 21.7% de las edificaciones esenciales tendrían daño severo y 65.2% experimentarían 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. 3- EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SISMICO DEL DISTRITO DE CHORRILLOS

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.

OBJETIVO

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES



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:

- 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 a con la selección de los ingenieros coordinadores, responsabilidad que recayó en el Ing. Patricia Gibu, Ing. Francisco Ríos, Dr. Miguel Estrada y el Dr. Carlos Zavala. Se organizaron 8 grupos de trabajo seleccionándose tres personas por cada grupo para el levantamiento de información de campo, contado con un total de 24 personas para el levantamiento de la información. El personal seleccionado fue formado por un grupo de jóvenes Ingenieros, Estudiantes de Post grado y Estudiantes del último año de ingeniería que laboran como asistentes de investigación o realizan su tesis de antegrado o post grado en nuestro Centro. Este personal recibió un entrenamiento basado en el procedimiento de evaluación. Este procedimiento ha sido diseñado para nuestra realidad a fin que sea utilizado en los sistemas constructivos predominantes en la zona de estudio.

a) *Metodología de toma de datos*

Este procedimiento se basa en la toma de información rápida en edificaciones de adobe, albañilería, quincha y concreto. La metodología consiste en una inspección visual rápida de las edificaciones identificando las debilidades aparentes en las edificaciones de una manzana. De acuerdo al porcentaje de lotes visualmente evaluados, se determina el lote representativo de la manzana el estado de conservación del sistema representativo.

b) *Plantilla para la encuesta*

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

La Ficha esta dividida en cinco áreas:

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

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



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 CHORRILLOS					
INFORMACIÓN DE LA MANZANA CÓDIGO DE LA MANZANA:					
LEYENDA PARA LA CODIFICACIÓN DEL LOTE					
No.Pisos (1)	Material (2)	Usos (3)	Sistema Estructural (4)		Conservación (5)
	Adobe (A) Mampostería (M) Concreto (C) Quincha (Q) Acero (S) Madera (W) Otro (O)	Vivienda (V) Vivienda y Comercio (Y) Comercio (C) Multifamiliar (M) Policía o Bomberos (B) Educativo (E) Hospital (H) Industrial (I) Baldío (B) Otros (O)	S M N L A C W I L F B U W T	Mampostería de Arcilla Sin Refuerzo Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Rígidos Mampostería Armada o Confinada con Diafragmas Flexibles Construcción Informal en Albañilería Adobe y Quincha Pórticos de Concreto Estructura de Concreto Armado con Placas Pórticos de Concreto con Vanos Rigidizados con Mampostería Estructura Celular de Concreto Pórtico de Acero Resistentes a Momento Pórtico de Acero Arriestrados con Diagonales Estructura de Perfiles Livianos Entramados de Madera 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
Achurar lote representativo					
Foto 3 - Numero	Foto 4 - 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 CHORRILLOS					
CODIGO DE MANZANA			CODIGO 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	Fisura Vertical (V)		
Vigas	Fisuras	Sin Fisuras (X)	Fisura Diagonal (D)		
Muros	Fisuras		Fisura Horizontal (H)		
Estado de Muros					
Unidad	Artisanal	Industrial	Sólido	Tubular/Hueco	
Confinamiento	SI	No			
Fisuras	SI	No			
Tarrajeo	SI	No			
Estado de conservación	Bueno	Regular	Malo		
Achurar 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 22 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 22 sectores en que se dividió el distrito de Chorrillos.

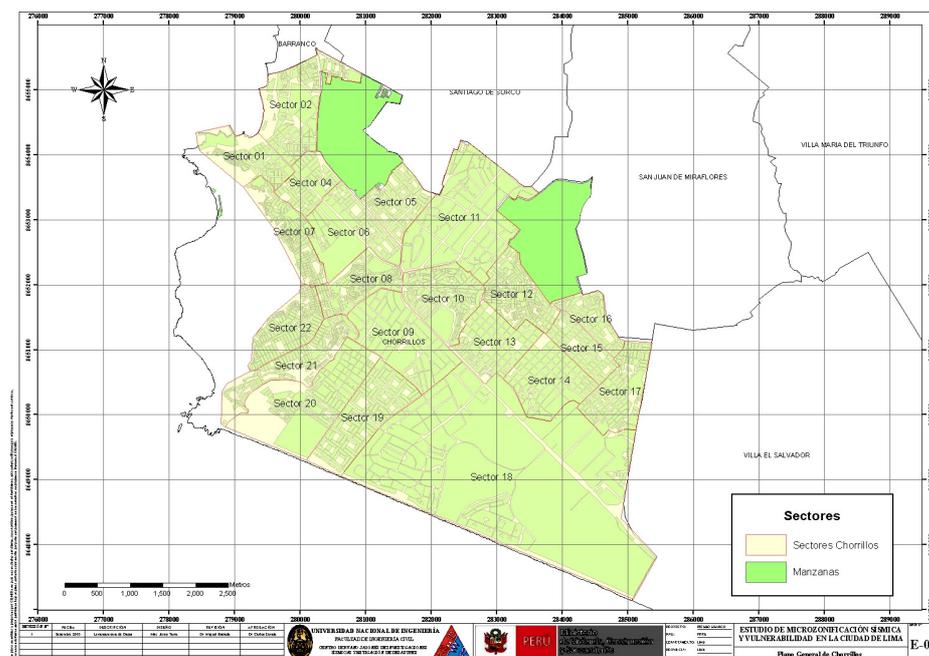


Figura 2. Sectores del distrito de Chorrillos

Procedimiento y Control de Calidad de Datos de Campo

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

La información recabada en campo fue vertida en una base de datos en formato SHAPE, la cual fue procesada por el programa ArcGis versión 9.2. La digitalización fue desarrollada por cuatro asistentes y un supervisor, quienes procesaron la información de campo.



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

Georeferenciación y Compatibilización de Planos

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

Sistematización de la Información

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

La evaluación de las edificaciones, si bien es cierto que se identificó una evaluación genérica a nivel de lote, la presentación de los resultados se basa en la identificación del lote representativo de la manzana. Para realizar la evaluación y trabajo de campo se seleccionó una muestra estadística distribuida espacialmente entre todas las manzanas del distrito. Para la selección de manzanas se definió que por lo menos el 30% 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 Chorrillos 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 manzanas del distrito, en color rojo y verde, que son 2156 manzanas. Se presentan las manzanas a ser evaluadas, que son 554 en color rojo y las no evaluadas en color verde. El porcentaje de manzanas a evaluar es de 26%, lo cual hace una muestra significativa. En el Mapa E-02 del Anexo I se presenta en detalle las manzanas que fueron evaluadas.

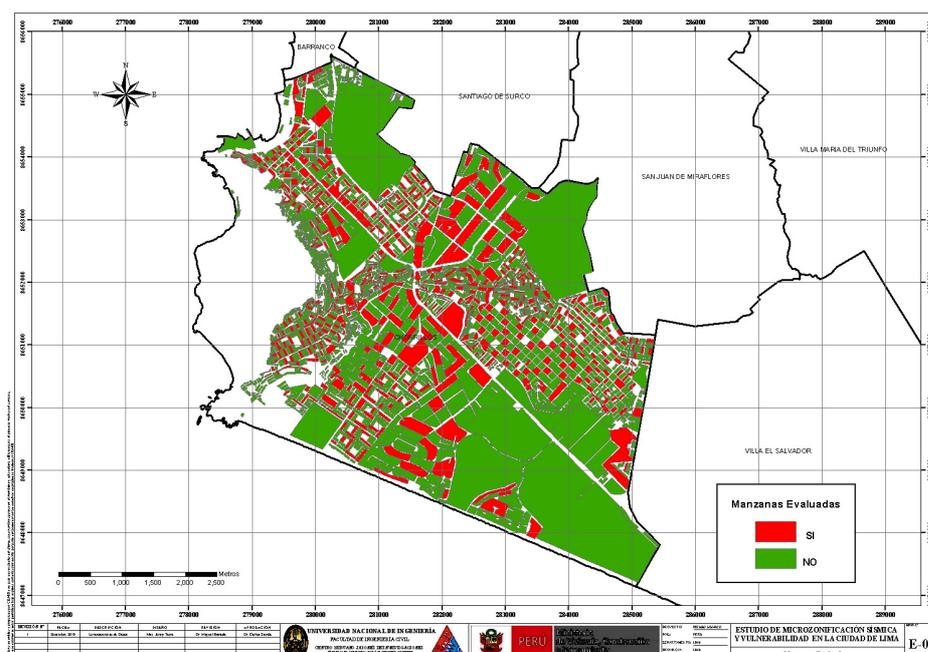


Figura 3. Manzanas totales (2156) versus manzanas seleccionadas (554).



En el presente trabajo se optó por considerar una muestra del 26% de las manzanas considerando un nivel de confianza del 96% bajo el supuesto que exista un error del orden del 5% en la desviación estándar. 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 326 manzanas. En el presente estudio se mejoró notablemente este valor al considerar una muestra de 554 manzanas, bajo dos premisas: primero, con este mayor número de manzanas se cubre mayor área y por lo tanto el análisis tiene una mayor consistencia. Segundo el error en la desviación estándar se reduce al 3.59%.

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/FIC/UNI - MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO - BID															
ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DEL DISTRITO DE LA MOLINA															
Levantamiento de Información - Distrito de La Molina															
		Cond. De Cimentación				Fisuras			Muros			Fotos			
Num	NumMza	CodMza	LoteRepre	CimentA	CimentH	Techo	FisuraCol	FisuraVig	FisuraMur	Unidad de Albañilería	FabricaAlb	TipoAlb	Confina	Tarrajeo	FotoEsq1
1	S01_01	15010800500013	02MVMB	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04083.j
2	S01_02	15010800600039	02MYMM	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04089.j
3	S01_03	15010800500027	02MVMB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04094.j
4	S01_04	15010800500023	01AVAR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04077.j
5	S01_05	15010800500015	03MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04072.j
6	S01_06	15010800500021	02MVMR	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04063.j
7	S01_07	15010800500017	05CMIB	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04064.j
8	S01_08	15010800500030	02MYMR	NO	SI	Aligerado	X	X	H	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04099.j
9	S01_09	15010800500031	02MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04103.j
10	S01_10	15010800500032	01MYMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04105.j
11	S01_11	15010800500034	02MVMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	NO		.\Fotos_S01\DSC04152.j
12	S01_12	15010800500038	02MVMR	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04148.j
13	S01_13	15010800500041	02MVMR	NO	SI	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04138.j
14	S01_14	15010800500047	02MVMR	NO	SI	Aligerado	X	X	H	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04128.j
15	S01_15	15010800500055	02CEIR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04121.j
16	S01_16	15010800500043	02CBMR	NO	NO	Aligerado	X	X	X	Industrial	Hueco	SI	SI		.\Fotos_S01\DSC04116.j

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

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

En la plataforma SIG se genera la base de datos geo-espacial la cual permite una rápida observación de las condiciones de las edificaciones de las manzanas, no sólo desde el



punto de vista descriptivo, sino también gráfico, ya que se integran a la base de datos las fotografías de las manzanas. Por cada manzana se tomaron 5 fotografías, una por cada esquina y una del detalle del lote representativo.

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

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

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

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

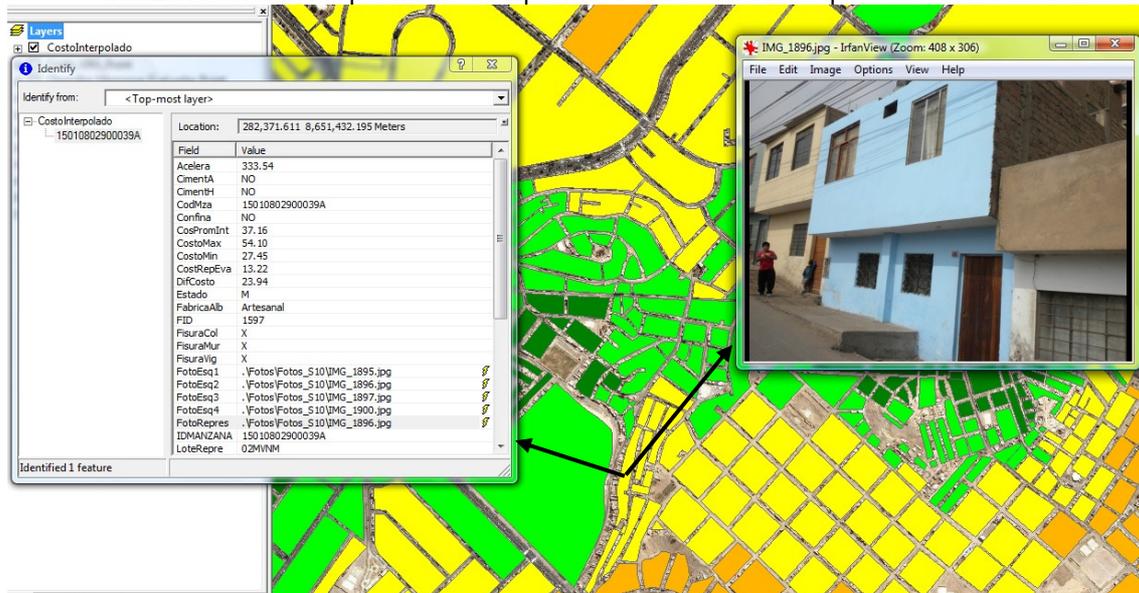


Figura 5. Base de datos Geo-espacial, integración de información cartográfica, descriptiva y procesamiento.

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 Chorrillos, 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 90% de la muestra. Debe destacarse que aun existen viviendas de adobe en la zona monumental del distrito, así como viviendas de material precario en laderas de cerros. El material que le sigue al predominante es el concreto que ocupa un 5% de la muestra seguido por la madera que tiene un 4% de las edificaciones muestreadas.

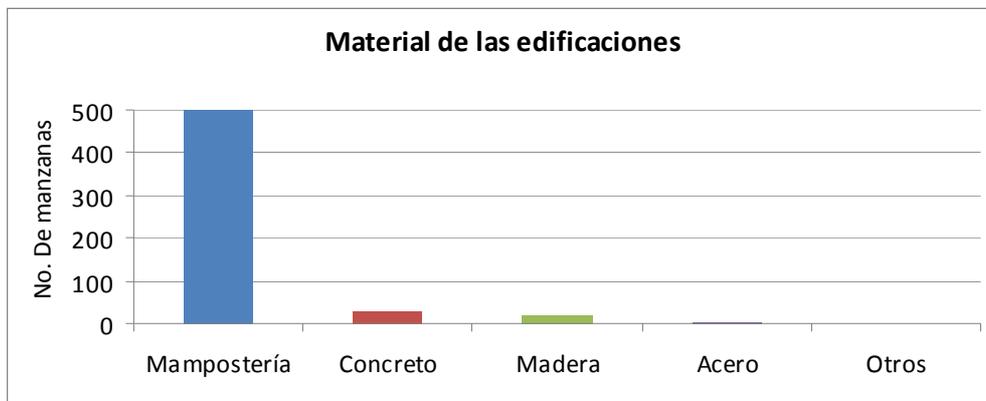


Figura 6. Distribución de los materiales de construcción de la muestra del distrito de Chorrillos

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 80% de la muestra, seguido de viviendas comercio que representan el 7% de la muestra y multifamiliares que representan el 6% de las edificaciones en el área estudiada.

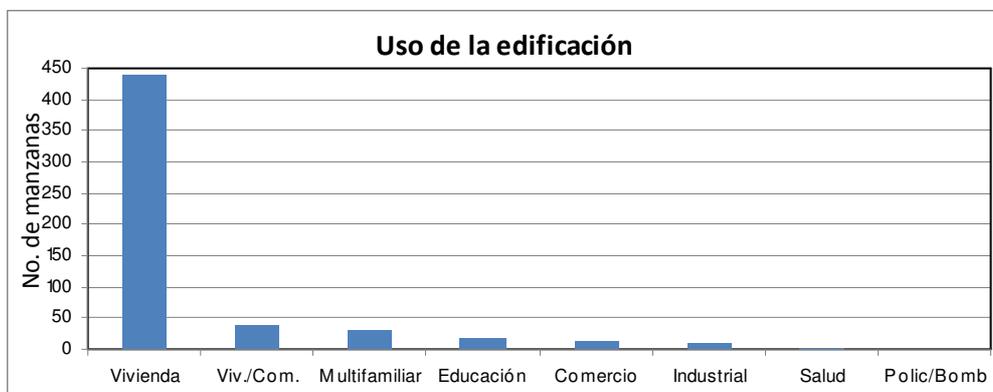


Figura 7 - Distribución del uso del suelo de la muestra del distrito de Chorrillos

En el mapa E05 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 Chorrillos. En el grafico se entiende que el sistema estructural mas utilizado es la mampostería de ladrillos de arcilla con diafragmas o techos rígidos que ocupa el 69% de la muestra. Le siguen a este sistema en uso la albañilería confinada con diafragma o techo flexible con un 12% de la muestra, que generalmente se tiene en el último nivel de la edificación. Por otro lado un 9% de la muestra esta representado por la albañilería de construcción informal, mientras que el 4% esta representado por viviendas de entramado de madera.

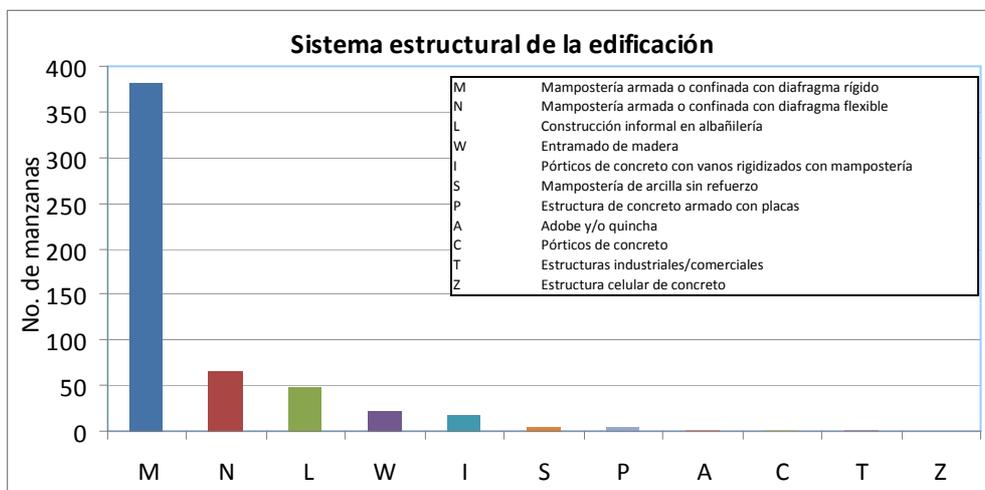


Figura 8. Distribución del uso del sistema estructural muestra del distrito de Chorrillos

El mapa temático E07 presenta el estado de conservación de las viviendas del distrito de Chorrillos. La Figura 9 presenta los resultados estadísticos de la muestra analizada. El 56% de las edificaciones se encuentra en buen estado de conservación, mientras que el 41% de la muestra presenta un estado regular de conservación, en contra de un 3% que presenta un mal estado de conservación. Debemos recordar que Chorrillos fue afectado por los sismos de Lima de 1966 y 1974 y la gran mayoría de las viviendas de adobe fueron afectadas en esos eventos.

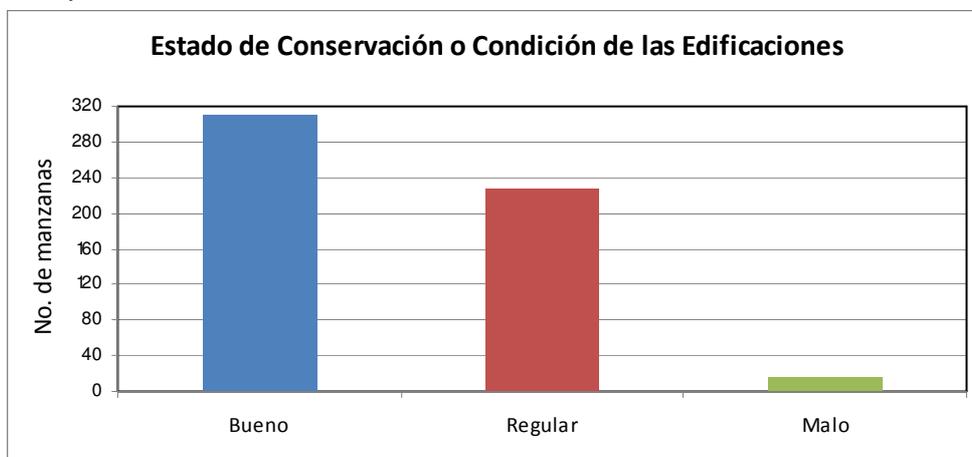


Figura 9 - Estado de conservación de la muestra de edificaciones del distrito de Chorrillos

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PRINCIPALES SECTORES

SECTOR 01

Con la finalidad de desarrollar el estudio de vulnerabilidad sísmica para este sector, se tomó como una muestra representativa de 24 manzanas que representaran a las edificaciones de este sector.

El sector 01 se caracteriza por ser una zona urbana donde prevalece las viviendas y los comercios – vivienda, localizados por lo general en las principales avenidas. En este sector las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada de 02 niveles con un regular estado de conservación (ver Figura 10), viviendas informales de 1 piso (ver Figura 11), edificaciones de uso



mixto (comercio y vivienda) de 02 niveles (ver Figura 12), viviendas antiguas de adobe (ver Figura 13) y edificaciones de varios pisos (ver Figura 14). Todas estas edificaciones en un estado de conservación que varía de malo a bueno.



Figura 10. Vivienda de albañilería confinada.



Figura 11. Viviendas informales.



Figura 12. Edificación de uso mixto.



Figura 13. Viviendas de adobe.



Figura 14. Edificación de uso Hotelero.

SECTOR 2

El Sector 2 está limitado por Jr. Pedro Solari, Jr. Independencia, Av. Escuela Militar, Av. Fernando Teran, Cal. Carlos Richardson, Av. Defensores del Morro, Malecón Grau, Av. Bajada Agua Dulce, Av. Chorrillos, Cal. Enrique Nerini, Av. Malecón Costa Sur. Se tomó como una muestra representativa de 19 manzanas que representan la condición actual del sector. Esta área se caracteriza por ser una zona residencial, donde las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 2 y 3 niveles (ver Figura 15). En la Av. Defensores del Morro, se pudo observar que las edificaciones son de uso predominantemente comercial. La Figura 16 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en diferentes estados de conservación, predominando el bueno en 58% y regular en 42%. No se observaron indicios de asentamiento ni humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 15 – Tipos de Edificaciones en el Sector 2.



Figura 16 – Tipos de edificaciones comerciales.

SECTOR 3

El estudio de las edificaciones en este sector se encontrará algo limitado en comparación con otros sectores, debido a que en gran parte de esta área se ubican instalaciones Militares (como la Escuela Militar de Chorrillos, La Escuela Técnica del Ejército, las Villas Militares) debido a lo cual el acceso a estas zonas fue sumamente restringido. El reporte en este sector se basa en la apreciación de la



zona comercial, denominada, Plaza Lima Sur, así como el recorrido perimétrico de las instalaciones militares.

Este sector comprende el área limitada entre Av. Aguilar Pastor (avenida de acceso al SIN), la Av. Escuela Militar (ver Figura 17), Paseo de la República hasta Plaza Lima Sur y terrenos aledaños de la antigua Hacienda Matellini. Gran parte este sector se encuentra ocupado por la Villa Militar de Chorrillos (ver Figura 17), Coliseo Mariscal Cáceres, el Centro de Instrucción Militar y la Escuela Técnica del Ejército, a las cuales no se ha tenido acceso por razones de seguridad militar.



Figura 17: Escuela Militar de Chorrillos



Figura 18: Villa Militar de Chorrillos

En el Centro Comercial Plaza Lima Sur (ver Figura 19), los edificios son modernos, de concreto armado y acero, con grandes luces y espacios de doble altura, por lo que no presentan problemas de estructuración y mantenimiento. Debe mencionarse que parte de este centro comercial fue el antiguo bazar del Ejército, que sufrió un atentado terrorista en 1994, luego del cual sus estructuras fueron reforzadas. El resto del centro comercial es de construcción reciente.

En cuanto a la Villa Militar posee algunos edificios de vivienda en bloques de 2 o 3 pisos de albañilería confinada con una antigüedad aproximadamente de 30 años, que se observaron en el recorrido exterior del sector, pero por la existencia de un cerco perimetral no se pudo reconocer detalladamente otras características.



Figura 19: Fotos de CC Plaza Lima Sur. Estructuras acero, concreto relativamente nuevas sin problemas de estructuración o mantenimiento





SECTOR 4

El Sector 4 está limitado por la avenida Paseo de la Republica, Calle Delfín Puccio Ulloa, avenida Huaylas y la calle Carlos Richardson. Este sector cuenta con un total de 27 manzanas de las cuales 10 fueron evaluadas, mostrando el estado actual de la zona mediante la muestra representativa.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares y multifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son de 2 y 3 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada. En la avenida Huaylas se pudo observar que las edificaciones de esta zona son de uso comercial, donde las edificaciones son tipo vivienda-comercio en la mayoría de casos. La Figura 20 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.



Figura 20. Tipos de edificaciones en el Sector 4

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero si se noto presencia de humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales

SECTOR 5

Para la evaluación del Sector 5 del distrito de Chorrillos, se tomó 34 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, se pudo encontrar que en su mayoría las edificaciones son de 02 y 03 pisos. Se ha encontrado que el material de construcción predominante es la mampostería en este sector. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda y vivienda multifamiliar. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido, con un estado de conservación de las edificaciones evaluadas es bueno.

Las edificaciones representativas del Sector 8 se muestran en la Figura 21 y Figura 22.



Figura 21. Vivienda de mampostería confinada de 2 pisos



Figura 22. Vivienda Multifamiliar de mampostería confinada de 3 pisos

SECTOR 6

La evaluación de vulnerabilidad de las edificaciones en este sector está compuesta por una muestra representativa de 25 manzanas objeto de estudio, que se constituyen en una muestra representativa del total de 70 manzanas existentes en este sector.

Este sector se encuentra delimitado por la Av. Ariosto Matellini y la Av. Paseo de la República; asimismo este sector es cruzado longitudinalmente por la Av. Defensores del Morro (Ex Huaylas); sobre estas avenidas se ubican numerosos comercios de consumo y servicio de un solo nivel cuyo sistema sismorresistente predominante es aporticado.

El lado oeste de la Av. Defensores es una zona residencial con gran cantidad de áreas verdes, compuesto en su mayoría por viviendas de uno y dos niveles construidas de albañilería confinada en buen estado de conservación (Figura 23) y edificios multifamiliares de reciente construcción de entre cuatro y cinco pisos compuestos con un sistema estructural basado en muros de ductilidad limitada.

En el lado este se ubican mayoritariamente industrias de gran extensión cuya configuración estructural se basa en pórticos de concreto y naves industriales (Figura 24).



Figura 23. Viviendas de uno y dos niveles.



Figura 24. Zona industrial.



SECTOR 7A

Para el diagnóstico del estado actual de las edificaciones de este sector, se tomó una muestra representativa de 15 manzanas mostrando las condiciones de estas edificaciones. Durante la visita de campo se observó que las edificaciones más representativas son viviendas de albañilería confinada de 02 y 03 niveles de regular estado de conservación. (Ver Figura 25 y Figura 26).

Así mismo se pudo observar viviendas informales (ver Figura 27) ubicadas en las laderas de los cerros, las cuales en su gran mayoría son edificaciones de 1 nivel. Debido a su ubicación, muchas de estas viviendas se encuentran en una zona de alta vulnerabilidad, ya que se pudo constatar el desprendimiento de rocas que conforman los cerros colindantes al Jr. 8 de Enero. Estas viviendas se encuentran con peligro latente por estos desprendimientos. (Ver Figura 28).



Figura 25. Vivienda de albañilería confinada de 02 niveles.



Figura 26. Vivienda de albañilería confinada de 03 niveles.



Figura 27. Vivienda de albañilería informal.



Figura 28. Viviendas en peligro

SECTOR 7B

Para la evaluación de la vulnerabilidad estructural del Sector 7B se tomaron 19 manzanas como muestra representativa significativa para dicho sector.



De la evaluación realizada, se puede concluir que en esta zona la mayoría de edificaciones son de edificaciones de 1 piso. El material de construcción predominante es la mampostería y construcciones informales. El uso más representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con techo flexible (calamina) y viviendas informales construidas con paneles de madera. El estado de conservación de las edificaciones evaluadas es regular. Las edificaciones representativas del Sector 7B se muestran en la **Figura 29** y **Figura 30**.

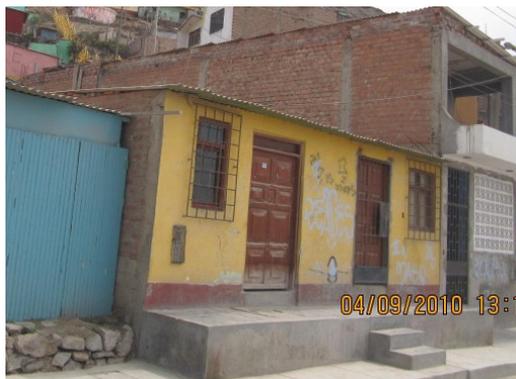


Figura 29. Vivienda de mampostería confinada de 1 piso



Figura 30. Vivienda informal de madera

SECTOR 08

Para la evaluación de la vulnerabilidad estructural del Sector 08, se tomó 28 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones cuentan con una altura promedio de 2 pisos. El material de construcción predominante para estas edificaciones es la mampostería. El uso representativo de las edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante para este sector es la mampostería confinada con diafragma rígido, sin embargo en las edificaciones informales la tendencia es la existencia de techos flexibles. El estado de conservación de las edificaciones evaluadas es de bueno a regular.

En la Figura 31 se muestra dos viviendas de 2 pisos, una construida con mampostería confinada y usando como sistema de techo una cobertura de calamina. La otra edificación en la misma Figura, fue construida con albañilería confinada y con un diafragma rígido. Ambas edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. La Figura 32 muestra una edificación de vivienda 02 pisos de mampostería confinada con diafragma rígido en el primer nivel y cobertura ligera en el segundo nivel en regular estado de conservación. Sin embargo este tipo de edificación. Por carecer su segundo nivel de viga collar, sus muros poseen alta vulnerabilidad frente al volteo.

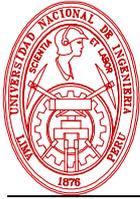


Figura 31. Viviendas de mampostería confinada de 02 pisos



Figura 32. Vivienda de mampostería con cobertura ligera

SECTOR 9A

Para la evaluación de la vulnerabilidad en este sector se consideró una muestra representativa objeto de estudio de 8 manzanas.

Este sector se encuentra limitado entre la Av. Huaylas, Av. Alameda Sur y Av. Santa Anita, en la Urb. Villa Marina. Durante la ejecución de la inspección se pudo observar que las manzanas son relativamente grandes. Se nota un crecimiento reciente y un tanto desordenado en este sector. Hacia las avenidas predomina el uso comercial. Dentro del perímetro de este sector predomina el uso de viviendas, observándose también lotes de uso industrial. En general las edificaciones son de baja altura (viviendas 1 o 2 dos niveles) con algunas excepciones en las avenidas, donde se han observado hasta 4 pisos (multifamiliares, comerciales) como se observa en la Figura 33.



(izq. Av. Alameda Sur) Uso industrial y viviendas



(der) Multifamiliar 4 pisos en av. Alameda Sur

Figura 33: Edificaciones en la Av. Alameda Sur



Considerando que en el distrito de Chorrillos existen todas las clases sociales, se puede afirmar que en este sector, en cuanto a calidad y estado de las edificaciones en viviendas es común observar acabados relativamente modestos y falta de mantenimiento en las edificaciones que formaron parte de la muestra (ver Figura 34).



Figura 34: *Acabados modestos y deterioro por humedad o falta de mantenimiento (der) baja altura, acabados modesto*

El crecimiento vertical de los edificios de vivienda en ampliaciones sin concluir (ver Figura 35), la mayoría típicamente de albañilería (aparentemente de construcción reciente), pero también en material ligero como madera, o metálica no ingenieril con cobertura ligera. Algunos predios de uso comercial en Av. Huaylas y Alameda Sur se observa construcción informal de estructura metálica y cobertura ligera (Ver Figura 36 y Figura 37)



Ampliación en material ligero



Ampliación en albañilería

Figura 35: Ampliaciones en pisos superiores en el sector



Figura 36: Av. Alameda Sur. Taller con estructura deficiente

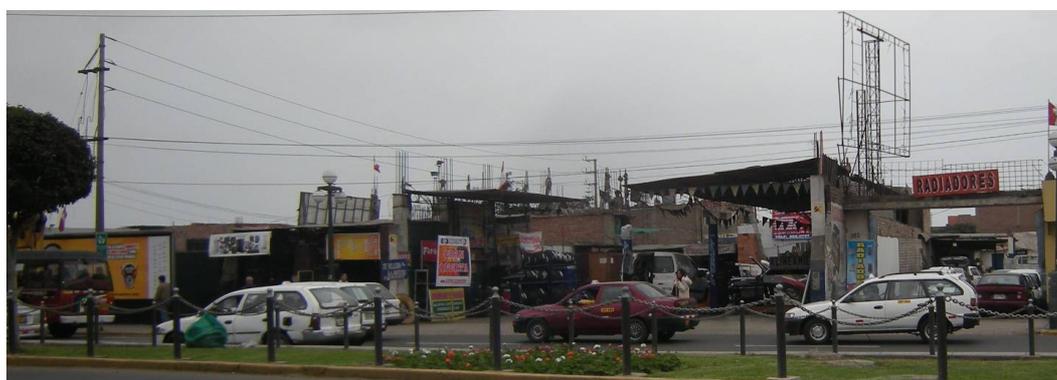


Figura 37: Av. Huaylas techos metálicos de construcción informal

Si consideramos el entorno del sector, en general se desarrolla en terreno plano, aunque limita en el lado noroeste con zona elevada de cerro en el sector de Santa Teresa (ver Figura 38). Se observa existencia de rejas de seguridad en algunas zonas, en el sector adyacente 9B y un grifo en la intersección Huaylas con Av. Alameda Sur (ver Figura 39)

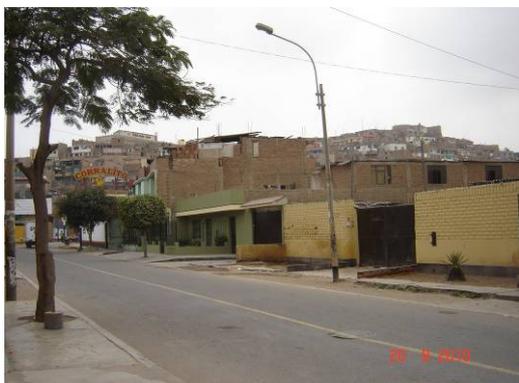


Figura 38: Calle San Rodolfo, al fondo Av. Santa Anita y zona de cerro (Santa Teresa de Chorrillos) en sector vecino – der: rejas de seguridad y mantenimiento deficiente



Figura 39: Grifo en sector vecino 9B, Huaylas y Alameda Sur

SECTOR 9B

El Sector 9B está limitado por las avenidas Huaylas, Alameda Los Horizontes, San Marcos y Alameda Sur. Para la evaluación de la vulnerabilidad de este sector se considero una muestra de 8 manzanas del total de 29 manzanas del sector.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 y 2 pisos construidas de mampostería confinada y techos de losa aligerada. En la avenida Huaylas se pudo observar que la zona es comercial, donde las edificaciones son tipo vivienda-comercio en la mayoría de casos. La Figura 40 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero si había presencia de humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 40 –Tipos de edificaciones en el Sector 9

SECTOR 10

El Sector 10 está limitado por las avenidas Guardia Civil, Ciro Alegría, Cal. Nevado Conquis, 12 de Octubre y Av. Huaylas. En este sector se tomó como muestra representativa de un total de 35 manzanas que representan la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial. Las edificaciones más representativas de este sector son viviendas de albañilería confinada de 02 niveles, (ver Figura 41). En las avenidas Huaylas, Guardia Civil, se pudo observar que predomina el comercio. La Figura 42 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector. Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero si de humedad en algunas base. Se observó fisuras en los elementos estructurales de una muestra.



Figura 41 – Tipos de Edificaciones en el Sector 10



Figura 42 – Tipos de edificaciones comerciales



SECTOR 11

Para la realización del estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó una muestra representativa de 20 manzanas que mostrará la condición actual de las edificaciones del sector.

El sector 11 se caracteriza por ser inicialmente un área destinada a edificaciones del tipo industrial. Posteriormente, se adecuó la zona a edificaciones del tipo urbana, donde las edificaciones más representativas son las viviendas de albañilería confinada de 02 niveles en buen estado de conservación (ver Figura 43), viviendas de albañilería informal de 1 y 2 niveles (ver Figura 44), edificaciones de uso mixto (comercio y vivienda - Figura 45) de 02 niveles y naves industriales (ver Figura 46). Todas estas edificaciones en un estado de conservación que varía de regular a bueno.



Figura 43. Vivienda de albañilería confinada.



Figura 44. Vivienda de albañilería informal.



Figura 45. Edificación de uso mixto.



Figura 46. Naves industriales.

SECTOR 12

Para la evaluación del Sector 12 se seleccionaron 49 manzanas como muestra representativa de dicho sector.

De la evaluación realizada, la mayoría de edificaciones en altura son de 1 y 2 pisos en promedio. El material de construcción predominante es la mampostería. El uso más representativo de las

edificaciones es de vivienda. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido, flexible y construcción informal. El estado de conservación de las edificaciones evaluadas es Bueno y Regular. Las edificaciones representativas del Sector 8 se muestran en la **Figura 47** y **Figura 48**.



Figura 47. Vivienda de mampostería confinada con diafragma rígido de 2 pisos en buen estado



Figura 48. Vivienda de mampostería confinada con techo flexible de 1 piso en regular estado

SECTOR 13

El Sector 13 está limitado por las avenidas Los Incas, Carhuaz, Cordillera La Viuda, Cordillera Vilcanota y Nevado Canquis. Este sector cuenta con un total de 50 manzanas de las cuales se tomó una muestra representativa de 14 manzanas las que fueron evaluadas para diagnosticar su vulnerabilidad sísmica.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 y 2 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada y techo de cobertura ligera (calamina). La Figura 49 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación y muchas de ellas han sido construidas de manera informal. No se observaron indicios de asentamiento tampoco había presencia de humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 49 –Tipos de edificaciones en el Sector 13



SECTOR 14

Para la elaboración del estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se tomó una muestra representativa de 23 manzanas que constituye la condición actual del sector en representatividad de las edificaciones del distrito.

El sector 14 se caracteriza por tener como sistema constructivo preponderante las edificaciones de albañilería confinada (ver Figura 50), con una distribución en altura de 01 y 02 niveles, con tendencia a generalizarse a 02 niveles. También se pudo observar la presencia de construcciones de mampostería informal con techos livianos considerados flexibles (ver Figura 51). Estas edificaciones, donde la flexibilidad de sus muros es preponderante en su resistencia, se encuentran en un estado de conservación que varía de regular a malo.



Figura 50. Viviendas de albañilería confinada.



Figura 51. Vivienda de albañilería informal.

SECTOR 15

Para el desarrollo del estudio de vulnerabilidad sísmica en este sector, se consideró una muestra representativa de 24 manzanas, que muestran la condición actual promedio del sector.

El sector 15 se caracteriza por ser un área en proceso de crecimiento, donde las edificaciones más representativas del sector son las viviendas de albañilería confinada de 02 niveles en regular estado de conservación (ver Figura 52). Las viviendas de albañilería informal de varios niveles donde la mayoría no tienen columnas (ver Figura 53) y gran número han sido construidas con ladrillo tubular (no apto según la norma de albañilería NTE-E070). Además, estas viviendas de construcción informal, han sido construidas con sistemas de entrepiso flexibles (calaminas) usualmente de 01 niveles (ver Figura 54).



Figura 52. Vivienda de albañilería confinada.



Figura 53. Vivienda de albañilería informal.



Figura 54. Viviendas con Diafragma Flexibles e Informales

SECTOR 16

Para la evaluación del Sector 16 se tomaron 20 manzanas como muestra representativa de dicho sector para el diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica.

De la evaluación realizada, se pudo determinar que la mayoría de edificaciones bajas en altura con 1 y 2 pisos. El material de construcción predominante en este sector es la mampostería, donde el uso más representativo de las edificaciones es de vivienda y vivienda comercio. El sistema estructural predominante es la mampostería confinada con diafragma rígido y con techo flexible (cobertura ligera). El estado de conservación de las edificaciones evaluadas es regular.

En la **Figura 55** se muestra una la vivienda de mampostería confinada con cobertura de calamina de 01 piso en regular estado representativa de este sector y en la **Figura 56** una edificación de vivienda y comercio de 02 pisos de mampostería confinada con diafragma rígido en el primer nivel y cobertura ligera en el segundo nivel en regular estado.



Figura 55. Vivienda de mampostería confinada de 1 pisos



Figura 56. Comercio de mampostería informal de 02 pisos

SECTOR 17

El Sector 17 está limitado por la carretera Panamericana Sur, el Pasaje Los Geranios, la avenida Vista Alegre y la avenida parque Zonal. Este sector cuenta con un total de 113 manzanas de las cuales se tomo una muestra representativa de 27 manzanas para el diagnostico de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de este sector.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares, donde la mayoría de las edificaciones son viviendas de 1 y 2 pisos de mampostería confinada y techos de losa aligerada y/o techo de cobertura ligera (calamina). La Figura 57 muestra algunos tipos de edificaciones encontradas en este sector.

Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación y muchas de ellas han sido construidas de manera informal. No se observaron indicios de asentamiento tampoco había presencia de humedad en la base. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.



Figura 57 –Tipos de edificaciones en el Sector 17

SECTOR 18

Con el objetivo de estudiar la vulnerabilidad sísmica en este sector, se evaluaron 17 manzanas del área en estudio, las cuales muestran la condición actual promedio del sector.



Este área se caracteriza mayormente por ser una zona urbanizada y residencial, donde por un lado existe en parte una zona donde se desarrollan pequeñas industrias y talleres, así como también un sector residencial de clase media, como también un área de residencias y mansiones. En esta zona el suelo es de naturaleza flexible y se manifiesta en algunas estructuras simples, como cercos y garitas donde pueden observarse los efectos del alto nivel freático existente en la zona. Una gran área de la Urbanización La Encantada y el área de condominios las Brisas de Villa, se pudo observar edificaciones destinadas a viviendas de mampostería confinada de 02 niveles donde estas son las más representativas, con un buen estado de conservación (ver Figura 58). Por otro lado se observó viviendas de mampostería confinada de 02 niveles de construcción informal (ver Figura 59) y algunas manzanas destinadas a ser de uso industrial (ver Figura 60), ubicados en las zonas menos urbanizadas y con algunos problemas de la influencia del suelo flexible. Estas últimas edificaciones tienen un estado de conservación regular a malo debido al nivel freático de la zona (ver Figura 61).



Figura 58. Vivienda de albañilería confinada de 02 niveles.



Figura 59. Vivienda de albañilería informal.



Figura 60. Edificación de uso industrial.



Figura 61. Nivel freático.

SECTOR 19

El Sector 19 está limitado por las avenidas Alameda San Marcos, Alameda los Horizontes, Costanera y Alameda del Sur. Se tomó una muestra representativa de 37 manzanas que muestran la condición actual del sector. Este sector se caracteriza por ser una zona residencial donde las edificaciones más frecuentes de este sector por orden de representatividad son: viviendas de albañilería confinada de 2

y 3 niveles, edificaciones multifamiliares de albañilería confinada de 3 niveles (ver Figura 62). En las avenidas Alameda del Sur, Alameda los Cedros, Alameda San Marcos, se pudo observar que predomina el comercio. La Figura 63 muestra algunos tipos de edificaciones comerciales encontradas en este sector. 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 62 – Tipos de Edificaciones en el Sector 19.



Figura 63 – Tipos de edificaciones comerciales.

SECTOR 20

La evaluación de vulnerabilidad y riesgo sísmico en este sector está compuesta por una muestra representativa de 23 manzanas objeto de estudio sobre un total de 97 manzanas existentes en el sector materia de estudio.

Este sector se encuentra delimitado por la Av. Alameda Sur, la calle San Marcos y la orilla del mar; asimismo este sector es cruzado transversalmente por la Av. Alameda de Villa; sobre la Av. Alameda Sur y en las calles adyacentes se ubican numerosos comercios de consumo y servicio. Estas edificaciones en promedio poseen dos niveles (Figura 64) cuyo sistema sismorresistente predominante es albañilería confinada.

El sector es una zona urbana en reciente crecimiento, con viviendas de poca antigüedad en su mayoría de uso viviendas. La gran mayoría de estas edificaciones son de dos niveles, construidas de albañilería confinada en buen estado de conservación. (Figura 65). Asimismo cabe resaltar que en el



sector se ubica una gran cantidad de viveros y cuenta con una importante extensión de terrenos dedicados a dicho uso.



Figura 64. Viviendas destinadas a comercio.



Figura 65. Viviendas predominantes de reciente construcción.

SECTOR 21

La evaluación de vulnerabilidad y riesgo sísmico en este sector 21 está compuesta por una muestra representativa de 30 manzanas objeto de estudio de un total de 165 manzanas con la finalidad de realizar un diagnóstico del daño ante un sismo severo. Este sector se encuentra limitado por la avenida Principal en toda su longitud y la Av. Santa Anita como límite lateral.

En general, este sector corresponde a una zona de viviendas unifamiliares donde la mayoría de las edificaciones son de 2 y 3 pisos. Estas viviendas han sido construidas en mampostería confinada y techos de losa aligerada y/o calamina (Figura 66). La Av. Principal es una zona comercial, donde se ubican galerías, centros comerciales y mercados (Figura 67). Las edificaciones con mayor presencia en el sector son las edificaciones de albañilería confinada en su mayoría son uso vivienda-comercio.



Figura 66. Viviendas típicas con techo de calamina.



Figura 67. Zona comercial en Av. Principal.



Durante la inspección se pudo observar que las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación. No se observaron indicios de asentamiento pero si se noto presencia de humedad en la base en algunas viviendas. No se observaron fisuras en los elementos estructurales.

SECTOR 22

La evaluación de vulnerabilidad y riesgo sísmico en este sector comprende una muestra representativa de 51 manzanas objeto de estudio de un total de 179 manzanas con la finalidad de hacer el diagnostico de viviendas representativas del sector.

Es un sector limitado por la avenida Principal en la parte inferior y el morro Solar en la parte superior y como límite lateral la Av. San Genaro. Este sector comprende una zona comercial conformada por la Av. Principal y sus calles adyacentes (Figura 68) y el sector urbano que comprende viviendas entre dos y tres niveles de mampostería confinada en buen estado de conservación en las cuadras cercanas a la Av. Principal y a medida que nos alejamos, las viviendas predominantes son de un solo nivel de albañilería confinada. En la parte alta de dicho sector se encuentra el asentamiento humano San José II, en el cual el tipo de vivienda característica es de madera, de un solo nivel con techo de cobertura ligera, de regular a buen estado de conservación (Figura 69).



Figura 68. Zona comercial en Av. Principal.



Figura 69. Vivienda típica de AA.HH. San José II.

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

Conceptos Generales

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

Formas de Evaluación

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



Método Determinístico

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

Método por Criterio

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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 90.3% de los lotes.
- Muros:** Tal como se indicó, el ladrillo tiene una presencia del 90.3% en las viviendas cuyo sistema estructural son los muros, sean éstas de 1, 2 ó 3 niveles. 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 69% de las viviendas presentan columnas de confinamiento de concreto armado en sus paredes, no teniendo el 9% de las viviendas evaluadas, elementos de refuerzo vertical.
- Coberturas y Sistema de techos:** Del total de lotes inspeccionados, el 69% de ellos tienen techos aligerados de ladrillo con viguetas de concreto armado, y en el 12%, restante, presentan coberturas de calamina, esteras o madera. Estas coberturas se concentran en los sectores emergentes como las laderas del Morro Solar y los asentamientos humanos, que demuestra que algunas familias han podido construir sus paredes de ladrillo; sin embargo, para la cobertura de sus viviendas han tenido que conformarse con materiales provisionales, por razones de orden económico.
- Estado de Conservación:** El estado de conservación de las construcciones en un 56% es aceptable y bueno, aunque cuentan con un factor favorable, que es que la antigüedad de las construcciones es de un promedio de 25 a 30 años. Un 41% de las viviendas muestran un estado de conservación regular, principalmente por el estado deficiente de sus coberturas, y otro 3% 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.



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 1

En el sector 1, existen edificaciones importantes y esenciales, dentro de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Centro Educativo: Colegio 7034 Enrique Nerini C; de mampostería confinada de 02 niveles, entre un estado de conservación regular y bueno. (ver Figura 70).
- Iglesia San Pedro (ver Figura 71).
- Centros de Salud: Clínica Parroquial San Francisco de Asís (ver Figura 72).
- Además se pudo observar que este sector cuenta con una comisaria de 02 niveles ubicada en la Av. Huaylas (ver Figura 73).



Figura 70. Colegio 7034 Enrique Nerini.



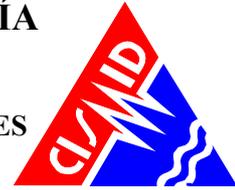
Figura 71. Iglesia San Pedro.



Figura 72. Clínica San Francisco De Asís.



Figura 73. Comisaría.



SECTOR 2

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos:

- Colegio Sagrado Corazón Chalet, consiste en edificaciones de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Chorrillos, como se puede observar en la Figura 74.
- Colegio Particular Pedro Ruiz Gallo, consiste en edificaciones de 2 pisos de pórticos de concreto armado y mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Cal. Elena Fray de Pastor, como se puede observar en la Figura 75.



Figura 74 – Colegio Sagrado Corazón Chalet



Figura 75 – Colegio Particular Pedro Ruiz Gallo

- Escuela Militar, consiste en edificaciones de 2 piso de pórticos de concreto armado y mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Escuela Militar, como se puede observar en la Figura 76.
- Hogar del Niño, consiste en edificaciones de 2 pisos de pórticos de concreto armado y mampostería en regular estado de conservación, aparentemente en desuso, debido a problemas de asentamiento de sus estructuras al haber sido construidas cercanas al borde del talud generándose una aparente inestabilidad que ha creado asentamientos diferenciales sobre los bloques de edificios que forman el complejo. Está ubicada en la Av. Chorrillos, como se puede observar en la Figura 77.



Figura 76 – Escuela Militar



Figura 77 – Hogar del Niño



- C.E.T.PRO Piloto “José Pardo”, consiste en edificaciones de 1 piso de mampostería en regular estado de conservación. Está ubicada en la esquina de Jr. José María Coronel con Av. Alejandro Iglesias, como se puede observar en la Figura 78.
- Jardín Santa Lucia, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en Jr. José Barrionuevo, como se puede observar en la Figura 79.



Figura 78 – C.E.T.PRO Piloto “José Pardo”



Figura 79 – Jardín Santa Lucia

- Institución Educativa Parroquial Cristo Rey, consiste en edificaciones de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en Jr. José Barrionuevo, como se puede observar en la Figura 80.
- I.E.7052 María Inmaculada, consiste en edificación de 3 pisos de pórticos de concreto armado y mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. José Olaya, como se puede observar en la Figura 81.



Figura 80 – Institución Educativa Parroquial
Cristo Rey



Figura 81 – I.E.7052 María Inmaculada

- Centro de Altos Estudios Nacionales, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Escuela Militar, como se puede observar en la Figura 82.
- Escuela Superior de Guerra, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Chorrillos, como se puede observar en la Figura 83.



Figura 82 – Centro de Altos Estudios Nacionales



Figura 83 – Escuela Superior de Guerra

- Institución Educativa Privada Mixta – María de Fátima, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Emilio Sandoval, como se puede observar en la Figura 84.



Figura 84 – Institución Educativa Privada Mixta – María de Fátima

Centros Religiosos:

- Centro de Día Meridional, Mensajeros de La Paz - Perú, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la intersección de Jr. Independencia con Av. Chorrillos, como se puede observar en la Figura 85.



Figura 85 – Centro de Día Meridional, Mensajeros de La Paz – Perú



Centros de Salud

- Clínica Maison de Santé del Sur, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Chorrillos, como se puede observar en la Figura 86.
- Instituto Geriátrico Militar consiste en edificaciones de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Escuela Militar, como se puede observar en la Figura 87.



Figura 86 – Clínica Maison de Santé del Sur



Figura 87 – Instituto Geriátrico Militar

Otros:

- Casa de la Cultura - Municipalidad de Chorrillos, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Esta estructura fue restaurada en la década de los 80, pues se encontró por años en estado ruinoso luego de ser afectada por el sismo de 1974. Está ubicada en la Av. José Olaya como se muestra en la Figura 88.



Figura 88 – Casa de la Cultura
Municipalidad de Chorrillos



SECTOR 4

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos

- El Colegio Particular CEGNE Mi Perú consiste en una edificación de 4 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado en la Calle Manuel Zelaya. Ver Figura 89
- Se encontró además 1 centro de educación inicial en la calle Coronel Cano, con muros de mampostería confinada de tres pisos, en buen estado de conservación. Ver Figura 90.

Centros Penitenciarios

- Cárcel de Mujeres de Chorrillos, ubicada en la Avenida Huaylas.



Figura 89. Colegio CEGNE Mi Perú



Figura 90 Centro de educación inicial

SECTOR 5

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- 01 Centro Educativo San Pedro de Chorrillos el cual esta constituido por una estructura de 2 pisos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 91).
- 01 Centro Educativo de Educación Inicial, con 2 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 92).
- 01 Vivienda - Centro Educativo inicial de 03 pisos de mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 93).
- 01 Edificio denominado Centro del Adulto Mayor de ESSALUD, estructura de mampostería de 2 pisos, con techos aligerados y que se encuentra en buen estado (Véase Figura 94).



Figura 91. Institución Educativa San Pedro de Chorrillos



Figura 92. Colegio inicial – primaria de mampostería confinada



Figura 93. Colegio inicial Mi Barquito



Figura 94. Centro del Adulto Mator de Chorrillos.

SECTOR 6

Las edificaciones esenciales ubicadas se distribuyen de la siguiente manera:

Centros Educativos:

- I.E.P “Sarita Colonia”, ubicada en la calle Julio Vega Solís, es una edificación de dos niveles cuyo sistema estructural es albañilería confinada, al parecer es una vivienda adaptada en buen estado de conservación (Figura 95)
- I.E.P. “Rosario del Solar”, ubicado sobre la Av. Paseo de la República, edificación de dos niveles que ha sido adaptada a partir de una vivienda cuyo sistema estructural es albañilería confinada y se encuentra bien conservada.
- I.E.P “Mágico Mundo”, ubicada en la calle Eduardo Orozco, es una edificación de dos niveles en buen estado, cuyo sistema estructural es albañilería confinada, la cual ha sido adaptada a partir de una vivienda (Figura 96).
- I.E.P “Albert Einstein”, ubicada sobre la Av. Paseo de la República, posee dos edificios continuos de tres niveles y bien conservados, uno posee un sistema estructural de pórticos de concreto y el otro es de albañilería.



- C.E. Especial Estatal “Beato Raimundo Rice”, ubicado en la calle Víctor Humareda, posee una extensión de casi toda una manzana y está conformado por pabellones de un solo nivel cuyo sistema estructural es albañilería confinada (Figura 97).

Centros de Salud:

Clínica “Casa de la Mujer, ubicado en la Av. Defensores del Morro cuadra 20, edificación de 7 niveles con un sistema estructural de pórticos de concreto y muros de corte; se encuentra en buen estado de conservación (Figura 98).

Otros:

- Dentro del sector 6 encontramos edificaciones importantes tales como una capilla, una guardería infantil, un centro de recreación (CERTSE Chorrillos), todos con sistema estructural de albañilería confinada y en buen estado de conservación, además un centro comercial (TOTUS), ubicado en la Av. Defensores del Morro.



Figura 95. I.E.P. Sarita Colonia.



Figura 96. I.E.P. Inicial Mi Mágico Mundo.



Figura 97. C.E. Especial Raimundo Rice.



Figura 98. Clínica Casa de la Mujer.

SECTOR 7A

Por otro lado, se observó la existencia de edificaciones importantes y esenciales, en el sector estudiado, como se muestran a continuación:

- Centro Educativo: Colegio I.E 7038 Corazón De Jesús- Armatambo, la edificación es de mampostería confinada de 02 niveles, entre un estado de conservación regular y bueno.(Figura 99)
-
- Estadio: Como edificación importante, la estructura está formada por pórticos de concreto armado de regular estado de conservación.(Figura 100)



Figura 99. Colegio I.E 7038 Corazón De Jesús- Armatambo



Figura 100. Infraestructura importante de concreto armado.

SECTOR 7B

De las edificaciones esenciales encontradas se tienen:

- Se pudo verificar la existencia de una Iglesia, cuyo material preponderante es el concreto armado, trabajando en conjunto con muros de mampostería en buen estado (Véase Figura 101).



Figura 101. Iglesia

SECTOR 8

De las edificaciones esenciales evaluadas se tienen:

- Centro Educativo IE 6092, edificación de 3 pisos construida con pórticos de concreto armado y mampostería de relleno en buen estado. (Véase Figura 102).
- Iglesia Santa Teresa de Jesús, edificación de 2 pisos construida con un sistema estructural de pórticos de concreto y mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 103).



- Centro de Salud Santa Teresa, edificación de 1 piso construida con mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 104).
- Comisaría del Sector, constituida por una edificación de 2 pisos construida con mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 105).



Figura 102. I.E. 6092



Figura 103. Iglesia Cristiana Pentecostal



Figura 104. Puesto de Salud Santa Teresa



Figura 105. Comisaría de Mampostería confinada

SECTOR 9A

No hay colegios u otros edificios esenciales, sin embargo en el sector se ubica la parroquia Cristo Misionera del Padre, edificación de dos pisos en buen estado de conservación (Ver Figura 106).



Figura 106: Parroquia Cristo Misionera del Padre



SECTOR 9B

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos y Universidades

- La Universidad San Juan Bautista. Está ubicada entre la Av. Lavalle y la Calle Republica tal como se ve en la Figura 107 constituidas por edificaciones bajas de aparente buen estado de conservación y relativamente nuevas.
- El Colegio José Olaya consiste en edificaciones de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado en la Av. Machu Picchu. Este colegio ocupa una mayor área en comparación con los demás centros educativos encontrados en este sector. Ver Figura 108
- El Colegio Particular San Juan Bautista consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado en la Calle Tahuantinsuyo. Ver Figura 109
- El Colegio Particular San Alfonso consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado en la Calle Los Canchis. Ver Figura 110
- Se encontraron además 2 centros de educación inicial en la Av. Las Balsas otros 5 centros educativos de 2 pisos en promedio, con muros de mampostería confinada en buen estado de conservación. Centro Educativo Inicial Privado Mundo Mágico Cuna Guardería Jardín Padre Pio (Ver Figura 111).



Figura 107. Universidad San Juan Bautista



Figura 108. Colegio José Olaya



Figura 109. Colegio Particular San Juan Bautista



Figura 110 Colegio particular San Alfonso



Figura 111. Centro Educativo Inicial Privado Mundo Mágico.



Figura 112. Cuna Guardería Jardín Padre Pio.

SECTOR 10

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos:

- I.E.P. Santa Catalina de Siena, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. San Martín, como se puede observar en la Figura 113.
- Wawa Wasi, consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en el Jr. Loreto como se muestra en la Figura 114.



Figura 113 – I.E.P. Santa Catalina de Siena



Figura 114 – Wawa Wasi



- I.E. 7064 Colegio Nacional María Auxiliadora, consiste en edificación de 2 pisos de pórticos de concreto armado con vanos rigidizados con mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada entre la Av. Confraternidad, Cal. Santa Rosa y Psj. San Juan, como se puede observar en la Figura 115.
- Centro Educativo Privado Ángeles de Jesús, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en el Jr. Loreto como se muestra en la Figura 116.



Figura 115 – I.E. 7064 Colegio Nacional María Auxiliadora



Figura 116 – Centro Educativo Privado Ángeles de Jesús

- Colegio Rey de Reyes, consiste en una edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Mariscal Andrés Bello Cáceres, como se muestra en la Figura 117.
- Leoncio Prado High School, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en el Jr. Ramón Castilla, como se muestra en la Figura 118.



Figura 117 – Colegio Rey de Reyes



Figura 118 – Leoncio Prado High School

- I.E.P. Inmaculada Concepción, consiste en una edificación de 3 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la intersección de la Av. Los Próceres con Cal. San Martín, como se puede observar en la Figura 119.

- Institución Educativa Particular – “Isaac Newton”, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Los Próceres, como se muestra en la Figura 120.



Figura 119 – I.E.P. Inmaculada Concepción



Figura 120 – Institución Educativa Particular – “Isaac Newton”

- Wawa Wasi, consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería sin confinamiento en el segundo piso, y cobertura ligera. Está ubicada en la Cal. 2 de Mayo, como se muestra en la Figura 121.
- I.E.P. Jesús Nuestra Alegría, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Mariscal Andrés Avelino Cáceres como se muestra en la Figura 122.



Figura 121 – Wawa Wasi



Figura 122 – I.E.P. Jesús Nuestra Alegría

- I.E.I. Buenos Aires de Villa, UGEL n°07, consiste en una edificación de 2 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Buenos Aires, como se muestra en la Figura 123.
- Biblioteca de Santiago de Surco, consiste en una edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la intersección de la Av. Buenos Aires con Jr. Loreto, como se muestra en la Figura 124.



Figura 123 – I.E.I. Buenos Aires de Villa, UGEL n°07



Figura 124 – Biblioteca de Santiago de Surco

Centros Religiosos:

- Iglesia: Israel es mi pastor, consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Jorge Chávez, como se muestra en la Figura 125.
- Iglesia consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la intersección de la Av. Jorge Chávez, con la Cal. San Martín como se muestra en la Figura 126.



Figura 125 – Iglesia: Israel es mi pastor



Figura 126 – Iglesia

- Capilla Virgen del Carmen consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. San Martín, como se muestra en la Figura 127.
- Iglesia Apostólica Pentecostal consiste en edificación de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación, como se muestra en la Figura 128.



Figura 127 – Capilla Virgen del Carmen



Figura 128 – Iglesia Apostólica Pentecostal

- Iglesia Evangélica Pentecostal del Perú consiste en edificación de 1 piso de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Confraternidad, como se muestra en la Figura 129.



Figura 129 – Iglesia Evangélica Pentecostal del Perú

Otros:

- Establecimiento Penitenciario Virgen de Fátima, como se muestra en la Figura 130.
- Círculo Militar de Supervisores Técnicos y Suboficiales del Ejército del Perú, como se muestra en la Figura 131.



Figura 130 – Establecimiento Penitenciario Virgen de Fátima



Figura 131 – Círculo Militar de Supervisores Técnicos y Suboficiales del Ejército del Perú



- Luz del Sur, como se muestra en la Figura 132.
- Estación de Servicio del Metropolitano, como se muestra en la Figura 133.



Figura 132 – Luz del Sur



Figura 133 – Metropolitano

SECTOR 11

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

Centros Educativos:

- 15 centros educativos. En su mayoría edificaciones de mampostería confinada de 02 niveles, entre un estado de conservación regular y bueno.

Centros de Salud:

- 01 Policlínico de ESSALUD Juan José Rodríguez Lazo (Figura 134). Estructura hospitalaria, principalmente formada por pórticos de concreto armado de tres niveles en buen estado de conservación.



Figura 134. Infraestructura esencial de concreto armado.

SECTOR 12

De las edificaciones esenciales evaluadas en este sector se tiene:

- Institución Educativa 6153, la cual cuenta con 2 pisos y cuyo sistema estructural esta basado en pórticos con muros de concreto armado y mampostería de relleno en buen estado de conservación. (Véase Figura 135).
- Centro Educativo Particular María Montessori que esta constituido por una edificación de 2 pisos construida con albañilería confinada en buen estado. (Véase Figura 136).
- Centro Educativo Inicial TACALA, edificación de 2 pisos, construida con mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 137).
- Puesto de Salud San Juan de La Libertad de ESSALUD, edificación de 1 piso, construida con mampostería confinada y con un techo flexible en buen estado (Véase Figura 138).



Figura 135. Institución Educativa 6153



Figura 136. Colegio Maria Montessori de mampostería confinada



Figura 137. CEI. N° 568 TACALA



Figura 138. Puesto de Salud San Juan de la Libertad

SECTOR 13

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos y Comedores Populares (Programa Social del Estado)

- El Colegio IEP Mi Pequeña Villa consiste en una edificación de 3 pisos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería, en buen estado de conservación. Ver Figura 139



- Comedores Populares Se encontraron 2 de estos locales, son edificaciones de un piso de mamposterías construidas de manera informal, en buen regular estado de conservación. Ver Figura 140 y Figura 141



Figura 139. Colegio IEP Mi Pequeña Villa



Figura 140. Comedor Popular



Figura 141. Comedor Popular

SECTOR 14

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

- Centros Educativos (02): Liceo Naval Capitán de Navío Juan Fanning García (ver Figura 142) y I.E Andrés Avelino Cáceres 7066 (Figura 143). Ambas de 02 niveles de mampostería confinada, con un estado de conservación regular y bueno.
- Iglesia Evangélica Mormona (ver Figura 144).



Figura 142. Liceo Naval Capitán de Navi
Juan Fanning García.



Figura 143. I.E Andrés Avelino Cáceres
7066.



Figura 144. Iglesia de Mormones

SECTOR 15

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

- Centros Educativos (02): Colegio Túpac Amaru (Ver Figura 145) y Colegio I.E N°6075 José María Arguedas (Figura 146), ambas son de concreto armado con muros rigidizados y de regular estado de conservación.
- Iglesia: Esta edificación es de concreto armado con un estado regular de 01 nivel (ver Figura 147).



Figura 145. Colegio Túpac Amaru.



Figura 146. Colegio I.E N°6075 José María Arguedas



Figura 147. Infraestructura esencial de concreto armado

SECTOR 16

Con relación a las edificaciones esenciales evaluadas se describe a continuación:

- Institución Educativa Mateo Pumacahua, constituida por una edificación de 3 pisos construida con pórticos de concreto armado y mampostería en buen estado. (Véase Figura 148).
- Colegio Privado Jean Piaget – escuela de instrucción primaria, que cuenta con una edificación de 03 pisos, construida con mampostería confinada en buen estado. (Véase Figura 149).



Figura 148. I.E. Mateo Pumacahua de concreto armado y mampostería.



Figura 149. Colegio Jean Piager de mampostería.



SECTOR 17

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos y Wawa Wasi (Programa Social del Estado)

- El Colegio IE N° 6086 Santa Isabel consiste en edificaciones de 2 pisos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado en el Pasaje 28, ver Figura 150.
- El Colegio Las Villas del Mar consiste en una edificación de tres pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado en la calle Virgen de Chapi.. Ver Figura 151.
- Local de Wawa Wasi consiste en una edificación de 2 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicado entre el pasaje 6 y la avenida los Pinos. Ver Figura 152.
- Local de Wawa Wasi consiste en una edificación de un piso de mampostería, en regular estado de conservación. Está ubicado en la avenida Miramar. Ver Figura 153.

Centros de Salud y postas Médicas

- Puesto de Salud Santa Isabel de Villa ubicado en el cruce de las avenidas José Olaya con Independencia. Consiste en una edificación de un piso con muros de mampostería confinada en buen estado de conservación. Ver Figura 154.
- Centro Médico Parroquial Jesús Artesano. Consiste en una edificación de concreto armado rigidizado con muros de mampostería, esta ubicado en la avenida Independencia. Ver Figura 155.



Figura 150. Colegio IE N° 6086 Santa Isabel



Figura 151. Colegio Las Villas del Mar



Figura 152. Local de Wawa Wasi



Figura 153 Local de Wawa Wasi



Figura 154. Puesto de Salud Santa Isabel de Villa



Figura 155. Centro Médico Parroquial Jesús Artesano

SECTOR 18

Se pudo constatar la existencia edificaciones importantes y esenciales, que se muestran a continuación:

- Centros Educativos (02): Colegio Privado Felipe Neri (Figura 156) y Villa Alarife (Ver Figura 157), ambos centros educativos se encuentran en la urbanización la encantada con un buen estado de conservación.
- Iglesia: esta edificación es de concreto armado localizado también en la urbanización la encantada con buen estado de conservación (Ver Figura 158)



Figura 156. Colegio Privado Felipe Neri.



Figura 157. Villa Alarife.



Figura 158. Edificación de Concreto Armado

SECTOR 19

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos:

- I.E.P. Karol Wojtyla - Juan Pablo II, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Alameda Sur, como se puede observar en la Figura 159.
- C.E.P. San Alfonso, consiste en edificaciones de 5 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación. Está ubicada en la Cal. Barataria como se muestra en la Figura 160.



Figura 159 – IEP Karol Wojtyla



Figura 160 – CEP San Alfonso



- Colegio Santísima María, consiste en edificaciones de 4 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación. Está ubicada entre las calles Chiloe, Genovea y Pascua como se muestra en la Figura 161.
- Colegio Estrella de María, consiste en edificaciones de 4 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada entre la Av. Alameda los Horizontes como se muestra en la Figura 162.



Figura 161 - Colegio Santísima María



Figura 162 - Colegio Estrella de María

- CEP Nuestra Sra. Virgen de Lourdes, consiste en edificaciones de 2 pisos de pórticos de concreto armado en buen estado de conservación. Está ubicada en la Cal. Cabo Blanco como se muestra en la Figura 163.
- IEI Reino Mágico, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Cal. Cabo Blanco como se muestra en la Figura 164.



Figura 163 – CEP Nuestra Sra. Virgen de Lourdes.



Figura 164 – IEI Reino Mágico.

- Nido Personitas, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Alameda Sur como se muestra en la Figura 165.
- Colegio Divino Maestro, consiste en edificaciones de 4 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada entre las calles Esteves, Tortugas y Piedra Redonda como se muestra en la Figura 166



Figura 165 – Nido Personitas



Figura 166 – Colegio Divino Maestro

- Caritas Felices, consiste en edificaciones de 3 pisos con mampostería en los dos primeros pisos y elementos ligeros en el tercer piso, en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Alameda los Cedros como se muestra en la Figura 167.
- Institución Educativo Arq. Fernando Belaunde Perry, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en el primer piso y madera en el segundo piso, en buen estado de conservación. Está ubicada entre la Av. Alameda Sur, calles Piedra Redonda y Galapagos como se muestra en la Figura 168.



Figura 167 – Nido Personitas



Figura 168 – Institución Educativo Arq.
Fernando Belaunde Perry

- Colegio PROLOG, consiste en edificaciones de 2 pisos de mampostería en buen estado de conservación. Está ubicada en la Av. Alameda Sur como se muestra en la Figura 169.
- Colegio Divino Maestro, consiste en edificaciones de 4 pisos de mampostería, en buen estado de conservación. Está ubicada entre la Av. Alameda Ballestas, calles las Tortugas y las Malvinas como se muestra en la Figura 170.



Figura 169 – Colegio Prolog



Figura 170 – Colegio Divino Maestro

- Puesto de Salud los Incas, consiste en edificación de 3 pisos, siendo los 2 primeros pisos de mampostería y el tercero piso en madera, en buen estado de conservación, Está ubicada en la Cal. Guyanas como se muestra en la Figura 171.



Figura 171 – Puesto de Salud Los Incas

Otros:

- Se observó antena sobre la vivienda ubicada en la Cal. Tres Marías como se muestra en la Figura 172.
- Se observó antena sobre la vivienda ubicada en la esquina de la Cal. Tres Marías con Av. San Lorenzo como se muestra en la Figura 173
- Se observó antena sobre la vivienda ubicada en la Av. Alameda Sur como se muestra en la Figura 174.



Figura 172 - Antena sobre la vivienda



Figura 173 – Antena sobre la vivienda



Figura 174 - Antena sobre la vivienda

SECTOR 20

Las edificaciones esenciales ubicadas se distribuyen de la siguiente manera:

Centros Educativos:

- Dentro de los límites del sector 20, encontramos 1 institución educativa de nivel inicial, cuya edificación ha sido adaptada de una vivienda de dos niveles y el cual posee una configuración basada en albañilería confinada (ver Figura 175); 2 instituciones de nivel primario; cuyos sistemas sismorresistentes están basados en albañilería confinada para el edificio de dos niveles y aporticado para el edificio de tres niveles edificaciones (ver Figura 176). Todos se encuentran en buen estado de conservación.



Figura 175. I.E.P. María Reiche.



Figura 176. Institución educativa de 03 niveles.

SECTOR 21

En cuanto a edificaciones esenciales, se encontraron las siguientes:

Centros Educativos:

- C.E.P. Mariano Santos, consiste en una edificación de dos niveles de pórticos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería, en buen estado de conservación (ver Figura 177)
- I.E. N° 7075 “Juan Pablo II”, comprende toda una manzana y cuenta con bloques de uno y dos niveles, de muros de mampostería confinada y pórticos de concreto armado respectivamente, se encuentra en buen estado de conservación (ver Figura 178).
- I.E.P. Montessori, cuya edificación es de dos niveles formado por muros de mampostería confinada, en buen estado de conservación.

Otras edificaciones Esenciales:

- Complejo Parroquial “San Daniel Comboni” que comprende una parroquia, un policlínico y un centro educativo, cuyas instalaciones ocupan toda una cuadra y la configuración predominante es pórticos de concreto rigidizado con muros de mampostería en buen estado de conservación.
- Parroquia y comedor parroquial “Señor de los Milagros”, cuya edificación es de dos niveles formado por muros de mampostería confinada, en buen estado de conservación.



Figura 177. Complejo Parroquial "San Daniel Comboni".



Figura 178. Institución educativa "Juan Pablo".

SECTOR 22

Las a edificaciones esenciales que se encontraron fueron las siguientes:

Centros Educativos:

- C.E.P. "Hogar del Niño Jesús", consiste en una edificación de dos niveles de albañilería confinada con cobertura ligera, en buen estado de conservación.
- I.E. Inicial s/n, comprende cuatro edificios de madera de un solo nivel con cobertura ligera, de regular a buen estado de conservación pues presenta humedad en la parte inferior de las paredes.
- C.E. N° 7077 "Los Reyes Rojos", cuya edificación es de tres niveles formado por pórticos de concreto armado rigidizado con muros de mampostería, en buen estado de conservación.

Otras edificaciones Esenciales:

- Puesto de Salud "Nueva Caledonia" cuya edificación es de albañilería confinada con cobertura ligera de un solo nivel en regular estado de conservación.
- Comisaría "San Genaro", la cual consiste en una edificación de albañilería confinada de dos niveles en buen estado de conservación (ver Figura 179).
- Mercado Principal de la asociación de comerciantes, el cual comprende toda una manzana y puestos de un solo nivel ya sea de albañilería o madera, dentro de un cerco perimétrico de albañilería (ver Figura 180).



Figura 179. Comisaría San Genaro.



Figura 180. Mercado Principal.

DIAGNOSTICO DEL RIESGO SISMICO EN EL DISTRITO DE CHORRILLOS

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 Chorrillos, 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 en cada lote. Este costo de reparación (C_r) se expresa como el porcentaje del costo de la estructura.

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

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

El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 181.



Figura 181. Proceso de generación del mapa de riesgo.

Basados en la información de campo se evaluaron 554 manzanas con los datos de sus lotes representativos, dando como resultado el mapa de costo de reparación mostrado en la Figura 182.

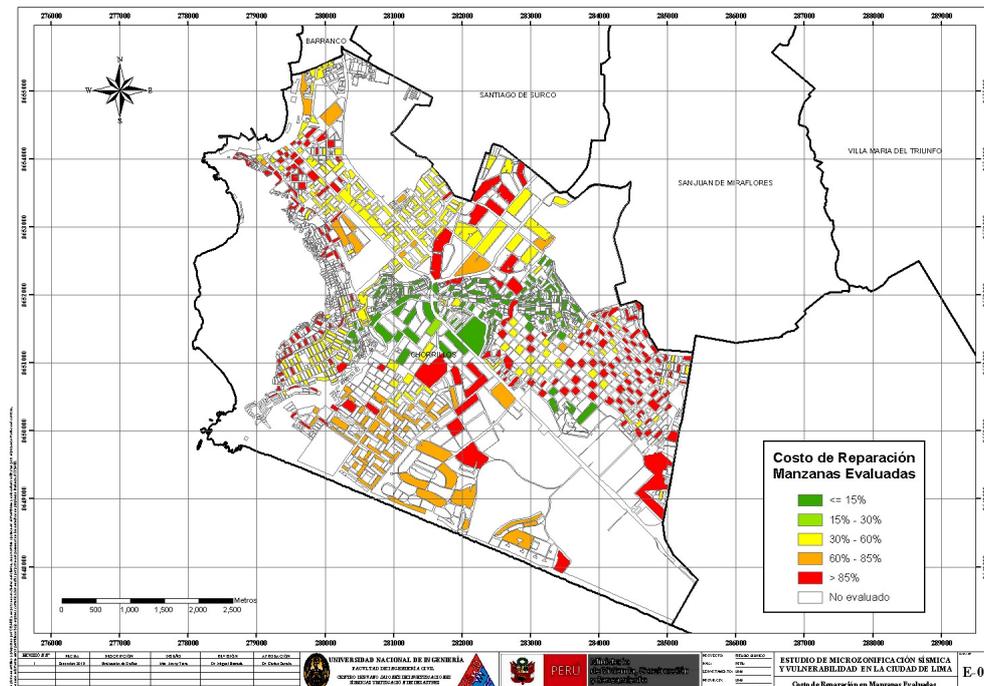


Figura 182. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas.

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 183** muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre todo el distrito de Chorrillos.

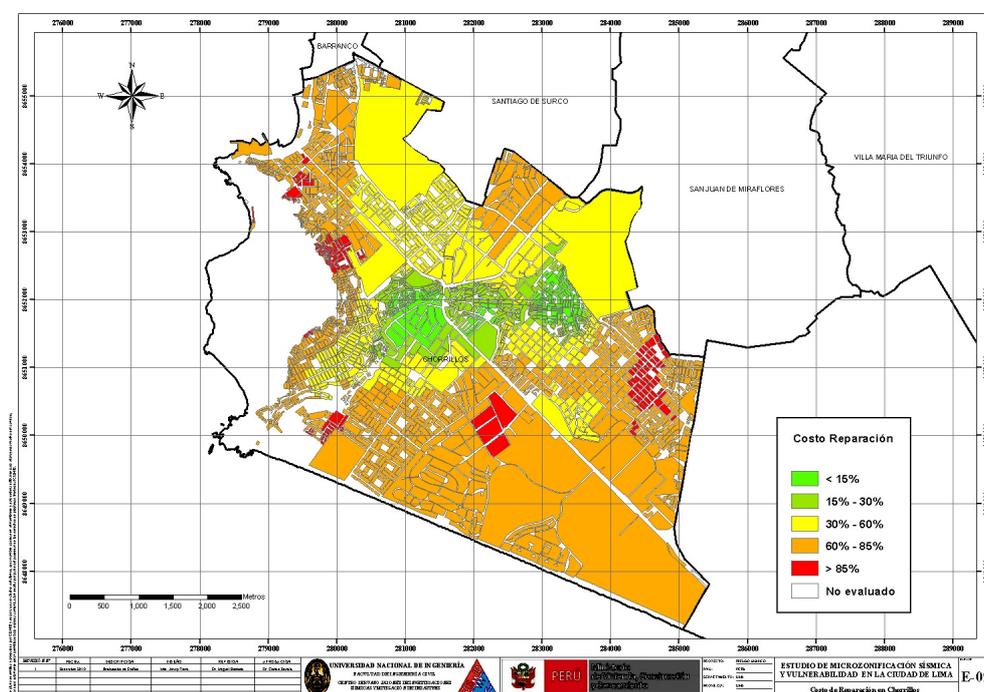


Figura 183. Imagen de interpolación del costo de reparación (método IDW)

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 Chorrillos.

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

Color	Rango	Nivel Daño	Nivel Daño	Número de Mzas.	%	%	Nivel de Daño
Verde	< 15%	Nivel I	1	95	22%	22%	Daño Leve o sin daño
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	4	1%		
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	152	34%	34%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	48	11%	11%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	142	32%	32%	Colapso
				441	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 Chorrillos 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. Las aceleraciones asumidas para el diagnóstico son las presentadas en el informe del Microzonificación geotécnica.

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

Tabla 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	0			
Verde agua	15% - 30%	Nivel II	2	1	5%	5%	Daño Leve o sin daño
Amarillo	30% - 60%	Nivel III	3	2	10%	10%	Daño Moderado
Naranja	60% - 85%	Nivel IV	4	5	25%	25%	Daño Severo
Rojo	85%-100%	Nivel V	5	12	60%	60%	Colapso
				20	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 60% de las edificaciones esenciales experimentarían colapso, debido al nivel de demanda sísmica extrema sobre sus sistemas estructurales.



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 Chorrillos 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 realizados 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 Chorrillos, 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 66.6% de las tuberías son de asbesto cemento, siendo las más usadas en la línea de conducción, mientras que el 26.5% de las tuberías son de PVC.
- 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 Chorrillos en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 199 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 88 locaciones en tuberías de PVC con roturas.
- 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, desarenadores, 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 184) 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 184. 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 187). 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 186). Se extrajeron núcleos de concreto endurecido con la finalidad de conocer la calidad actual del material (ver Figura 185)



Figura 185. Extracción de testigos de concreto endurecido. Obsérvese la corrosión en el muro



Figura 186. Corrosión del refuerzo en los muros de los decantadores.



Figura 187. Vista de un decantador

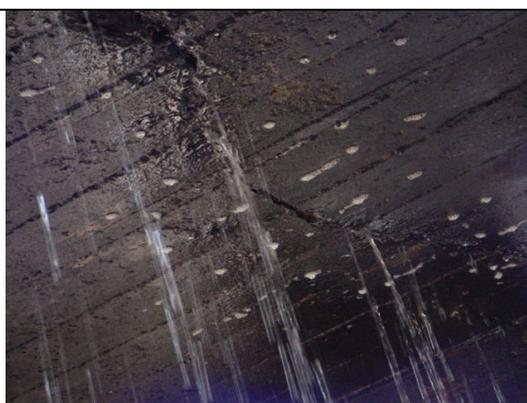


Figura 188. Fisuras en canal de salida del decantador.

Se pudo observar la existencia de fisuras en canales de salida del decantador (Figura 188), 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 189 el modelo matemático de la estructura de un decantador típico de la planta de la Atarjea de SEDAPAL.



Figura 189. 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 Chorrillos.

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.

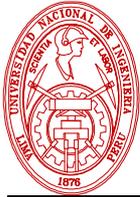


Tabla 4. Descripción de la base de datos del sistema de distribución de agua para el distrito de Chorrillos

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

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

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

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

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

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:

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

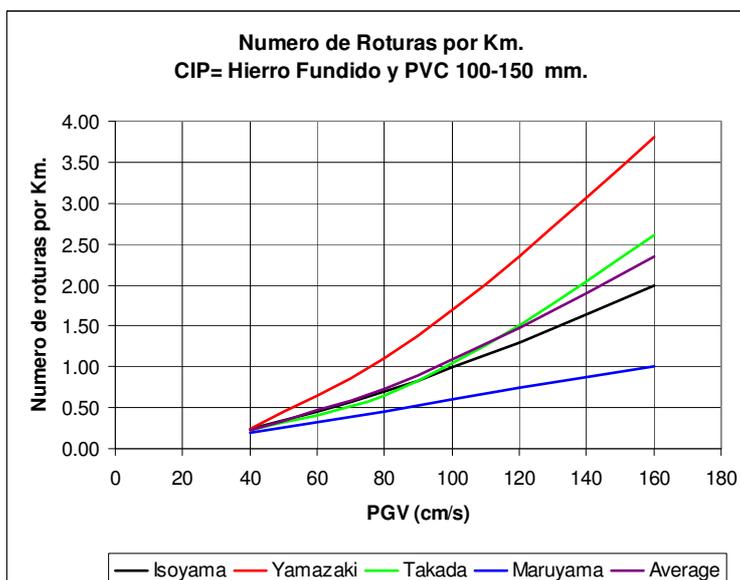


Figura 190: Roturas por Km. en tubos CIP y PVC

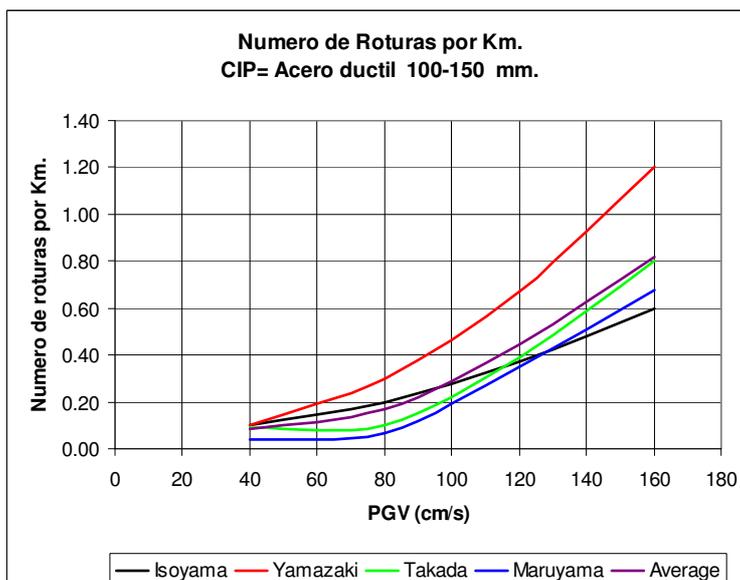


Figura 191: Roturas por Km. En tubos de acero dúctil

La Figura 190 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 192.

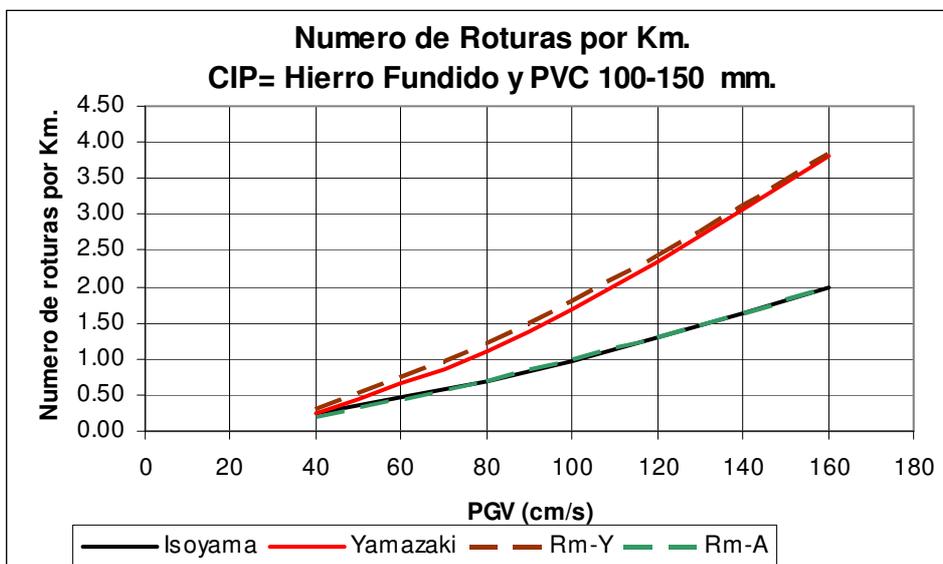


Figura 192: Curvas extremas de tasa de daño en CIP y PVC

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

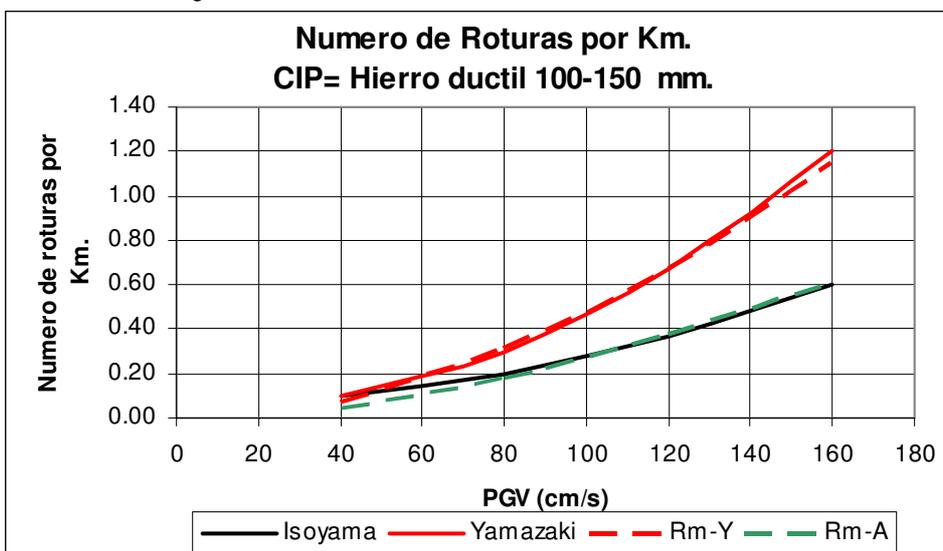


Figura 193: Curvas extremas de tasa de daño en tubería de hierro dúctil

Usando un procedimiento similar al presentado anteriormente, en la Figura 193 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 Chorrillos. 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 Chorrillos

Material	Tipos de Diámetros	Diámetro (mm)	Diámetro+Frecuente	Long. Total (m)	Long.Total (Km)	%
Asbesto-Cemento	10	50 - 450	100 - 150	268757.41	268.76	66.6%
PVC	14	33 - 400	75 - 160	106804.34	106.80	26.5%
Concreto Pretensado	3	150-250	200 - 250	2025.16	2.03	0.5%
Hierro Ductil	10	250-1200	250 - 800	10020.45	10.02	2.5%
Polietileno	1	400	400	59.18	0.06	0.0%
Fierro Fundido	5	50 -275	100 - 150	15882.45	15.88	3.9%
Longitud Total =				403548.99	403.55	

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 y E-13 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.

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

Tubería	Longitud (Km)	Yamazaki	Yamazaki	Isoyama	Isoyama
		PromRotuxKm	NumRoturasTotales	PromRotuxKm	NumRoturasTotales
Asbesto-Cemento	268.76	0.740	199	0.490	132
PVC	106.80	0.824	88	0.534	57
Concreto Pretensado	2.03	0.830	2	0.540	1
Hierro Ductil	10.02	0.239	2	0.143	1
Polietileno	0.06	0.770	0	0.510	0
Fierro Fundido	15.88	0.743	12	0.490	8



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 Chorrillos, 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 66.3% de las tuberías son de asbesto cemento, siendo las más usadas en la línea de conducción, mientras que el 26.5% de las tuberías son de PVC.
- 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 Chorrillos en función del diámetro y tipo de material. Se encontró que en el caso de un evento severo 199 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que existirían 88 locaciones en tuberías de PVC con roturas.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Chorrillos, podemos afirmar, entre los sectores 14, 15 y 17 existe una concentración de daño con roturas entre 0.51 y 1.05 por kilómetro. Asimismo sobre las zonas centrales de los sectores 19 y 20 existe un índice de roturas similar. Sin embargo, la zona con mayor afectación es la correspondiente al sector 18, donde los suelos son de origen pantanoso y el fenómeno de licuación incrementará el riesgo en esta zona con roturas generalizadas en el sistema agua y alcantarillado, ya que se generarían grandes desplazamientos en el suelo poco competente predominante en esta zona.
- 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, desarenadores, 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 Chorrillos, ilustrando el tipo de refuerzo a través de detalles típicos de reforzamiento e identificando las ubicaciones de aquellas edificaciones que requieren ser intervenidas en forma inmediata.
- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90.3% de las edificaciones del distrito de Chorrillos son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.2% de edificaciones de concreto y un 3.8 de edificaciones en madera. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto. No se presentan técnicas para refuerzo en madera, ya que en su mayoría las edificaciones de este material son de carácter temporal.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandarían inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su refuerzo. Así por ejemplo de las 554 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 397 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 28 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 1149 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 60% de su valor. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.
- Se presentan técnicas para el reforzamiento de muros, columnas y cimentaciones, típicas de un reforzamiento en viviendas de albañilería. Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se logrará disminuir el daño en estas edificaciones.



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 Chorrillos, se estudio la composición de la muestra levantada en campo. Los resultados que se muestran en la Tabla 7 presentan que en el 90.3% de los casos las edificaciones de este distrito son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5.2% de edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.

Tabla 7: Composición por material de la muestra estudiada

Material	Edificaciones	%
Concreto	29	5.2%
Mamposteria	500	90.3%
Acero	3	0.5%
Madera	21	3.8%
Otros	1	0.2%
	554	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 554 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 397 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 28 manzanas requerirían de una intervención de reforzamiento.

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

Mamposteria	Nivel I	102	
	Nivel II	1	
	Nivel III	180	
	Nivel IV	61	
	Nivel V	156	397
Concreto	Nivel I	0	
	Nivel II	1	
	Nivel III	5	
	Nivel IV	10	
	Nivel V	13	28
Acero	Nivel III	1	
	Nivel V	3	4



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 1149 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. La ubicación de estas edificaciones es presentada en la Figura 194, donde se muestran aquellas viviendas cuyo costo de reparación es superior al 65% de su valor. Las zonas en color rojo muestran las manzanas con una mayor probabilidad de colapso, mientras que las zonas en color naranja muestran las manzanas con una alta probabilidad de daño severo. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.

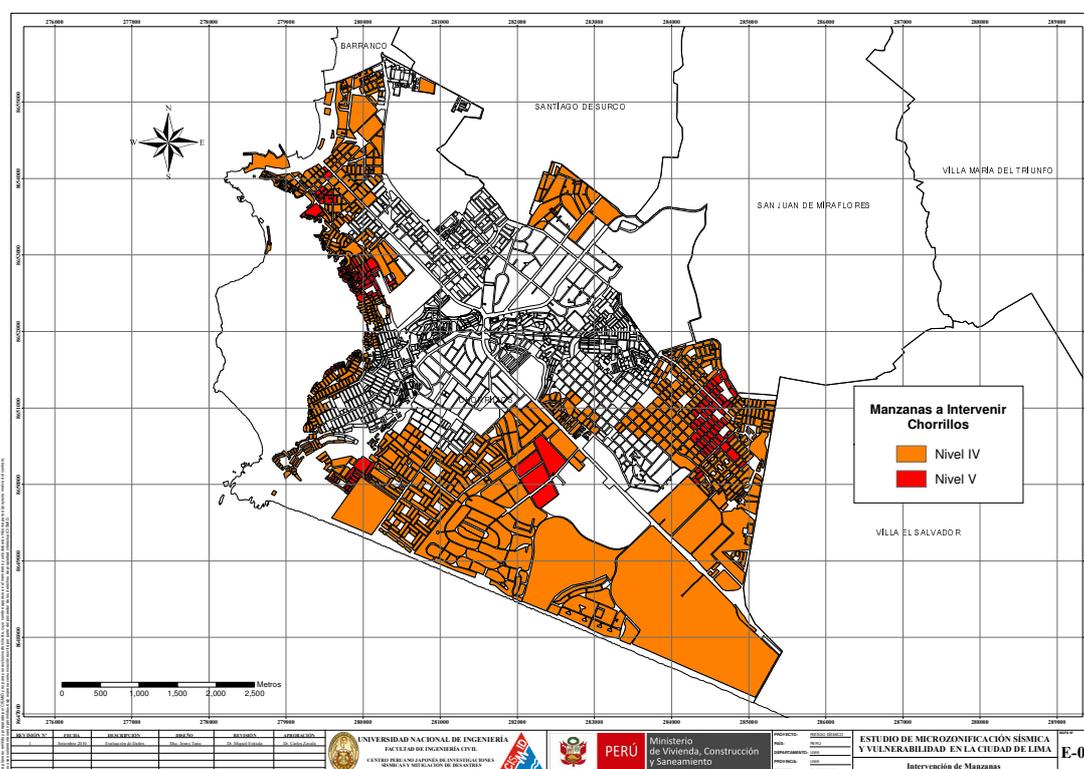


Figura 194: Ubicación de manzanas a intervenir

Propuestas representativas para el reforzamiento de muros de albañilería existentes con deficiencia de confinamiento.

Es de conocimiento general que una edificación de albañilería (mampostería) de ladrillo sin el debido confinamiento representa un peligro para sus ocupantes, ya que al no tener confinamientos no existen los elementos de borde que puedan desarrollar en conjunto con los ladrillos la toma de las fuerzas de tracción, para las cuales la mampostería es muy débil. Caso especial son los muros esquineros, que generalmente se abrirán en las esquinas ante la demanda sísmica, originando el volteo fuera del plano de sus muros concurrentes. Por esta razón, en ausencia de confinamientos es imprescindible dotar de columnas en los extremos a estos muros. Para este propósito es necesario

en primera instancia insertar una zapata dentro del cimiento corrido, de manera que las columnas de confinamiento puedan unirse al muro. Para esto será necesario demoler el muro en su esquina dejando un endentado, con la finalidad de colocar la canastilla de refuerzo y posteriormente vaciar al elemento estructural.

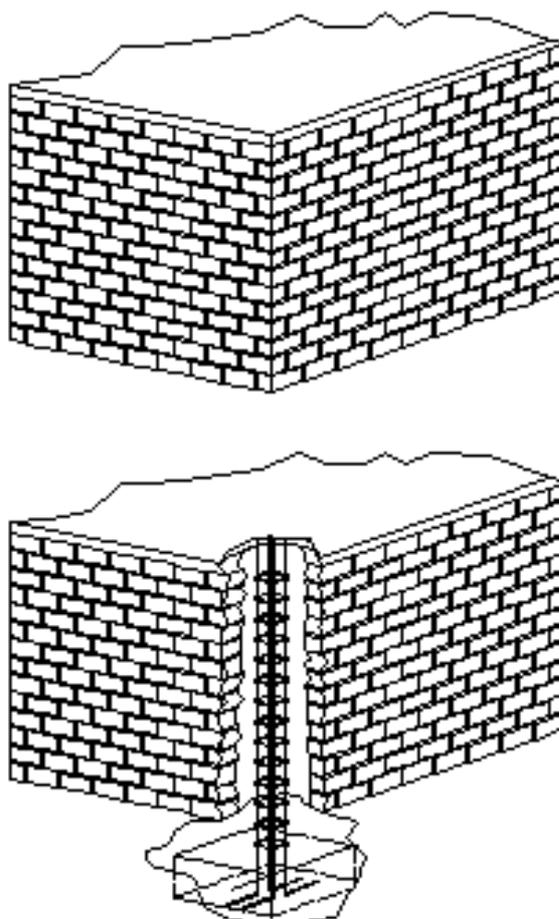


Figura 195: Detalle de inclusión de columnas de reforzamiento en muro sin confinamiento existente

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 reforzamiento 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 reforzamiento puede hacerse con acero dúctil o con mallas electrosoldada.

En la se Figura 196 se muestra la secuencia del refuerzo de un muro de albañilería, considerando el incremento de la sección con la colocación de malla y recubrimiento.

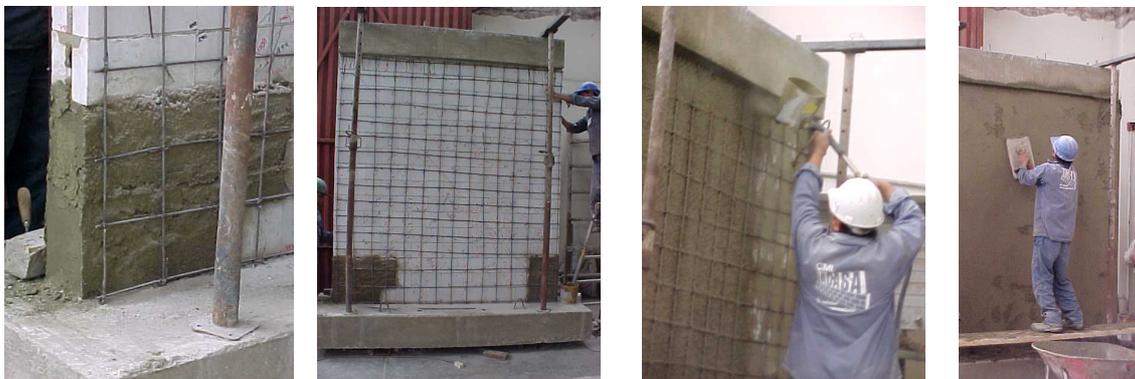


Figura 196: Detalle de refuerzo sobre las caras del muro

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 197: 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 198 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 epoxica, 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

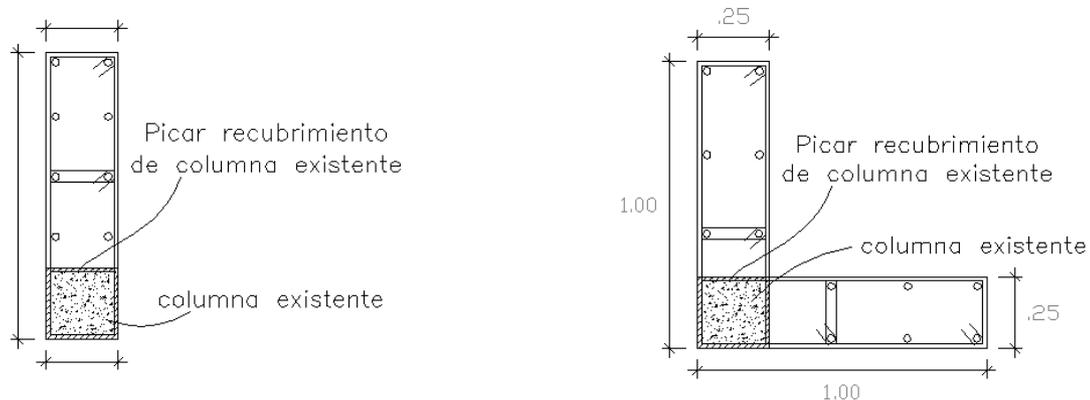


Figura 198: Detalle de reforzamiento para columna existente y esquinera

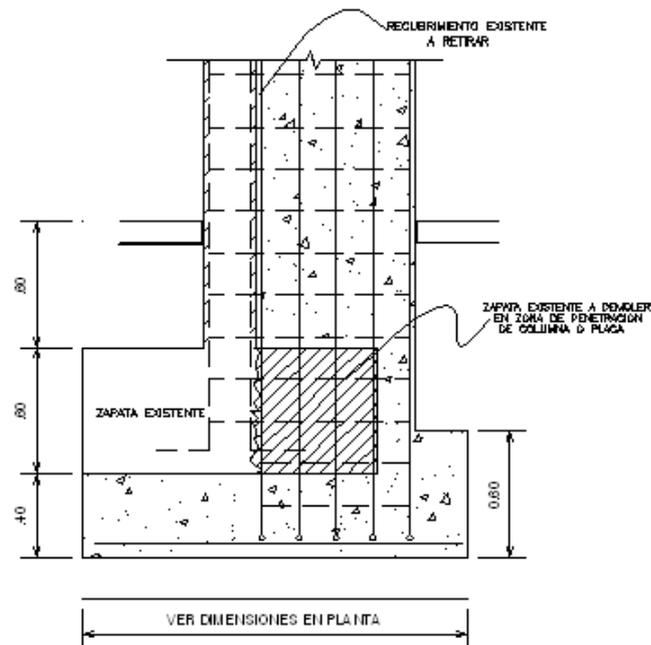


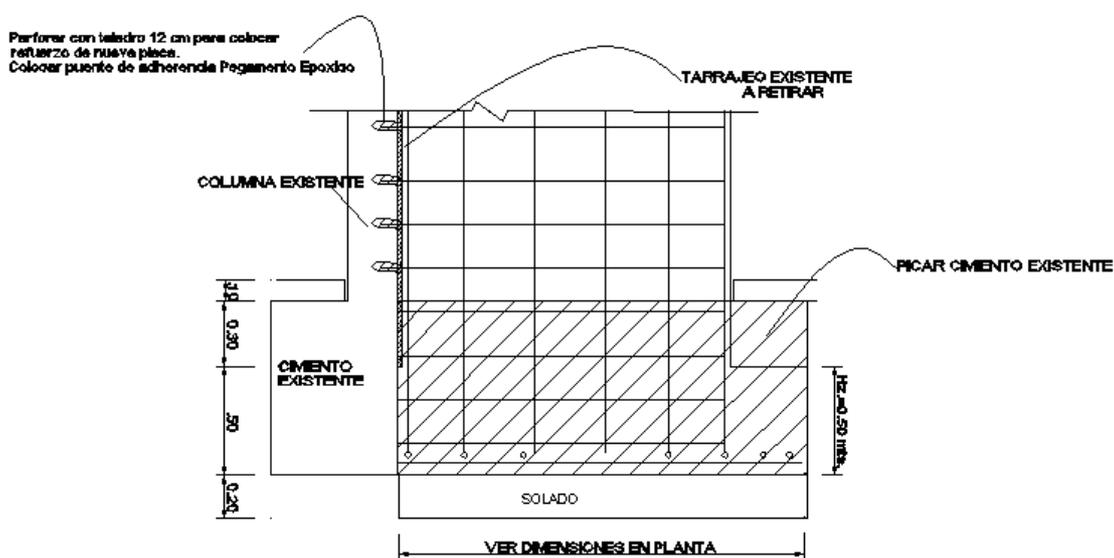
Figura 199: Detalle de reforzamiento de zapata para columna

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

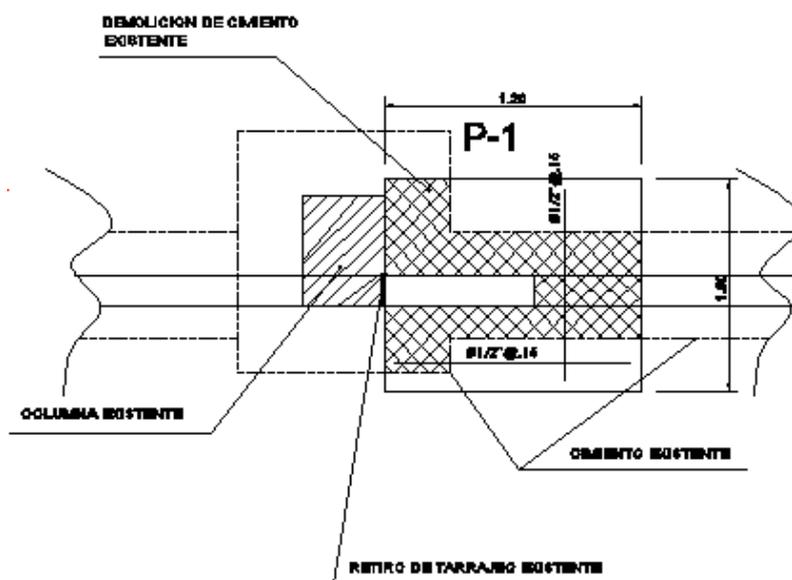
Inclusión de Muros de Concreto a partir de Columnas Existentes

En este caso es necesario considerar un buen amarre entre el elemento placa y la columna existente. Por este motivo deben usarse barras de transferencia a través de cajuelas que deben calarse sobre la columna existente, y asimismo realizar un incremento del tamaño de la cimentación de los elementos. La Figura 200 presenta un detalle donde se puede observar las cajuelas para colocar el puente de adherencia con barra de transferencia que sirva de anclaje entre la nueva armadura y la columna existente. Asimismo aquí se debe de intervenir al cimiento de manera que pueda incluirse la cimentación de la nueva placa. La Figura 201 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 200: Detalle de refuerzo de columna con placa y su cimentación



DETALLE DE CIMENTACION DE PLACA DE REFUERZO D-1

Figura 201: Detalle de la cimentación de la placa visto en planta

Conclusiones y recomendaciones para el reforzamiento de edificaciones

- Considerando los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90.3% de las edificaciones del distrito de Chorrillos son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 5% de edificaciones de concreto. La representatividad de la muestra nos orienta a mostrar aquellas técnicas apropiadas para el reforzamiento de viviendas de mampostería y asimismo de edificaciones de concreto.
- Los resultados del estudio de riesgo sísmico de los sectores estudiados y considerando los lotes representativos de la muestra, identifican que los niveles de daño I y II (con costo de reparación inferior al 30%) demandan inversiones menores en la reparación. Los Niveles de daño III, IV y V, que serían aquellos que demanden intervención para su reforzamiento. Así por ejemplo de las 554 manzanas estudiadas para edificaciones de mampostería, 397 manzanas necesitarían algún tipo de intervención. En el caso de las edificaciones de concreto 28 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 429 manzanas requieren ser intervenidas para evitar un daño severo o el colapso. Estas edificaciones son aquellas cuyo costo de reparación es superior al 60% de su valor. La intervención de estas viviendas debe realizarse luego de una evaluación al detalle de la edificación por parte de un especialista en diseño de estructuras antisísmicas.
- Se presentan técnicas para el reforzamiento de muros, columnas y cimentaciones, típicas de un reforzamiento en viviendas de albañilería. Siguiendo estas recomendaciones y con la asesoría de un ingeniero estructural se 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.