

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE GRADUADOS**



**VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA**  
**CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA**

**Tesis**

Para optar el grado académico de  
**Magíster en Ingeniería Civil**

Presentada por

**Ing. Joen Eduardo Bazán Arbildo**

Profesor asesor

**Dr. Marcial Blondet Saavedra**

**Lima – Perú**

**2007**



Este trabajo va dedicado a cada uno de los miembros de mi querido hogar, y en especial a mis padres, en agradecimiento por darme todo su apoyo también en el aspecto académico de mi vida.

**Joen**

## ÍNDICE

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>Capítulo I MARCO REFERENCIAL.</b>	
1.1 Antecedentes.	2
1.1.1 Sismicidad Histórica.	4
1.2 Objetivos.	6
1.2.1 Objetivo General.	6
1.2.2 Objetivos Específicos.	6
1.3 Alcances y limitaciones.	6
<b>Capítulo II ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD.</b>	
2.1 Ubicación Geográfica.	7
2.2 Accesibilidad.	8
2.3 Clima.	9
2.4 Topografía y calidad del suelo.	9
2.5 Demografía.	10
2.6 Antecedentes Urbanos.	10
2.6.1 Breve reseña histórica.	10
2.6.2 Cajamarca 1990.	13
2.6.3 Plano Catastral y Vista Satelital de la ciudad.	14
2.7 Peligros Naturales Predominantes.	17
2.7.1 Zonas de Peligro Sísmico.	17
2.7.2 Zonas de Peligro por Inundaciones.	17
2.7.3 Zonas de Peligro por Deslizamiento.	19
<b>Capítulo III METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>	
3.1 Investigación bibliográfica.	23
3.2 Elaboración de fichas de trabajo.	23
3.3 Selección de zonas de estudio.	23
3.4 Trabajo de campo.	25
3.5 Análisis de resultados.	25
3.6 Desarrollo de recomendaciones técnicas.	25
<b>Capítulo IV FICHA DE ENCUESTA</b>	
4.1 Datos generales.	26
4.2 Datos técnicos.	26
4.3 Observaciones y comentarios.	27
4.4 Croquis de la vivienda y fotografías.	27
<b>Capítulo V TRABAJO DE CAMPO</b>	
5.1 Número de edificaciones y su tipología estructural.	31
5.1.1 Conteo de edificaciones.	31
5.1.2 Sistemas Estructurales en la ciudad.	31
5.1.3 Número de niveles de las edificaciones en la ciudad.	33
5.1.4 Descripción de los Sistemas Estructurales encontrados.	34
5.1.5 Distribución espacial de los Sistemas Estructurales encontrados.	38



5.2	Proceso de aplicación de la encuesta.	41
5.2.1	Muestra a encuestar.	41
5.2.2	Aspectos de Organización.	41
5.2.3	Ubicación de viviendas encuestadas.	41
5.2.4	Recolección de datos.	45
5.2.5	Dificultades encontradas.	45
<b>Capítulo VI FICHA DE REPORTE</b>		
6.1	Antecedentes.	47
6.2	Aspectos técnicos.	48
6.2.1	Elementos de la vivienda.	48
6.2.2	Deficiencias de la estructura.	48
6.2.3	Análisis sísmico.	48
6.2.4	Estabilidad de muros al volteo.	51
6.3	Gráficos y fotografías.	52
6.4	Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica.	52
6.4.1	Factores para el diagnóstico.	53
6.4.2	Niveles de diagnóstico ante sismo frecuente.	53
6.4.3	Niveles de diagnóstico ante sismo raro.	54
6.4.4	Valores numéricos equivalentes para determinar la vulnerabilidad.	55
<b>Capítulo VII RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
7.1	Resultados descritos cuantitativamente.	59
7.1.1	Relación entre el área existente y el área requerida ( $A_e/A_r$ ).	59
7.1.2	Estabilidad de muros al volteo.	60
7.2	Resultados descritos cuantitativamente.	61
7.2.1	Problemas de ubicación.	61
7.2.2	Problemas estructurales.	64
7.2.3	Mano de obra de baja calidad.	68
7.2.4	Materiales deficientes.	71
7.2.5	Factores degradantes.	72
7.3	Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica.	75
<b>Capítulo VIII REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>		
8.1	Viviendas construidas.	78
8.1.1	Densidad de muros.	78
8.1.2	Confinamiento de parapetos de azotea y muros en voladizo en los niveles superiores.	79
8.1.3	Protección del acero de columnas de futura ampliación vertical.	80
8.2	Viviendas por construir.	80
8.2.1	Densidad mínima de muros.	80
8.2.2	Construcciones ubicadas en suelos blandos, parte baja de la ciudad.	82
8.2.3	Construcciones ubicadas en las partes altas de la ciudad.	82
<b>Capítulo IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
9.1	Conclusiones.	83
9.2	Recomendaciones.	85



<b>AGRADECIMIENTOS.</b>	86
<b>REFERENCIAS.</b>	87
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	88

<b>ANEXOS</b>	89
---------------	----

- 1.- Tabla de conteo de edificaciones detallado por sector habitacional.
- 2.- Fotografías de viviendas encuestadas y su entorno. Versión digital.
- 3.- Planos de las viviendas encuestadas. Versión digital.
- 4.- 120 Fichas de Encuesta. Versión digital.
- 5.- 120 Fichas de Reporte. Versión digital.
- 6.- 18 Seguimientos de Obra – viviendas en proceso constructivo. Versión digital.
- 7.- Cartilla Técnica: “Construcción. Densificación habitacional”.
- 8.- Exposiciones de vulnerabilidad sísmica realizadas en Ayacucho, Cajamarca y Lima.





## **“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**

### **RESUMEN**

El objeto principal de esta investigación es la de conocer y estudiar las características técnicas de las viviendas construidas en la ciudad de Cajamarca; se estimó el comportamiento sísmico de las mismas y su consecuente vulnerabilidad sísmica. Para dicho estudio se eligió toda la ciudad; es decir, la zona urbana y peri-urbana (zonas de expansión urbana que aún no son incluidas en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad). Se estudiaron 120 viviendas ya construidas, representativas de una determinada manzana y/o zona y distribuidas en las 03 pendientes de terreno que presenta la ciudad. Además como complemento y anexo al presente estudio se realizó seguimientos de obra a 18 viviendas en proceso constructivo.

El trabajo de campo se inicia con la aplicación de una Ficha de Encuesta; en la que se recopila los datos referidos al proceso constructivo y a la estructuración de cada una de las viviendas; también se toma en cuenta la ubicación y la calidad de la construcción. Las viviendas encuestadas fueron elegidas como representativas de acuerdo a la distribución cuantitativa del sistema estructural más usado en la ciudad, en este caso el de Albañilería Confinada cuyas unidades de albañilería son ladrillos artesanales de arcilla cocida; para verificar dicha distribución se realizó un conteo minucioso de todas las edificaciones considerando el número de pisos y su respectiva tipología estructural y ubicadas en cada sector, barrio, urbanización, pueblo joven, asociación de vivienda y en zonas periféricas de toda la ciudad de Cajamarca, llegando a la conclusión de que los 03 sistemas estructurales predominantes son: viviendas de albañilería (confinada) de ladrillos de arcilla con 56.4%, viviendas de albañilería de adobe con 23.4% y viviendas de albañilería de tapial con 17.2%. Los demás sistemas estructurales encontrados en la ciudad corresponden sólo al 3%, los cuales abarcan a edificaciones aporricadas (escuelas, colegios, hospitales, edificios comerciales, entidades públicas y hoteles).

El consecutivo trabajo de gabinete consistió en procesar la información obtenida en campo para cada vivienda. Para ello se utilizó una Ficha de Reporte, la cual resume las características técnicas de las viviendas, y considera un análisis sísmico simplificado. Todas las viviendas analizadas son de diafragma rígido, se estudia el comportamiento sísmico para los casos de sismo raro y sismo frecuente. Finalmente se determina el diagnóstico sísmico de la vivienda indicando su grado de vulnerabilidad ante dichos eventos sísmicos.

De la investigación se concluye que la construcción de las viviendas se realiza sólo con la ayuda de un maestro de obra y pocas veces interviene el Ingeniero Civil, siendo más frecuente su intervención en la etapa de elaboración del proyecto. El escaso conocimiento técnico con que cuentan estos obreros genera condiciones negativas que influyen en la seguridad física de las viviendas. Se encuentran viviendas mal ubicadas, con deficiente cantidad de muros en el sentido paralelo a la calle, muros y tabiques sin confinamientos, muros pésimamente construidos. De las 120 viviendas analizadas ante sismo raro el 65% de viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica alta, el 17.5% VS media y el 17.5% VS Baja.

Al mismo tiempo este informe nos da una idea clara y general de las condiciones actuales de las viviendas, de cómo se viene construyendo y cual es la tendencia, en la ciudad, en lo que a proceso constructivo de albañilería confinada se refiere.

Finalmente, se proponen recomendaciones técnicas preliminares para mejorar el comportamiento sísmico de las viviendas y reducir su vulnerabilidad.



## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha habido un interés creciente en la comunidad científica que trabaja sobre el riesgo ante desastres con respecto a la necesidad de ampliar el alcance de estudios de riesgos, a fin de lograr un mejor entendimiento del daño directo físico a una determinada edificación.

Sin embargo, casi todas las ciudades de nuestro país no han recibido aún ninguna atención para analizar y mitigar las vulnerabilidades de sus viviendas, evaluando seriamente lo que podría significar en términos de daños materiales y pérdidas humanas la ocurrencia de un sismo o cualquier otro fenómeno natural al que este expuesto una determinada ciudad. Tal es el caso de las cuantiosas pérdidas ocurridas en el último sismo del 15 de Agosto.

El distanciamiento que existía entre la comunidad científica dedicada a la evaluación y análisis de riesgos y los entes dirigentes del país va disminuyendo día a día y por lo tanto hay un pequeño avance en las políticas dirigidas a la disminución de la vulnerabilidad y del riesgo en general, como se puede constatar a través de trabajos como el que se presenta, dedicados al estudio de la vulnerabilidad sísmica de viviendas, las cuales conforman el mayor porcentaje de las edificaciones del país.

La responsabilidad de llevar a cabo las evaluaciones recae no sólo en la administración política de la ciudad o del país, sino también en las instituciones de educación superior e instituciones de investigación asociadas a ellas. Por lo tanto, mientras no exista un vínculo serio que permita la interacción entre instituciones y la comunidad en general, cualquier estudio o proyecto dirigido al análisis de la vulnerabilidad, no tendrá eco y fácilmente será archivado sin políticas que lo espalden.

A través de este informe se pretende colaborar, tal vez de manera preliminar, con lo que vendría a ser un estudio riguroso y sobre todo respaldado por los organismos gubernamentales competentes, de la actual situación de la calidad de la vivienda en el país, y específicamente en la ciudad de Cajamarca, para su inmediata evaluación y toma de decisiones en medidas de prevención y seguridad ante la ocurrencia de eventos sísmicos de mediana a alta magnitud.

Muchas ciudades del mundo están invirtiendo en mejorar la calidad estructural de sus edificaciones y han iniciado proyectos con estudios de investigación como el que se presenta en esta oportunidad.



## CAPÍTULO I

### MARCO REFERENCIAL.

#### 1.1 Antecedentes.

El presente estudio se realiza en Cajamarca a nivel de distrito, capital provincial y departamental; pero sólo a nivel de zona urbana y peri-urbana, es decir, la CIUDAD de Cajamarca.

Cajamarca es una de las más importantes y atractivas ciudades de la sierra del Perú, constituyéndose ésta como centro de acopio y servicios para una muy particular área en la que se encuentran concentrados elementos de captación turística, tanto desde el punto de vista arqueológico como paisajista (Figs. N° 1.01, N° 1.02 y N° 1.03) y con grandes perspectivas de desarrollo. Cumple además la función de centro administrativo, comercial y de servicios para el desarrollo de las actividades agropecuarias, mineras, artesanales y otras actividades económicas de menor escala.



Fig. N° 1.01

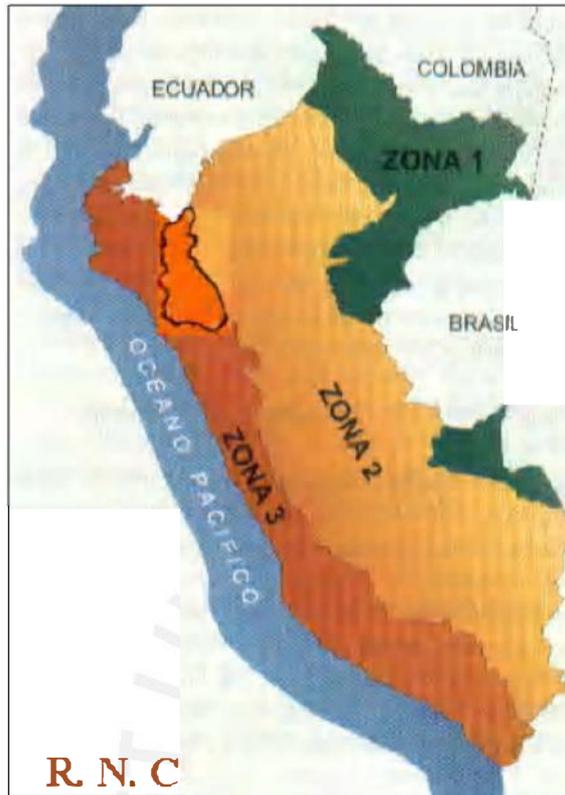


Fig. N° 1.02



Fig. N° 1.03

La ciudad de Cajamarca, se encuentra en la Zona Sísmica N° 3 [Norma Peruana Sismorresistente E030, 2003], Fig. N° 1.04; Las edificaciones de la ciudad deben ser lo suficientemente seguras como para evitar las pérdidas de vidas humanas en eventos naturales severos y para minimizar costos elevados de reparación de viviendas en eventos menores pero más frecuentes.

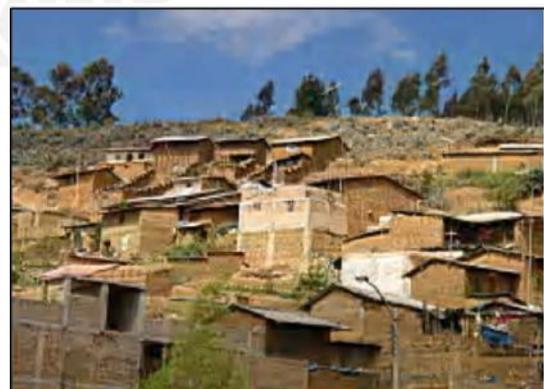


**Fig. Nº 1.04:**  
Zonas Sísmicas del Perú.  
[Norma Sismorresistente E030, 2003]  
Cajamarca pertenece a la más alta.

Sumado al problema latente del Peligro Sísmico existe también el crecimiento desmedido de la población, incrementando la construcción de viviendas a un ritmo más acelerado y con elevados porcentajes de informalidad (Figs. Nº 1.05 y 1.06).



**Fig. Nº 1.05**  
Zona de Pendiente Baja.  
Acelerado Crecimiento habitacional.  
Barrio San Martín de Porres.



**Fig. Nº 1.06**  
Zona de Pendiente Alta.  
Acelerado Crecimiento habitacional.  
Barrio Calispuquio.



### 1.1.1 Sismicidad Histórica.

A continuación se describen algunos antecedentes sísmicos históricos ocurridos en el Norte del Perú y que han sido recopilados de diversas crónicas y publicaciones [Giesecke A. y Silgado E., 1981], así como también de diarios locales:

**1619, Febrero 14, 11h30min.** Terremoto en el Norte del Perú que arruinó las edificaciones de Trujillo y sus Templos. Fue sentido en más de 300 leguas de Norte a Sur (2000 Km. más o menos) y en más de 60 leguas de Este a Oeste (330 Km. Más o menos).

Se dice que el temblor arruinó desde los templos más fortalecidos hasta los edificios más livianos. Luego se hace saber que el movimiento no sólo demolió edificios en los llanos y sierras contiguas sino que agrietó la tierra en varias partes de las cuales surgió un lodo negruzco.

Murieron 350 personas, 130 quedaron sepultadas en las ruinas. Este movimiento se sintió fuerte en Lima aunque no hubo daños.

**1928, Mayo 14, 07h12min.** Notable conmoción sísmica que trajo devastación y muerte en varias poblaciones interandinas en el Norte del Perú. Sufrió casi total destrucción la ciudad de Chachapoyas (2,318 m.s.n.m.), capital del departamento de Amazonas. Sus casas de adobe y adobón como las antiguas murallas no pudieron resistir los violentos embates y se desplomaron en gran parte.

Graves daños experimentaron las ciudades de Huancabamba en las sierras de Piura, las de Cutervo, Chota y Jaen en Cajamarca. Hacia el oriente en Moyabamba cayeron alrededor de 150 casas. La formación de grietas en el suelo, algunas hasta de 2 metros de profundidad y grandes derrumbes fueron comunes dentro del área epicentral.

**1928, Julio 18, 14h05min.** Una fuerte réplica del terremoto del 14 de mayo, causa en Chachapoyas el desplome de algunas casas que se encontraban ya desarticuladas con motivo de ese gran sismo. El movimiento fue intenso en Cajamarca, Chilete, Contumaza, Trujillo y Molinopampa.

No se tienen datos de magnitud ni de intensidades exactas, esto debido en parte a que no existieron sino contadas estaciones sismológicas en América del Sur, sólo desde 1913 funcionó la estación de La Paz (Bolivia) y desde 1932 la de Huancayo (Perú).

**1970, Mayo 31, 15h00min.** Terremoto en el departamento de Ancash de magnitud 7.8, fue sentido con gran intensidad VII MM en el departamento de Cajamarca.

**De 1995 al 2003.** Sismos de magnitud menor a 5 grados Richter: 01 sismo en 1995, 02 sismos en 1996, 02 sismos en 1998, 01 sismo en el 2002 y el 19 de marzo del 2003, sismo registrado en estación de Cajamarca. Según el Instituto Geofísico el Perú.



**2005, 25 de Septiembre. 08h 55min** (hora local). Toda la región norte de Perú fue sacudida con la ocurrencia de un sismo de magnitud 7.0 grados Richter, cuyo epicentro fue localizado a 90 Km. al NE de la localidad de Moyabamba. En regiones como Cajamarca, el sismo sí tuvo efectos destructivos, como en las provincias de Celendín, San Ignacio y San Miguel. -

**2005, 30 de Octubre. 21h10min** (hora local). Un sismo de 5,1 grados Richter afectó la ciudad nor-oriental de Bagua (Amazonas) y Jaén (Cajamarca), causando alarma en la población y rajaduras en seis viviendas de la provincia de Jaén

Minutos más tarde, a las 22h55min se registró otro sismo de menor magnitud e intensidad, pero de larga duración según afirmaron los pobladores de la zona. En esta ocasión se sintió principalmente en la ciudad de Jaén.

**2005, 31 de Octubre. 06h48min** (hora local). Un sismo de 4,3 grados en la escala de Richter sacudió la ciudad nororiental de Bagua, el epicentro se ubicó a 45 kilómetros al suroeste, departamento de Amazonas, con una profundidad de 18 km., informó el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

A las 15h17min horas se registró otro movimiento telúrico de magnitud 4 grados Richter a 15 kilómetros al Sur Oeste de Jaén en el Departamento de Cajamarca.

El Instituto Geofísico del Perú confirmó que una serie de sismos sacuden esta región norte de Perú por una falla geológica que los sismólogos están estudiando.

**Nuevos sismos en Amazonas y Cajamarca.** Tras los sismos ocurridos el domingo 30 de octubre en las provincias de Bagua (Amazonas) y Jaén (Cajamarca), las réplicas de los movimientos telúricos se presentan cada 40 minutos en la jurisdicción, así lo informaron pobladores de estas zonas.

**Durante el año 2005** (al mes de Octubre) se registraron 122 sismos en Perú, siendo el más grave el terremoto de 7 grados Richter que sacudió el 25 de septiembre una amplia región del norte del país que dejó 2.000 damnificados y 400 casas destruidas.

**2007, 15 Agosto del 2005.** 06h40min. Tras el sismo de 7.5 grados Richter cuyo epicentro fue la ciudad de Pisco (Ica), éste tuvo una intensidad de II en la escala MM en la ciudad de Cajamarca.



## **1.2 OBJETIVOS.**

### **1.2.1 Objetivo General.**

Ampliar el alcance de estudios de riesgos, respecto de la actual situación de la calidad de vivienda en nuestro país; así como también la toma de conciencia y la planificación para la atención de las posibles emergencias originadas por la ocurrencia de un sismo.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

Reconocimiento e identificación de la distribución cuantitativa de las edificaciones y su tipología estructural en la ciudad.

Recopilación de información del estado actual de la calidad de 120 viviendas construidas.

Diagnóstico del comportamiento sísmico de las viviendas analizadas y determinación de su consecuente vulnerabilidad sísmica.

## **1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES**

El presente trabajo logra, con limitaciones de tiempo y recursos, datos básicos a través de las visitas de campo con acceso al interior de las viviendas a encuestar y con acceso a algunas obras de viviendas en ejecución.

Es importante anotar que en nuestro país, y en general en todo el mundo, no existe una metodología específica para realizar estudios de vulnerabilidad. Esto se debe en gran parte a que las fuentes sísmicas de cada zona en el planeta son particulares, a que las tipologías estructurales varían de una cultura a otra, y primordialmente, a que incluso con toda la tecnología con la que cuenta el ser humano, el tiempo que se lleva registrando daños ocurridos en edificaciones en todo el mundo debido a eventos sísmicos no es lo suficientemente amplio para aplicar la tradicional filosofía de "teoría y experimentación".

Así mismo, se debe tener presente que para mejorar la metodología se deben visitar las viviendas estudiadas después de que cada fenómeno sísmico ocurra en la ciudad, por muy pequeño que este sea; con la finalidad de observar cómo las viviendas responden ante tales eventos y de qué manera la calificación inicial de vulnerabilidad de la estructura se va modificando.

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD.

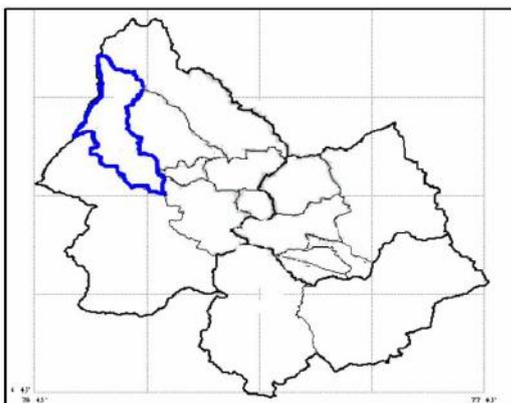
#### 2.1 Ubicación Geopolítica.

La ciudad de Cajamarca se encuentra ubicada en la Provincia y Departamento del mismo nombre, al norte del Perú.



**Fig. N° 2.01.**  
Ubicación geopolítica de la provincia de Cajamarca en el departamento de Cajamarca.

Cajamarca, como ciudad, está ubicada en la parte superior oeste de la cuenca del río Cajamarquino (Figura N° 2.02), conformado por la confluencia de los ríos Mashcón y Chonta, cuyas aguas discurren en dirección SE, teniendo como mejor referencia su Hito Geográfico ubicado en el centro de la Plaza de Armas, cuyas coordenadas UTM son: N : 9'208,535, E :774,450 y Altitud : 2,720.15 m.s.n.m.



**Fig. N° 2.02:**  
Ubicación geopolítica de la ciudad de Cajamarca en la provincia del mismo nombre.

## 2.2 Accesibilidad.

Cajamarca puede ser clasificada como una ciudad intermedia, donde se desarrollan procesos de ingreso y salida de personas, productos, bienes, capitales y generalmente su mayor dirección de flujo es hacia la costa.

Para ello cuenta con una vía terrestre muy importante (Fig. N° 2.03 y N° 2.04) que une la ciudad con la Carretera Panamericana Norte en el lugar denominado Ciudad de Dios, aproximadamente a 100 Km. de la ciudad de Trujillo o similarmente de Chiclayo.

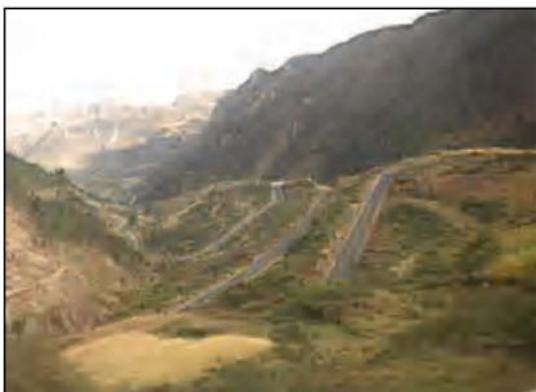


Fig. N° 2.03

Carretera: Cajamarca - Panamericana Norte.



Fig. N° 2.04

Carretera: Cajamarca - Panamericana Norte.

La segunda vía terrestre de importancia es la carretera que une Cajamarca con las ciudades de Hualgayoc, Bambamarca, Chota, Cutervo; denominada actualmente como Sector Norte de la Carretera Longitudinal de la Sierra.

Una tercera vía es la carretera que une Cajamarca con las ciudades de San Marcos, Cajabamba, hasta Huamachuco; considerándose el sector SE de la Longitudinal de la Sierra.

La vía Cajamarca, Celendín, Balsas, Leymebamba, Chachapoyas, Rodríguez de Mendoza, es considerada como la Carretera Transversal de Penetración al sector oriental.

## 2.2 Clima.

La Ciudad de Cajamarca tiene un clima típico de la sierra norte del país de tipo sub-húmedo con temperaturas actuales que varían entre los 22.3°C y 6.1°C, con un promedio anual de 14°C; con precipitaciones pluviales variables durante el año. Las precipitaciones mínimas se presentan en los meses de Mayo a Septiembre y las máximas entre los meses de Enero a Marzo, con un promedio anual de 800 mm., presentando además una humedad relativa del 57% (Tabla N° 2.02).

Tabla N° 2.02 : Características Geográficas de la ciudad de Cajamarca. [INDECI, 2003]

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valle del río Cajamarca.</li> <li>• Cordillera Central de los Andes del Norte.</li> <li>• Relieve ondulado.</li> <li>• Peligro sísmico, presenta riesgo geodinámico.</li> </ul>	<p><u>CLIMA</u></p> <p>Temperatura:</p> <p>Máxima 22,3°C</p> <p>Mínima 6,1°C</p> <p>Humedad Relativa Anual: 38% - 57%</p> <p>Vientos predominantes dirección Sur Oeste.</p>

## 2.4 Topografía y calidad del suelo.

### Topografía

La topografía esta descrita tomando como referencias topométricas los Hitos Geográficos que se encuentran: el primero exactamente en el círculo central de la Plaza de Armas, el segundo en la planicie más alta del Cerro Santa Apolonia, ambos hitos tienen como coordenadas UTM:

Tabla N° 2.03 : Características Generales de la ciudad de Cajamarca.

Ubicación del Hito Geográfico	N	E	Altitud (m.s.n.m)
Plaza de Armas	9°208,535	774,450	2,720.15
C° Sta. Apolonia	9°208,115	774,277	2,840.00

Hacia el Norte, Nor-oeste y Sur, la ciudad se encuentra bordeada por estribaciones de la cordillera occidental que limitan la cuenca del río Cajamarquino, cuyas altitudes van desde los 2,800 hasta 3,400 m.s.n.m.

Las pendientes cercanas a la plaza de armas son suaves y van aumentando conforme se alejan hasta llegar a escarpados macizos en las rocas calcáreas y areniscas.



Fig. N° 2.05

Parte baja de la ciudad, zona de pendiente baja.  
Urbanización Horacio Zevallos.



Fig. N° 2.06

Parte alta de la ciudad, zona de pendiente alta.  
Escarpados macizos. Barrio el Estanco.

Desde la Plaza de Armas, siguiendo su eje SE encontramos el valle de Cajamarca que tiene exactamente la dirección de flujo del río del mismo nombre, considerándose además como la dirección de expansión urbana hasta el 2010 y más.

### Calidad del suelo.

En la ciudad de Cajamarca la resistencia del terreno es baja, variando entre 0.75 Kg/cm<sup>2</sup> (en el valle con terrenos de cultivo) hasta 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> en promedio (en las laderas con presencia de tufo volcánico) siendo necesario buscar los niveles adecuados de cimentación con el pertinente reforzamiento de los cimientos de la futura edificación, ver Figs. N° 2.07 y N° 2.08.



Fig. N° 2.07

Parte baja de la ciudad, suelo orgánico.



Fig. N° 2.08

Parte alta de la ciudad. Suelo de origen volcánico.

## 2.5 Demografía.

Regionalmente la provincia de Cajamarca presenta una mayor concentración urbana que las demás provincias, alcanzando un 41% de la población urbana y el 59% de la población rural; en contraposición del total regional que se distribuye en 24.7% en la zona urbana y 75.3% en el campo.

Dentro de las variables demográficas más importantes de la ciudad de Cajamarca, con base al año 2000 mencionaremos:

Tabla N° 2.04: Características Generales de la ciudad de Cajamarca. [INEI, 2005]

AÑO 2000	
Población	118,817 Hab.
Área	1467.2 Háas.
Densidad bruta	81 hab/Ha.
Jerarquía y Funciones Centro Urbano de 2° Jerarquía a nivel Regional. Administrativo, Comercial y de Servicios.	

## 2.6 Antecedentes Urbanos.

### 2.6.1 Breve reseña histórica.

La zona monumental declarada o Centro Histórico de la ciudad de Cajamarca involucra en su interior 93 monumentos de arquitectura civil y 7 iglesias.



**Fig. Nº 2.09**  
Centro Histórico antiguo.



**Fig. Nº 2.10**  
Centro Histórico actual.

La evolución urbana de la segunda mitad del siglo pasado ha generado los cambios más sensibles en su infraestructura (Fig. Nº 2.11 y Nº 2.12) y está modificando la morfología espacial de la ciudad.



**Fig. Nº 2.11**  
Centro Histórico, aparición de edificaciones aporticadas.



**Fig. Nº 2.12**  
Centro Histórico, vivienda de Albañilería Confinada, cuya unidad de albañilería es el ladrillo de arcilla.

De igual manera se tienen asentamientos de nuevas poblaciones en los alrededores, en las faldas de los cerros, también hacia el noreste, hacia el este y hacia el sur de la ciudad. (Figs. Nº 2.13 y Nº 2.14).



**Fig. Nº 2.13**  
Falda de los cerros.



**Fig. Nº 2.14**  
Sur de la ciudad.

Estos cambios unidos al desarrollo y avances tecnológicos van perpetrando graves pérdidas al patrimonio como es lo que normalmente se viene dando en los centros

históricos del país, este ritmo de pérdida lamentablemente va en aumento; el uso residencial se va convirtiendo en zonas de centro de trabajo y comercio de la población, concentrando en ella el equipamiento y servicios de la ciudad.

Los antiguos usuarios dejan el área del centro histórico para trasladarse a nuevas urbanizaciones, es así como se demuelen inmuebles y se construyen nuevos edificios con la idea de un beneficio económico, las casas son vendidas para nuevos usos o subarriendos lo que provoca la tugurización, este cambio de uso trae como consecuencia que esta edificación sea modificada, subdividida y/o ampliada de manera que pueda adaptarse a las nuevas funciones a las que se destinan, pero no se refuerza estructuralmente.

Aparecen los edificios de 3 ó 4 pisos en notorio contraste con la unidad volumétrica del resto de la ciudad. Surge el estilo costeño o moderno, con retiros, volados, profusión de vanos, y empleo de otros y nuevos materiales; en este caso, el Sistema de Albañilería Confinada, cuyas unidades de albañilería son los ladrillos de arcilla cocidos, de fabricación artesanal (Figs. N° 2.15, N° 2.16 y N° 2.17).



**Fig. N° 2.15**  
Nuevas viviendas ubicadas en la Zona de Pendiente Alta de la ciudad.

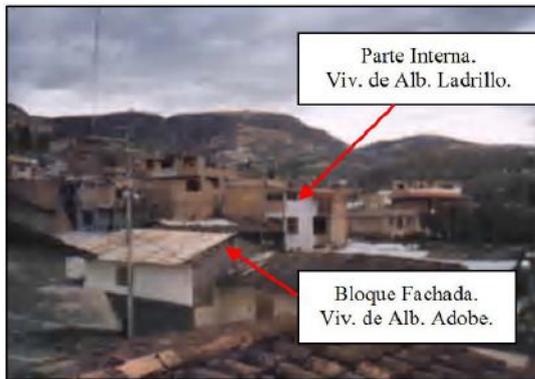


**Fig. N° 2.16**  
Nuevas viviendas ubicadas en la Zona de Pendiente Media de la ciudad.



**Fig. N° 2.17**  
Nuevas viviendas ubicadas en la Zona de Pendiente Baja de la ciudad.

Las casonas representativas del casco histórico van sufriendo un deterioro gradual que empieza en los interiores, desde el traspatio hacia el patio principal, conservándose en una gran cantidad sólo los bloques delanteros de adobe o tapial y en otros sólo restos de la fachada del mismo material. (Figs. N° 2.18 y N° 2.19).



**Fotografía N° 2.18**

Construcciones de albañilería confinada en la parte interna de las viviendas. Sólo se mantiene el frontis de albañilería de adobe.



**Fotografía N° 2.19**

Manzanas que interiormente tienen nuevas viviendas de albañilería confinada, más del 70% de viviendas de dicha manzana.

## 2.6.2 Cajamarca 1990.

En 1992 el valle fue plagado de lotizaciones en forma improvisada y clandestina, cerca de las áreas en proceso de consolidación de servicios básicos. Las laderas fueron ocupadas por la población rural inmigrante por el bajo costo del suelo; la ocupación llegó a sobrepasar las 600 Has. y el área consolidada de 235 Has.

Para 1993 la ciudad presentaba diferentes tipologías de asentamiento: primero, El Centro Histórico (114 Hás.); segundo, las áreas adyacentes al Centro Histórico; tercero, tenemos las áreas que surgen por invasión o por habilitación urbana con trazos que rompen con la trama urbana tradicional y siguen los límites de los predios rurales en los que se emplazaron.

Fuera del área urbana, en el valle, en las décadas del 80 y 90 se edificó el conjunto de alta densidad FONAVI II (Fig. N° 2.20) y en el año 95 otro grupo de edificios y urbanizaciones como Horacio Zevallos Games (Fig. N° 2.21 y N° 2.21a) y la Villa Universitaria (Fig. N° 2.22 y N° 2.22a). A lo largo de algunos caminos se asentaron viviendas de sectores populares: Mollepampa hacia el S-E y en las laderas al S-O (Fig. N° 2.23 y N° 2.24) o Pueblo Nuevo en el valle N-E (Fig. N° 2.25).



**Fig. N° 2.20:**  
Urbanización FONAVI II



**Fig. N° 2.21:**  
Urbanización Horacio Zevallos.



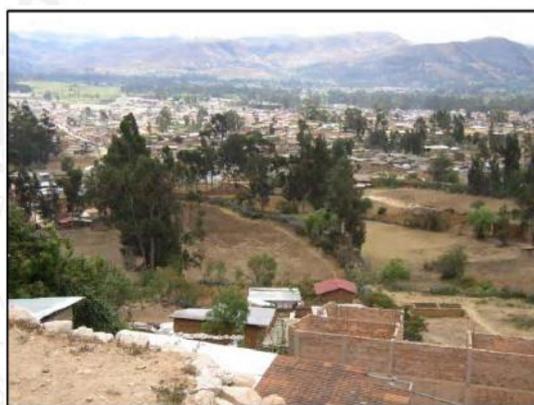
**Fig. Nº 2.21a**  
Urbanización Horacio Zevallos.



**Fig. Nº 2.22**  
Urbanización Villa Universitaria.



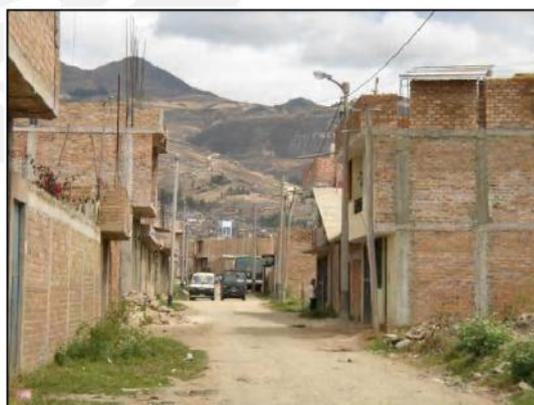
**Fig. Nº 2.22a**  
Urbanización Villa Universitaria.



**Fig. Nº 2.23**  
Barrio Mollepampa.



**Fig. Nº 2.24**  
Barrio Mollepampa



**Fig. Nº 2.25**  
Barrio Pueblo Nuevo.

### 2.6.3 Plano Catastral y vista satelital de la ciudad.

En la Fig. Nº 2.26 se muestra el plano catastral de la ciudad de Cajamarca contemplado en el Plan de Desarrollo Peri-Urbano [Municipalidad de Cajamarca, 2000], y en la Fig. 2.26a su respectiva Vista Satelital.

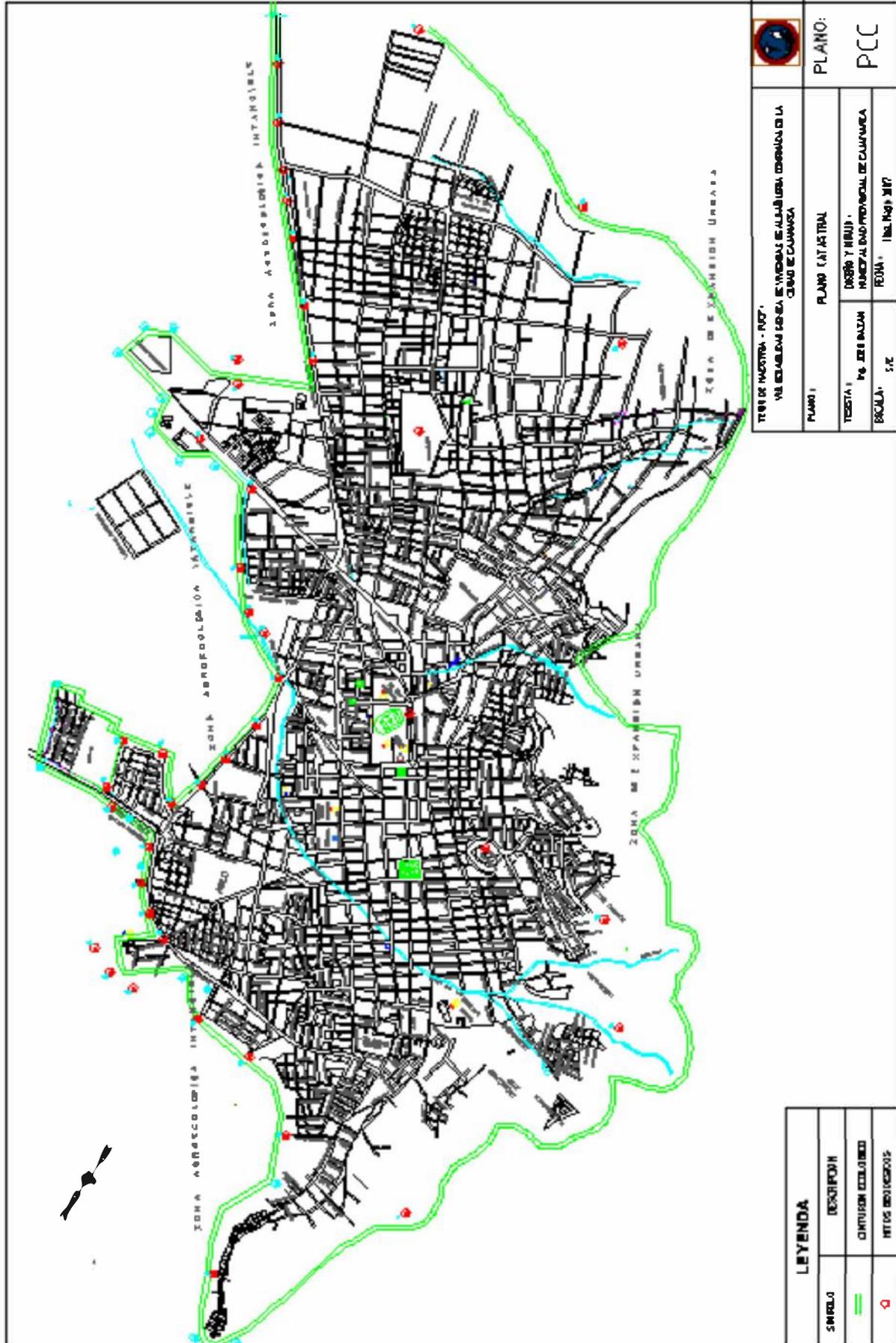
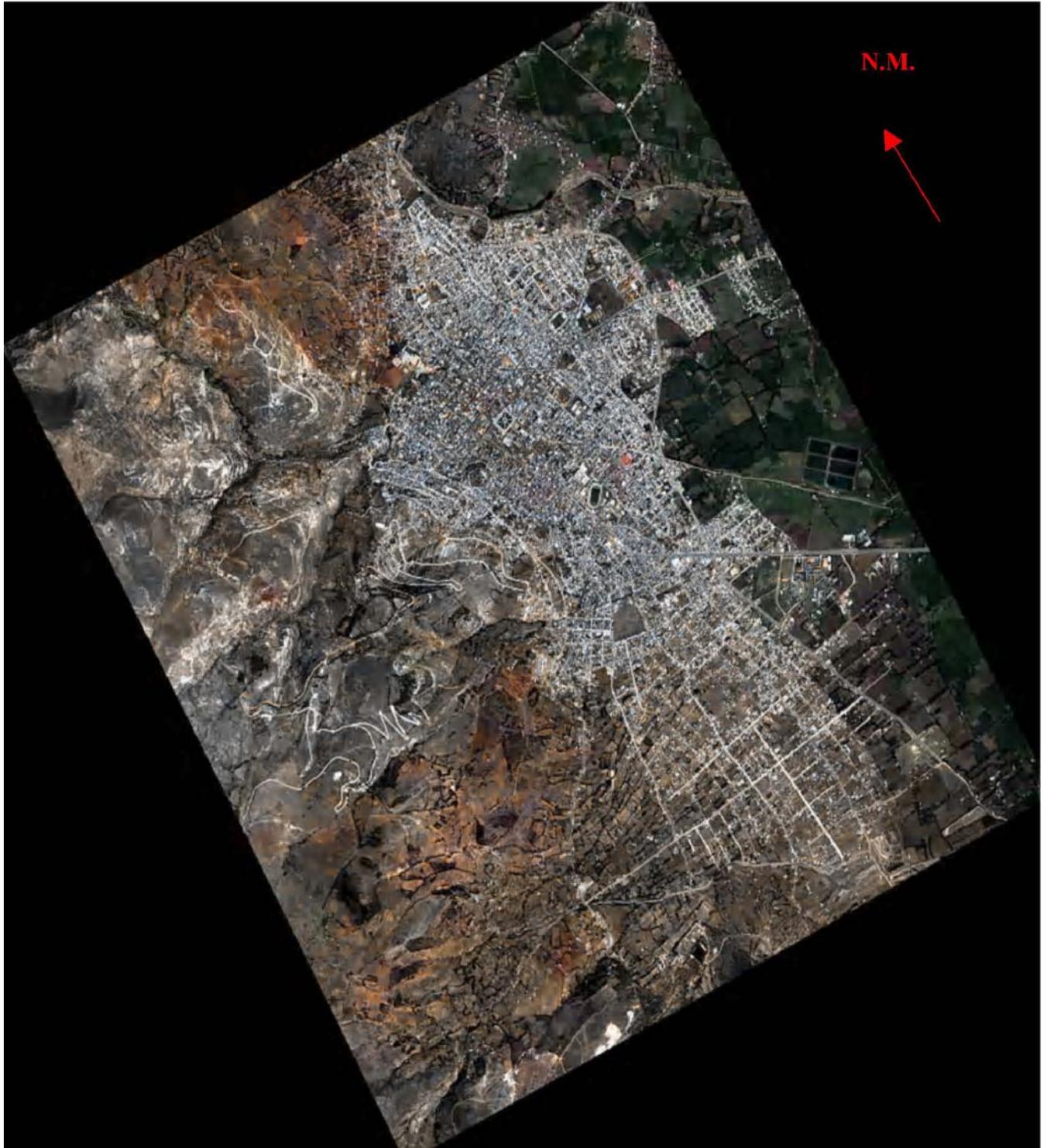


Fig. N° 2.26: Plano Catastral de la Ciudad de Cajamarca.



**Fig. N° 2.26a:** Vista satelital de la ciudad de Cajamarca.  
Nótese 03 zonas bien definidas: El Valle (zona de pendiente baja), la ciudad misma (zona de pendiente media) y las laderas (zona de pendiente alta).



## 2.7 Peligros Naturales Predominantes.

Los peligros naturales predominantes en la ciudad de Cajamarca y sus alrededores son tres.: [INDECI – PENUD – PER – UNC, 2003]

- Peligro Sísmico.
- Peligro por Inundaciones.
- Peligro por Deslizamientos.

### 2.7.1 Zonas de peligro Sísmico. (Ver Fig. N° 2.27)

La actividad sísmica no es homogénea, por eso el estudio de la referencia identificó los diferentes tipos de suelo existentes para poder establecer la probable respuesta del suelo frente a un sismo.

#### Zona Peligrosa

Esta Zona se caracteriza por presentar suelos aluviales, con sectores donde se presentan aceleraciones sísmicas altas por sus características geotécnicas, con ocurrencia parcial de asentamientos por la presencia de suelos expansivos.

#### Zona de Peligro Medio

Se caracteriza esta zona por presentar materiales de comportamiento sísmico similar a la roca.

#### Zona de Bajo Peligro

El suelo predominante está compuesto por materiales de origen volcánico, donde existen depósitos de roca y grava muy densas.

### 2.7.2 Zonas de peligro por Inundaciones. (Ver Fig. N° 2.28)

#### ***Cajamarca Cercado.***

Estas zonas se caracterizan por ser áreas con pendiente menor de 1%. La inundación es ocasionada por la falta de capacidad hidráulica de las calles y el desborde de los cauces que cruzan por dichas zonas, provocando daños materiales y malestar a los moradores; pues el agua logra ingresar a algunas viviendas, las calles se inundan con agua cargada de sedimentos y basura, la matriz del desagüe trabaja a presión debido al agua pluvial que hacen ingresar desde algunas viviendas en las partes altas de la ciudad; pero en la parte baja emergen las aguas servidas por los aparatos sanitarios.

A través del tiempo se han pavimentado calles en la parte alta de la ciudad y construido más viviendas, reduciendo de este modo la permeabilidad del suelo. Es así como se incrementa la escorrentía superficial año tras año y en consecuencia el caudal.





### ***Expansión urbana.***

Son áreas que están en proceso de urbanización y lotización para asentamientos humanos, pero ubicadas en cotas inferiores de la sección de desbordes de la quebrada Cruz Blanca y de la quebrada Negro Mayo. Estas áreas se inundan todos los años en los meses de fuertes precipitaciones causando daños materiales y personales.

Otras áreas como las que están en la parte baja y junto a la carretera hacia el Distrito de Jesús están potencialmente en peligro de inundación.

### **2.7.3 Zonas de peligro por Deslizamiento. (Ver Figura N° 2.29)**

#### Zona Altamente Peligrosa

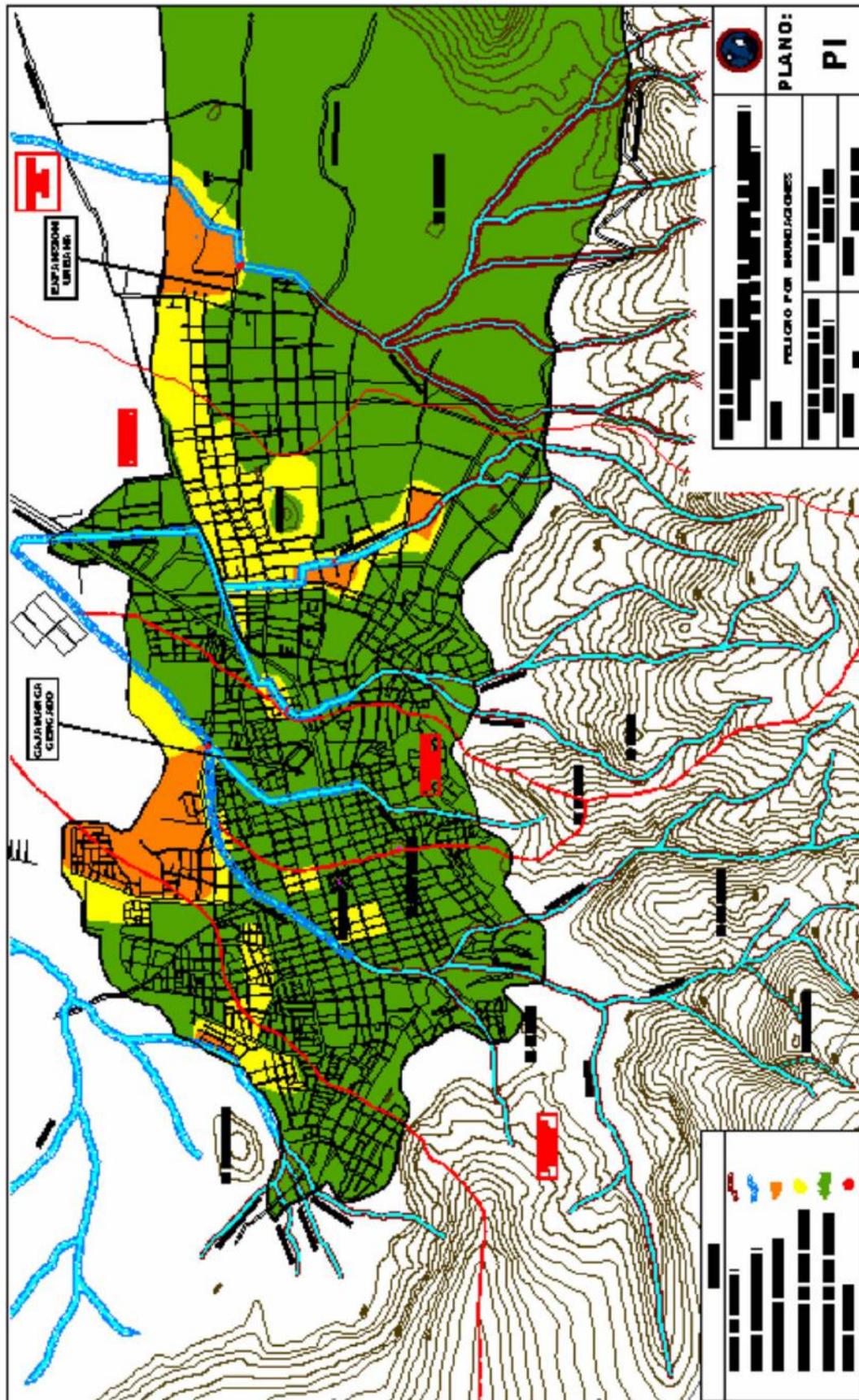
Está considerada como zona altamente peligrosa un bloque de forma casi triangular, ubicada en la parte Este de la ciudad de Cajamarca en el lugar denominado Corisorgona, la cual presenta fallas casi verticales en su parte superior, con desplazamientos hasta de 2,50 metros en las crestas. Paralelamente se encuentran grietas de tensión con aberturas desde centímetros hasta 0,80 metros que demuestran fracturas debidas al empuje activo dentro del macizo suelo-roca.

Fracturas menores cruzan en forma oblicua las fallas anteriores, cruzándose en forma de malla, habiendo producido acumulaciones de material en el pie de los taludes. Es muy notorio las perturbaciones en todo el cuerpo del macizo, con desplazamientos irregulares y heterogéneos, creando una gran inestabilidad en los taludes que tienen direcciones hacia el río Urubamba y al río Tres Ríos.

Los agentes predispuestos y agentes efectivos están produciendo la inestabilidad total del cuerpo en proceso de deslizamiento en condiciones complejas. Se agrega a los agentes mencionados las causas internas, externas e intermedias en el proceso de movimiento de una masa de grandes dimensiones, calculadas en condiciones preliminares hasta de 20´000,000 metros cúbicos, los cuales se emplazarían en un abanico aluvial en la zona Oeste, Norte y Noreste de la plaza de armas de la ciudad, cubriendo aproximadamente 265 Hás. de superficie, vulnerando en un alto porcentaje las construcciones de adobe, tapial y de material noble. Durante las inspecciones realizadas se han encontrado una fuerte relación entre las fuertes precipitaciones anómalas, la saturación de la masa y el debilitamiento de la resistencia del macizo.

#### Zonas Peligrosas.

El deslizamiento Urubamba II, ubicada en el asentamiento humano del mismo nombre, está considerado como zona peligrosa por encontrarse en un segundo proceso de movimiento de materiales sueltos que fueron deslizados durante los años 1999 al 2002, y que continúan en proceso de desplazamiento lento por acción de los agentes efectivos y sus correspondientes causas.





Se muestra como zona peligrosa por encontrarse dentro del área que habitan los pobladores del sector Urubamba, quienes han construido sus viviendas en los contornos del deslizamiento y sobre el cauce del río Urubamba, provocando un acortamiento del cauce, que en caso de un deslizamiento rápido ocurriría un embalse en cualquier punto del río.

El análisis de la geometría de las fallas nos muestran superficies irregulares dentro de un complejo suelo-roca, constituido mayormente por calizas delgadas, lutitas plásticas, margas y areniscas, litológicamente deleznable, y rápidamente erosionables; complicándose su inestabilidad por los estratos arcillosos que actuarían como planos de deslizamiento.

Los cálculos preliminares para la zona crítica del sector Urubamba y la zona contigua al río San Vicente indican que se desplazarían alrededor de 600,000 metros cúbicos, que junto al deslizamiento Corisorgona, cubrirían el área de 265 Hás mencionadas anteriormente.

#### Zonas de Peligro Medio.

Constituyen áreas que bordean los dos deslizamientos complejos – Corisorgona y Urubamba II-, teniendo como variable importante el comportamiento de los dos deslizamientos, tanto en su volumen y la cantidad de fluidos que se presenten en el momento del desplazamiento, los cuales afectarían en forma de erosión lateral y pequeños conos aluviales, mayormente afectando las partes con poca pendiente y la zona final del cono de deyección.

Las zonas afectadas serían, principalmente el área del lado noroeste donde existen viviendas y hacia el noreste de la ciudad con poca incidencia por ser área agrícola.

#### Zonas de Peligro Bajo.

Es el área que cubre el centro histórico de la ciudad y la zona de expansión urbana. No se han encontrado indicios de peligrosidad por deslizamientos.





## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE TRABAJO

La presente investigación trata de la evaluación de 120 viviendas edificadas, cuyo Sistema Estructural es el de albañilería confinada y las unidades de albañilería son ladrillos de arcilla cocida, de fabricación artesanal; se estudiaron las principales características estructurales de tal manera de poder estimar el comportamiento sísmico de cada vivienda, para los casos de sismo raro y sismo frecuente. Con la información resultante se plantean recomendaciones preliminares para reducir la vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones.

A continuación se describe la metodología usada.

#### 3.1 Investigación bibliográfica.

La información relacionada con el tema es prácticamente escasa en nuestro medio, no obstante se consiguió cierta información como se puede observar en la relación bibliográfica y en la de referencias consignadas en las últimas páginas del presente texto. Asimismo, se visitaron algunas páginas web a partir de las cuales también se obtuvo alguna información relacionada al tema.

Ya en la ciudad de Cajamarca se visitó la Municipalidad, la Biblioteca de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Instituto de Defensa Civil, el Instituto Nacional de Estadística e Informática y Alcaldías Vecinales para recabar información de la zona.

Basándonos en la información recopilada se realizó parte del planeamiento para el inicio del estudio de campo.

#### 3.2 Elaboración de las fichas de trabajo.

Se diseñaron 02 formatos técnicos: Uno para recoger en campo la información sobre el estado actual de las viviendas, denominado *Ficha de Encuesta*; y el otro formato en el cual se realiza el posterior proceso, denominado *Ficha de Reporte*.

La **Ficha de Encuesta**, recoge las principales características arquitectónicas, estructurales y constructivas de la vivienda. El formato se diseñó para recoger in situ datos relevantes a su estado, con espacios para hacer anotaciones, los mismos que servirán para realizar el posterior análisis de la vivienda. También se incluye el croquis de la vivienda y fotografías de la misma.

La **Ficha de Reporte**, sirve para procesar los datos obtenidos en las visitas de campo. Se utilizan procedimientos de cálculo simplificados para estimar el comportamiento sísmico de las viviendas.

#### 3.3 Selección de las zonas de estudio.

Después de haber hecho el reconocimiento de la ciudad y de haber analizado sus planos Topográficos y Geomorfológicos se decidió estudiar particularmente las zonas de expansión urbana nuevas y también con cierto grado de antigüedad, quedando de lado de este modo el centro histórico y demás barrios tradicionales.

Se optó por estudiar dichas zonas, considerando tres factores preponderantes:

- Expansión urbana de la ciudad.
- Predominio de las construcciones de albañilería confinada y su tendencia en una determinada zona.
- Pendiente del terreno.

De acuerdo a ello, las zonas seleccionadas para realizar el estudio fueron:

- a. **Zona de Pendiente Alta (ZPA) de la ciudad; NW y SW, respecto de la Plaza de Armas – Fig. N° 3.01:** Zona de expansión urbana, regular predominio y tendencia de construcciones de albañilería confinada. Suelo resistente.
- b. **Zona de Pendiente Media (ZPM) de la ciudad; NW y S, respecto de la Plaza de Armas – Fig. N° 3.02:** Zona de expansión urbana, predominio de construcciones de albañilería confinada. Suelo de regular a baja resistencia.
- c. **Zona de Pendiente Baja (ZPB) de la ciudad; N, NE y SE, respecto de la Plaza de Armas – Fig. N° 3.03:** Zona de expansión urbana, predominio y tendencia de las construcciones de albañilería confinada. Suelo de baja resistencia.

En todo momento se buscó que las viviendas encuestadas fuesen construcciones representativas de cada una de las 03 zonas estudiadas, ello a pesar de la falta de predisposición de algunas familias para permitir el ingreso a sus viviendas.



**Fig. N° 3.01**  
Zona de Pendiente Alta de la ciudad.



**Fig. N° 3.02**  
Zona de Pendiente Media de la ciudad.



**Fig. N° 3.03**  
Zona de Pendiente Baja de la ciudad.



### **3.4 Trabajo de campo.**

Después de elaborar la Ficha de Encuesta y seleccionar las zonas de estudio, se procedió a realizar el trabajo de campo, el cual se detalla en el Capítulo V.

### **3.5 Análisis de resultados.**

Los resultados del estudio han sido ordenados en forma descriptiva, cualitativa y cuantitativa.

Se describen cualitativamente los diversos problemas que presentan las viviendas, ordenados según problemas de ubicación, problemas estructurales, mano de obra, materiales deficientes y factores degradantes. Cada caso se describe acompañado de fotografías representativas.

Se muestran los resultados numéricos de los análisis realizados a las estructuras, éstos se agrupan para viviendas sometidas a sismos raros y sismos frecuentes.

### **3.6 Desarrollo de recomendaciones técnicas.**

A partir de los problemas más frecuentes que presentaban las viviendas, se desarrollan algunas recomendaciones preliminares para mejorar el comportamiento sísmico de las viviendas y en consecuencia reducir su vulnerabilidad.





## CAPÍTULO IV

### FICHA DE ENCUESTA

La Ficha de Encuesta consta de 03 páginas, en la cual se recaba datos sobre el estado actual de cada vivienda encuestada y algunas fotografías importantes. La ficha, en general, puede utilizarse en la aplicación de viviendas de albañilería, de uno o varios pisos, con techos rígidos o provisionales.

Cabe indicar que esta ficha fue elaborada en equipo, en el cual participamos 03 alumnos tesis de pregrado y postgrado (Flores, Dueñas y Bazán), quienes fuimos los que iniciamos este tipo de investigación en la PUCP; de allí que algunos párrafos de este capítulo sean similares al de las tesis de mis 02 compañeros ya que los diseñamos juntos en su momento.

Se describe a continuación los 04 bloques en que esta dividida la ficha:

#### 4.1 Datos generales.

En este bloque se trata de conocer las características generales de la familia y la vivienda. Las preguntas y los datos a recabar son:

- Vivienda N°: es el número de orden de la vivienda encuestada.
- Fecha de encuesta: que corresponde al día en que se realiza la misma.
- Familia: se indican los apellidos de la familia encuestada.
- Cantidad de personas de la vivienda: las que habitan la vivienda.
- Dirección: adicionalmente, alguna referencia para llegar a la vivienda.
- ¿Recibió asesoría técnica para construir la vivienda?: si existen planos, y quien estuvo a cargo de la construcción; si se tuvo la asesoría parcial o integral de algún profesional.
- ¿Cuándo empezó a construirla?: fecha en que se empezaron a construir los cimientos de la vivienda.
- ¿Cuándo terminó?: en caso que la vivienda esté totalmente construida, fecha en que se terminó de construirla.
- Tiempo de residencia en la vivienda: los años de permanencia en el lote, desde la construcción de esteras si fuese el caso.
- N° de pisos actual: el número de pisos que se tiene el día de la encuesta. También se considera como piso al último nivel, así tenga construcción parcial, anotándose el estado en “Observaciones y Comentarios”.
- N° de pisos proyectado: el número de pisos máximo que se desea construir o según proyecto técnico, de ser el caso.
- Secuencia de construcción de la vivienda: la secuencia de construcción de los ambientes de la vivienda, si se empezó por las paredes límites o por algún ambiente específico.

#### 4.2 Datos técnicos.

En este bloque se describen brevemente los aspectos técnicos de la vivienda y de sus principales elementos estructurales y no estructurales, los datos a recabar son:



- Parámetros de suelo: Se indica el tipo de suelo dónde se encuentra cimentada la vivienda: rígido, intermedio o flexible [Ref. 8] También se puede agregar información más específica sobre el tipo de suelo: roca, grava, arena, limo, arcilla, orgánico, con humedad o sin ella, etc.
- Características de los principales elementos de la vivienda: se consideran las características básicas de los elementos estructurales y algunas observaciones de los mismos.  
*Cimientos:* el tipo de cimiento, sus dimensiones, cotas de fundación, observaciones.  
*Muros:* Tipo de aparejo del asentado de los ladrillos, el tipo de ladrillos utilizados, tipo de fabricación del ladrillo, las dimensiones del ladrillo, la separación entre unidades de ladrillos (juntas), el estado de los muros, observaciones.  
*Techo:* el tipo de techo (diafragma rígido o flexible), las características (techo aligerado, techo de calaminas o esteras), el estado del techo, observaciones.  
*Columnas:* las dimensiones de las columnas, los diámetros de las armaduras, las características de los estribos, el estado de las columnas (existencia de cangrejeras, armaduras corroídas), observaciones.  
*Vigas:* las dimensiones de las vigas, los diámetros de las armaduras, las características de los estribos, el estado de las vigas (existencia de cangrejeras, armaduras corroídas), observaciones.
- Deficiencias de la vivienda: los problemas de carácter técnico que presenta la vivienda, que podrían influir en su comportamiento sísmico. Ellos son ordenados según problemas de ubicación, estructuración patológica, falta de resistencia, puntos débiles, materiales deficientes, mano de obra deficiente, y factores degradantes.

#### **4.3 Observaciones y comentarios.**

En este rubro se anotarán más al detalle los diversos aspectos relevantes de la vivienda o su entorno, que puedan servir para conocer con más detenimiento la problemática, o no, de la misma. Se pueden consignar datos como: Geografía y Geología de la zona, el estado de avance de la construcción, la calidad de la construcción, los materiales utilizados, si la vivienda ha soportado sismos anteriormente, situación estructural de la vivienda, los problemas que presenta la vivienda, etc.

#### **4.4 Croquis de la vivienda y fotografías.**

En esta parte de la encuesta se procederá a dibujar un croquis de la vivienda en planta de cada nivel y sus respectivas elevaciones. En la elevación frontal se consideran las juntas sísmicas entre viviendas colindantes. Luego el croquis se digitaliza en gabinete. Se indica también la pendiente del terreno dónde se cimentó. Se acompaña de las principales vistas de la vivienda encuestada.

A manera de ejemplo se muestra una Ficha de Encuesta, debidamente digitalizada, de la Vivienda N° 01, ubicada en la Zona de Pendiente Baja de la ciudad (Figs. N° 4.01, 4.02 y 4.03). La ficha muestra los datos tal cual se obtuvieron en el trabajo de campo, complementada al momento de digitalizar con otros datos adquiridos de fuentes bibliográficas, por ejemplo calidad del suelo, entre otros; que los habitantes de la vivienda pudieron desconocer en su momento.



## FICHA DE ENCUESTA

Fecha de encuesta : 29/04/03

Vivienda N° : 001

Ubicación : Zona de Pendiente Baja

Dirección : Jr. Cardosanto N° 238 – Urb. Villa Universitaria

Familia : LLaque Chuquiviguel Cantidad de personas en la vivienda: 04.

1.- ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?. SI [X] NO [ ]  
 A nivel de proyecto y también a nivel de supervisión permanente.

2.- ¿Cuándo empezó a construirla? 1995 ¿Cuándo terminó? 2000  
 N° de niveles construidos: 02 N° de niveles proyectados: 02

3.- Secuencia de construcción de la vivienda:  
 Paredes perimetrales [ ]. Sala-Comedor [ ]. Dormitorio 1 [ ]. Dormitorio 2 [ ]  
 Cocina [ ]. Baño [ ]. Otros [X]. Todo a la vez [ ]. Primero un cuarto [ ].  
 En dos etapas bien definidas, un nivel por etapa.

4.- Estado de conservación: Malo [ ]. Regular [ ]. Bueno [X]. Muy Bueno [ ].

5.- Datos Técnicos:

Parámetros del suelo			Observaciones
Rígidos [ ]	Intermedios [X]	Flexibles [ ]	Arcilloso, húmedo, orgánico Negruzco.

Características de los principales elementos de la vivienda					
Elemento	Características			Observaciones	
Cimientos (m)	Cimiento corrido		Zapata		--
	Profundidad	0.80	Profundidad	-	
	Ancho	0.80	Largo x Ancho	-	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Ladrillo pandereta		El ladrillo es de arcilla, de fabricación artesanal.
	Dimensión	9x13x23	Dimensión	-	
	Juntas	2.5-3.0	Juntas	-	
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensión	0.25x0.25	Dimensión	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		También de 0.25x0.17m No hay peraltadas.
	Dimensión	0.25x0.20	Dimensión	-	
Techos (m)	Diafragma rígido		Otro		h= 0.20m aligerado 1er nivel, h= 0.17 para el 2do. nivel.
	Tipo	Aligerado	Tipo	-	
	Peralte (h)	0.20-0.17	Peralte	-	

6.- Observaciones:  
 Terreno en pendiente mínima, transversal a la vivienda. Los sobrecimientos son de 0.30m. de altura. Juntas entre ladrillos hasta 3.0 cm. Todos los muros del primer nivel son de e= 0.25m., lo que no ocurre en el segundo nivel en el cual todos los muros son de e= 0.15m. No existe presencia de humedades ni fisuras en la edificación, sólo una grieta en el cerco del patio aproximadamente de 3mm., se puede observar asimismo cangrejas en los elementos estructurales de éste. El propietario refiere que dicho cerco existía antes de empezar la construcción de la vivienda.

Fig. 4.01: Ficha de Encuesta de la Vivienda N° 01, Zona de Pendiente Baja, Página 1/3.

7.- Esquema de la vivienda: (Plantas y elevaciones)



8.- Comentarios finales:

Problemas de ubicación	Estructuración patológica		Mano de obra
Problemas de ubicación: terreno en pendiente. (problemas, o que sea + contenido de humedad).	Requerir reforzamiento. No existe juntas sismicas y sobre todo de la vivienda. No tiene base adecuada y descentral.		Requerir calidad de la mano de obra.
Materiales	Factores de degradación	Falta de resistencia	Puntos débiles
De baja calidad: ladrillos.	--	--	Cenoso de pinto.

Fig. 4.02: Ficha de Encuesta de la Vivienda N° 01, Zona de Pendiente Baja, Página 2/3.

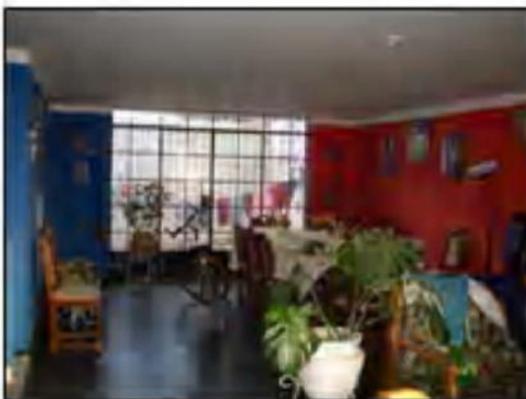
9.- Fotografías de la vivienda:



**Fotografía N° 01:**  
Fachada, estilo costero.



**Fotografía N° 02:**  
Cercos perimetricos, nótese la rajadura, juntas entre ladrillos de mala calidad.



**Fotografía N° 03:**  
Sala - comedor. Profusión de vanos, paralelamente a la fachada.

Fig. 4.03: Ficha de Encuesta de la Vivienda N° 01, Zona de Pendiente Baja, Página 3/3.



## CAPÍTULO V

### TRABAJO DE CAMPO

#### 5.1 Número de edificaciones y su tipología estructural.

##### 5.1.1 Conteo de edificaciones.

Antes de aplicar la Ficha de Encuesta fue necesario conocer cuáles son los tipos de Sistemas Estructurales más usados en la construcción de edificaciones en la ciudad de Cajamarca y determinar los que predominan, para luego analizar en qué zonas se procedería a encuesta.

Para tal fin se tuvo que investigar en diferentes fuentes bibliográficas, organismos e instituciones datos referidos a las tipologías de los sistemas estructurales de las edificaciones en la ciudad y su distribución espacial; no obstante, éstos no existen y los pocos que hay se encuentran desactualizados y/o presentan escasa información, tal es el caso del INEI y de la Municipalidad Provincial de Cajamarca que posee inventarios de viviendas pero sólo a nivel de edificaciones debidamente registradas. Además, si consideramos que la presencia de la actividad minera desde el año 1992 ha producido en los últimos 15 años un alto crecimiento de las viviendas en toda la ciudad tanto a nivel formal como informal (debido a la inmigración), el problema de desactualización de datos se agrava aún más.

Debido al obstáculo de no contar con datos actuales, se creyó por conveniente realizar un conteo minucioso (de la manera más aproximada posible) de todas las edificaciones de la ciudad de Cajamarca, visitando cada sector, barrio, urbanización, pueblo joven, asociación de vivienda y zonas periféricas de la ciudad en las cuales es notorio el crecimiento urbano y por ende el número de viviendas y la informalidad.

Los resultados de dicho conteo se pueden observar a manera de resumen en la Tabla N° 5.01; se señala que con fines del presente informe sólo se presenta el conteo total, mas el conteo por cada barrio, urbanización, PJ, etc. se lo anexará.

##### 5.1.2 Sistemas Estructurales en la ciudad.

Del total de edificaciones de la ciudad de Cajamarca el 56.4% corresponden a viviendas de albañilería de ladrillo de arcilla (confinada), el 23.4% a viviendas albañilería de adobe, el 17.2% a viviendas de albañilería de tapial, el 0.3% a edificaciones aporticadas (comercio, oficinas, colegios, etc.), el 0.4% corresponde a viviendas cuyo sistema estructural es el de albañilería confinada cuyas unidades son bloques de concreto y el 2.3% restante corresponde a viviendas que presentan una combinación de sistemas estructurales y materiales en su construcción (Tabla N° 5.01, Figs. N° 5.01 y 5.02).

Del 100% de edificaciones contabilizadas se concluye que el 99.7% corresponden a edificaciones cuyo uso es destinado a vivienda y el 0.3% restante a otros usos (comercio, educación, salud, etc.).

Tabla N° 5.01: Número de Edificaciones y su tipología estructural en la ciudad de Cajamarca.

CANTIDADES Y TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL																	
Albañilería de adobe			Albañilería de tapial			Alb. de ladrillo de arcilla, confinada			B. Concreto		Aporticado						
N. C.	1 niv	2 niv	3 niv	Sub Tot	N. C.	1 niv	2 niv	3 a + niv	Sub Tot	1 a + niv	1 a + niv						
267	1,110	0	4,027	0	130	5,534	0	1,870	0	13,337	0	63					
	4.7	17.0	0.5	23.4	1.4	4.8	11.0	0.0	17.2	4.3	14.2	30.0	8.0	56.4	0.4	2.3	0.3
<b>23,645</b>																	
<b>PORCENTAJES</b>																	
<b>VIVIENDA</b>																	
<b>99.7%</b>																	
<b>100.0%</b>																	
<b>VIVIENDA DE MATERIAL COMUNMENTE LLAMADO</b>																	
<b>Viviendas de Material Noble</b>																	
<b>57.10%</b>																	
<b>VIVIENDA DE OTROS MATERIALES O COMBINACION DE ELLOS</b>																	
<b>2.3%</b>																	
<b>100.0%</b>																	

Fuente: Ing. Joen Bazán y Bach. LINC Enrique Tatur, 2005. Diseño: Ing. Joen Bazán.

**Donde:**

- N. C. :** Son las viviendas no consolidadas, de condición precaria; en la mayoría de casos se presentan deshabitadas, construcción paralizada y/o abandonada.
- 1 niv, 2niv, 3 a + niv:** Son las viviendas de 1 nivel, 2 niveles y de 3 a más niveles para cualquiera de los 3 primeros sistemas estructurales: adobe, tapial y ladrillo.
- Aporticado :** Se refiere a las edificaciones cuyo sistema estructural es el Aporticado, tales como: colegios, locales comerciales, etc.
- B. Concreto :** Se refiere a edificaciones de Albañilería Confinada cuyas unidades de albañilería son bloques de concreto.
- Otros :** Involucra a viviendas de 1 a + niveles en cuyas construcciones presentan una serie de combinación de materiales, tales como: adobe-tapial, adobe-ladrillo de arcilla, tapial-ladrillo de arcilla, adobe-elementos de concreto armado, tapial más elementos de concreto armado, tapial más elementos de concreto de arcilla, ladrillos de arcilla-bloques de concreto, etc.

**Nota:** Las vistas fotográficas registradas y el detalle para cada una de estas nomenclaturas se dan más adelante, en el ítem 5.14.

Fig. N° 5.01

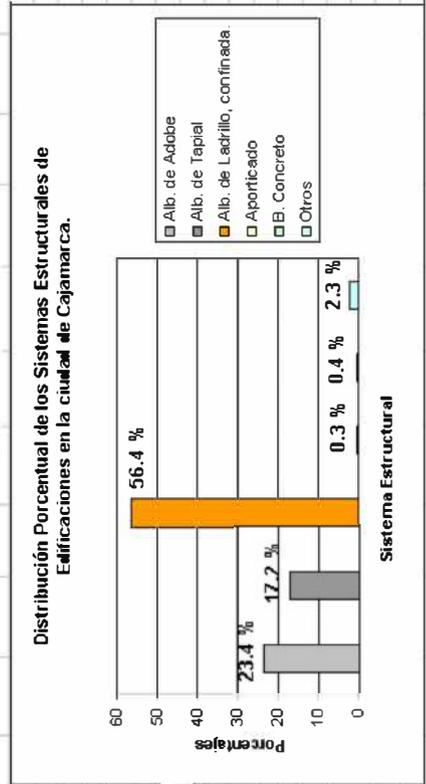
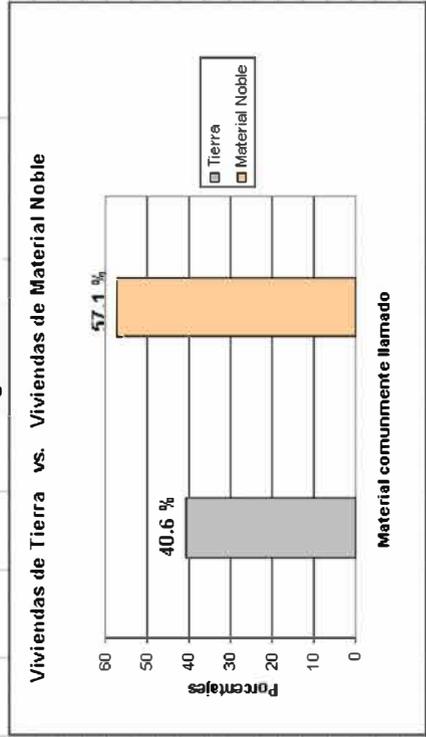


Fig. N° 5.02





### 5.1.3 Número de niveles de las edificaciones en la ciudad.

Del conteo realizado se concluye también que el número de niveles que predomina en toda la ciudad por cada sistema estructural es de dos, como se puede observar en las Fig. N° 5.03, N° 5.04 y N° 5.05.

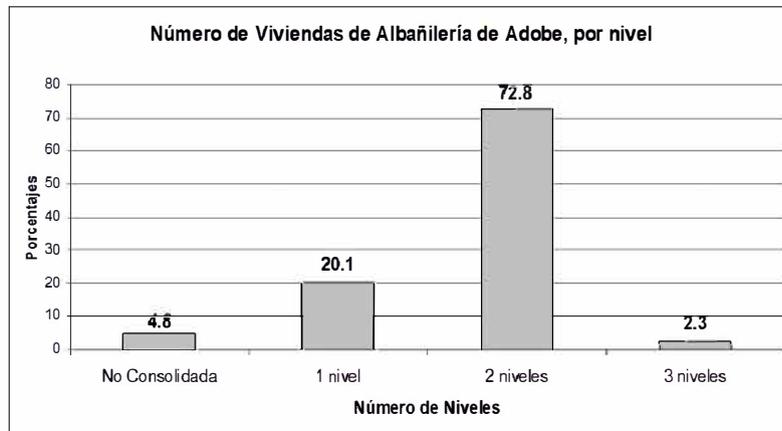


Fig. N° 5.03

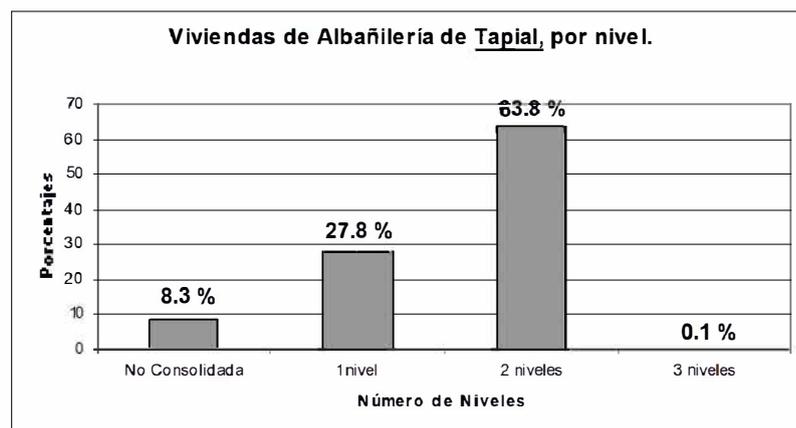


Fig. N° 5.04

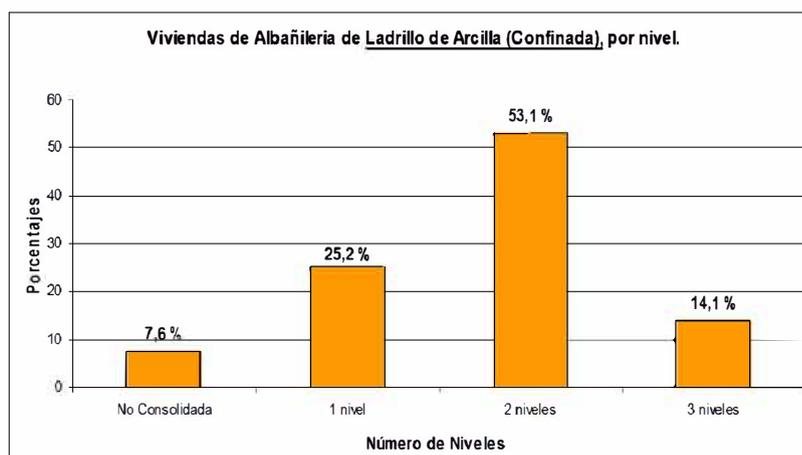


Fig. N° 5.05

#### 5.1.4 Descripción de los Sistemas Estructurales encontrados.

En la Tabla N° 5.01 se observa que aparecen las siguientes denominaciones usadas en el conteo de edificaciones de la ciudad: **N.C.**, **1niv.**, **2niv.**, **3niv.**, **Aporticado**, **B. Concreto** y **Otros**. Dichas denominaciones y sus respectivas vistas fotográficas se detallan a continuación:

**N.C.:**(Ver Figs. N° 5.06, N° 5.07 y N° 5.08). Son las viviendas que han sido contadas y que se hallan en condición de *NO CONSOLIDADAS*; esto es; de condición precaria, algunas veces se presentan deshabitadas y muchas otras como construcción paralizada y/o abandonada. Esta característica se da para edificaciones de albañilería de adobe, tapial y de ladrillos de arcilla, confinada. Representan el 6.8 % del total de viviendas contadas.



Fig. N° 5.06  
Vivienda de Alb. de Tapial no consolidada.



Fig. N° 5.07  
Vivienda de Alb. de Ladrillo no consolidada.



Fig. N° 5.08  
Vivienda de Alb. de Adobe no consolidada.

**1 niv, 2 niv, 3 a + niv :** (Ver Figs. de la N° 5.09, a la N° 5.14). Con esta denominación se hace referencia a las edificaciones de *un nivel, dos niveles y 3 ó más niveles* que se encuentra ya consolidadas; esto es, que se encuentran habitadas, obra terminada y/o en proceso de ampliaciones. Esta característica se da tanto para edificaciones de albañilería de adobe, tapial y/o de ladrillos de arcilla, confinada. Representan, 1 niv.=23.7%, 2 niv.=58.0% y 3 niv.=8.5% del total de edificaciones contadas, respectivamente.



**Fig. N° 5.09**  
Vivienda de Alb. de Adobe de 01 nivel (1 niv.)



**Fig. N° 5.10**  
Vivienda de Alb. de Adobe de 02 niveles (2 niv.)



**Fig. N° 5.11.**  
Vivienda de Albañilería de Adobe de 03 niveles (3 niv.)



**Fig. N° 5.12**  
Vivienda de Alb. de Ladrillo de 01 nivel.



**Fig. N° 5.13**  
Vivienda de Alb. de Ladrillo de 02 niveles.



**Fig. N° 5.14**  
Vivienda de Albañilería de Ladrillo de 03 niveles.

**Aporticado:** (Ver Figs. N° 5.15 y N° 5.16). En este ítem se hizo el conteo de todas las edificaciones cuyo sistema estructural es el *APORTICADO* y que son de uno a más niveles; dentro de este rubro se encuentran los colegios, centros comerciales, instituciones, etc., y que de acuerdo a la Tabla N° 5.01 representan sólo un 0.3% de todas las edificaciones existentes en la ciudad.

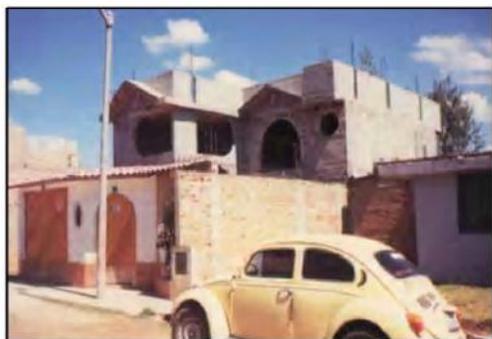


**Fig. N° 5.15**  
Edificio de Estructura Aporticada de 06 niveles.



**Fig. N° 5.16**  
Colegio de Estructura Aporticada de 02 niveles.

**B. Concreto:** (Ver Figs. N° 5.17, N° 5.18 y N° 5.19). Esta es la denominación usada para contabilizar a las edificaciones de albañilería confinada que están utilizando como unidades de albañilería *BLOQUES DE CONCRETO* y que vienen teniendo una paulatina presencia en toda la ciudad. Dichos bloques están siendo producidos por la empresa Cementos Pacasmayo S.A., la cual parece no estar difundiendo correctamente el producto ya que los pobladores están haciendo un uso equivocado de dichos bloques al utilizarlos en un sistema de albañilería confinada en vez de albañilería armada. Representan el 0.4% respecto del total de viviendas existentes en la ciudad.



**Fig. N° 5.17**  
Vivienda de Alb. de Bloques de Concreto, confinada, de 01 nivel.



**Fig. N° 5.18**  
Vivienda de Alb. de Bloques de Concreto, confinada, de 02 niveles.



**Fig. N° 5.19**  
Vivienda de Albañilería de Bloques de Concreto, confinada, de 03 niveles.



**Otros:** (Ver Figs. de la N° 5.20, a la N° 5.25). Referido a viviendas de uno o más niveles en cuya construcción presentan una serie de **COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES** y **MATERIALES**, tales como: Tapial-Adobe, Bloques de concreto-Ladrillos de arcilla, Albañilería de Ladrillos de concreto (sin confinamiento), Tapial-Adobe-Elementos de Concreto Armado, Adobe-Albañilería Ladrillo de arcilla (Confinada), Adobe-Elementos de Concreto Armado, Tapial-Ladrillo de arcilla, Adobe-Tapial-Ladrillo de arcilla, Adobes fabricados con diferentes tipos de suelo, etc. Representan el 2.3 %, respecto del total contabilizado.



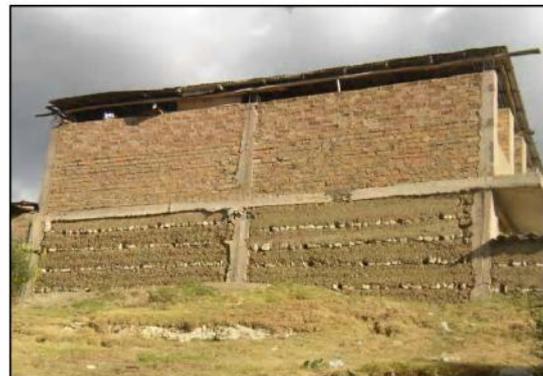
**Fig. N° 5.20**  
Combinación de Tapial-Adobe.



**Fig. N° 5.21**  
Combinación de Bloques de concreto-Ladrillos de arcilla (confinada)



**Fig. N° 5.22**  
Albañilería de Ladrillos de concreto sin confinar.



**Fig. N° 5.23**  
Combinación de Adobe-Tapial-Elementos de Concreto Armado.



**Fotografía N° 5.24**  
Combinación de Alb. de adobe-Alb. de Ladrillo de arcilla (confinada) en el 2do. nivel.



**Fotografía N° 5.25**  
Combinación de Adobe-Elementos de Concreto Armado.

### 5.1.5 Distribución espacial de los Sistemas Estructurales encontrados.

La ciudad de Cajamarca tiene aproximadamente 69 Zonas Habitacionales, entre barrios, urbanizaciones, pueblos jóvenes y asociaciones de vivienda, dichas zonas se pueden apreciar en el plano de la Fig. N° 5.26.

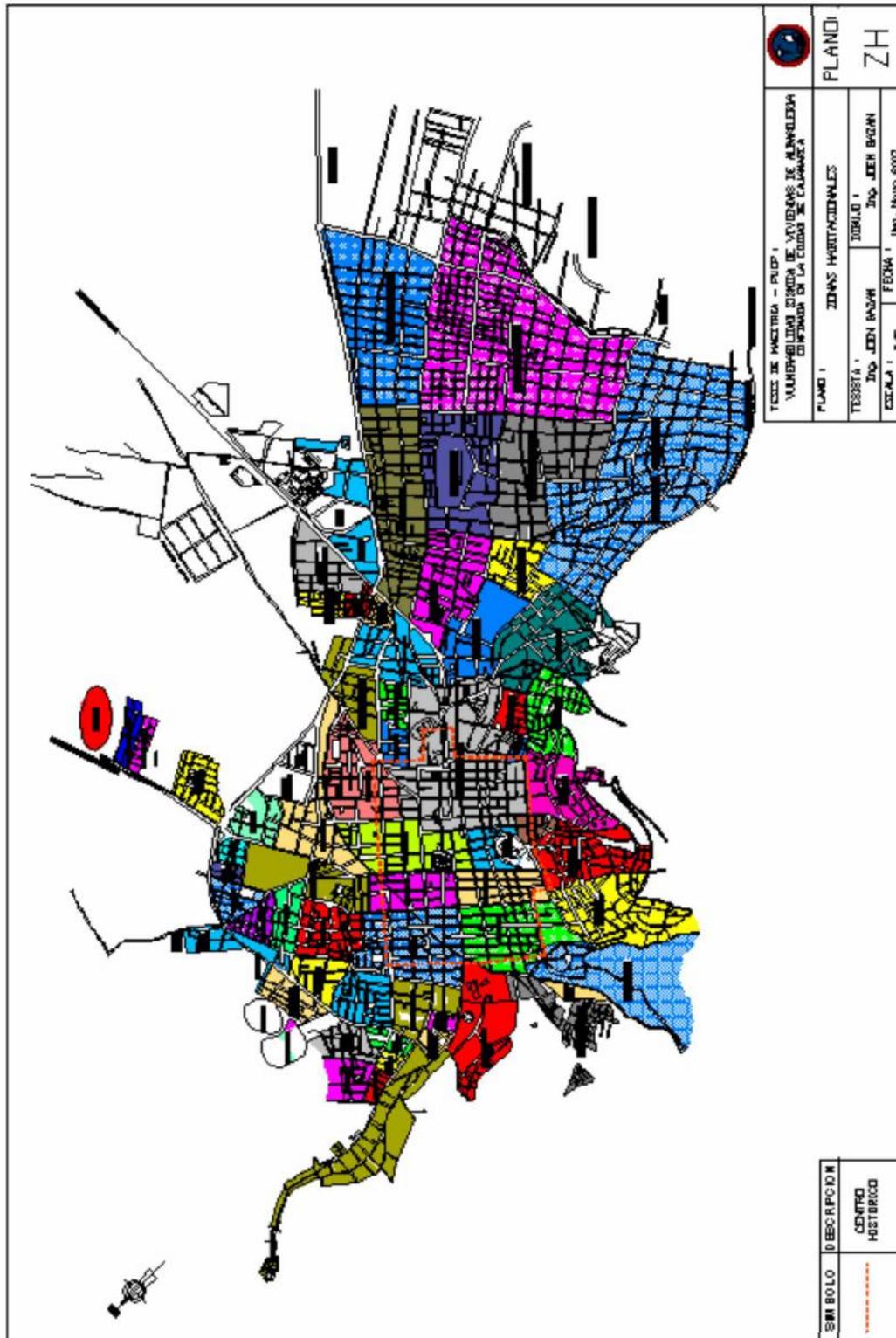


Fig. N° 5.26: Mapa de las 69 Zonas Habitacionales - Ciudad de Cajamarca.



Asimismo dichas zonas habitacionales están inmersas dentro de 13 sectores bien definidos [Municipalidad de Cajamarca, 2000], los cuales se detallan en la Tabla N° 5.02.

**Tabla N° 5.02:** Sectorización de las diversas zonas habitacionales de la ciudad de Cajamarca.

<b>Sector N° - Nombre</b>	<b>Zona habitacional.</b>
<b>I SAN SEBASTIAN</b>	Barrio San Sebastián. Urbanización Ramón Castilla. Urbanización Cajamarca. 09 de Octubre. Casurco
<b>II SAN JOSE</b>	Barrio San José.
<b>III SAN PEDRO</b>	Barrio San Pedro. Barrio Urubamba. Barrio Lucmacucho Urbanización Santa Irene.
<b>IV PUEBLO NUEVO</b>	Barrio Pueblo Nuevo, Urbanización El Ingenio. Urbanización La Perlita, Urbanización Los Rosales. FONAVI II, Urbanización La Alameda. Lotización 22 de Octubre. Urbanización San Carlos.
<b>V CHONTAPACCHA</b>	Barrio Chontapaccha, El Molino, Santa Rosa. José Gálvez, El Jardín, Asociación Magisterial de Vivienda Amauta, Pueblo Joven Simón Bolívar. Plaza de Toros, FONAVI I, Mayopata Alta, Mayopata Baja, Moyococha, La Molina, El Bosque, Barrio La Alameda.
<b>VI LA COLMENA</b>	Barrio La Colmena. Barrio La Merced. Barrio Dos de Mayo.
<b>VII PUEBLO LIBRE</b>	Pueblo Libre. Urb. Villa Universitaria Urb. Universitaria Marcopampa Víctor Raúl Magna Vallejo
<b>VIII SAN ANTONIO</b>	San Antonio. San Luis. San Roque. Santa Mercedes. Horacio Zevallos. Toribio Casanova. Las Torrecitas. Urbanización Columbo.
<b>IX SANTA ELENA</b>	Santa Elena.
<b>X LA FLORIDA</b>	La Florida. Aranjuez. San Martín de Porres. Miraflores. Huacaloma. Mollepampa.
<b>XI NUEVO CAJAMARCA – MOLLEPAMPA</b>	Nuevo Cajamarca. Mollepampa Baja. Mollepampa Alta. La Tullpuna. Shucapampa.
<b>XII SAN VICENTE</b>	Barrio San Vicente. Barrio La Esperanza. Barrio El Estanco. Barrio Bella Vista. Pueblo Joven Pachacutec.
<b>XIII CUMBE MAYO</b>	Barrio Cumbe Mayo Barrio Santa Apolonia

La distribución espacial de la tipología estructural de las edificaciones, según Tabla N° 5.01, en los 13 sectores de la ciudad de Cajamarca, se puede apreciar en el plano de la Fig. N° 5.27.

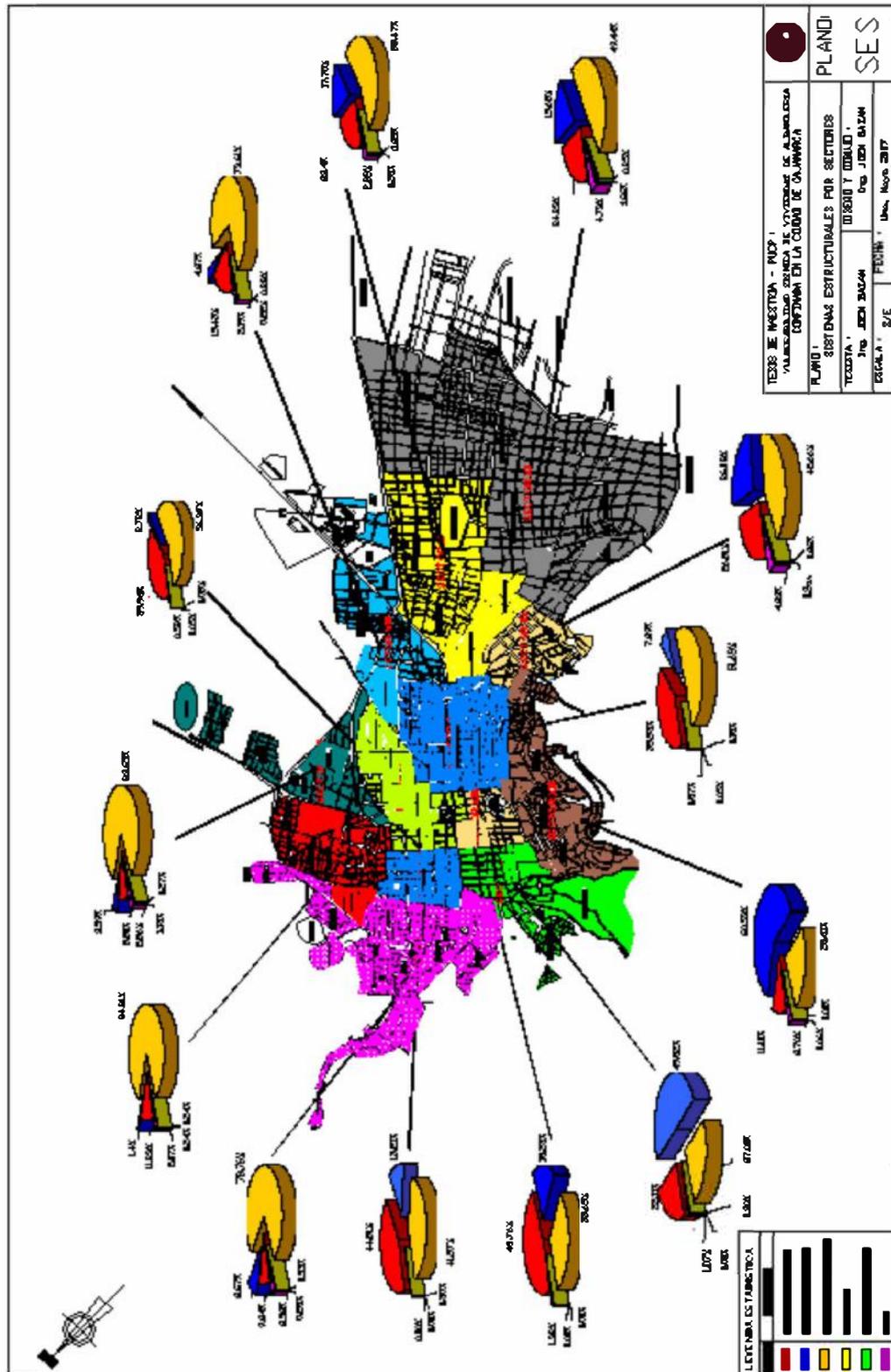


Fig. N° 5.27: Distribución Porcentual de Sistemas Estructurales en los 13 Sectores Habitacionales de la Ciudad de Cajamarca.



## 5.2 Proceso de aplicación de la encuesta.

### 5.2.1 Muestra a encuestar

La cantidad de viviendas encuestadas es de 120. Para proceder a la aplicación de la ficha de encuesta se tomó en consideración que la muestra representativa debía constar de 100 viviendas, aunque el asesor del proyecto sugirió sólo 50 para la presente investigación, y las otras 20 fueron sugeridas por el proyecto conjunto PUCP-SENCICO-2004.

De esta manera y con el conocimiento de la distribución de los sistemas estructurales en la ciudad (Tabla N° 5.01 y Fig. N° 5.27) se encuestó el siguiente número de viviendas distribuidas de acuerdo a la topografía del terreno: (Tabla N° 5.03).

**Tabla N° 5.03:** Número de viviendas a encuestar.

ZONA DE PENDIENTE	N° DE VIVIENDAS
Alta : (ZPA)	31
Media : (ZPM)	25
Baja : (ZPB)	64

Estas cifras son proporcionales a la cantidad de viviendas de albañilería confinada existentes en cada zona, como se ha podido observar en el capítulo anterior..

### 5.2.2 Aspectos de Organización

Después de tener definidas las zonas de predominio del sistema estructural de Albañilería Confinada en toda la ciudad, se decidió ubicar las viviendas a encuestar en base a dicho predominio y su respectiva distribución espacial.

#### Selección de viviendas.

Para seleccionar la vivienda a ser encuestada primeramente se tuvo que identificar viviendas representativas de una manzana o conjunto de manzanas de una determinada zona habitacional; esta representatividad se basó en datos promedio del área y regularidad geométrica de los terrenos de fundación, en características similares de la arquitectura de la fachada e interiores, en la antigüedad aproximada de la viviendas circundantes, en el número de niveles promedio de las mismas y de tratar de no seleccionar viviendas con deficiencias o bondades extremas.

Durante todo el trabajo de campo se llevaba el plano catastral de la ciudad (Figura N° 2.26), de tal manera de ubicar y recorrer las diversas zonas visitadas.

### 5.2.3 Ubicación de viviendas encuestadas.

La ubicación de las viviendas encuestadas está dada por su Dirección Municipal y la Zona Habitacional a la que pertenecen; esto se puede observar en la Tabla N° 5.04, complementada con el plano de la Figura N° 5.28.



**Tabla N° 5.04:** Dirección y Ubicación de las viviendas encuestadas.

N° de viv.	Dirección Municipal	Zona Habitacional
<b>ZONA DE PENDIENTE ALTA</b>		
01	Av. Perú N° 164	Barrio El Estanco
02	Prol. 5 Esquinas N° 176	Barrio El Estanco
03	Jr. 5 Esquinas N° 364	Barrio Santa Apolonia
04	Jr. Ayacucho N° 90	Barrio El Estanco
05	Jr. Guillermo Urrelo N° 132	Barrio Pachacutec.
06	Jr. Sullana N° 412	Barrio Cumbe Mayo
07	Jr. Sullana N° 420	Barrio Cumbe Mayo
08	Psje. Sofía Alva N° 104	Barrio San Pedro
09	Psje. Sofía Alva N° 153	Barrio San Pedro
10	Psje. Sofía Alva N° 141	Barrio San Pedro
11	Av. Perú N° 1212	Barrio El Estanco
12	Av. Perú N° 1260	Barrio El Estanco
13	Jr. Moquegua N° 211	Barrio San Vicente
14	Jr. Santos Chocano N° 250	Barrio La Esperanza
15	Jr. Revolución N° 184	Barrio Pachacutec
16	Jr. Jorge Chávez N° 350	Barrio La Esperanza
17	Jr. Cruz de Piedra N° 212	Barrio Santa Apolonia
18	Av. Perú N° 609	Barrio San Vicente
19	Av. Perú N° 311	Barrio San Vicente
20	Jr. José Carlos Mariátegui N° 421	Barrio San Vicente
21	Jr. José Gálvez N° 211	Barrio San Pedro
22	Prol. Petateros N° 2166	Barrio Santa Elena
23	Jr. Los Manantiales N° 201	Barrio Calispuquio
24	Jr. Toribio Casanova N° 140	Barrio El Estanco
25	Av. Perú N° 1111	Barrio Bellavista
26	Psje. Las Palmas Lt. 05	Barrio Santa Elena
27	Psje. los Puquios N° 129	Barrio Santa Elena
28	Psje. Breña N° 265	Barrio Bellavista
29	Av. Perú N° 231	Barrio La Esperanza
30	Jr. Contisuyo N° 162	Barrio Pachacutec.
31	Psje. Vista Bella S/N	Barrio Casurco
<b>ZONA DE PENDIENTE MEDIA</b>		
1	Psje. Terán Lobato N° 179	Barrio Santa Elena
2	Jr. M. Ramón Castilla N° 340	Barrio Santa Elena
3	Jr. Huanuco N° 2574	Barrio San Sebastián
4	Jr. 28 de Julio N° 255	Barrio San Sebastián
5	Jr. Huanuco N° 2334	Barrio San Sebastián
6	Psje. Libertad N° 411	Barrio San Sebastián
7	Av. Independencia N° 315	Barrio La Florida
8	Jr. Antenor Orrego N° 250	Barrio Santa Elena
9	Jr. Buenos Aires N° 337	Barrio Santa Elena
10	Prol. Diego Ferré N° 231	Barrio Miraflores.
11	Jr. Los Próceres N° 156	Barrio La Florida
12	Jr. Alfonso Ugarte N° 997	Barrio La Tullpuna
13	Av. San Martín N° 637	Barrio San Martín de Porres
14	Jr. Santa Rosa N° 352	Barrio Aranjuez.
15	Jr. Mártires de Uchuracay N° 1090	Barrio San Martín de Porres
16	Jr. Mártires de Uchuracay N° 632	Barrio San Martín de Porres
17	Psje. Girasoles N° 293	Barrio San Martín de Porres
18	Psje. San Antonio L-6	Barrio Aranjuez.
19	Psje. San Francisco N° 141	Barrio San Martín de Porres
20	Jr. Beato Masías N° 316	Barrio San Martín de Porres
21	Jr. Los Granados N° 128	Barrio San Martín de Porres
22	Jr. Túpac Amaru S/N	Barrio Nuevo Cajamarca
23	Jr. Luis Reyna Farge N° 698	Barrios Aranjuez
24	Calle Santa Victoria N° 312	Barrio La Tullpuna
25	Psje. Victoria N° 192	Barrio Mollepampa Alta



ZONA DE PENDIENTE BAJA		
1	Jr. Cardosanto N° 238	Urb. Villa Universitaria
2	Jr. Los Nogales N° 347	Urb. Villa Universitaria
3	Av. Luis Rebaza Neyra N° 403	Urb. Universitaria
4	Jr. Ancash N° 148	P. J. Magna Vallejo
5	Jr. 1ro. De Mayo N° 125	P. J. Magna Vallejo
6	Jr. Manuel Ibáñez N° 470	Urb. Universitaria
7	Psje. Las Palmas N° 193	Urb. Villa Universitaria
8	Psje. Huandoy N° 124	Barrio Marcopampa
9	Jr. San Luis N° 241	Barrio Víctor Raúl
10	Av. Luis Rebaza Neyra N° 693	Urb. Universitaria
11	Jr. Santa Teresa N° 237	Barrio Pueblo Libre
12	Jr. Mariano Melgar N° 448	Barrio La Colmena
13	Jr. Illimani N° 115	Barrio Marcopampa
14	Jr. Cumbe Mayo N° 393	Barrio Marcopampa
15	Jr. 05 Esquinas N° 1049	Barrio La Colmena
16	Prol. Baños del Inca N° 476	Barrio Marcopampa
17	Psje. Vergara N° 133	Barrio La Colmena
18	Jr. Trinidad N° 175	Barrio San Antonio
19	Jr. Leoncio Prado N° 487	Barrio La Colmena
20	Psje. San Antonio N° 177	Barrio San Antonio
21	Jr. Irene Pereyra N° 237	Urb. Horacio Zevallos
22	Jr. Fraternidad N° 391	Barrio San Antonio
23	Jr. Amancaes N° 452	Barrio San Antonio
24	Jr. Miguel Gonzáles N° 144	Urb. Horacio Zevallos
25	Jr. San Antonio N° 115	Barrio Pueblo Libre
26	Jr. Los Álamos E-7	Urb. Santa Rosa
27	Jr. Julio C. Tello N° 231	Urb. San Luis
28	Jr. Revilla Pérez N° 546	Barrio Pueblo Nuevo
29	Av. Hoyos Rubio N° 850	Barrio Pueblo Nuevo
30	Prol. Chepén N° 1257	Urb. La Perлита
31	Jr. Arnaldo Márquez N° 157	Barrio Pueblo Nuevo
32	Jr. Los Duraznos N° 181	Urb. 22 de Octubre
33	Jr. Los Laureles N° 229	Urb. Los Rosales
34	Jr. Virgen María N° 132	Urb. Sarita
35	Mz. A, Lote 05	Urb. San Roque
36	Jr. San Luis HB, Lote 10	Urb. San Carlos
37	Jr. Las Casuarinas N° 120	Urb. Los Rosales
38	Jr. Los Capulíes N° 211	Urb. 22 de Octubre
39	Mz. K, lote 04	Urb. Los jardines
40	Jr. Los Sauces N° 357	Urb. Los Rosales
41	Jr. Camilo Blas Mz. A, Lt. 12	Urb. Horacio Zevallos
42	Jr. Los Pinos N° 150	Urb. Perлита
43	Jr. Los Alisos Mz. H, Lote 01	Urb. Santa Rosa
44	Jr. Alejandro Ortiz Mz. K Lote 01	Urb. Amauta
45	Jr. El Bosque Mz. Q, Lote 30	Urb. El Bosque
46	Psje. César Vallejo Mz. C, Lote 08	Urb. Los Jazmines
47	Jr. Moyococha Lote 12	Barrio Moyococha
48	Jr. Mashcón N° 364	Urb. El Bosque
49	Jr. Los Alisos Mz. E, Lote 10	Urb. Santa Rosa
50	Jr. Los Álamos N° 128	Urb. Santa Rosa
51	Jr. Ancash N° 112	P.J. Víctor Raúl
52	Calle Los Álamos Mz. I, Lote 07	Urb. Villa Universitaria
53	Calle Horacio HOlascoaga Mz. T, Lote 10	Urb. Horacio Zevallos
54	Calle Gonzáles Prada N° 211	Lotización Mayopata Baja
55	Jr. Los Dogos N° 205	Urb. 22 de Octubre
56	Jr. Fraternidad N° 427	Barrio La Colmena
57	Jr. Huancavelica N° 847	Urb. Perлита
58	Jr. San Jerónimo S/N	Urb. Santa Rosa
59	Jr. Guillermo Urrelo N° 1625	Barrio San Antonio
60	Jr. Los Alisos N° 754	Urb. Amauta
61	Jr. Los Cedros N° 754	Urb. Santa Rosa
62	Jr. Los Eucaliptos N° 112	Urb. Los Sauces
63	Psje. Hipólito Unánue N° 104	Barrio La Colmena
64	Jr. San Fernando Mz. E, Lote 2	P.J. Magna Vallejo

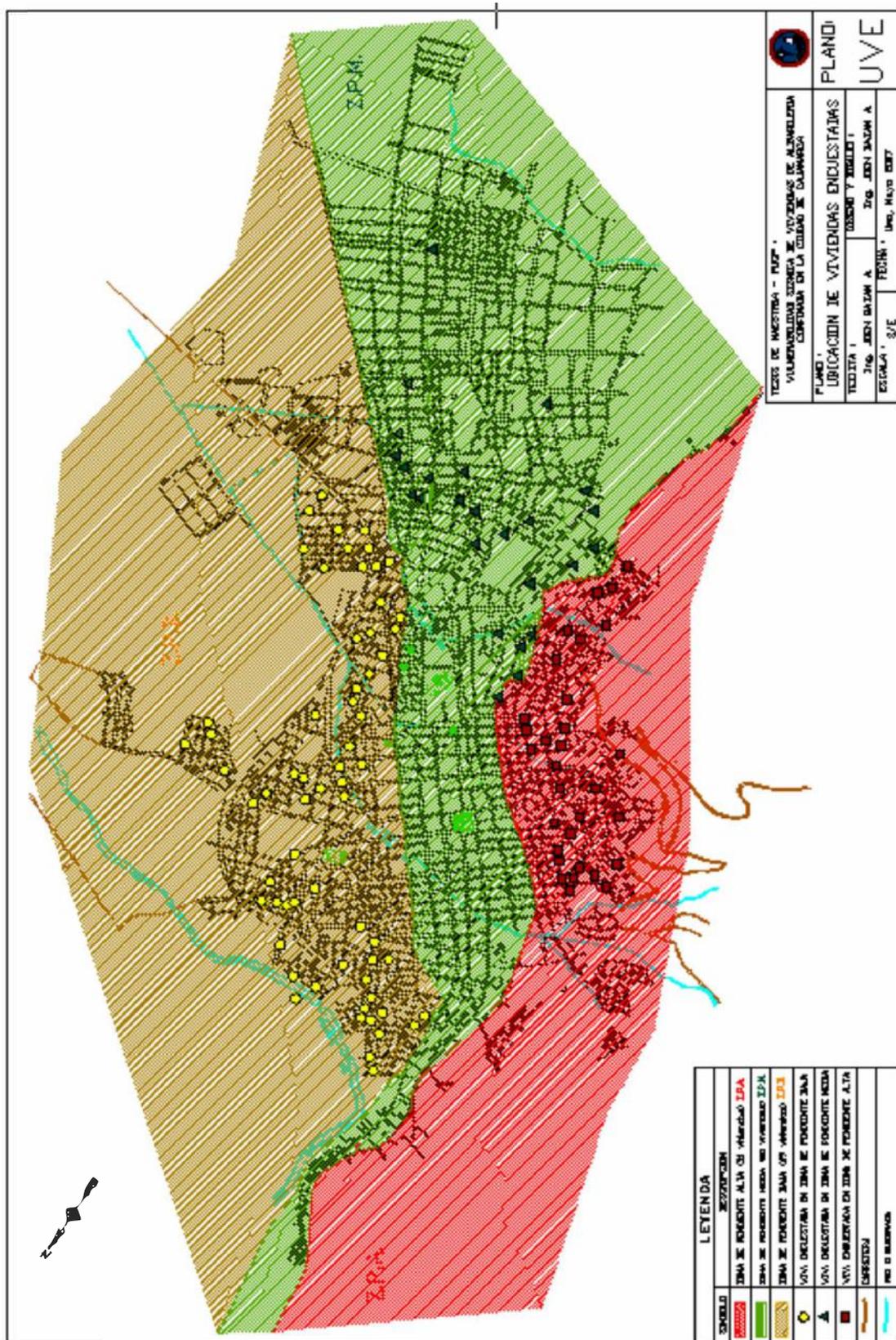


Figura N° 5.28: Plano de Ubicación de viviendas encuestadas en la Ciudad de Cajamarca.



#### **5.2.4 Recolección de datos.**

El proceso de encuesta fue realizado de tal manera que se anotaron los datos obtenidos en el formulario diseñado específicamente para este propósito (Ficha de Encuesta).

En muchos casos se presentaron inconvenientes para ingresar a las viviendas, puesto que los pobladores pensaban que este estudio tenía como finalidad algún cobro de impuestos proveniente de la municipalidad, para lograr convencer a los propietarios se tuvo que volver a explicar el propósito de esta investigación.

El proceso de encuesta es como sigue: Una vez seleccionada la vivienda a encuestar, se entrevista al dueño para obtener información sobre los antecedentes de la construcción: antigüedad de la vivienda, secuencia de construcción, si tuvo asesoramiento técnico o no, y un estimado del costo total de la construcción. Luego se procede a obtener la información técnica: Primero se clasifica el suelo de cimentación como rígido, intermedio, o flexible; luego se toman medidas para hacer un bosquejo en el que se indican las dimensiones de la vivienda y de sus elementos estructurales (cimientos, muros, columnas, vigas y techos). Finalmente se especifican las deficiencias observadas, clasificadas como problemas de ubicación, estructurales, de baja calidad de materiales y mano de obra, u otros. Para cada vivienda se dibujaron sus respectivos croquis de las plantas y las elevaciones, así como también se tomaron fotografías de las fachadas y de las características más relevantes de la vivienda.

Luego de realizadas las encuestas, la información recopilada de cada vivienda se transcribe cuidadosamente en gabinete a una hoja de cálculo MS Excel (Digitalización).

#### **5.2.5 Dificultades Encontradas.**

Al tratar de realizar el trabajo de campo se presentaron algunos inconvenientes, entre los cuales podemos mencionar:

- La principal dificultad en el trabajo de campo fue la falta de predisposición de las familias para permitir el ingreso a sus viviendas, muchas puertas se nos cerraron; y cuando se nos permitía ingresar y empezar con el estudio muchas de las familias se iban incomodando a medida que transcurría la encuesta.
- Otro punto saltante es el hecho de que durante la semana los jefes de familia no se encontraban en su domicilio, teniendo que regresar en horas de almuerzo y/o por la noche y poder sacar recién la cita si es que el propietario lo consideraba pertinente y que generalmente eran los fines de semana
- Después de haber sacado alguna cita en particular, íbamos a la vivienda en la fecha y hora indicada y en varias oportunidades no se encontraban los propietarios y/o se habían desanimado, perdiendo de ésta manera tiempo y recursos.

- Otro inconveniente que se presentó fue que al recorrer varias zonas (sobre todo periféricas), éstas no figuraban en los planos proporcionados por la Municipalidad, siendo complicada la ubicación exacta de la vivienda dentro de un determinada zona habitacional: urbanización, barrio, pueblo joven, etc.
- En más de una oportunidad se tuvo que tener cuidado en visitar las zonas (sobre todo las periféricas) en el sentido de que nos íbamos alejando de la ciudad y existían zonas de delincuencia (Fotografía N° 5.29 y N° 5.30, por ejemplo el barrio Santa Elena y San Martín de Porres); de otra parte existían riesgos a la integridad física por la presencia de perros, que muchas veces estaban en la puerta de la casa impidiéndonos el acceso a varios metros a la redonda. (Figs. N° 5.31 y 5.32).



**Fig. N° 5.29**  
Barrio Santa Elena



**Fig. N° 5.30**  
Barrio San Martín de Porres



**Fig. N° 5.31**



**Fig. N° 5.32**

- Otra dificultad, tal vez indirecta, fueron las condiciones climáticas de extrema intensidad solar durante el día y la presencia de lluvias al finalizar el mismo; siendo este punto un tanto difícil para el recorrido cotidiano programado y que al mismo tiempo dependía de un cronograma general.



## CAPÍTULO VI

### FICHA DE REPORTE

Esta ficha viene a ser una hoja de cálculo diseñada en el programa de cómputo Excel, que sirve para procesar los datos obtenidos en la Ficha de Encuesta. Dicha ficha consta de 03 páginas y su contenido esta dividido en 03 bloques. Como resultado se presenta el resumen del estado y diagnóstico de la vivienda.

Cabe indicar que esta ficha fue elaborada en equipo, en el cual participamos 03 alumnos tesis de pregrado y postgrado (Flores, Dueñas y Bazán), quienes fuimos los que iniciamos este tipo de investigación en la PUCP; de allí que algunos párrafos, dibujos o tablas de este capítulo puedan asemejarse a los de las tesis de mis 02 compañeros ya que los diseñamos juntos en su momento.

Se describe a continuación los 03 bloques en que esta dividida la ficha:

#### 6.1 Antecedentes.

Se consideran los datos más relevantes y algunos datos técnicos de la respectiva Ficha de Encuesta. Los datos a ingresar son:

- Vivienda N°: es el número de orden de la vivienda encuestada.
- Ubicación: la dirección exacta de la vivienda, Urbanización, Barrio o Sector a la que pertenece y/o alguna referencia.
- Dirección técnica: si existen planos o si recibió asesoría técnica para la construcción de la vivienda.
- Antigüedad de la vivienda: tiempo transcurrido desde que se construyeron cimientos hasta la fecha del día de la encuesta.
- Pisos construidos: el número de pisos que se tiene el día de la encuesta. También se considera como piso al último nivel, así tenga construcción parcial, anotándose el estado en “Observaciones y Comentarios”.
- Pisos proyectados: se refiere al número de pisos que se desea construir y/o indicado en el plano (si éste existiese).
- Geografía y geología: en este rubro se indica la pendiente del terreno y el tipo de suelo donde se encuentra cimentada la vivienda.
- Factor de suelo: se indica la clasificación del tipo de suelo, según la Norma Técnica de Edificación: E.030 Diseño Sismorresistente.
- Estado de la vivienda: se indican los datos más relevantes de la vivienda y alrededores, también la geología y la geografía, en que etapa se encuentra la obra, la buena o mala calidad en la construcción y de los materiales utilizados. Se Indica también si en algún momento la vivienda a soportado eventos sísmicos.
- Secuencia de construcción de la vivienda. Los diversas etapas en que se fue construyendo la vivienda.



## 6.2 Aspectos técnicos.

Acápiteme en el que van las descripciones técnicas y los cálculos. Está subdividido en cuatro partes: Elementos de la vivienda, deficiencias de la estructura, análisis sísmico, y estabilidad de muros al volteo.

### 6.2.1 Elementos de la vivienda.

Se indican las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales de la vivienda, como son: cimientos, muros, techos, columnas y vigas.

### 6.2.2 Deficiencias de la estructura.

En este acápite se indican los factores que podrían influir en el mal comportamiento sísmico de la estructura. Se indican como principales deficiencias a: problemas de ubicación, problemas estructurales, mano de obra, materiales deficientes, factores degradantes y otros factores; los cuales se describirán con su respectivo estudio de caso en el siguiente capítulo.

### 6.2.3 Análisis sísmico.

En la presente investigación se estudian las viviendas bajo la definición de *densidad de muros*, comparando el área de muros existente ( $A_e$ ) con el área de muros requerida ( $A_r$ ) de una determinada vivienda en análisis.

Para aplicar tal definición es necesario analizar el comportamiento de un muro de albañilería confinada.

#### **Análisis de muros de albañilería confinada.**

*Esfuerzo Cortante Resistente: (KPa).* Expresión que resulta de dividir la fuerza cortante ( $V_R$ ) entre el área del muro existente ( $A_e$ ).

$$s_c = V_R/A_e \quad \text{-----} \quad (1)$$

*Fuerza Cortante: (VR).* La cual esta asociada al agrietamiento diagonal de los Muros de Albañilería [San Bartolomé, A. 2001] y viene dada por la expresión (para unidades de arcilla):

$$V_R = 0.5 \cdot v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_g \quad \text{-----} \quad (2)$$

Donde

- $v'_m$  Resistencia característica a compresión diagonal de la albañilería (kPa).
- $\alpha$  Factor de reducción de resistencia al corte debido a la esbeltez.
- $t$  Espesor efectivo del muro en análisis (m).
- $L$  Longitud total del muro en análisis, incluyendo columnas (m).
- $P_g$  Carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (kPa).

Factorizando la Ec. (2):

$$V_R = t \cdot L \cdot (0.5 \cdot v'_m \cdot \alpha + 0.23 \cdot P_g/tL)$$

$$V_R = A_e \cdot (0.5 \cdot v'_m \cdot \alpha + 0.23 \cdot f_a)$$

Donde

- $f_a$  Carga unitaria sobre el muro (kPa).

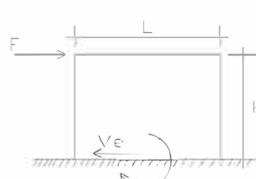
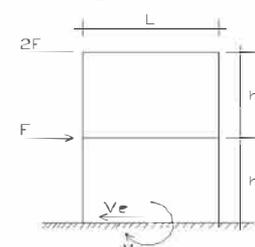
**Factor de reducción de resistencia al corte debido a la esbeltez:** El valor de  $\alpha$  está comprendido entre:

$$1/3 \leq \alpha = (V_e L / M_e) \leq 1$$

Donde

- $V_e$  : Fuerza cortante obtenida del análisis elástico para el muro en análisis.
- $M_e$  : Momento flector obtenido del análisis elástico para el muro en análisis.

**Tabla N° 6.01:** “ $\alpha$ ” para viviendas de uno y dos pisos.

N° de pisos	Fig N° : 6.01	Fig N° : 6.02																																																	
																																																			
“ $\alpha$ ”	$L/h$	$3L/(5h)$																																																	
“ $\alpha$ ” de la edificación.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Muro</th> <th colspan="2">Longitud</th> <th rowspan="2">Altura (metros)</th> <th colspan="2">Factor de reducción por esbeltez</th> </tr> <tr> <th>(metros)</th> <th>Cociente</th> <th><math>\alpha=L/h</math> ó <math>3L/(5h)</math> : <math>1/3 \leq \alpha \leq 1</math></th> <th><math>\alpha = (L/\sum L)*(L/h)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M<sub>1</sub></td> <td>L<sub>1</sub></td> <td>L<sub>1</sub> / <math>\sum L</math></td> <td>h<sub>1</sub></td> <td>L<sub>1</sub> / h<sub>1</sub></td> <td><math>\alpha_1 = (L_1/\sum L)*(L_1/h_1)</math></td> </tr> <tr> <td>M<sub>2</sub></td> <td>L<sub>2</sub></td> <td>L<sub>2</sub> / <math>\sum L</math></td> <td>h<sub>2</sub></td> <td>L<sub>2</sub> / h<sub>2</sub></td> <td><math>\alpha_2 = (L_2/\sum L)*(L_2/h_2)</math></td> </tr> <tr> <td>M<sub>3</sub></td> <td>L<sub>3</sub></td> <td>L<sub>3</sub> / <math>\sum L</math></td> <td>h<sub>3</sub></td> <td>L<sub>3</sub> / h<sub>3</sub></td> <td><math>\alpha_3 = (L_3/\sum L)*(L_3/h_3)</math></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>M<sub>n</sub></td> <td>L<sub>n</sub></td> <td>L<sub>n</sub> / <math>\sum L</math></td> <td>h<sub>n</sub></td> <td>L<sub>n</sub> / h<sub>n</sub></td> <td><math>\alpha_n = (L_n/\sum L)*(L_n/h_n)</math></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td><math>\sum L</math></td> <td>1,00</td> <td></td> <td></td> <td><math>\alpha = \sum (\alpha_{1-n})</math></td> </tr> </tbody> </table>					Muro	Longitud		Altura (metros)	Factor de reducción por esbeltez		(metros)	Cociente	$\alpha=L/h$ ó $3L/(5h)$ : $1/3 \leq \alpha \leq 1$	$\alpha = (L/\sum L)*(L/h)$	M <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> / $\sum L$	h <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> / h <sub>1</sub>	$\alpha_1 = (L_1/\sum L)*(L_1/h_1)$	M <sub>2</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> / $\sum L$	h <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> / h <sub>2</sub>	$\alpha_2 = (L_2/\sum L)*(L_2/h_2)$	M <sub>3</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>3</sub> / $\sum L$	h <sub>3</sub>	L <sub>3</sub> / h <sub>3</sub>	$\alpha_3 = (L_3/\sum L)*(L_3/h_3)$	...	...	...	...	...	...	M <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>n</sub> / $\sum L$	h <sub>n</sub>	L <sub>n</sub> / h <sub>n</sub>	$\alpha_n = (L_n/\sum L)*(L_n/h_n)$	Total	$\sum L$	1,00			$\alpha = \sum (\alpha_{1-n})$
	Muro	Longitud		Altura (metros)	Factor de reducción por esbeltez																																														
		(metros)	Cociente		$\alpha=L/h$ ó $3L/(5h)$ : $1/3 \leq \alpha \leq 1$	$\alpha = (L/\sum L)*(L/h)$																																													
	M <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> / $\sum L$	h <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> / h <sub>1</sub>	$\alpha_1 = (L_1/\sum L)*(L_1/h_1)$																																													
	M <sub>2</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> / $\sum L$	h <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> / h <sub>2</sub>	$\alpha_2 = (L_2/\sum L)*(L_2/h_2)$																																													
	M <sub>3</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>3</sub> / $\sum L$	h <sub>3</sub>	L <sub>3</sub> / h <sub>3</sub>	$\alpha_3 = (L_3/\sum L)*(L_3/h_3)$																																													
	...	...	...	...	...	...																																													
M <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>n</sub> / $\sum L$	h <sub>n</sub>	L <sub>n</sub> / h <sub>n</sub>	$\alpha_n = (L_n/\sum L)*(L_n/h_n)$																																														
Total	$\sum L$	1,00			$\alpha = \sum (\alpha_{1-n})$																																														

**Comparación entre el área de muros existente (Ae) y el área de muros requerida (Ar).**

El procedimiento a seguir es:

**Paso 1:** Se halla el Cortante Basal Actante (V), utilizando la fórmula propuesta en la Norma Técnica de Edificación: E.030 Diseño Sismorresistente (2003). Las viviendas se analizarán para dos sollicitaciones sísmicas; sismo raro y sismo frecuente. Considerando para sismo raro una aceleración de 0,4g y para sismo frecuente una de 0,2g [SEAOC.1995].

**Cortante Basal (kN):**  $V = Z U S C P / R$  ..... (4)

Donde

- Z : Factor de zona.  
 Sismo raro: 0,4g  
 Sismo frecuente: 0,2g
- U : Factor de uso (1; categoría C).
- S : Factor de suelo.  
 Suelo rígido: 1,0  
 Suelo intermedio: 1,2  
 Suelo flexible: 1,4
- C : Factor de amplificación sísmica (2,5).
- P : Peso de la estructura (kN) :  $P=A_p \times W$ .  
 $A_p$ : Área total en planta de la edificación.  
 W: Peso promedio por metro cuadrado de edificación.  
 Techo de losa aligerada:  $W = 8 \text{ kPa}$   
 Techo de calaminas o teja:  $W = 4 \text{ kPa}$
- R : Factor de reducción por ductilidad. [Muñoz, San Bartolomé, Rodríguez. 2001]  
 Sismo raro: 3 (Para controlar demandas de ductilidad).  
 Sismo frecuente: 1 (Se espera comportamiento elástico).

**Paso 2:** Se calcula el área de muros requerida ( $A_r$ ). Este valor se obtiene dividiendo el cortante basal actuante ( $V$ ) en la estructura, calculado en el paso anterior, entre el esfuerzo cortante resistente promedio ( $s_c$ ) del muro.

Área requerida ( $m^2$ ):  $A_r = V / s_c$  ..... (5)

**Paso 3:** Se compara el área de muros existente en la vivienda ( $A_e$ ), entre el área de muros requerida ( $A_r$ ), a través del cociente  $A_e / A_r$ .

**Interpretación de resultados.**

Según resultados de ensayos desarrollados en el país, la resistencia máxima de un muro de albañilería confinada se alcanza a una distorsión angular (relación entre el desplazamiento horizontal y la altura del muro) de 1/800, y se mantiene constante hasta una distorsión de 1/200, que es el límite hasta el cual el muro es reparable. Posteriormente el muro va degradando su resistencia hasta que las columnas fallan y ocurre el colapso. Se usará la Figura 6.03 para interpretar los resultados de la relación " $A_e/A_r$ ".

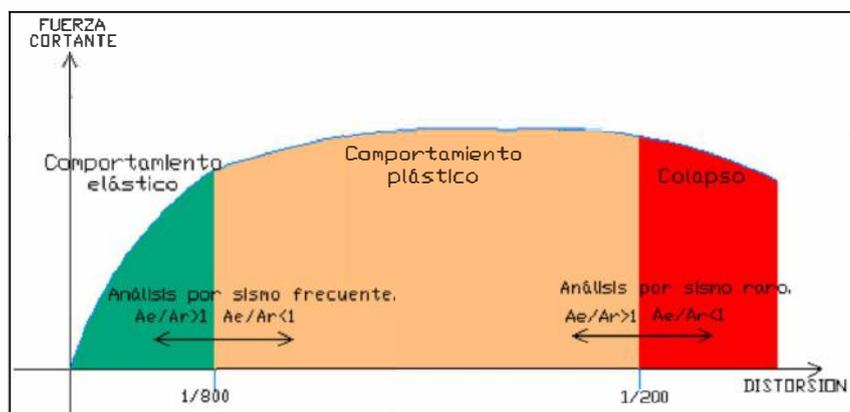


Fig. 6.03: Comportamiento de la albañilería confinada.

La relación  $A_e/A_r > 1$  indica que la vivienda tiene una buena cantidad de muros y un comportamiento elástico ante sismo frecuente y comportamiento plástico ante sismo severo.  $A_e/A_r = 1$  indica que la vivienda tiene una cantidad de muros aceptable con un comportamiento plástico, y si la relación  $A_e/A_r < 1$ , entonces la vivienda tiene una deficiente cantidad de muros con un comportamiento plástico ante sismo frecuente y tendiente al colapso ante sismo raro.

Debido a que en el análisis por sismo frecuente se espera un comportamiento elástico de la estructura, se podrán considerar como muros sismorresistentes todos los elementos de albañilería (confinada o sin confinar), cuya longitud mínima sea 50cm.

Para el caso del análisis por sismo raro, se espera un comportamiento inelástico de la estructura. Se consideran como elementos sismorresistentes sólo los muros de albañilería confinados en sus cuatro lados. En los muros confinados por tres de sus lados se considera sólo el 50% del área del muro. La longitud mínima de los muros será también de 50cm.

#### 6.2.4 Estabilidad de muros al volteo.

Se analizan los muros que no tienen diafragma rígido (aligerado o losa maciza) en la parte superior, tal como los muros del cerco de la vivienda, los parapetos de las azoteas, los muros de fachada que se encuentran sobre el alero y los muros de pisos superiores sin techar. El análisis es por fuerzas perpendiculares al plano del muro, según el procedimiento propuesto en la Norma E.070 de Albañilería. Estos muros se analizarán para una aceleración de 0,20g.

El momento máximo ocurre normalmente en la parte superior central del muro (Fig. 6.04). Para determinar si el muro en análisis es estable o inestable se compara el momento actuante en el muro ( $M_a$ ) con el momento resistente del mismo ( $M_r$ ).

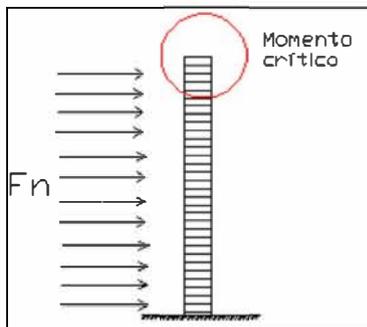


Fig. 6.04: Estabilidad al volteo, en un muro de albañilería.

*Momento Actuante:* Viene dado por la expresión:

$$M_a = m W a^2 \text{ -----(6)}$$

Donde:

m: Coeficiente de momentos.

- Para muros con tres lados arriostrados, "m" se obtiene de la tabla siguiente:

b / a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
m	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132

- Para muros arriostrados sólo en sus bordes horizontales: "a" es la altura del muro y  $m = 0.125$ .
- Cuando el muro es en voladizo,  $m = 0,5$ .



W: Carga perpendicular al plano del muro.

$$W = Z U C_1 P_1$$

Z: Factor de zona (0,2g).

U: Factor de uso (1,0; categoría C: viviendas).

C<sub>1</sub>: Coeficiente sísmico (1.3; elementos cuya falla entrañe peligro).

P<sub>1</sub>: Peso que recibe el muro en análisis (kN/m).

a: Longitud del borde libre.

Reemplazando en ec. ( 6 ), tenemos:

$$M_a = m (Z U C_1 P_1) a^2 = 0,26 m P_1 a^2 \quad \text{-----}(7).$$

*Momento Resistente [Ref. 1]:*

$$\text{Esta dado por la expresión: } M_r = 16,7 t^2 \quad \text{-----}(8).$$

Donde : t, es el espesor del muro (m).

Comparando (7) y (8):

Si  $M_a \leq M_r$  el muro es estable

Si  $M_a > M_r$  el muro es inestable

### 6.3 Gráficos y fotografías.

En esta parte de la ficha se presentan planos en planta y en elevación de la vivienda en estudio, así como fotografías con sus respectivas descripciones, de tal manera de visualizar mejor la estructura y realizar un análisis adecuado. Para más detalle se anexarán los planos y elevaciones dibujadas en en el programa de cómputo AutoCad.

### 6.4 Diagnóstico de la Vulnerabilidad Sísmica.

La Ficha de Reporte finaliza con el resumen del estado y el diagnóstico de la vivienda analizada. Los resultados se dan para viviendas con diafragma rígido. Debido a que el 100 % de las viviendas encuestadas (representativas) representan este tipo de diafragma.

En este tipo de viviendas se aplican los procedimientos anteriormente indicados sobre densidad de muros y estabilidad de muros al volteo, éste último cuando sea necesario.



### 6.4.1 Factores para el diagnóstico.

Se consideran:

**Densidad de Muros:** se determina para los casos de sismo frecuente y sismo raro. Se clasifica como: buena densidad; relación  $A_e/A_r > 1,2$ , regular densidad; relación  $0,8 < A_e/A_r < 1,2$ , y deficiente densidad; relación  $A_e/A_r < 0,8$ . Para clasificar como “buena densidad” la vivienda debe tener la relación  $A_e/A_r > 1,2$  en sus dos direcciones principales.

**Estabilidad de Muros:** se basa en la calificación de “algunos muros inestables” que significa de 2 a 4 muros inestables; luego los límites de “todos los muros estables” y “todos los muros inestables”

**Mano de Obra y Materiales:** se considera la evaluación visual global sobre la calidad de mano de obra y los materiales utilizados en la construcción. Estos se clasifican como; buena calidad, regular calidad y mala calidad.

**Ubicación de la estructura:** se considera la topografía y tipología del suelo donde esta cimentada la vivienda, como: “Buena ubicación” significa una zona sin pendiente y un suelo de buena resistencia. “Mala ubicación” significa una zona con pendiente pronunciada y un suelo de relleno o similar; y la calificación intermedia de “Regular ubicación” para todas las demás combinaciones.

El siguiente cuadro resumen muestra los cuatro factores que se toman en cuenta en el diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica, en la cual se da prioridad a la densidad de muros como factor más influyente (60%), seguido por la estabilidad de muros (20%), finalmente están la mano de obra y materiales (10%) y la ubicación de la estructura (10%).

Tabla N° 6.02: Factores para determinar la vulnerabilidad sísmica.

Densidad de muros (60%)	Estabilidad de muros (20%)	Mano de obra y materiales (10%)	Ubicación de la Estructura (10%)	Diagnóstico (100%)
Buena: $A_e/A_r > 1.2$	No existen muros inestables	Buena calidad	Buena ubicación	Vulnerabilidad baja
Regular: $0.8 \leq A_e/A_r \leq 1.2$	Algunos muros inestables	Buena o regular calidad	Buena o regular ubicación	Vulnerabilidad media
Deficiente: $A_e/A_r < 0.8$	Muchos muros inestables	Regular o mala calidad	Regular o mala ubicación	Vulnerabilidad alta

**6.4.2 Niveles de diagnóstico ante sismo frecuente:** El diagnóstico se determina en tres niveles:

*Vulnerabilidad sísmica baja:*

- La estructura analizada presenta una buena densidad de muros ( $A_e/A_r > 1.2$ ) en ambos sentidos del análisis. A este caso le corresponde en la columna de “Estado” la denominación de “Bueno”.
- En la estructura no existen materiales de estabilidad o sólo alguno.
- Presenta una mano de obra y materiales de buena calidad; sin la presencia de cangrejas en el concreto, juntas entre ladrillos de 1 a 2cm, ladrillos de fabricación industrial.
- La vivienda se encuentra en buena ubicación.
- La estructura no sufre daños de consideración, comportamiento prácticamente elástico.



*Vulnerabilidad sísmica media:*

- La estructura analizada presenta una densidad de muros regular ( $0.8 \leq Ae/Ar \leq 1.2$ ) en ambos sentidos del análisis o densidad “regular” en un sentido y “bueno” en el otro. A este caso le corresponde en la columna de “Estado” la denominación de “Regular”.
- En la estructura presenta algunos muros con problemas de estabilidad al volteo.
- Presenta una mano de obra y materiales de regular calidad; pocas cangrejeras en el concreto, la mayor parte de los muros a plomo, juntas entre ladrillos de 1.5 a 2.5cm, ladrillos de fabricación artesanal con buena textura.
- La vivienda se encuentra en ubicación regular.
- Los daños que presentaría que presentaría la estructura serían reparables.

*Vulnerabilidad sísmica alta:*

- La estructura analizada presenta una densidad de muros deficiente ( $Ae/Ar < 0.8$ ) en cualquiera de los sentidos en análisis. A este caso le corresponde en la columna de “Estado” la denominación de “Deficiente”.
- En la estructura presenta muchos muros con problemas de estabilidad al volteo.
- Presenta una mano de obra y materiales de mala calidad; cangrejeras en el concreto, muros desaplomados y desalineados, juntas entre ladrillos mayores a 2.5cm, ladrillos de fabricación artesanal de pésima calidad y textura.
- La vivienda se encuentra sobre una mala ubicación; en el borde de un barranco, en una quebrada, sobre un suelo de baja calidad, relleno o similar.
- Existe la posibilidad de daños considerables en la estructura, estos daños podrían ser no reparables.

**6.4.3 Niveles de diagnóstico ante sismo raro:** El diagnóstico se determina en tres niveles:

*Vulnerabilidad sísmica baja:* La estructura analizada presenta una buena densidad de muros ( $Ae/Ar > 1.2$ ) en sus dos sentidos. Los daños que la presenta la estructura son reparables, no existiendo la posibilidad de colapso bajo esta sollicitación.

*Vulnerabilidad sísmica media:* La estructura analizada presenta una regular densidad de muros ( $0.8 \leq Ae/Ar \leq 1.2$ ) en sus dos sentidos. Alguno de los daños que la presentaría la estructura son irreparables, existiendo la posibilidad de colapso bajo esta sollicitación.

*Vulnerabilidad sísmica alta:* La estructura analizada presenta una densidad de muros deficiente ( $Ae/Ar < 0.8$ ) en alguno de sus dos sentidos o en ambos. Existirán daños irreparables y gran posibilidad de colapso de la estructura.



#### 6.4.4 Valores numéricos equivalentes para determinar la vulnerabilidad: EI

Ya que casi nunca la viviendas tendrán todos los factores (bueno, regular, deficiente), es conveniente determinar valores numéricos equivalentes para cada condición influyente de tal manera de determinar la vulnerabilidad para diversas combinaciones de casos.

Tabla N° 6.03: Factores para determinar la vulnerabilidad sísmica.

FACTORES INFLUYENTES EN LA VULNERABILIDAD	CONDICIONES Y VALORES NUMERICOS						
	Densidad de Muros	Buena : $Ae/Ar > 1.2$	60	Regular $0.8 \leq Ae/Ar \leq 1.2$	30	Deficiente: $Ae/Ar < 0.8$	0
Estabilidad de muros	No existen muros inestables	20	Algunos muros inestables	10	Muchos muros inestables	0	
Mano de obra y materiales	Buena o regular calidad	10	Regular calidad	5	Regular o mala calidad	0	
Ubicación de la estructura	Buena ubicación	10	Regular ubicación	5	Mala ubicación	0	
DIAGNOSTICODE LA VULNERABILIDAD	Sismo frecuente	Vulnerabilidad S. baja: $65 < (total) \leq 100$		Vulnerabilidad S. media: $35 \leq (total) \leq 65$		Vulnerabilidad S. alta: $0 \leq (total) < 35$	
	Sismo raro	Vulnerabilidad S. baja: $65 < (total) \leq 100$		Vulnerabilidad S. media: $35 \leq (total) \leq 65$		Vulnerabilidad S. alta: $0 \leq (total) < 35$	







**VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA  
 CONFINADA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA  
 FICHA DE REPORTE**

Vivienda N° : 1 - ZPA

**Antecedentes:**  
 Ubicación: Av. Perú N° 1164 - Barrio El Estanco

Dirección técnica: No, tampoco a nivel de proyecto.      Antigüedad de la vivienda: 08 años

Pisos construidos: 2      Pisos proyectados: 2

Geografía y geología: Sobre gran pendiente, suelo tufo volcánico, traquita.      Factor de Suelo S = 1.0

Estado de la vivienda: La vivienda se encuentra sin tarrajar tanto interior como exteriormente, excepto la fachada del 1er nivel. Juntas entre ladrillos hasta 3.5 cm. Algunas columnas mal encofradas y con presencia de cangrejeras, humedad en aligerado. En el primer nivel se observa que sólo dos muros transversales son de e=0.25m., los demás muros incluidos los del segundo nivel son de e=0.15m. Humedad en pisos y muros.

Secuencia de construcción de la vivienda: 1ro cimentación y muros del 1er nivel, luego el 2do nivel. 02 etapas.

**Aspectos técnicos:**

**Elementos de la vivienda:**

Elemento	Características
Cimientos	Cimiento corrido de concreto ciclopeo de 0.40-0.60 x 0.70 m. de prof. Algunas zapatas.
Muros	Muros albañilería, ladrillo artesanal, 9x13x23, juntas 3.50 cm. De diferentes fábricas artesanales.
Techo	Losa aligerada de 20 cm para el 1er nivel y de 17cm para el 2do nivel.
Columnas	De 0.25x0.25 m.
Vigas	De 0.25x0.20, no existen peraltadas.

**Deficiencias de la estructura:**

Problemas de ubicación:	Mano de obra:
Filtración de aguas arriba.	De baja calidad.
Empuje del terreno, parte posterior.	Materiales deficientes:
Problemas estructurales:	De baja calidad ladrillos y agregados (de cerro)
Columnas mal encofradas y con cangrejeras.	Factores degradantes:
Falta de continuidad vertical de columnas.	Humedad en pisos, muros y aligerado.
	Intemperismo, falta de tarrajeo.
	Otros:

**Análisis por sismo raro (Z=0.4g, U=1, C=2.5, R=3)**  
 Fuerza permisible por corte (kN) =  $Ae(0.5v'm \alpha + 0.23 \alpha_x = 0.62 : \alpha_y = 0.97$  Resistencia característica a corte (kPa):  $v'm = 510$

Area	Cortante Basal	Fuerza permisible	Area de muros	Resultados					
Piso 1	Peso acum. V=ZUSCP/R	fa	Fuerza	Requerida: Ar	Existente: Ae	Densidad	Ae / Ar	Estado	
m <sup>2</sup>	kPa	kN	kPa	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%	adimensional		
Análisis en el sentido "X"									
55	16	293	200	122	1.4	0.6	0.5	0.4	<b>Deficiente</b>
Análisis en el sentido "Y"									
55	16	293	190	1164	1.0	4.0	3.6	4.0	<b>Bueno</b>

**Análisis por sismo frecuente (Z=0.2g, U=1, C=2.5, R=1)**  
 Fuerza permisible por corte (kN) =  $Ae(0.5v'm \alpha + 0.23 \alpha_x = 0.62 : \alpha_y = 0.97$  Resistencia característica a corte (kPa):  $v'm = 510$

Area	Cortante Basal	Fuerza permisible	Area de muros	Resultados					
Piso 1	Peso acum. V=ZUSCP/R	fa	Fuerza	Requerida: Ar	Existente: Ae	Densidad	Ae / Ar	Estado	
m <sup>2</sup>	kPa	kN	kPa	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%	adimensional		
Análisis en el sentido "X"									
55	16	440	200	159	2.2	0.8	0.7	0.4	<b>Deficiente</b>
Análisis en el sentido "Y"									
55	16	440	190	1281	1.5	4.4	4.0	2.9	<b>Bueno</b>

Página 1/3

fig. 6.05: Ficha de Reporte de la Vivienda N° 1 – ZPA (Zona de Pendiente Alta), Página 1/3.

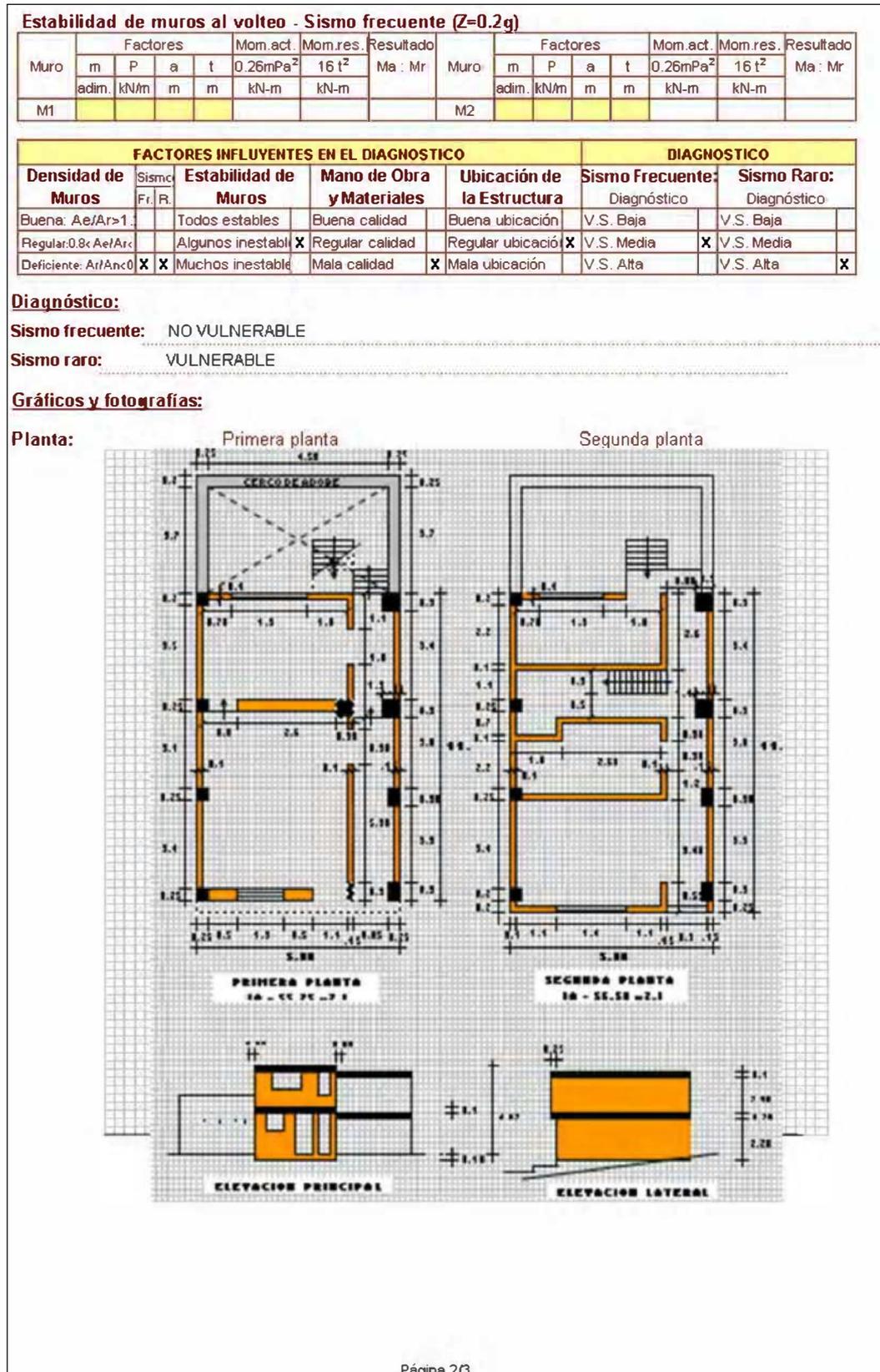
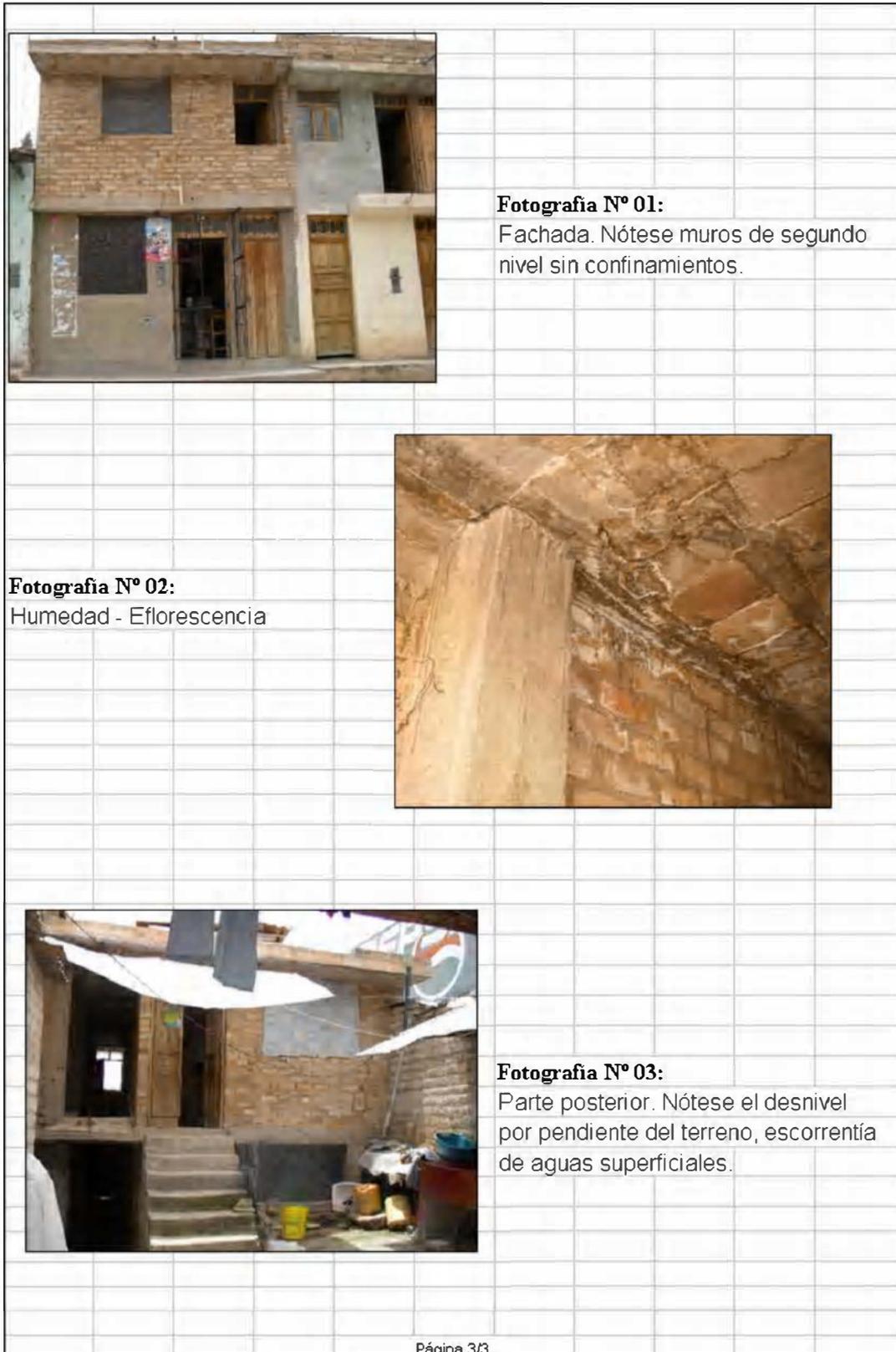


Fig. 6.06: Ficha de Reporte de la Vivienda N° 1 – ZPA (Zona de Pendiente Alta), Página 2/3.



**Fig. 6.07:** Ficha de Reporte de la Vivienda N° 1 – ZPA (Zona de Pendiente Alta), Página 3/3.



## CAPÍTULO VII

### RESULTADOS OBTENIDOS

#### 7.1 Resultados descritos cuantitativamente.

Se presentan los resultados obtenidos del proceso de las fichas de reportes; se ha calculado la relación entre el área existente de muros de la vivienda ( $A_e$ ) y el área requerida ( $A_r$ ), para casos de sismo raro y sismo frecuente. También se halló la estabilidad de muros al volteo por sismo frecuente.

De las 120 viviendas encuestadas el 100% tienen diafragma rígido; 16 viviendas son de un nivel (13%), 91 viviendas de dos niveles (76%), 12 viviendas de 03 niveles (10%) y 01 vivienda de 04 niveles (1%).

En muchos casos las viviendas tenían dos niveles construidos, pero el segundo piso aun no se encontraba techado o sólo tenía material ligero, siendo consideradas como viviendas de un solo nivel en el análisis.

##### 7.1.1 Relación entre el área existente y el área requerida ( $A_e/A_r$ ).

En las tablas 7.01 y 7.02 se presentan los resultados de la relación  $A_e/A_r$  para los casos de sismo raro y sismo frecuente.

La dirección "x" es paralela a la fachada y la dirección "y" perpendicular a ella.

Tabla 7.01: Relación  $A_e/A_r$  por sismo raro.

ANTE SISMO RARO					
ZONA DE PENDIENTE ALTA					
Relación $A_e/A_r$	Descripción del estado	Viviendas			
		En la dirección "x"		En la dirección "y"	
		Número	%	Número	%
$A_e/A_r > 1,2$	Bueno	8	25.8	31	100.00
$0,8 \leq A_e/A_r \leq 1,2$	Regular	6	19.4	-	-
$A_e/A_r < 0,8$	Deficiente	17	54.8	-	-
Sub-total		31	100.00	31	100.00
ZONA DE PENDIENTE MEDIA					
Relación $A_e/A_r$	Descripción del estado	Viviendas			
		En la dirección "x"		En la dirección "y"	
		Número	%	Número	%
$A_e/A_r > 1,2$	Bueno	5	20	25	100.00
$0,8 \leq A_e/A_r \leq 1,2$	Regular	5	20	-	-
$A_e/A_r < 0,8$	Deficiente	15	60	-	-
Sub-total		25	100.00	25	100.00
ZONA DE PENDIENTE BAJA					
Relación $A_e/A_r$	Descripción del estado	Viviendas			
		En la dirección "x"		En la dirección "y"	
		Número	%	Número	%
$A_e/A_r > 1,2$	Bueno	10	15.6	60	93.8
$0,8 \leq A_e/A_r \leq 1,2$	Regular	11	17.2	4	6.2
$A_e/A_r < 0,8$	Deficiente	43	67.2	-	-
Sub-total		64	100.00	64	100.00
TOTAL		120		120	



Tabla 7.02: Relación  $A_e/A_r$  por sismo frecuente.

ANTE SISMO FRECUENTE					
ZONA DE PENDIENTE ALTA					
Relación $A_e/A_r$	Descripción del estado	Viviendas			
		En la dirección "x"		En la dirección "y"	
		Número	%	Número	%
$A_e/A_r > 1,2$	Bueno	6	19.40	30	97.00
$0,8 \leq A_e/A_r \leq 1,2$	Regular	8	25.80	1	3.00
$A_e/A_r < 0,8$	Deficiente	11	17.54	-	-
Sub-total		31	100.00	31	100.00
ZONA DE PENDIENTE MEDIA					
Relación $A_e/A_r$	Descripción del estado	Viviendas			
		En la dirección "x"		En la dirección "y"	
		Número	%	Número	%
$A_e/A_r > 1,2$	Bueno	3	12.00	25	100.00
$0,8 \leq A_e/A_r \leq 1,2$	Regular	6	24.00	-	-
$A_e/A_r < 0,8$	Deficiente	16	64.00	-	-
Sub-total		25	100.00	25	100.00
ZONA DE PENDIENTE BAJA					
Relación $A_e/A_r$	Descripción del estado	Viviendas			
		En la dirección "x"		En la dirección "y"	
		Número	%	Número	%
$A_e/A_r > 1,2$	Bueno	8	12.50	56	87.50
$0,8 \leq A_e/A_r \leq 1,2$	Regular	7	10.90	6	9.40
$A_e/A_r < 0,8$	Deficiente	49	76.60	2	3.10
Sub-total		64	100.00	64	100.00
TOTAL		120		120	

Los valores presentados serán más desfavorables en el futuro, ya que los propietarios del 100% de viviendas piensan seguir construyendo más niveles en su casa y con las mismas costumbres constructivas.

### 7.1.2 Estabilidad de muros al volteo.

En la Tabla 7.03 se presentan los resultados de la estabilidad de muros al volteo.

Tabla 7.03: Estabilidad de muros al volteo.

Descripción del estado de los muros	Zona de Pendiente Alta		Zona de Pendiente Media		Zona de Pendiente Baja	
	Nº de viviendas	%	Nº de viviendas	%	Nº de viviendas	%
Todos estables	04	12.90	01	4.00	03	4.60
Algunos inestables	17	54.80	17	68.00	44	68.80
Muchos inestables	10	32.30	07	28.00	17	26.60
Totales	31	100.00	25	100.00	64	100.00

## 7.2 Resultados descritos cualitativamente.

Se describen cualitativamente los resultados obtenidos en las Fichas de Reporte, los problemas encontrados con más frecuencia se han clasificado de la siguiente manera: Problemas de ubicación. Problemas estructurales, Mano de obra deficiente, Materiales deficientes, Factores degradantes y Otros problemas.

### 7.2.1 Problemas de ubicación.

Se describen problemas básicos generados en viviendas ubicadas en cada una de las tres pendientes de terreno.

**Viviendas en Zona de Pendiente Alta (ZPA):** La zona de pendiente alta de la ciudad presenta una buena calidad de suelo adecuada para la cimentación (traquita, tufo volcánico o comúnmente llamado cantería y roca), en consecuencia se presentan muy pocas viviendas con problemas de asentamientos. El problema en este tipo de viviendas radica en la humedad proveniente de las filtraciones por escorrentía superficial producto de las fuertes lluvias y se agrava porque la mayoría de éstas vivienda y las calles aledañas no cuentan con un adecuado sistema de drenaje para las mismas. Y el otro problema presente es el empuje del terreno. Además según el mapa de peligros del INDECI-Cajamarca, una parte de esta zona es propensa a deslizamientos (Barrio Urubamba y Barrio Corisorgona).



Fig. 7.1: No existe sistema de drenaje, y empuje lateral del terreno.



Fig. 7.2: Filtración de aguas (vivienda de la fotografía izquierda).



Fig. 7.3: Empuje de terreno aledaño.



Fig. 7.4: Calidad del suelo ZPA. Estratos rocosos (Barrio Bellavista)

**Viviendas en Zona de Pendiente Media (ZPM):** Si bien en este tipo de zona se ve disminuido el problema del empuje del terreno sobre la vivienda o sobre las viviendas aledañas, lo que sigue latente es el problema de filtración de aguas superficiales y sub superficiales producto de las filtraciones en la ZPA de la ciudad. El problema que empieza a hacerse notorio es la calidad de suelo que a comparación de la ZPA es de menor calidad (suelo limoso, orgánico, húmedo). De acuerdo a esto último algunas viviendas van mostrando fisuras y grietas en muros.



Fig. 7.5: Humedad proveniente del terreno.  
Barrio Santa Elena Baja.



Fig. 7.6: Suelo limoso-arcilloso.  
Barrio Chontapaccha.



Fig. 7.7: Suelo limoso-orgánico.  
Barrio San Martín de Porres.



Fig. 7.8: Grieta de 1.5mm en muro.  
Barrio Aranjuez.

**Viviendas en Zona de Pendiente Baja (ZPB):** El problema fundamental que presentan las viviendas en esta zona son las fisuras y grietas producto del probable asentamiento debido a la baja calidad del suelo que en su mayoría es orgánico. (antiguamente eran zonas de pastizales). Según INDECI es una zona de peligro frente a la ocurrencia de un sismo (por la calidad de suelo que presenta) y de peligro medio ante inundaciones.



**Fig. 7.9:** Grieta de 2.0mm en muro.  
Urb. Universitaria.



**Fig. 7.10:** Rajadura de 8.0mm en promedio.  
Urb. Villa Universitaria.



**Fig. 7.11:** Suelo orgánico a más de 1.7m.  
de profundidad. Urb. La Merced.



**Fig. 7.12:** Suelo orgánico. Inicio de trabajos  
de excavación. Urb. Los Sauces.



**Fig. 7.13:** Conectividad muro-aligerado eliminada.  
Barrio La Colmena



**Fig. 7.14:** Conectividad muro-columna eliminada.  
Urb. La Perlita.

### 7.2.2 Problemas estructurales.

Las deficiencias de tipo estructural comúnmente encontrados son:

**Muros portantes y no portantes deficientes:** En el 100% de las viviendas analizadas se verificó que las familias no tienen conocimiento del rol que cumplen los muros de albañilería, creen que sólo las columnas y las vigas son los que se encargan de transmitir las cargas, es más, ven el tema sólo desde el punto de vista de cargas por peso propio NO sísmicas. Es por ello que los muros de albañilería pasan a segundo plano y ello se traduce en las siguientes deficiencias observadas: profusión de vanos, rellenos de vanos, remoción de muros para abrir un nuevo vano, picado indiscriminado de muros para el pase de las tuberías de instalaciones eléctricas y sanitarias, deficiente conectividad muro-columna, pésima conectividad muro-aligerado; mal llenadas, falta de uniformidad y excesivo espesor de juntas de mortero, desaplomo de muros, entre otras.

Se sabe que un muro portante de albañilería confinada es aquel elemento estructural que está sujeto a todo tipo de solicitaciones, tanto contenida en su plano como perpendicular a él, tanto vertical como lateral y tanto permanente como eventual, de allí la gran importancia de la adecuada construcción del mismo.



Fig. 7.15: Remoción de muros para la apertura de puerta.



Fig. 7.16: Tuberías de desagüe, los muros no están reforzados adecuadamente.

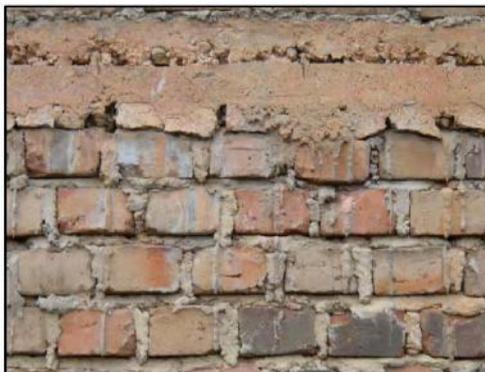


Fig. 7.17: Pésima calida de ladrillos, juntas de de más 3cm de espesor, mal llenadas y desalineadas.



Fig. 7.18: Muro picado diagonalmente para el pase de tuberías de instalaciones eléctricas.



Fig. 7.19: Falta de conectividad muro-aligerado no existe transmisión de cargas.



Fig. 7.20: Profusión de vanos en el sentido paralelo a la fachada.

**Falta de rigidez de la vivienda:** Todas las viviendas encuestadas carecen de rigidez en el sentido paralelo a la fachada debido a que no presentan muros, sólo algunas mochetas de aparejo de sogá debido a la gran cantidad de vanos. En consecuencia, ante la ocurrencia de un evento sísmico las viviendas tendrán desplazamientos excesivos en esa dirección.



Fig. 7.21(a): Profusión de vanos en la fachada.



Fig. 7.21(b): Nula densidad de muros en el sentido en el sentido paralelo a la calle.

Debe existir aproximadamente la misma cantidad de muros en las dos direcciones de la vivienda, esto se debe a que las fuerzas del sismo se pueden presentar en cualquier dirección; esto sumado a una adecuada inclusión de columnas y vigas de concreto armado, dará como consecuencia una construcción altamente resistente a los sismos.

**Falta de juntas sísmicas laterales entre viviendas contiguas:** En la mayor parte de viviendas encuestadas no existen juntas laterales entre viviendas que puedan garantizar un adecuado desplazamiento lateral ante un determinado sismo; esta falta de junta sísmica se debe a que el propietario no quiere perder centímetros de terreno, a que el muro de la vivienda vecina sirve de encofrado para la futura construcción de la nueva vivienda y a que no dejando la junta evitarían la acumulación de basura.



Fig. 7.22: La falta de junta sísmica se complica con los desniveles entre losas contiguas.

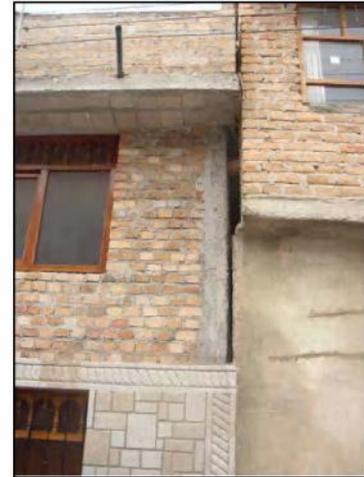


Fig. 7.23: Adecuada junta sísmica, aunque se observó que ocasiona ingreso de lluvia.

Muchas edificaciones en el mundo han fallado por impacto lateral debido a su flexibilidad, fenómeno que se complica con la pendiente del terreno ya que las losas aligeradas estarán a desnivel unas de otras, lo cual ocasionaría el problema adicional de un efecto punzocortante de las losas sobre los muros y columnas de las viviendas contiguas.

**Remoción de elementos sismorresistentes:** En varias viviendas encuestadas se pudo observar que habían removido elementos sismorresistentes, tales como muros, columnas, vigas y aligerados; agravando aún más la falta de rigidez que muestran las viviendas.



Fig. 7.24: Remoción de aligerado para pase de escalera.



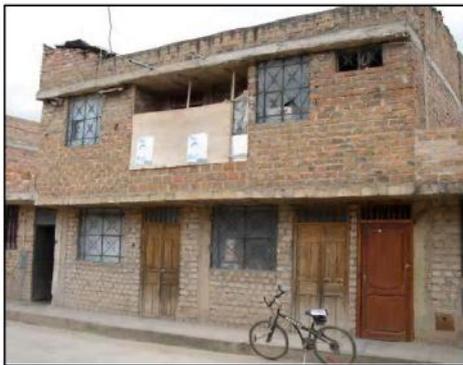
Fig. 7.25: Remoción de aligerado para tragaluz.

También por el contrario se han observado viviendas en las cuales los vanos que originalmente tenían habían sido rellenados con albañilería. Todo ello, como en el caso anterior, con fines arquitectónicos.



**Fig. 7.26:** Vano de puerta relleno de albañilería. Nótese además los desniveles entre losas colindantes y la falta de junta sísmica.

**Muros ubicados en voladizos y parapetos sin confinamientos:** Este es uno de los casos más comunes, muros sin confinamiento que se encuentran ubicados en los niveles superiores en los voladizos de la fachada y en bordes de azoteas. El problema radica en que son muros fáciles de desplomarse por cargas perpendiculares a su plano, debido a la probable ocurrencia de un sismo frecuente.



(a)



(b)

**Fig. 7.27(a) y (b):** Voladizo y laterales en 2do. nivel y azotea, parapetos y muros en azotea sin confinar.

De las 120 viviendas encuestadas ninguna fue construida considerando el confinamiento de los muros ubicados en los voladizos de los niveles superiores, no así los parapetos de azoteas que en contadas viviendas si lo estaban (sólo confinamiento verticales) o se notaba la intención de colocar a futuro.



**Fig. 7.28:** Parapetos de azotea confinados sólo verticalmente.



**Fig. 7.29:** Futuros confinamientos de parapetos en azotea.

**Torsión en planta:** Este problema se da en todas las viviendas ubicadas en esquina; es decir, aquellas que presentan profusión de vanos en ambas fachadas originando así concentración de esfuerzos en las caras opuestas de la vivienda creando el consiguiente desbalance de la actuación de las cargas sísmicas, originando efectos de carácter torsional.



(a)



(b)

Fig. 7.30(a) y (b): Abundancia de vanos en ambas caras, concentración de esfuerzos en las caras opuestas.

**Cercos pegados a la estructura:** Otro caso típico es la falta de independización de la estructura principal con respecto a los cercos de patios y/o jardines, encontrándose las consecuentes fisuras y grietas en tal unión, ello debido a la gran diferencia de rigidez entre ambas estructuras.



Fig. 7.31: Rajadura, mayor de 2.5mm.



Fig. 7.32: Grieta entre 1 a 2mm.

### 7.2.3 Mano de obra de baja calidad.

Lamentablemente luego de concluido este estudio vemos que la calidad de la mano de obra para este tipo de edificaciones en la ciudad de Cajamarca es baja; además del escaso conocimiento mínimo técnico con que cuentan los constructores. Se pudo observar las siguientes deficiencias en la calidad de la mano de obra.

**Dosificación y mezclado inadecuado de materiales en la elaboración del concreto:** De algunos seguimientos de obra realizados se pudo observar y concluir que los obreros no tienen ningún criterio técnico así como herramientas y equipos adecuados para la elaboración del concreto, encontrando casos en que la mezcla la hacían en forma manual con las implicancias que ello trae consigo, elaboración de la mezcla con contaminación (residuos orgánicos: tierra, etc.), sin medición de las cantidades de cemento, agregados y sobre todo agua al mezclar, no vibran al momento de vaciar la mezcla a un determinado elemento encofrado.



Fig. 7.33: Elaboración manual del concreto con agregados de cantera de cerro.



Fig. 7.34: Tienen mezcladora pero vacían la mezcla al piso, contaminándola.



Fig. 7.35: No vibran al vaciar el concreto



Fig. 7.36: Colocación de tubería de desagüe de 4", en la zona del endentado.

**Cangrejeras en el concreto:** Se han demostrado en varias investigaciones hechas en el país y en el extranjero que las cangrejeras en los elementos de confinamiento pueden disminuir la resistencia al corte del muro en 50% [Ref. 11].

Se pudo observar que este problema se debe a la falta de vibrado, al uso de agregados de tamaño más grande de lo permitido para los elementos de confinamiento de una vivienda típica de dos o tres niveles, y a estribos y armadura longitudinal mal colocadas.



Fig. 7.37: Cangrejera en viga expone armadura a la intemperie.

**Estribos con formas inadecuadas:** Como se puede observar en las fotografías adjuntas los estribos están mal armados y colocados, además existían casos en los que los ganchos estaban prácticamente abiertos o el tamaño del gancho era insuficiente. Una vez más el constructor desconoce cuál es la función de dichos estribos.



Fig. 7.38: En ambos casos ganchos de estribos mal hechos.

**Falta de curado del concreto:** Se concluye que los únicos elementos que curan son los aligerados, por 02 o tres días, a través del regado con manguera una o dos veces al día. Los constructores desconocen totalmente la importancia de este procedimiento.

**Muros mal contruidos:** Se observó prácticamente en el 100% de viviendas que los muros presentaban juntas de mortero de excesivo espesor, juntas de mortero desalineadas y de espesores no uniformes, muros desaplomados, muros con inadecuada conectividad con las columnas y con los aligerados; como se indicó en páginas anteriores el muro de albañilería para los constructores pasa a segundo plano y le dan ninguna importancia y menos con propósitos antisísmicos .



Fig. 7.39: Excesivo espesor de juntas, mal llenadas y desalineadas.



Fig. 7.40: Falta de conectividad Muro-columna.

#### 7.2.4 Materiales deficientes.

Los materiales más deficientes comúnmente encontrados son:

**Ladrillos artesanales:** El tipo de ladrillo que se produce en la ciudad es el artesanal, aunque a la fecha se está produciendo ladrillos semindustriales pero son de elevado costo (100% más) y los pobladores siguen empleando el artesanal.

Estos ladrillos presentan deficiencias tales como: demasiado alabeo, variación dimensional, resquebrajaduras, mal cocidos y con impurezas orgánicas.

Estos representan el punto de debilidad por donde se iniciará la falla del muro.



Fig. 7.41 Unidades resquebrajadas, de significativa variación dimensional, y diferentes grados de cocción.



Fig. 7.42: Nótese resquebrajadura y variación en dimensiones.

**Agregados inadecuados:** En Cajamarca existen canteras de río y de cerro, las más usadas son las segundas debido su bajo costo y a su fácil disponibilidad en cualquier época del año. Lamentablemente los agregados de cerros presentan impurezas orgánicas perjudiciales para el concreto.



Fig. 7.43: Agregado de cerro, y elaboración de concreto manualmente.

### 7.2.5 Factores degradantes.

Los factores degradantes encontrados son:

**Humedad en muros y aligerados:** Son varias las viviendas que presentan este tipo de problema debido a que es una zona lluviosa y a las filtraciones de las aguas superficiales y sub-superficiales provenientes de la zona de pendiente de alta hacia las zonas de pendiente media y baja de la ciudad.

La humedad se presenta en muros y aligerados, los cuales al no tener las previsiones del caso se van disgregando y debilitando con el transcurrir del tiempo.



(a)



(b)

Fig. 7.44(a) y (b): Viv. en ZPA, terreno cortado, filtración de aguas; muros estructurales afectados.



(a)



(b)

Fig. 7.45(a) y (b): Acumulación de aguas de lluvia, no posee sistema de drenaje, ni contrapiso; consiguiente filtración y disgregación del concreto y corrosión del acero.

El no evacuar las aguas pluviales oportunamente de los techos genera filtración y a largo plazo la corrosión de sus armaduras. Se ha observado que en el total de las viviendas encuestadas prácticamente ninguna presentaba contrapiso en la azotea como medida de protección mínima ante las aguas pluviales; y en contados casos dichas azoteas poseían adecuado sistema de drenaje (pendientes mínimas de evacuación).

**Armaduras oxidadas:** Se presenta con frecuencia en las azoteas en la mechas de aceros dejados para las futuras columnas de los niveles superiores. Dichos aceros están expuestos sin protección alguna frente al intemperismo. Se muestran oxidadas pero aún sin casos extremos de corrosión del acero.

Los efectos de la corrosión de la armadura en los elementos de concreto armado son: manchas, grietas y desprendimiento del recubrimiento e incapacidad para transmitir las cargas entre el acero y el concreto.

El otro medio a través del cual se han observado oxidación del acero es en elementos de concreto armado que poseen cangrejas.



Fig. 7.46: Armadura de columnas expuestas.



Fig. 7.47: Falta de recubrimiento.

**Grietas en muros:** Una importante cantidad de viviendas encuestadas, sobre todo las de la Zona de Pendiente Baja presentaban fisuras (1mm), grietas (1mm a 2mm) y hasta grietas (Mayor a 2mm) en los muros. Las razones de tal situación se relaciona con el tipo de suelo (orgánico); lo que ocurría en menor cuantía en las viviendas ubicadas en las ZPM y ZPA, cuya calidad del suelo es mejor.

Se han encontrado en muros portantes, en cercos de patio, en unión muro-columnas, en unión muro-aligerado, en parapetos de azotea, en alfeizares, etc.

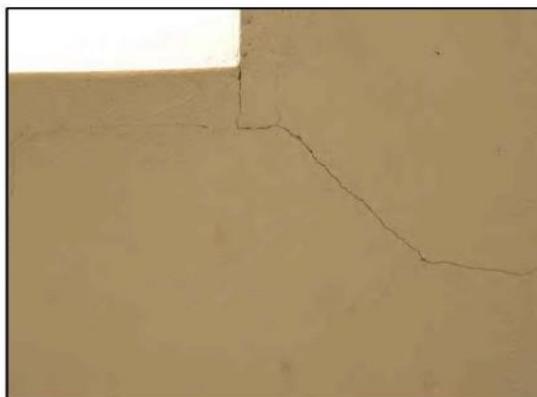
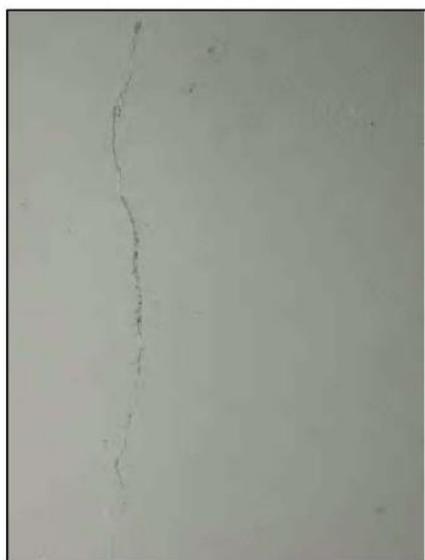


Fig. 7.48: Grietas en alféizar.



Fig. 7.49: Grietas en parapeto de azotea.



**Fig. 7.50:** Grietas al centro de un muro.



**Fig. 7.51:** Grietas en la unión muro-columnas.



**Fig. 7.52:** Grieta en muro portante.



**Fig. 7.53:** Rajadura en cerco de jardín, unidades de concreto.



### 7.3 Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica.

Dicho diagnóstico es el obtenido de la respectiva ficha de reporte para cada una de las 120 viviendas:

Tabla 7.04: Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica, ante sismo frecuente.

<b>ANTE SISMO FRECUENTE</b>			
Zona	Diagnóstico	Nº de viviendas	%
<b>ZPA</b>	V.S. Alta	17	54.80
	V.S. Media	08	25.80
	V.S. Baja	06	19.40
	Sub Total	31	100.00
<b>ZPM</b>	V.S. Alta	16	64.00
	V.S. Media	06	24.00
	V.S. Baja	03	12.00
	Sub Total	25	100.00
<b>ZPB</b>	V.S. Alta	51	79.70
	V.S. Media	07	10.90
	V.S. Baja	06	9.40
	Sub Total	64	100.00
	<b>Total</b>	<b>120</b>	

Tabla 7.05: Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica, ante sismo raro.

<b>ANTE SISMO RARO</b>			
Zona	Diagnóstico	Nº de viviendas	%
<b>ZPA</b>	V.S. Alta	17	54.80
	V.S. Media	05	16.10
	V.S. Baja	09	29.10
	Sub Total	31	100.00
<b>ZPM</b>	V.S. Alta	15	60.00
	V.S. Media	05	20.00
	V.S. Baja	05	20.00
	Sub Total	25	100.00
<b>ZPB</b>	V.S. Alta	46	71.90
	V.S. Media	11	17.20
	V.S. Baja	07	10.90
	Sub Total	64	100.00
	<b>Totales</b>	<b>120</b>	<b>100</b>

Del total de la ciudad se tiene que ante sismo frecuente el 70% de viviendas presentan una VS alta, el 17.5% VS media y el 12.5% VS baja.

Y ante sismo raro el 65% de viviendas presentan una VS alta, el 17.5% VS media y el 17.5% VS Baja.

Para mayor ilustración se presenta el plano de la ciudad con los porcentajes de vulnerabilidad sísmica por cada una de las tres zonas estudiadas.

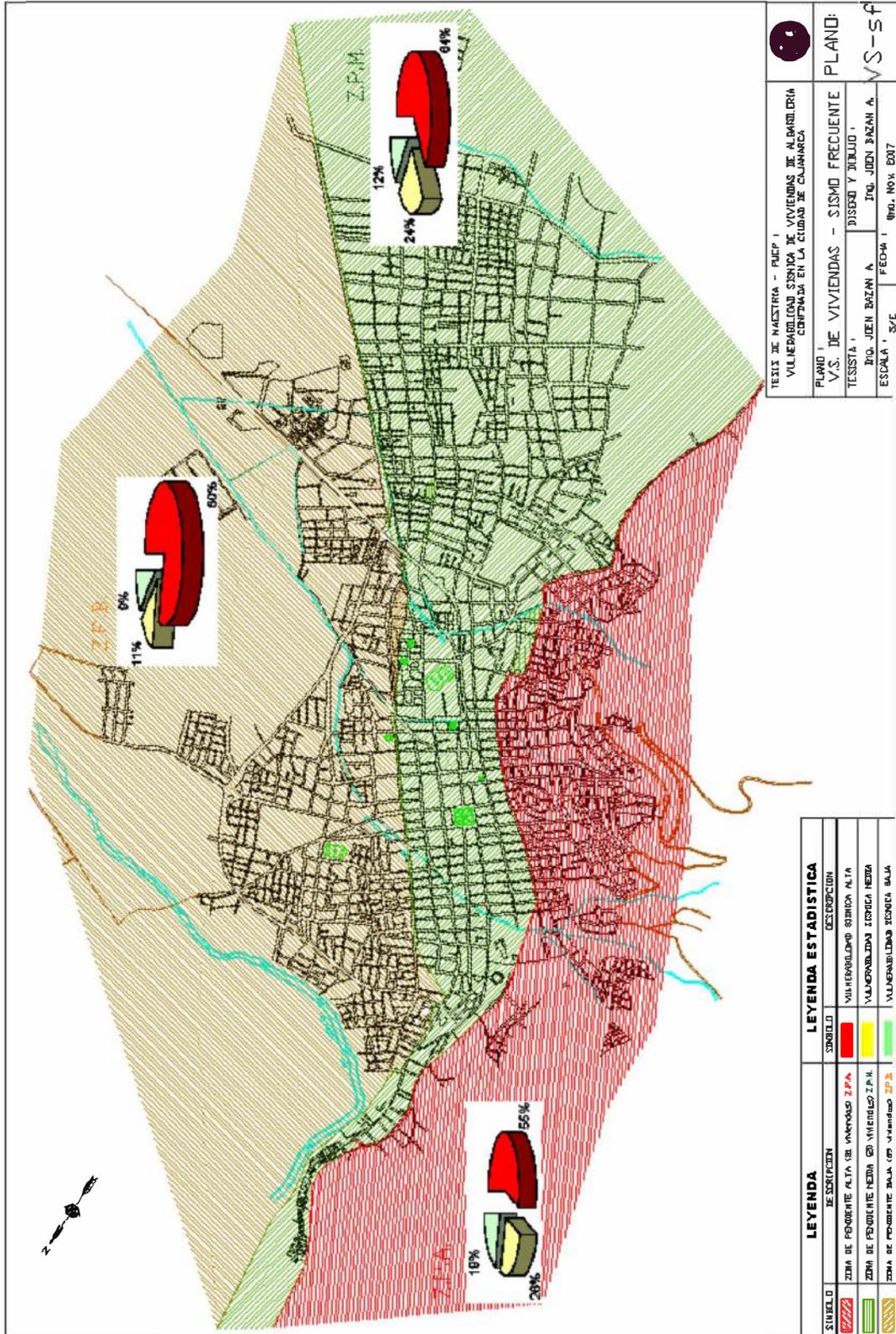


Figura N° 7.54: Plano de Vulnerabilidad Sísmica ante SISMO FRECUENTE en la Ciudad de Cajamarca.

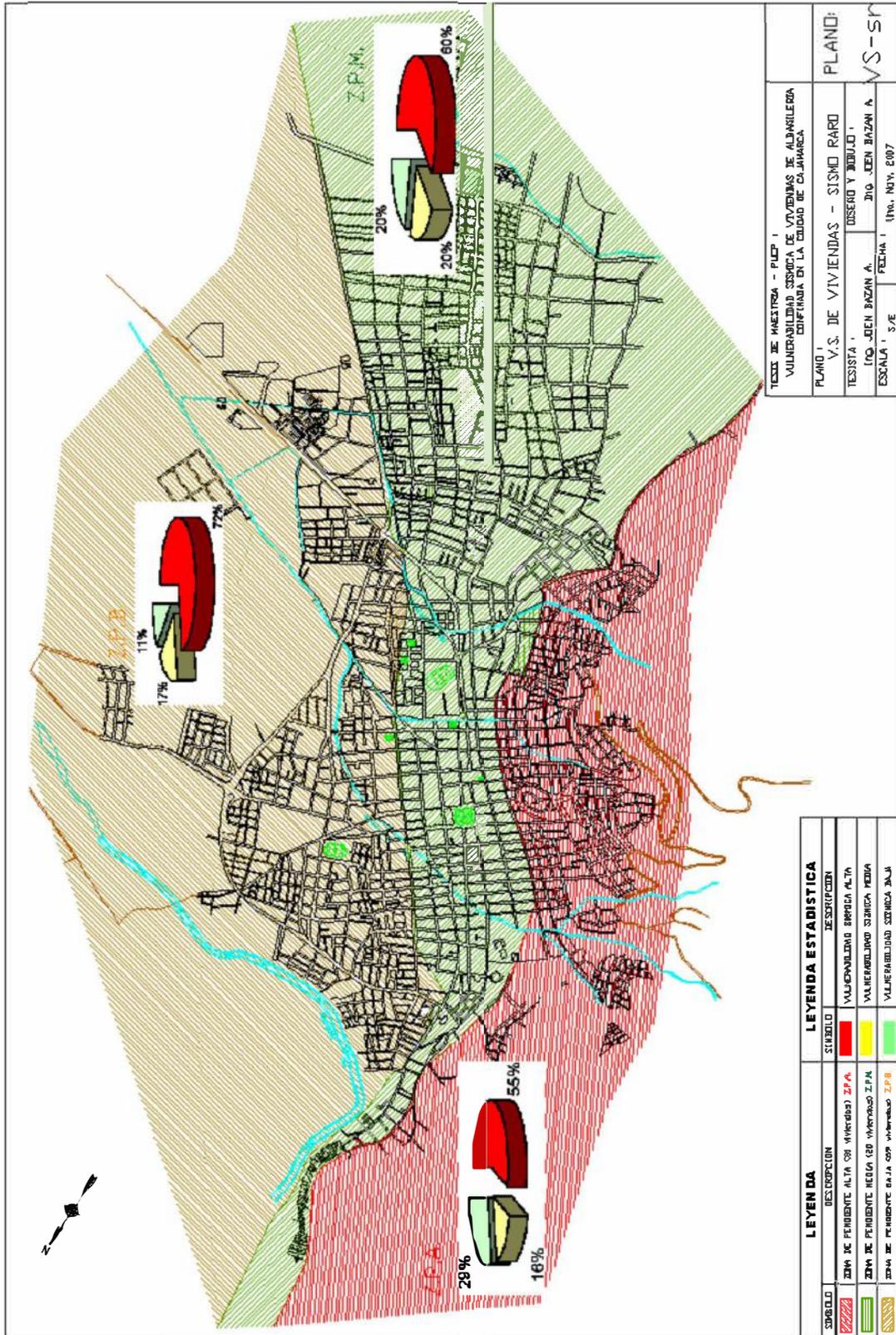


Figura N° 7.55: Plano de Vulnerabilidad Sísmica ante SISMO RARO en la Ciudad de Cajamarca



## CAPÍTULO VIII

### REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La *reducción de la vulnerabilidad sísmica* no es otra cosa que minimizar o anular los posibles daños que sufriría la vivienda ante la ocurrencia de un determinado evento sísmico, a través de la puesta en práctica de técnicas básicas sismorresistentes tanto para viviendas construidas como para viviendas en etapa de proyecto.

Presento adicionalmente como anexo una cartilla titulada “**Construcción-Densificación Habitacional**”, que elaboré a solicitud de la ONG DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo), en la cual se incluyen una serie de recomendaciones y criterios sismorresistentes para reducir la vulnerabilidad sísmica de viviendas de Albañilería Confinada cuyos elementos de albañilería son ladrillos de arcilla cocidos; dicha cartilla esta elaborada con términos, conceptos y dibujos fáciles de comprender y de ponerlos en práctica ya que va dirigida básicamente a las familias y obreros; va dirigida a las familias y obreros dedicados a la construcción de este tipo de viviendas.

#### 8.1 Viviendas construidas.

##### 8.1.1 Densidad de muros.

De acuerdo a los resultados cuantitativos y cualitativos de análisis, las viviendas presentan escasa densidad de muros en la dirección paralela a la fachada. Por otro lado los muros en esta dirección son sólo pequeñas mochetas que generalmente están confinadas en tres de sus lados a lo cual se podría adicionar una columna más en el extremo faltante.

La falta, en general, de la cantidad de muros se puede superar insertando muros de albañilería confinada, muros de concreto armado; o volviendo a construir dichas mochetas pero de mayor espesor para no perjudicar la distribución arquitectónica de la vivienda.

Esta es una solución fácil y económica de aplicar, lo difícil es la predisposición de los propietarios a tal inversión de reforzamiento estructural.

En el caso de la vivienda que se muestra en el plano de la Fig. N° 8.01 es notoria la falta de muros en la dirección paralela a la calle por ello el reforzamiento consistirá en adicionar dos muros de albañilería en esta dirección debidamente confinados en su cuatro bordes y con fines arquitectónicos columnas de 0.50m x 0.15m; de igual forma se adicionó dos placas de concreto armado de 0.25x0.50 en el portón que dá a la calle y finalmente se reubicó la ventana de la fachada hacia el extremo de la puerta angosta para formar una nueva puerta-ventana, ganando así longitud de muro de 0.90m (original) a 1.70m y además adicionándole una columna izquierda a dicho muro; con estas simples soluciones estaremos garantizando el buen desempeño sísmico de la vivienda también en el sentido paralelo a la calle.

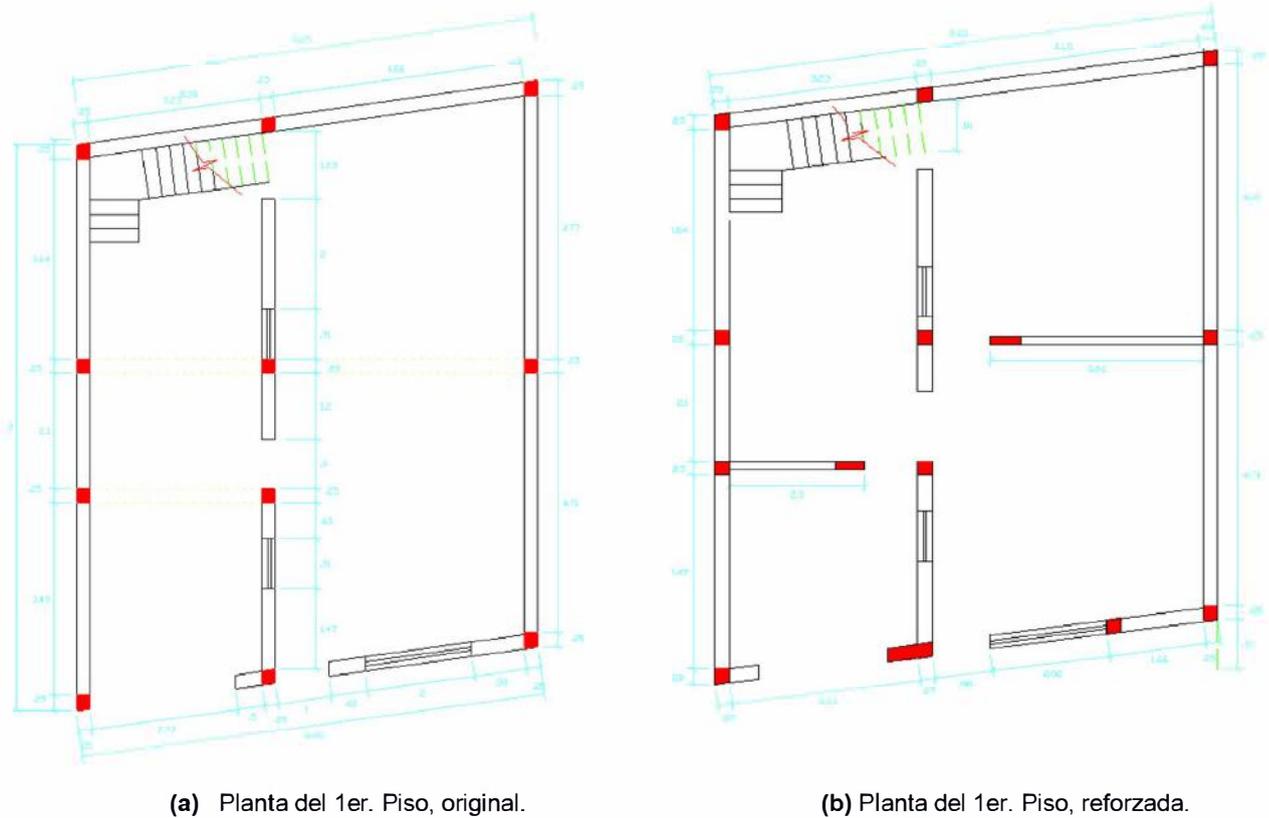


Fig. 8.01 (a) y (b): Vivienda N° 30 – ZPA. Nula densidad de muros en la dirección paralela a la calle (dibujo izquierdo), reforzamiento alternativo (dibujo derecho).

### 8.1.2 Confinamiento de parapetos de azotea y muros en voladizo en los niveles superiores.

A los parapetos necesariamente habría que insertarles elementos de confinamiento vertical y horizontal.

A los muros de niveles superiores y que se encuentran ubicados en voladizo se les debe insertar columnas debidamente ancladas en los elementos de confinamiento horizontal superior e inferior.



(a) Inserción de columnas.



(b) Parapeto al cual debería reforzarse con elementos de confinamiento.

Fig. 8.02: Reforzamiento de parapetos de azotea y muros voladizo.

**8.1.3 Protección del acero de columnas de futura ampliación vertical:** Con respecto a las futuras ampliaciones verticales de la vivienda los propietarios y constructores dejan cierta longitud de acero de las columnas provenientes de piso inferiores, pero no lo protegen del intemperismo.

Se propone envolver las barras con papel o polietileno, luego encofrar y llenar con concreto pobre (cemento:hormigón 1:16) con un mínimo de 2.5cm de recubrimiento.

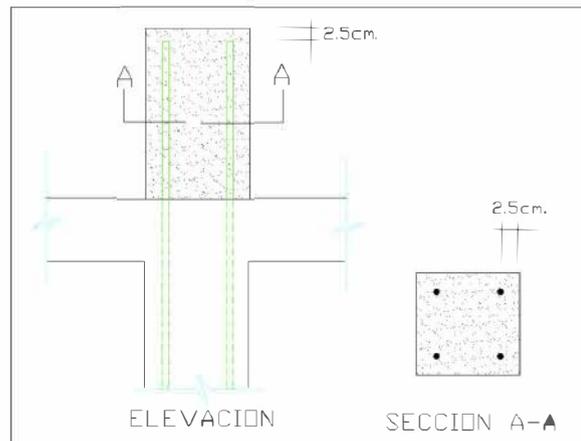


Fig. 8.03: Protección de acero de columnas en azoteas.

## 8.2 Viviendas por construir.

La consecuencia de construir una vivienda sin asistencia técnica profesional trae como resultado, en la mayoría de los casos, problemas en la seguridad estructural de la vivienda y en la calidad de vida de la familia que lo habite.

**8.2.1 Densidad mínima de muros:** Se debe tener en cuenta que en las estructuras de albañilería, los muros son elementos principales tanto por cargas verticales de gravedad como por fuerzas horizontales sísmicas. Se pudo constatar, de las encuestas realizadas, que los pobladores no tienen en cuenta este concepto básico debido a que desconocen tal principio.

Se observa que disponen muros en una dirección, a los cuales generalmente se les hace portantes del techo aligerado, y cada cierta distancia se colocan columnas que a su vez forman los pórticos de la dirección transversal al estar unidos por las vigas chatas “de amarre”.

Se debería insertar muros también en la dirección transversal, a los cuales también debe confinárseles con columnas y vigas, puesto que al sismo no se le podrá forzar a que actúe sólo en la dirección donde uno provee los muros “portantes”.

Las fallas en este tipo de construcción ocurre principalmente por esfuerzos cortantes en los muros, agravadas por el desequilibrio en la densidad de muros (relación entre la longitud total de muros, en la dirección considerada y el área construida) en las dos direcciones principales de la vivienda.

Será factible que los muros longitudinales (perpendiculares a la fachada) , que son los clásicos "portantes" de carga vertical (pues soportan el techo), sean de aparejo de soga y "NO" de cabeza como se suele acostumbrar, debido a la abundancia de éstos en dicha dirección; y más bien en la dirección transversal (paralela a la fachada) como no existen gran cantidad de muros (por la necesidad de puertas, ventanas, mamparas) es conveniente muros transversales de aparejo de cabeza debidamente confinados en sus cuatro lados, además estos muros no deben tratarse como tabiques sino que deben construirse antes del techo de tal modo de vaciar éste sobre los muros y que también sean portantes (Ver Fig. N° 8.04).

No será conveniente desde el punto de vista sismorresistente tener mochetas o muros de muy pequeña longitud, sino por el contrario buscar longitudes mínimas que permitan aportar rigidez y resistencia y que puedan ser confinados por columnas sin ocasionar gastos excesivos; pero que traerían como consecuencia una vivienda altamente resistente a los sismos.

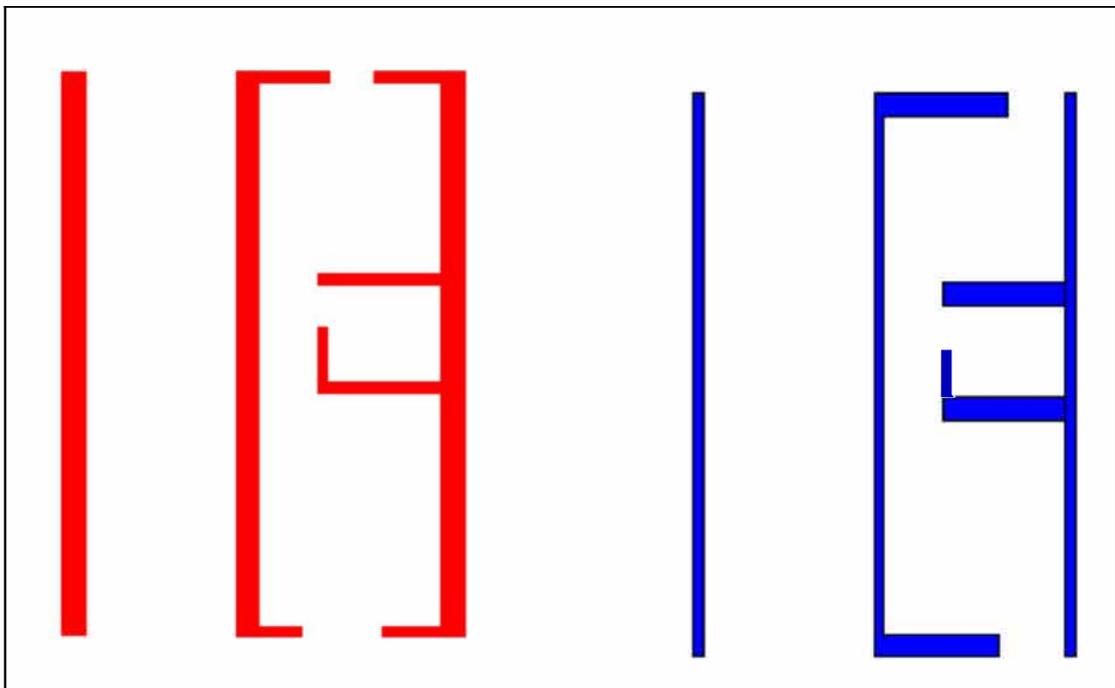


Fig. 8.04: Propuesta para mejorar la cantidad de muros en el sentido paralelo a la fachada.

Nótese en la Fig. N° 8.04 (planta de color rojo) los muros de aparejo de cabeza en el sentido longitudinal y las pocas mochetas y de aparejo de soga en el sentido transversal; en la misma figura (planta de color azul) se observa la propuesta alternativa de muros longitudinales de aparejo de soga por ser la gran mayoría y los transversales de cabeza, así como también las puertas ubicadas en el centro de los paños fueron reubicadas a los extremos aumentando así la longitud de los muros transversales.

### 8.2.2 Construcciones ubicadas en suelos blandos, parte baja de la ciudad.

En la ZPB (Zona de Pendiente Baja) de la ciudad donde el suelo es del tipo orgánico y limoso, las viviendas presentaban fisuras, grietas y hasta rajaduras (8mm), debido a un probable asentamiento del terreno.

Se sugiere:

- Que la excavación para la cimentación debe ser lo suficientemente profunda hasta encontrar material resistente, o en todo caso mejorar la calidad del terreno antes de construir.
- Construir cimientos corridos reforzados.
- Construir sobrecimientos reforzados.

Es importante tener en consideración el monolitismo de los cimientos, que deben de trabajar como un gran collarín, evitando deflexiones diferenciales debido al terreno; es decir, proporcionará una adecuada y sobre todo su homogénea distribución y transmisión de cargas verticales y horizontales.

### 8.2.3 Construcciones ubicadas en las partes altas de la ciudad.

Los problemas más saltantes que se presentan en la ZPA (Zona de Pendiente Alta) son: humedad en muros (por filtración y escorrentía superficial de aguas) y el empuje del terreno en zonas donde se ha procedido a cortar el terreno antes de construir la vivienda.

Problemas que fácilmente pueden ser solucionados adecuando un adecuado sistema de drenaje de aguas pluviales entre muros colindantes de viviendas contiguas, así como también de la calle a la que pertenecen. Y con respecto al empuje de tierras es necesario construir adecuados muros de contención, de preferencia de concreto armado, al cual durante la elaboración de la mezcla de concreto se le debe adicionar aditivos antisalitre y antihumedad; además en estado endurecido colocar una o dos capas de alquitrán y plásticos (en lo posible geomembrana) hacia la cara en contacto con el terreno.



Fig. 8.05: No existe drenaje.

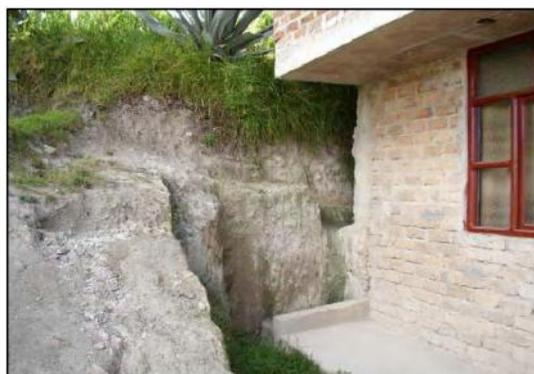


Fig. 8.06: Adecuado drenaje.

## CAPÍTULO IX

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1 Conclusiones.

Las viviendas de albañilería confinada (unidades de albañilería: ladrillos artesanales de arcilla cocida) actualmente ocupan el mayor porcentaje a nivel de zona urbana, con respecto a los demás tipos de sistema estructural de la ciudad de Cajamarca existiendo pues una clara correlación de las últimas encuestas nacionales a nivel urbano [X CENSO de vivienda. INEI 2005] con el conteo realizado en la presente investigación para la ciudad de Cajamarca.

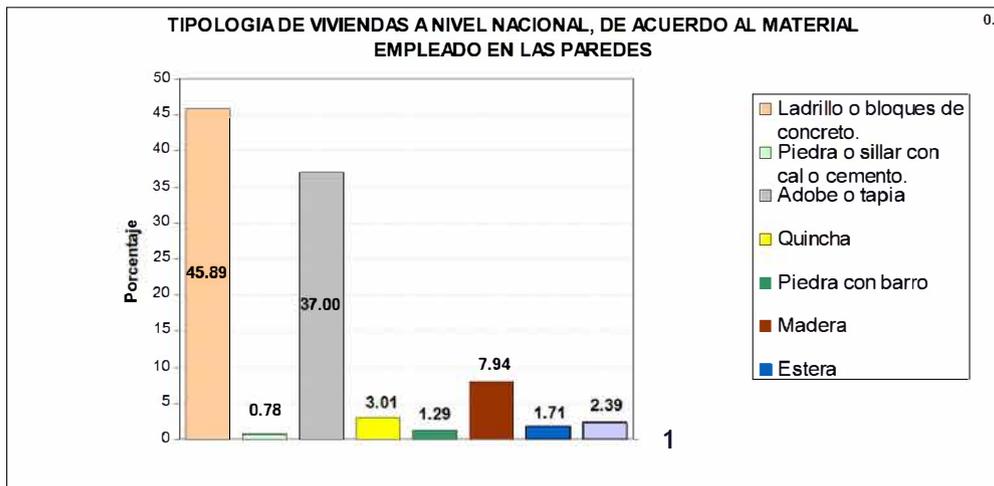


Fig. 9.01: Predominio del Sistema Estructural de Albañilería Confinada a nivel nacional, urbano. INEI, Censo 2005.

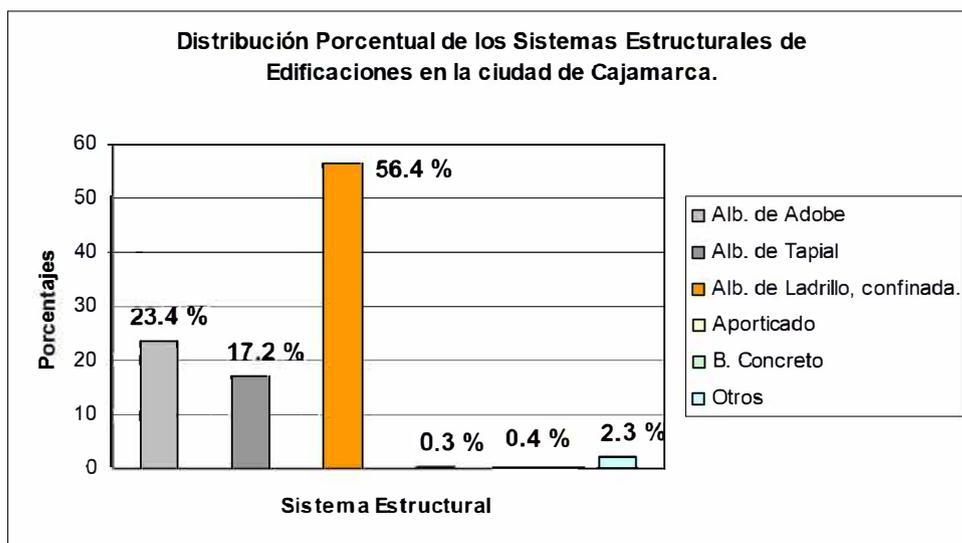


Fig. 9.02: Predominio del Sistema Estructural de Albañilería Confinada en la ciudad de Cajamarca, urbano. Conteo realizado por el autor, 2004.



La falta de adecuada técnica constructiva de Maestros de Obra y obreros en general trae como consecuencia la precariedad en la construcción de las viviendas en la ciudad de Cajamarca, tal situación se empeoraría si los propietarios autoconstruyeran, que NO es el caso.

Dicha precariedad se traduce en la falta de seguridad física que brindan las viviendas, haciéndolas sísmicamente vulnerables; a parte de las malas condiciones para la salud de sus habitantes debido a la exagerada cantidad de humedad encontrada en la mayoría de las viviendas de las tres zonas estudiadas (ZPA, ZPM y ZPB), humedad que también redundo en la paulatina degradación de los elementos estructurales y no estructurales.

Los problemas más frecuentes que se han podido encontrar son:

- Problemas de ubicación: viviendas ubicadas en terrenos que antiguamente eran agrícolas y viviendas ubicada en los cerros. El primer caso muestra viviendas fisuras (1mm), agrietadas (1mm a 2mm) y hasta rajadas (mayor de 2mm); en el segundo caso si bien es cierto la calidad del terreno es óptima para fines de cimentación, el problema radica en la filtración y escorrentía de aguas producto de las continuas lluvias y la falta de adecuados sistemas de drenaje de las mismas tanto interna como externamente a la vivienda.
- Problemas estructurales: sin duda el mayor problema encontrado es la falta de conocimiento que tienen los constructores involucrados del papel que juegan los muros de albañilería en una edificación, ello trae como consecuencia la pésima construcción que muestran los muros de todas las viviendas analizadas (uso de ladrillos artesanales resquebrajados, mal cocidos, con variación dimensional y alabeo; juntas de mortero entre ladrillos mal llenadas, de excesivos, desuniformes y desalineados espesores, muros desaplomados, deficiente conectividad muro-columnas, deficiente conectividad muro-aligerados.
- Factores degradantes: se encontraron muchas viviendas con fisuras, grietas, y rajaduras, con humedad en muros, aligerados; armaduras expuestas en azoteas en proceso de oxidación; cangrejas en elementos sismorresistentes.
- Mano de obra y materiales: como consecuencia de los tres párrafos anteriormente descritos podemos concluir que la mano de obra es de baja calidad. Los constructores involucrados tienen el equivocado concepto de que sólo las columnas y vigas soportan cargas en una vivienda, y lo que es peor sólo lo enfocan desde el punto de vista de cargas verticales por peso propio.

Del total de las viviendas de la ciudad se tiene que ante sismo frecuente el 70% de viviendas presentan una VS alta, el 17.5% VS media y el 12.5% VS baja.

De igual forma se tiene que ante sismo raro el 65% de viviendas presentan una VS alta, el 17.5% VS media y el 17.5% VS Baja.

Este resultado se agravaría más adelante debido a que el 100% de propietarios encuestados tienen la intención de seguir ampliando su vivienda de forma vertical. Como ejemplo la figura muestra una vivienda de un nivel ubicada en la ZPB, la cual presentaba una serie de deficiencias entre ellas excesivas fisuras y grietas y que pese a las recomendaciones que se le alcanzó a los propietarios en cuanto a reforzamiento y demás previsiones, éstos levantaron los muros faltantes y techaron el segundo nivel a los pocos días de realizada la encuesta sin tener ningún reparo.



Fig. 9.03: Vivienda que presentaba grietas como la que se observa, sin embargo el segundo nivel fue techado a los pocos días.

## 9.2 Recomendaciones.

Como se ha podido concluir la mayor parte de las viviendas son de baja calidad y técnica constructiva, se recomienda continuar con esta clase de investigaciones y sus respectivas alternativas de solución.

Realizar cartillas y/o manuales técnicos fáciles de comprender y asequibles a los pobladores de nivel socioeconómico medio a bajo a nivel nacional.

Es muy importante tener una adecuada densidad de muros en ambas direcciones de las viviendas, con el fin de poder absorber los esfuerzos de sismo de manera eficaz y económica.

Difundir la información técnica y de investigación de las universidades a través de entes gubernamentales y no gubernamentales, de tal manera de hacer llegar a los obreros de construcción y a las familias involucradas como principales receptores interesados.

Se recomienda reforzar estructuralmente las viviendas en mal estado para evitar pérdidas de vidas humanas ante la ocurrencia de un probable sismo severo, y minimizar las pérdidas económicas antes sismos leves pero más frecuentes.



## AGRADECIMIENTOS

- A mi familia, por su constante incentivo en la culminación del presente trabajo.
- Al Dr. Marcial Blondet, asesor principal, por su apoyo e iniciativa en esta clase de investigaciones.
- A mi amigo y excompañero de la maestría, Michael Dueñas, por su motivación y apoyo en la culminación de la presente tesis.
- Al Jefe de Defensa Civil, sede Cajamarca, por brindarme información referida a los peligros naturales de la ciudad.
- Al SENCICO, por el financiamiento al Proyecto conjunto D36-PUCP-SENCICO- Estudio de vulnerabilidad de viviendas informales construidas en la región sierra. 2004. Estudio de campo de las 20 últimas viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca.
- Al Bach. Ing. Civil, Enrique Tafur, de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su colaboración en el conteo de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca y en la encuesta de las últimas 20 viviendas, en el Proyecto D36 PUCP-SENCICO.
- Un especial agradecimiento a aquellos propietarios de las viviendas encuestadas quienes, comprensivamente, nos permitieron ingresar a sus hogares.



## REFERENCIAS

- 1 Dueñas H., Michael. "Estudio Preliminar del Comportamiento Sísmico de las Autoconstrucciones en Lima". Tesis de Maestría, Escuela de Graduados, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2006.
- 2 Giesecke Alberto y Silgado Enrique. "Terremotos en el Perú". Colección Félix Denegri Luna. IRA. Editorial Rickchay. Lima, 1981.
- 3 INDECI- PENUD-PER-UNC. "Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca". Convenio PENUD-PER-UNC. INDECI – Cajamarca, 2003.
- 4 Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). "X Censo de Población y V de Vivienda". Página Web. Lima, 2005.
- 5 ACI, Capítulo Peruano. Normas Peruanas de Estructuras. "E.030 - Diseño Sismorresistente". I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcción. Lima 04 y 05 de Diciembre de 1998.
- 6 ACI, Capítulo Peruano. Normas Peruanas de Estructuras. "E.070 - Albañilería". I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcción. Lima 04 y 05 de Diciembre de 1998.
- 7 Municipalidad Provincial de Cajamarca. "Plan de Desarrollo Peri-urbano de la ciudad de Cajamarca 1999-2010". Catastro Urbano. Cajamarca, 2000.
- 8 Muñoz P., A., San Bartolomé R, A., Rodríguez, C. "Fuerzas Sísmicas de Diseño para edificaciones de Albañilería", Pontificia Universidad Católica del Perú, Sección Ingeniería Civil. Lima, 2001.
- 9 Structural Engineers Association of California, Vision 2000 Committee. "A Framework for Performance Based Design", California – EEUU, 1995.
- 10 San Bartolomé, A. (1999). "Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural", Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.



## BIBLIOGRAFIA

- ACI, Capítulo Peruano. Normas Peruanas de Estructuras. “E.040 – Concreto Armado”. I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcción. Lima 04 y 05 de Diciembre de 1998.
- ASODEL (Asociación para el Desarrollo Local). Diagnóstico situacional de los barrios del Distrito de Cajamarca. Trabajo preliminar. Biblioteca Alcaldía Comunal. 1999.
- Alcaldías vecinales de Cajamarca, 1999. Informe de Gestión 1996-1998.
- Blondet, M., Dueñas M., Flores, R. Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de la Vivienda Informal en Dos Distritos de Lima, Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad católica del Perú. 2001.
- Gallegos V., Héctor. “Albañilería Estructural”. 3era. Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima, 2005.
- Kuroiwa, J. “Reducción de Desastres - Viviendo en Armonía con la Naturaleza”, Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, Lima – Perú. 1era. Edición. Lima 2002.
- Lázares, F. 1994. “Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones en las Ciudades de Ilo, Moquegua y Tacna”, 8vo Simposio Nacional de Prevención de Desastres, CISMID – UNI, Lima – Perú.
- Maskrey, A., Romero, G., Urbanización y Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana, Lima 1986. Centro de Estudios y prevención de desastres.
- UNC – Facultad de Ingeniería. “Estudio geológico y Geotécnico de Huacaloma, Mollepampa y el óvalo de Cajamarca”. Trabajo de Investigación. 1994.



## ANEXOS

- 1.- Tabla de conteo de edificaciones detallado por sector habitacional.
- 2.- Fotografías de viviendas encuestadas y su entorno. Versión digital.
- 3.- Planos de las viviendas encuestadas. Versión digital.
- 4.- 120 Fichas de Encuesta. Versión digital.
- 5.- 120 Fichas de Reporte. Versión digital.
- 6.- 18 Seguidimientos de Obra – viviendas en proceso constructivo. Versión digital.
- 7.- Cartilla Técnica: “Construcción. Densificación habitacional”.
- 8.- Exposiciones de vulnerabilidad sísmica realizadas en Ayacucho, Cajamarca y Lima.

