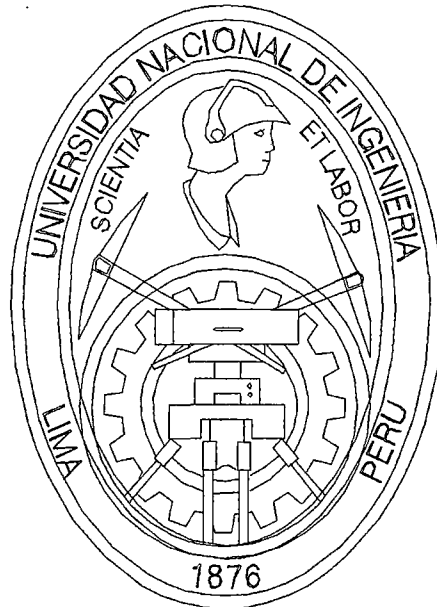


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES EN EL
DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO:
COMPORTAMIENTO SISMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE
TIERRA**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ROBERTO CARLO SANCHEZ RECUAY

LIMA – PERU

2003

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

AGRADECIMIENTO

Por medio de esta expreso mi más sincero agradecimiento eterno al Ingeniero **José Francisco RIOS VARA**, mi asesor, por el apoyo, los consejos prestados y por los momentos compartidos para la realización y finalización de la Tesis que presento.

Dedicada a mi padre **Juan Alcides SÁNCHEZ POMALAZA** por el apoyo incondicional que me ha brindado durante toda mi carrera y desarrollo de esta Tesis, por sus consejos y comprensión. Y por ser un buen padre y madre.

Al Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), al **Dr. Carlos ZAVALA TOLEDO**, Ex - Director, por la confianza depositada en mi persona para poder realizar el presente tema de Tesis. A él mi más sincero agradecimiento por siempre. Al Dr. Javier Arrieta Freyre, Director del CISMID.

Al Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres por albergarme en sus instalaciones.

Al **Ing. Jorge Gallardo** Ex - Jefe del Laboratorio de Estructuras, Ing. Carlos Chunga, Ing^a. Patricia Gibu, Ing^a. Claudia Honma e Ing^a. Mónica Ramírez por el apoyo brindado y por momentos compartidos durante el tiempo compartido en el CISMID. Para los técnicos Larry Cárdenas y Germán Bautista por su apoyo en el montaje de los especímenes ensayados.

Al **Ing. Carlos Huamán**, Ex - Jefe del Departamento de Geotécnica del CISMID, **Dr. Zenón Aguilar**, Subdirector Académico, al Ing. Martín Rodríguez por su apoyo y amistad, al Ing. David Luna y personal técnico y al administrativo de este departamento.

A dos mujeres muy especiales en mi vida, una por darme la vida, por protegerme y por cuidarme siempre desde donde se encuentra. Y a la mujer más inteligente y bella que siempre será mi inspiración.

**“VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES EN EL DISTRITO DE
SAN JUAN DE LURIGANCHO: COMPORTAMIENTO SISMICO DE LAS
CONSTRUCCIONES DE TIERRA”**

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 UBICACIÓN SÍSMICA DEL PERU	1
1.2 LAS ONDAS SÍSMICAS	2
1.3 HISTORIA DE LOS SISMOS EN LA CIUDAD DE LIMA	7
1.4 LOS ESTUDIOS DE SUELOS	10
1.4.1 OBJETIVO	10
1.4.2 CONCEPTOS GENERALES	10
1.4.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL SUBSUELO DE LIMA	11
CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO	15
2.1 GENERALIDADES	15
2.2 UBICACIÓN	15
2.3 CLIMA	17
2.4 TOPOGRAFIA	17
2.5 HISTORIA DEMOGRÁFICA DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	19
2.5.1 POBLACIÓN AL FINAL DEL SIGLO XVIII	19
2.5.2 POBLACIÓN AL FINAL DEL SIGLO XIX Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XX	20
2.6 EL CAMBIO DE ZONA AGRÍCOLA A ZONA URBANA	21
2.7 HISTORIA POLÍTICA DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	23
2.8 HISTORIA DEL POBLAMIENTO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	23
2.9 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO	25
2.9.1 INTRODUCCION A LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA. SONDAJE ELECTRICO VERTICAL	25
2.9.1.1 TRABAJO DE CAMPO	26
2.9.1.2 RESULTADOS	28

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES	30
3.1 CONCEPTOS GENERALES	30
3.2 DAÑOS ESTRUCTURALES	31
3.3 CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES TOMADOS EN CUENTA PARA PROPONER LA HOJA DE EVALUACIÓN	33
3.3.1 CONFIGURACION ARQUITECTÓNICA	34
3.3.2 CONFIGURACION GEOMÉTRICA	34
3.3.2.1 CONFIGURACION EN PLANTA	35
3.3.2.2 CONFIGURACION EN ELEVACIÓN	38
3.3.3 CONFIGURACION ESTRUCTURAL	41
3.3.3.1 UNIFORMIDAD DE ELEMENTOS RESISTENTES	41
3.3.3.2 CONCENTRACION DE MASAS	42
3.3.3.3 COLUMNAS DEBILES	42
3.3.3.4 PISOS SUAVES	47
3.3.3.5 DESPLAZAMIENTOS LATERALES PERMISIBLES	48
3.3.3.6 JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA	49
3.4 TIPOS DE CONSTRUCCIONES SEGÚN SU COMPORTAMIENTO SISMICO. "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E – 030 PARA EL DISEÑO ANTISÍSMICO"	50
3.5 ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	54
3.5.1 METODOS CUALITATIVOS	55
CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO	56
4.1 SOBRE EL ESTUDIO A REALIZAR	56
4.2 OBJETIVOS	56
4.3 METODOLOGIA EMPLEADA	57
4.4 FORMATO DE ENCUESTA	58
4.5 SISTEMA DE CALIFICACIÓN	61
4.6 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO	63
4.6.1 MAPA DE VULNERABILIDAD	67

CAPITULO V: EL USO DE LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE VIVIENDAS EN EL PERU	69
5.1 INTRODUCCION	69
5.2 ANTECEDENTES	72
5.3 TIPO DE FALLAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE ADOBE	75
5.4 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LAS EDIFICACIONES DE TIERRA EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	78
5.4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO: CAMPOY	78
5.4.2 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO: EL PUEBLO	89
5.5 EL ADOBE COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS INMUEBLES DE LIMA ANTIGUA	101
5.5.1 ANTECEDENTES	101
5.5.2 CARACTERISTICAS FÍSICAS Y ESTADO ACTUAL DE LOS INMUEBLES EN LIMA ANTIGUA	102
5.6 PROPUESTA PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS Y DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES DE TIERRA	108

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA	116
6.1 OBJETIVO	116
6.2 UBICACIÓN	116
6.3 CLIMA	119
6.4 DEMOGRAFIA	119
6.5 TOPOGRAFIA	119
6.6 GENERALIDADES	120
6.7 ZONA DEL CENTRO HISTORICO DE MOQUEGUA	121
6.7.1 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LAS CONSTRUCCIONES CON ADOBE EN LA ZONA DEL CENTRO HISTORICO DE MOQUEGUA	122
6.8 ZONA DEL CENTRO POBLADO MENOR SAN FRANCISCO	126

6.9 DAÑOS CAUSADOS POR EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA	128
6.9.1 ZONA DEL CENTRO HISTORICO DE MOQUEGUA	128
6.9.2 ZONA DEL CENTRO POBLADO MENOR O AA. HH. SAN FRANCISCO	132
6.9.3 DAÑOS EN EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA	134

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER 138

7.1 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS EN UNIDADES DE ADOBE PEQUEÑOS EN EL LABORATORIO GEOTÉCNICO	138
7.2 ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS	140
7.2.1 ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MURETES	141
7.2.1.1 CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES	142
7.2.1.2 EJECUCION DE LA PRUEBA	144
7.2.1.3 RESULTADOS	148
7.2.2 ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL	152
7.2.2.1 CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES	153
7.2.2.2 EJECUCION DE LA PRUEBA	153
7.2.2.3 RESULTADOS	155
7.2.3 ENSAYO DE CORTE DIRECTO	156
7.2.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES	157
7.2.3.2 EJECUCION DE LA PRUEBA	158
7.2.3.3 OBSERVACIONES AL ENSAYO	159
7.2.4 ENSAYO ESTATICO MONOTONICO EN MUROS DE ADOBE PEQUEÑOS	160
7.2.4.1 EQUIPO E INSTRUMENTACIÓN	160
7.2.4.2 CONSTRUCCION DE LOS ESPECIMENES ENSAYADOS	162
7.2.4.3 CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES ENSAYADOS	165
7.2.4.4 MONTAJE DE LOS MUROS	166
7.2.4.5 EJECUCION DE LAS PRUEBAS	169

CAPITULO VIII: LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LOS MOVIMIENTOS**SISMICOS 176**

8.1 ANTECEDENTES 176

8.2 REMOCION DE MASAS 178

8.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VULNERABILIDAD Y PELIGROS
EN ASENTAMIENTOS HUMANOS 1798.4 DESCRIPCION DE LAS VIVIENDAS TIPICAS EN LOS
ASENTAMIENTOS HUMANOS. CASO DEL AA. HH. PROLONGACIÓN
SANTA MARIA 181

8.4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 182

8.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VIVIENDAS EN EL AA. HH.
PROLONGACIÓN SANTA MARIA 183

8.5 POSIBLES SOLUCIONES 186

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 188

CONCLUSIONES 188

RECOMENDACIONES 200

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

Se plantea una metodología cualitativa para proponer una Hoja de Evaluación acorde a las normas peruanas y extranjeras de diseño arquitectónico, estructural, construcción y supervisión de edificaciones de albañilería, concreto armado y adobe, condiciones locales de suelo, topografía y geología; para determinar los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Una hoja de evaluación con preguntas fáciles de entender y de aplicar por personal técnico debidamente entrenado en la zona de estudio seleccionada. Se determinaron los niveles de vulnerabilidad sísmica en la zona de estudio, San Juan de Lurigancho y se identificó que el tipo de edificación más vulnerable son las de adobe por lo que se propone otra hoja de evaluación más detallada especial para éste tipo de edificaciones, dentro de éstas las edificaciones de ladrillos de arcilla sin cocer son las más vulnerables y se encuentran en mayor cantidad en la zona de estudio de Campoy. En base a los planos de vulnerabilidad dibujados con la información de campo recolectada y procesada, se propondrán zonas de seguridad en caso de sismo u otra emergencia en la zona de estudio, San Juan de Lurigancho.

Impedir la construcción con ladrillos de arcilla sin cocer sería idóneo, pero las condiciones económicas de los pobladores y el uso de éstos, debido a su bajo costo, obligan a pensar en posibles soluciones a éste problema, por ello se propone el estudio del comportamiento sísmico de éste tipo de edificaciones por medio de ensayos de laboratorio de estructuras para determinar sus propiedades y del mortero de asentado y así, proponer un reforzamiento adecuado y de bajo costo, y las recomendaciones para el reforzamiento y construcción con ladrillos de arcilla sin cocer en la zona de estudio.

INTRODUCCION

El Perú se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica y en su historia los sismos han sido uno de los fenómenos naturales que han causado más pérdidas humanas y materiales, debido a que a lo largo de la costa del territorio existe una falla sísmica debido al proceso de subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Continental, generando sismos de gran magnitud.

San Juan de Lurigancho, uno de los distritos más grandes, poblados y pobres de la gran Metrópoli limeña crece a lo largo y ancho de una quebrada, con edificaciones de: albañilería de ladrillos de arcilla cocida confinada y sin confinar, concreto armado, esteras, cartones, madera, adobe y albañilería de ladrillos de arcilla sin cocer; ubicadas en terrenos que formaron parte de antiguas haciendas, las que aún mantienen sus construcciones de tierra. Esta gran gama de edificaciones; topografía, geología, suelos, clima y vegetación hacen de San Juan de Lurigancho una zona ideal para determinar los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones allí construidas.

Se plantea una metodología cualitativa para proponer una Hoja de Evaluación, basada en normas de diseño y construcción peruanas, información de daños en edificaciones debido a terremotos anteriores e información de estudios y normas extranjeras. La facilidad del uso de las hojas de evaluación permitirá obtener una muestra representativa en la zona de estudio seleccionada; y así poder determinar de una forma sencilla los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, sin la necesidad de realizar cálculos matemáticos complicados y las zonas vulnerables que vayan a sufrir más daños debido a la ocurrencia de un movimiento sísmico de importancia que podrán ser visualizadas en mapas de niveles de vulnerabilidad en cada zona de estudio.

Las edificaciones de tierra son las menos resistentes frente a la acción de la fuerza de corte generado por un movimiento sísmico y representan más del 43% del total de viviendas en Perú. La poca resistencia y fragilidad de las unidades de tierra, aunados a defectos constructivos, mala calidad de la mezcla, mala compactación, pérdida de las tecnologías antiguas de construcción en tierra, etc.

hacen que este tipo de edificaciones sean las más vulnerables y por lo tanto amerita su estudio.

En el sismo de Atico del 23 de Junio del 2001, más del 50% de las edificaciones de tierra colapsaron y el otro tanto por ciento sufrió daños serios y moderados, principalmente en las zonas del Centro Histórico, C.P.M. San Francisco y C.P.M. Mariscal Nieto en la ciudad de Moquegua y las zonas alto andinas de los departamentos de Moquegua, Arequipa, Tacna, Ayacucho y Áncash. Los tipos de falla que las edificaciones de tierra mostraron nos servirán para poder conocer los daños que podrán tener edificaciones similares en San Juan de Lurigancho y en otras partes del Perú donde aún se construya con tierra.

Las edificaciones de albañilería tuvieron un comportamiento sísmico satisfactorio, los daños observados en elementos resistentes (muros, vigas y columnas) fueron leves. El porcentaje de edificaciones con daño severo no fue significativo y los daños se debieron principalmente al deficiente diseño estructural y arquitectónico, la mala calidad de los materiales, inadecuado uso de materiales y a la inadecuada o nula supervisión de las obras de construcción. Muchas de éstas edificaciones no eran habitables y su reparación y reforzamiento resulta antieconómico. Este sismo, así como anteriores, nos han demostrado que somos vulnerables y quedó comprobado que las edificaciones de albañilería confinada que cumplen con las normas de diseño sismorresistente tienen un mejor comportamiento sísmico que las construcciones de tierra.

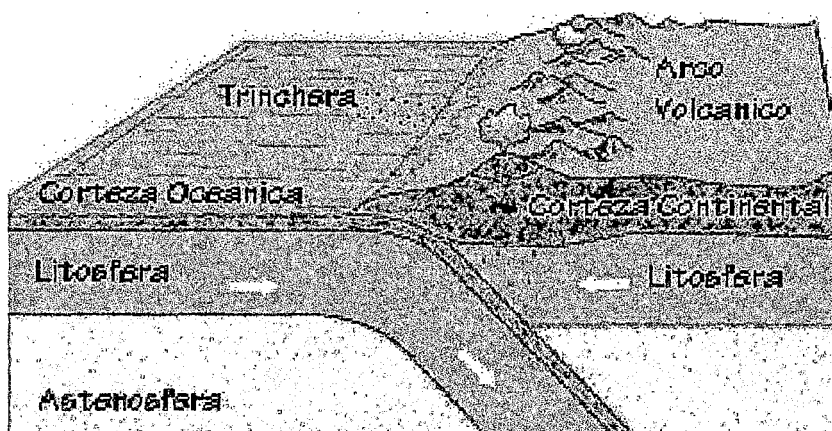
Se realizó ensayos de laboratorio para conocer las características de las unidades y de la mampostería de ladrillos de arcilla sin cocer y comprobar si el refuerzo propuesto mejora el comportamiento sísmico de las edificaciones construidas con adobito. Producto de éstos estudios se harán recomendaciones para: mejorar la calidad de la tierra a emplearse en la fabricación de las unidades y el preparación del mortero de asentado, lograr una adecuada estructuración y construcción; que garanticen un comportamiento sísmico adecuado y así dotar de un poco más de tiempo a las personas para que puedan evacuar sus viviendas poniendo a salvo sus vidas y reduciendo los daños estructurales en las edificaciones.

Finalmente proponer profundizar el estudio sólo con fines académicos de las construcciones que se encuentran asentadas en zonas no aptas, como son las edificaciones de los asentamientos humanos que crecen y se expanden en quebradas con laderas empinadas, cerros con materiales sueltos y donde el poblador corta partes de los cerros y los rellena construyendo pircas artesanales sobre éstos construye sus edificaciones sin ningún apoyo técnico y cuyo comportamiento sísmico aún no ha sido comprobado debido a que aún no ha ocurrido un sismo de gran magnitud en Lima.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

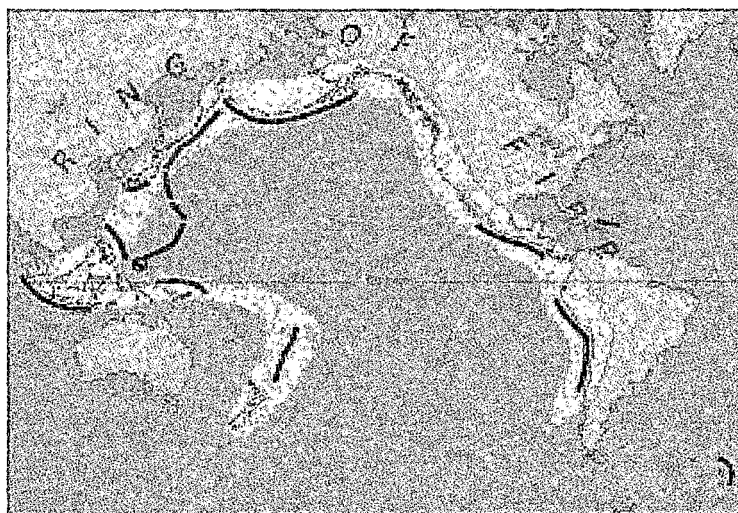
1.1 UBICACIÓN SÍSMICA DEL PERU

El borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicamente más activas del mundo. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la Placa de Nazca (oceánica) bajo la Placa Sudamericana (continental), generando frecuentemente terremotos de magnitud elevada.



F-101. Esquema del proceso de subducción

Además este tipo de fenómeno natural se debe a que nuestro país se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, zona de gran actividad volcánica, la que es asociada con el fenómeno de subducción.



F-102. Esquema del Cinturón de Fuego del Pacífico

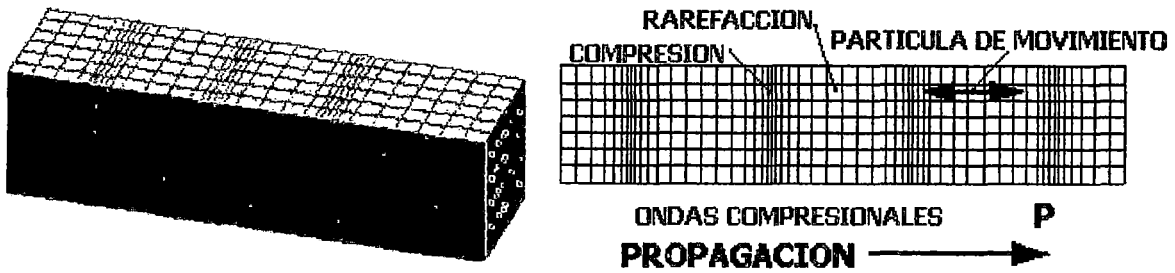
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

Muchas personas tienen ideas muy equivocadas sobre los terremotos. Estas crean ansiedades innecesarias que pueden afectar adversamente las acciones de los ciudadanos antes, durante y después de un terremoto. La ciencia todavía no está lo suficientemente avanzada como para predecir cuando ocurrirá un terremoto. No se debe prestar atención alguna a rumores que indiquen que en una fecha, hora o lugar en particular ocurrirá un terremoto.

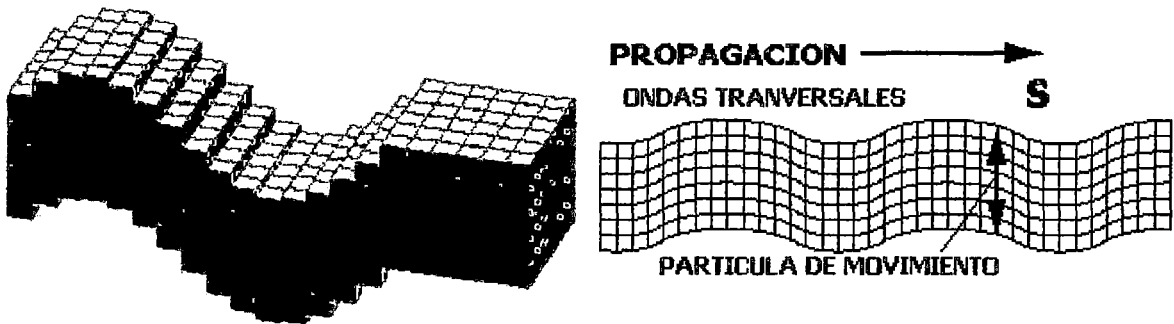
El volcanismo en América del Sur está asociado también a procesos geodinámicos de subducción de la placa oceánica de Nazca por debajo de la placa continental Sudamericana. En el Perú las regiones con actividad volcánica reciente se concentran entre los paralelos 15° 30' y 17° 30' de Latitud sur en donde se han reconocido e inventariado más de 400 estructuras volcánicas, dispuestas sobre una zona aproximadamente paralela a la costa. Actualmente, 14 de estas estructuras volcánicas son consideradas activas, siendo los volcanes Sabancaya, Ubinas y Misti los volcanes potencialmente más peligrosos debido a su actual estado de actividad y cercanía a ciudades, pueblos y/o importantes obras civiles.

1.2 LAS ONDAS SÍSMICAS

Al romperse las rocas en el subsuelo se generan ondas que se propagan a través de la Tierra, tanto en su interior como por su superficie. Básicamente hay tres tipos de ondas. La primera de ellas, llamadas **ondas P**, consiste en la transmisión de compresiones y rarefacciones de la roca, de forma similar a la propagación del sonido, **F-103**. El segundo tipo, las **ondas S**, consiste en la propagación de ondas de cizalla, donde las partículas se mueven en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la perturbación, **F-104**. Estos dos tipos de ondas se pueden propagar por el interior de la Tierra.



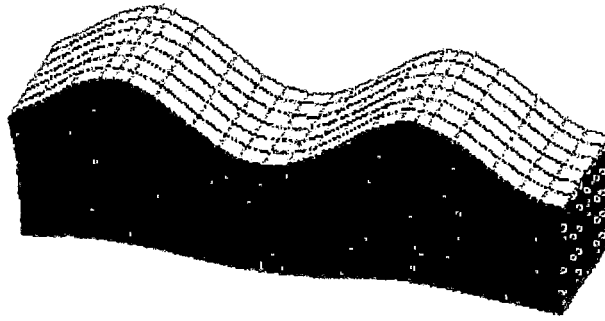
F-103. Onda "P"



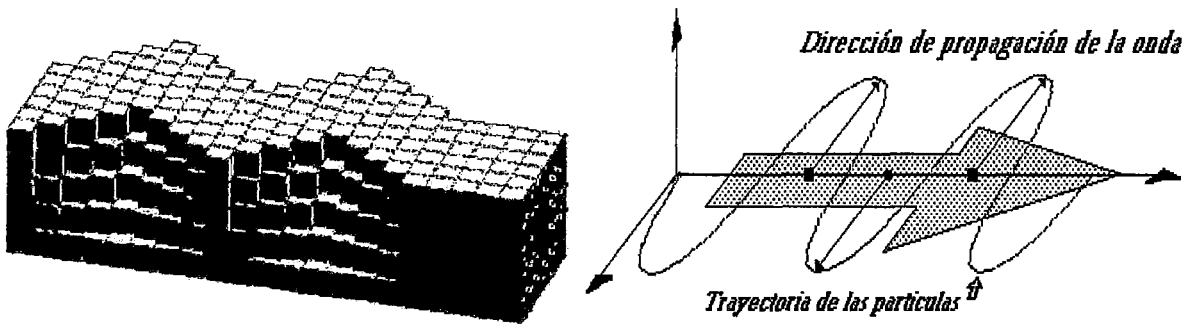
F-104. Onda "S"

Existe un tercer tipo de ondas llamadas superficiales debido a que sólo se propagan por las capas más superficiales de la Tierra, decreciendo su amplitud con la profundidad. Dentro de este tipo de ondas se pueden diferenciar dos tipos, denominadas ondas Rayleigh y ondas Love en honor a los científicos que demostraron teóricamente su existencia.

Las ondas Rayleigh se forman en la superficie de la Tierra y hacen que las partículas se desplacen según una trayectoria elíptica retrógrada, F-105. En cambio las ondas Love se originan en la interfase de dos medios con propiedades mecánicas diferentes; en este caso el movimiento de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación de la perturbación, similar a las ondas S, pero solo ocurre en el plano de la superficie terrestre, F-106.



F-105. Onda Rayleigh



F-106. Onda Love

Dentro de esta variedad de ondas, las **P** son las que se propagan con mayor velocidad (de ahí su nombre, primarias), presentando además la característica de poder propagarse por cualquier tipo de material, sea sólido o líquido. Las **ondas S** viajan a una velocidad algo menor (secundarias) y no se propagan por masas líquidas. Por último, las ondas superficiales viajan con una velocidad menor aún. Debido a la diferencia en la velocidad de cada tipo de onda, cuando sentimos un terremoto las primeras sacudidas son debidas a las ondas **P**, siendo las siguientes las ondas **S** y por último las ondas superficiales. La diferente velocidad de cada tipo de onda es, además, la propiedad que se utiliza para determinar la localización del foco del terremoto.

Amplificación de las ondas Sísmicas

Las ondas sísmicas son amplificadas notablemente en suelos blandos por ser más fácilmente deformables que la roca firme. Uno de los casos más notorios de amplificación local de vibraciones sísmicas debido a las condiciones del subsuelo son sin duda los de las ciudades de Bogotá y México, que están construidas sobre arcillas que fueron arrastradas de las de las partes altas de los valles y depositadas en el lecho de antiguos lagos. La destrucción de numerosos edificios y las altas intensidades reportadas registradas en el centro de la ciudad de México en el terremoto de 1985 muestra claramente este fenómeno de amplificación local de energía sísmica.

Velocidad de las ondas

La velocidad de propagación de las ondas en el interior de la tierra varía, dependiendo de la densidad y de las propiedades elásticas de las rocas. En rocas típicas de la corteza terrestre las ondas P alcanzan los 15 km/seg, por ejemplo, en rocas ígneas la velocidad de las ondas P es del orden de 6 km/seg, mientras que en rocas poco consolidadas es de aproximadamente 2 km/seg o menor. Las ondas S viajan a una velocidad menor que las ondas p; la relación aproximada entre ambas es: $V_p = 3 \times V_s$. Como las ondas P viajan más rápido que las ondas S, son registradas antes por los sismógrafos, por ello en sismología a las ondas de compresión se les llama ondas primarias (P) y a las ondas de corte, que son registradas mas tarde, ondas secundarias (S).

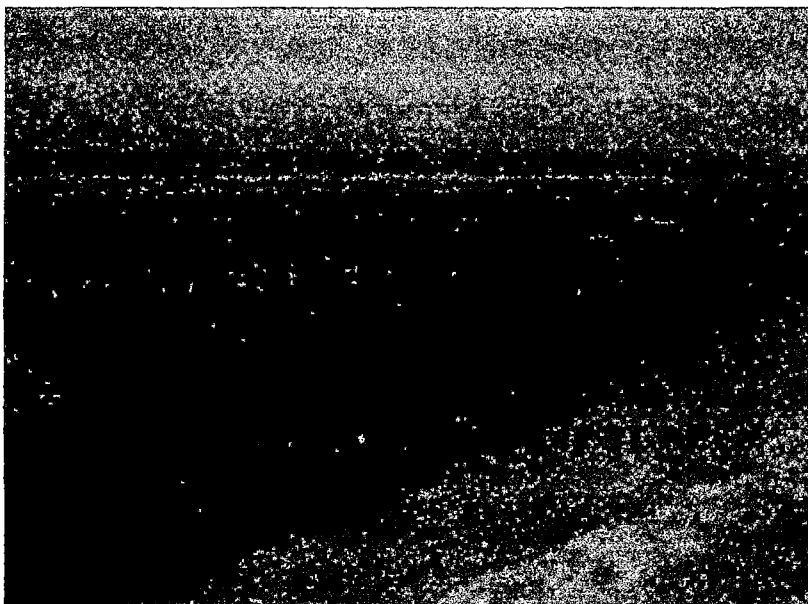
Maremotos o tsunamis

Un caso especial de ondas son las que se originan cuando el foco se sitúa bajo el mar. Este caso es muy similar al ejemplo de la piedra que cae en un estanque: se generan grandes olas, que se propagan desde el foco hacia la costa, donde causan graves daños. Son los maremotos. Quizás el ejemplo más tristemente

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

conocido sea el terremoto que se produjo en 1755, en el océano Atlántico: las olas alcanzaron la costa de Portugal, causando gran número de víctimas.

En el último terremoto de Atico – Arequipa del 23 de Junio del 2001 ocurrido en Perú, produjo un maremoto. En las fotos, **F-I07** y **F-I08**, se muestran los efectos en la localidad de Camaná en el departamento de Arequipa. Afortunadamente este tipo de olas son poco frecuentes, requieren que el mar sea suficientemente profundo y el terremoto que los origina sea de gran magnitud.



F-I07

Vista parcial de la zona afectada en La Punta - Camaná. Destrucción parcial y total de edificaciones cercanas a la playa por efectos del terremoto y el maremoto. (Fotografía tomada en Julio del 2001)

F-I08

Las olas erosionaron los cimientos de las viviendas y chocaron directamente contra aquellas que se encontraban mucho más cerca de la playa. (Fotografía tomada el 24 de Agosto del 2001)

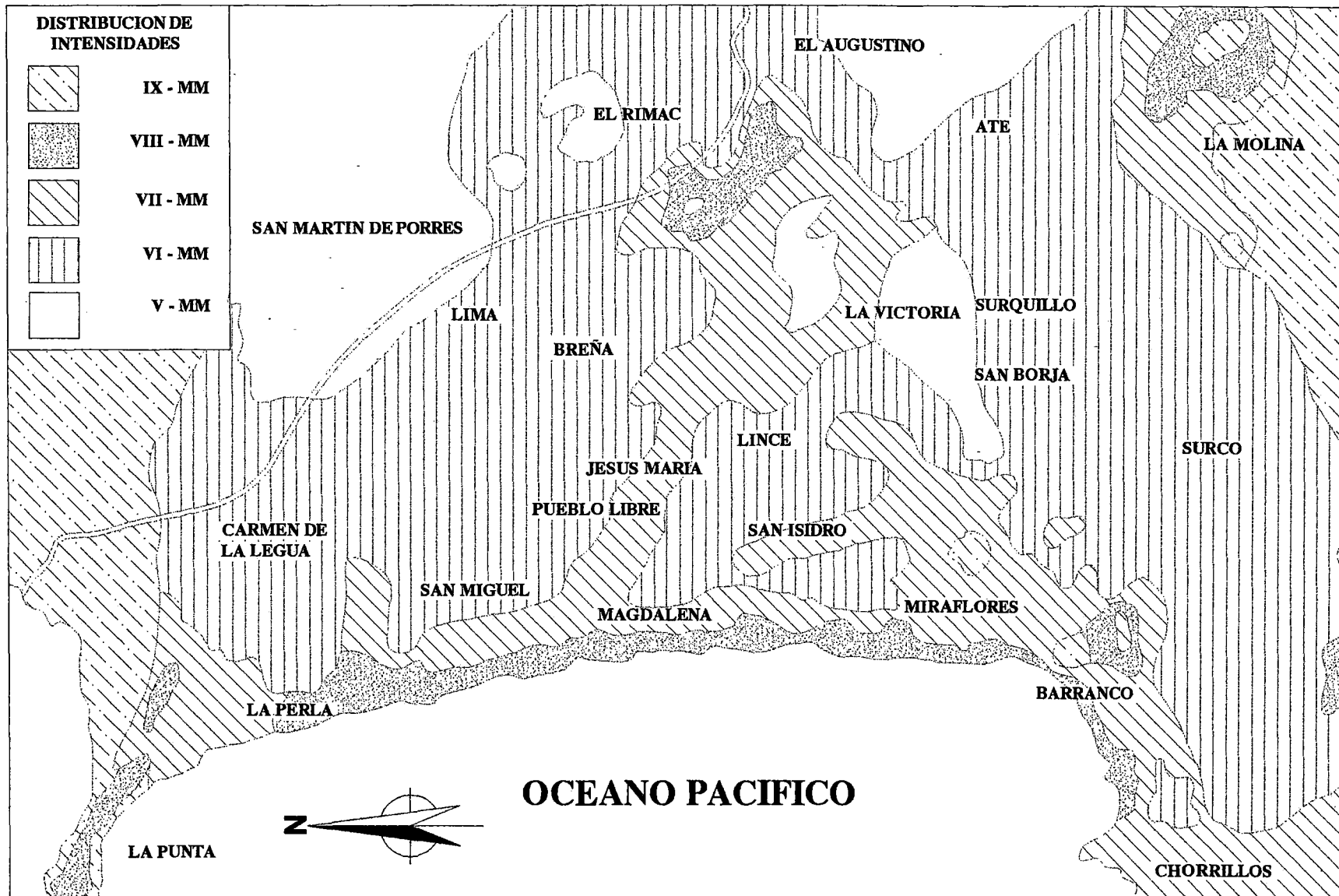


1.3 HISTORIA DE LOS SISMOS EN LA CIUDAD DE LIMA

Los efectos producidos por eventos sísmicos anteriores, afectaron los distritos de nuestra gran Metrópoli con diferentes intensidades sísmicas, tal como se muestra en la **Mapa N° I1**, los cuales varían de acuerdo a las características geológicas y de mecánica de suelos que presentan las diferentes locaciones donde se asientan cada uno de los distritos en Lima Metropolitana.

El **Cuadro N° I1** muestra los principales eventos sísmicos que afectaron a la ciudad de Lima y sus distritos en años pasados, registrados por el Instituto Geofísico Nacional y por cronistas e historiadores.

MAPA SISMOLOGICO DE LIMA



CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

CUADRO Nº 11 HISTORIA DE LOS SISMOS EN LA CIUDAD DE LIMA

FECHA	HORA APROXIMADA	LOCALIZACION (EPICENTRO)	MAGNITUD E INTENSIDAD	COMENTARIOS
15-11-1555	S.I.	S.I.	S.I.	Viviendas seriamanete dañadas. Grietas en muros.
04-04-1568	S.I.	S.I.	S.I.	Daños leves en viviendas
1581	S.I.	S.I.	S.I.	Sismo muy fuerte
17-03-1584	S.I.	S.I.	S.I.	Daños de consideración en muchas viviendas Tsunami en la zona del Callao
09-07-1586	19:00	S.I.	S.I.	Destrucción de muchas viviendas Cayeron las torres de la Catedral de Lima Murieron en promedio 20 personas Grietas en el terreno Tsunami en el Callao Daños en muchas partes del Perú
19-10-1609	20:00	S.I.	S.I.	Destrucción de muchas viviendas Daño en iglesias
27-11-1630	11:30	S.I.	S.I.	Destrucción de muchas viviendas Desplome de torres de La Catedral de Lima Muchos muertos
13-11-1655	14:45	S.I.	S.I.	Destrucción de muchas viviendas Grietas en el terreno Destrucción de la Iglesia de la Compañía de Jesus en el Callao
17-06-1678	19:45	S.I.	S.I.	Daños en viviendas
20-10-1687	4:15 y 5:30	S.I.	S.I.	Destrucción y colapso de muchas viviendas Más de 100 muertos en Lima Más de 500 muertos en el Callao
28-10-1746	22:30	S.I.	XI MM	Tsunami en el Callao Terremoto en Lima 2975 viviendas dañadas de 3000 1141 muertos de 6000 habitantes Destrucción total en el Callao 3800 muertos de 4000 en el Callao
22-04-1804	S.I.	S.I.	Gran Intensidad	Daños de consideración en muchas viviendas
30-03-1828	07:35	S.I.	S.I.	Daños de consideración en muchas viviendas 30 muertos y numerosos heridos Daños en puertos del Callao, Chorrillos y Huarochiri
20-09-1897	11:25	S.I.	S.I.	Destrucción en Lima y Callao
04-03-1904	05:17	S.I.	VII - VIII MM	Muros agrietados Caída de cornizas Fisura en la Catedral de Lima
11-03-1926	06:20	S.I.	V - VI MM	Daños leves
19-01-1932	21:33	S.I.	V - VI MM	Daños en muros viejos, daño leve en viviendas
05-08-1933	21:55	S.I.		Deterioro de viviendas antiguas
24-05-1940	11:35	Callao	VIII MM	Colapso de viviendas del Centro de Lima Daños y colapso de edificios públicos 200 muertos y 4000 mil heridos Destrucción de edificaciones al sur de Lima
31-01-1951	11:39	S.I.	VI - VII MM	Daños en severo viviendas del Centro de Lima Fisuras en un edificio de concreto aramado de la Plaza San Martín
15-02-1953	04:33	S.I.	V - VI MM	Daños leves
09-02-1955	11:06	S.I.		10 personas afectadas Daños leves en viviendas
17-10-1966	16:41	10.7°S 78.7°W	VI - VIII MM 7.5	Uno de los más fuertes luego del de 1940 100 muertos
31-05-1970	15:23	09.2°S 78.8°W	7.5	Daños serios en el Distrito de La Molina Daños moderados en los otros distritos
03-10-1974	09:22	12°05'00" S 77°38'00" W	7.6 VII - VIII MM	Colapso de estructuras de concreto armado Agrietamiento de elementos estructurales y tabiques Construcciones de Adobe colapsaron
18-04-1993	04:16	11.75° S 76.62° W	5.8 V - VI MM	Daños moderados en viviendas de adobe y quincha. 8 muertos y 55 heridos.

S.I.: Sin Información

Fuente: F. Ríos V., 1991

1.4 LOS ESTUDIOS DE SUELOS

1.4.1 OBJETIVO

El objetivo de realizar este tipo de estudios es el de determinar las características del subsuelo con fines de cimentación, el cual recibirá las cargas de las superestructuras que se construyan sobre éstas.

1.4.2 CONCEPTOS GENERALES

La cimentación es la parte soportante de una estructura. Este término se aplica en forma restrictiva al miembro que transmite la carga de la superestructura a la tierra, pero en su más completo sentido, la cimentación incluye el suelo y la roca que está debajo. Una buena cimentación debe tener tres requisitos:

1. Debe colocarse a una profundidad adecuada y lograr un empotramiento adecuado para impedir los daños por heladas, levantamientos, construcciones cercanas, etc.
2. Debe ser rígida y capaz de transmitir al suelo las acciones que se generan por la interacción entre los movimientos del suelo y de la estructura, sin que se produzcan fallas o deformaciones excesivas en el terreno.
3. No debe ser susceptible a asentamientos que dañen la estructura principal.

PASOS A SEGUIR EN TODO TIPO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO CON FINES DE CIMENTACIÓN

Para realizar un estudio geotécnico que garantice un adecuado comportamiento de la cimentación, se recomienda tener en cuenta y conocer la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones E – 020 y seguir los pasos que se mencionan a continuación:

- Reconocimiento del terreno.
- Recopilación de información.
- Ubicación y ejecución de las calitas de inspección.
- Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Interpretación de los ensayos de campo y de laboratorio.
- Perfil estratigráfico.
- Conclusiones y recomendaciones.

1.4.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL SUB SUELO DE LIMA

Según estudios previos realizados por investigadores, como Dr. Alva Hurtado, Ing. Martínez Vargas, etc., y trabajos de ingeniería realizados en todo Lima se ha determinado las principales características de los suelos así como de las capacidades admisibles de los suelos en cada uno de los distritos de Lima.

- La Punta presenta una napa freática alta, limos saturados a 2 metros de profundidad. Tiene una capacidad de carga de trabajo no mayor de aproximadamente 0.5 kg/cm^2 en general.
- En el Callao, La Perla, Bellavista y Ventanilla sus suelos presentan una capacidad de carga admisible neta de 1.5 kg/cm^2 .
- En algunas partes de San Miguel, San Isidro, Miraflores y Magdalena suelos finos, limo – arcillosos y lentes arenosas intercaladas y una capacidad de carga admisible de 0.5 kg/cm^2 .

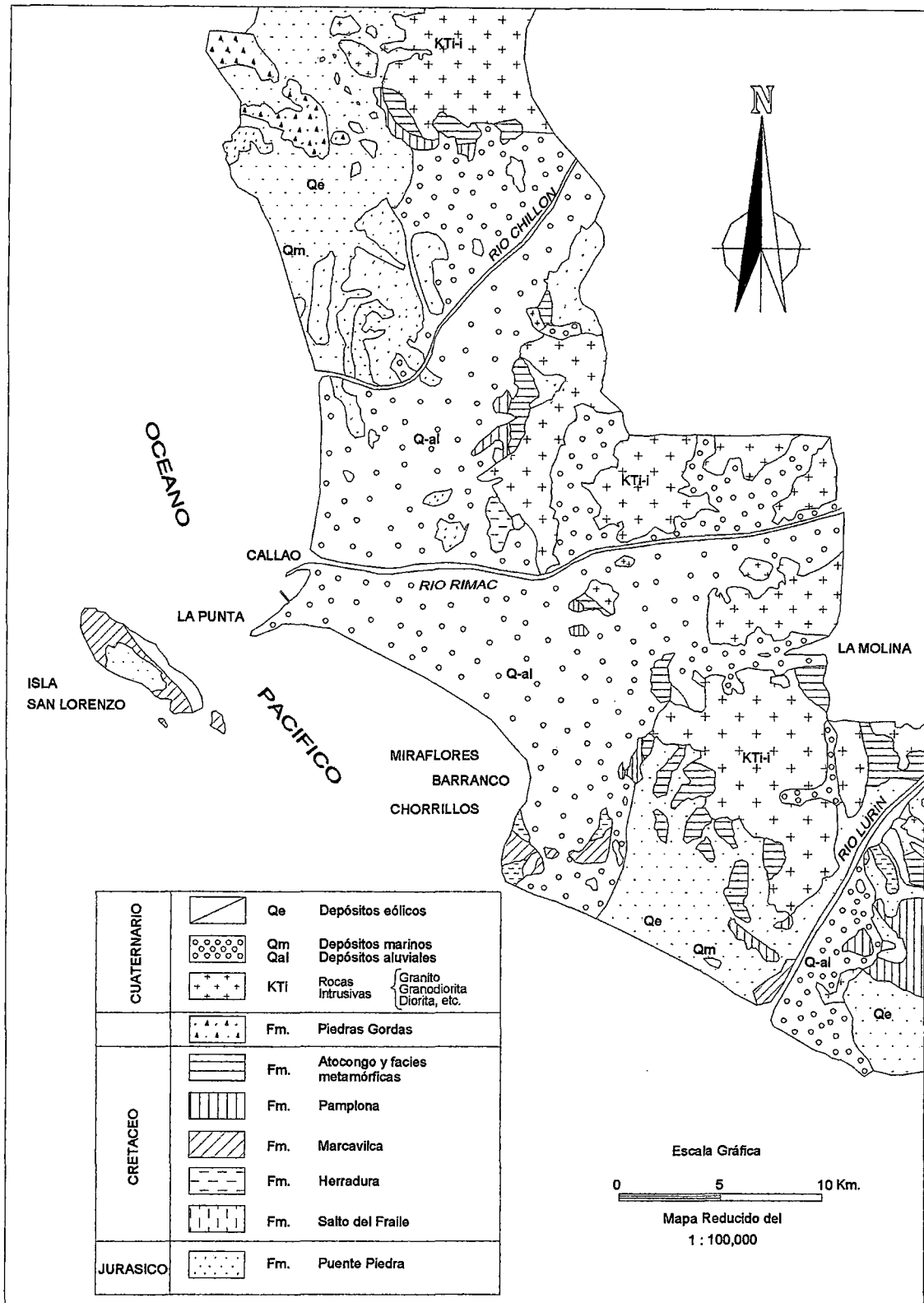
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

- Carmen de La Legua, la zona este de Vellavista, la zona oeste de Lima, San Miguel y Pueblo Libre presentan suelos cuyas capacidades admisibles son de alrededor 1.0 – 1.5 kg/cm². Muestra también una estratigrafía alterada de limos arenosos y limos arcillosos.
- En Lince. Breña, Jesús María, La Victoria (zona sur), Magdalena del Mar y Miraflores (zona oeste), se presentan suelos constituidos por gravas empacadas en arenas formando un conglomerado bastante compacto y cuya capacidad portante puede ser de 2.5 hasta 4.0 kg/cm².
- Ate, Lima (zona este), Surco (zona norte), La Victoria (zona norte) y San Luis, presentan gravas con buena graduación, pocos finos y una capacidad admisible entre 4 y 5 kg/cm².
- La Molina y Ate (zona oeste), presentan suelos arenosos limosos y arenas pobremente graduadas con una capacidad admisible entre 0.5 y 2.5 kg/cm².
- Lima (zona central) presenta un conglomerado a base de bolones, cantos rodados y grava, cohesionados por una matriz limo arenosa y una napa freática muy profunda (mayor a 170 metros), cuya capacidad de carga se encuentra entre 4 y 7 kg/cm².

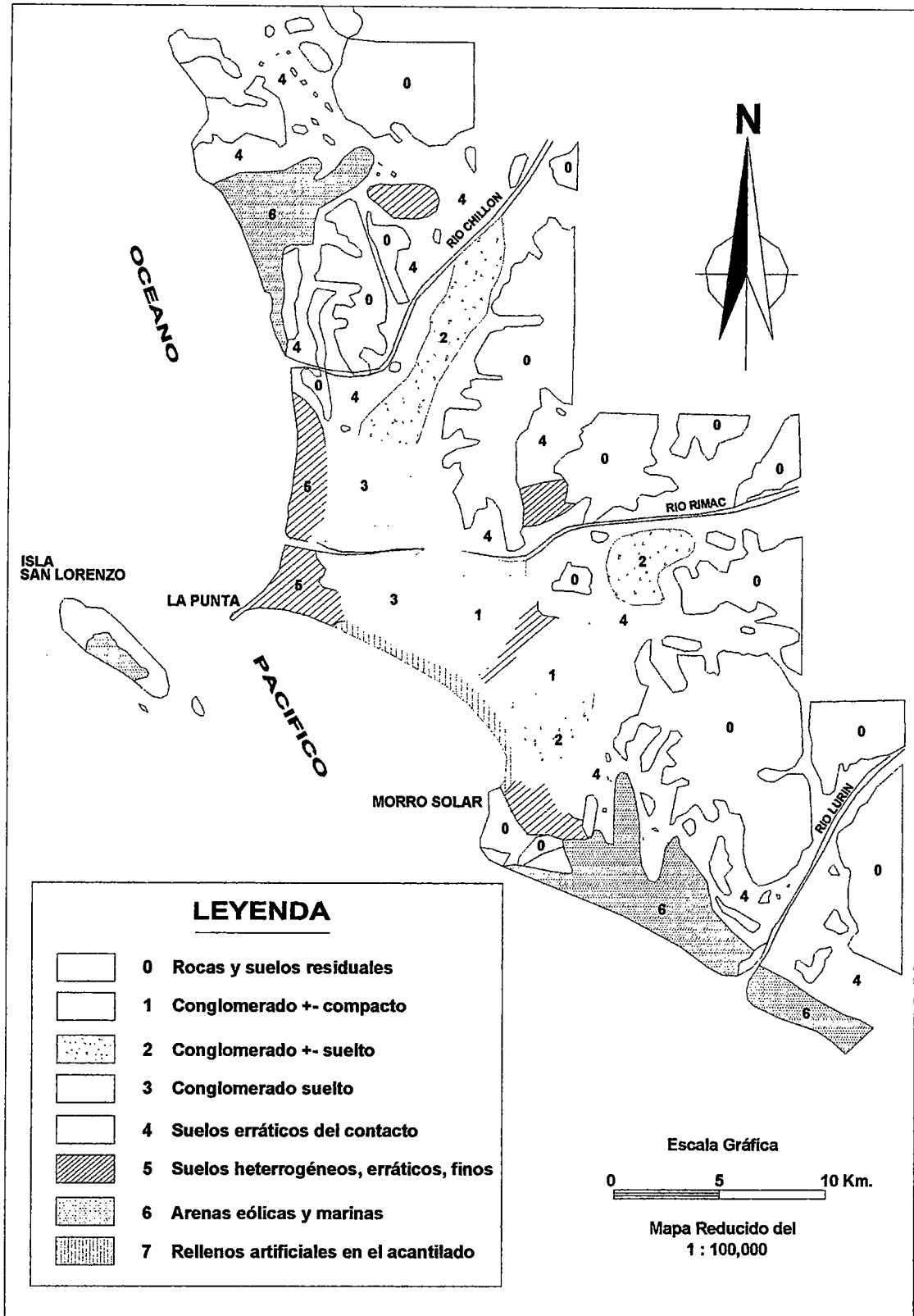
En el **Mapa Nº 12** , corresponde al mapa geológico de Lima propuesto por el Ing. A. Martínez Vargas en 1975; donde se muestran las diferentes formaciones y las eras geológicas a las que pertenecen cada una de ellas, su ubicación y extensión territorial en Lima.

El **Mapa Nº 13**, corresponde al mapa de mecánica de suelos de Lima propuesto por el Ing. A. Martínez Vargas en 1978; donde se muestra el tipo de rocas y de suelos existentes en Lima Metropolitana.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES



Mapa N° 12 - Mapa Geológico de Lima
(Según A. Martínez Vargas y col. 1,975)



Mapa N° I3 - Mapa de Mecánica de Suelos
(Fuente A. Martínez V. - 1,978)

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 GENERALIDADES

Uno de los distritos más grandes y poblados de la gran metrópoli limeña es San Juan de Lurigancho. San Juan de Lurigancho, una quebrada que desde sus inicios a principios del siglo XX y con el correr de los años se ha ido poblando más y más desordenadamente y sin control de ningún tipo, desde ser una zona de haciendas, de zonas para veraneo de familias de la clase media limeña, seguido de algunas expropiaciones por parte del Estado para reubicaciones por los años 60, pequeñas urbanizaciones, por la construcción de centros reclusorios que lo hicieron menos admirable, luego por las invasiones de terrenos en las faldas de cerros, la sobrepoblación de todos los lugares aptos para habitar, tugurizando muchas áreas hasta llegar a posicionarse en las cuestas de cerros y sobre los mismos cerros, con deficientes servicios básicos y en muchos casos sin ellos, fue como se formó y creció el distrito de San Juan de Lurigancho.

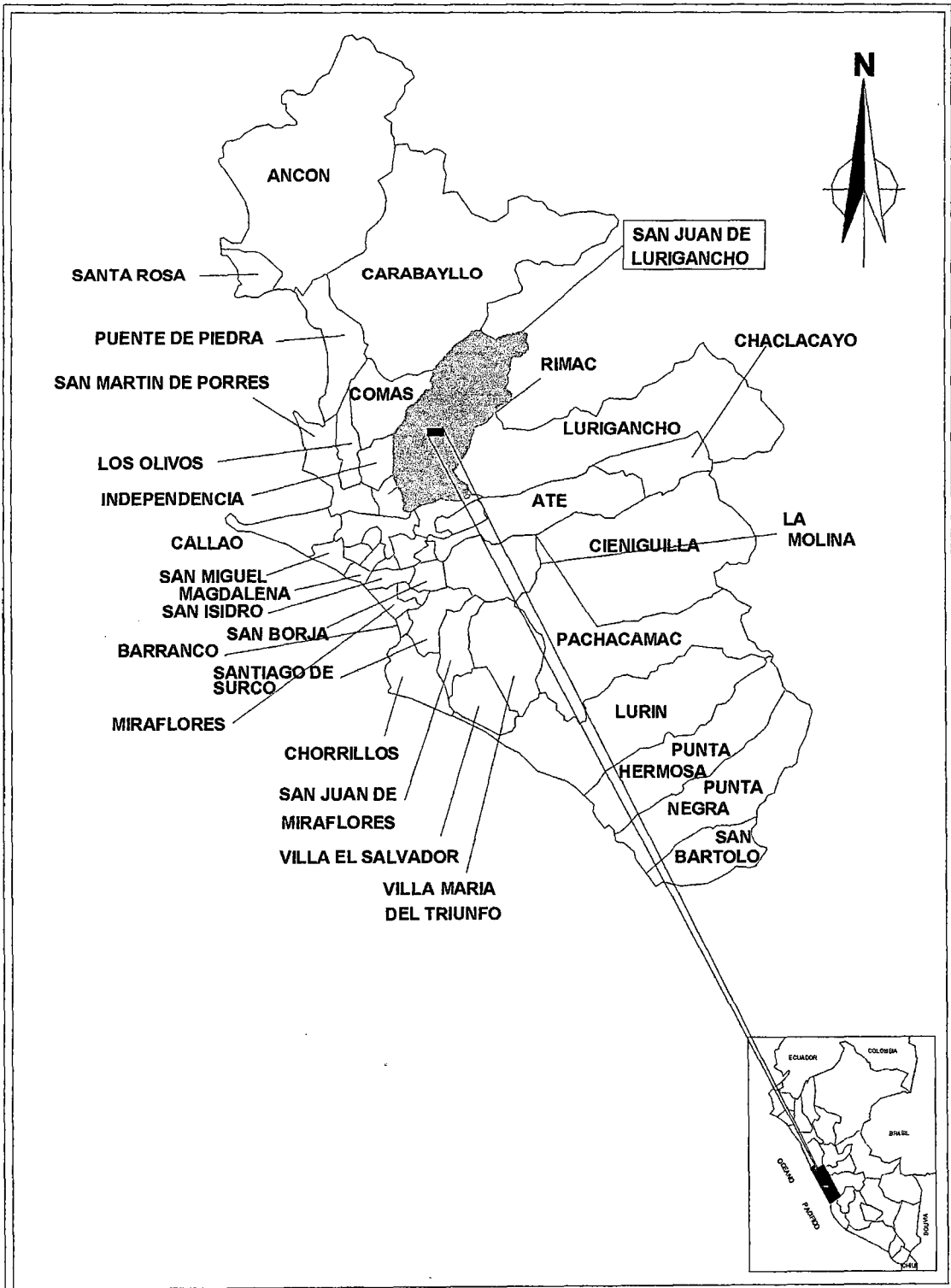
Actualmente la autoconstrucción sigue constituyendo el principal medio para acceder a una vivienda propia muchas veces con pocas consideraciones para el diseño arquitectónico y estructural, mala calidad de los materiales de construcción y sin el control respectivo de las obras durante la construcción, por personal técnico calificado.

2.2 UBICACIÓN

El distrito de San Juan de Lurigancho se encuentra ubicado al NE de la vieja ciudad de Lima (Cercado de Lima) en la provincia de Lima, en el departamento de Lima, a espaldas del Cerro San Cristóbal, fue creciendo desde principios del siglo XVIII hasta nuestros días. Tiene coordenadas 16° y 17° 50' latitud Sur, 70° y 71° 30' de longitud Oeste y colinda por el Sur con el distrito de *El Agustino*, por el Este con *Lurigancho – Chosica*, por el Oeste con los de *Rímac*, *Independencia* y *Comas*; y por el Norte con el distrito de *Carabayllo* y la Provincia de *Huarocharí*.

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

En el Mapa N° II1, se pueden apreciar los distritos que limitan con San Juan de Lurigancho, de acuerdo, a la distribución actual de los distritos en Lima Metropolitana.



MAPA N° II1 UBICACION POLITICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

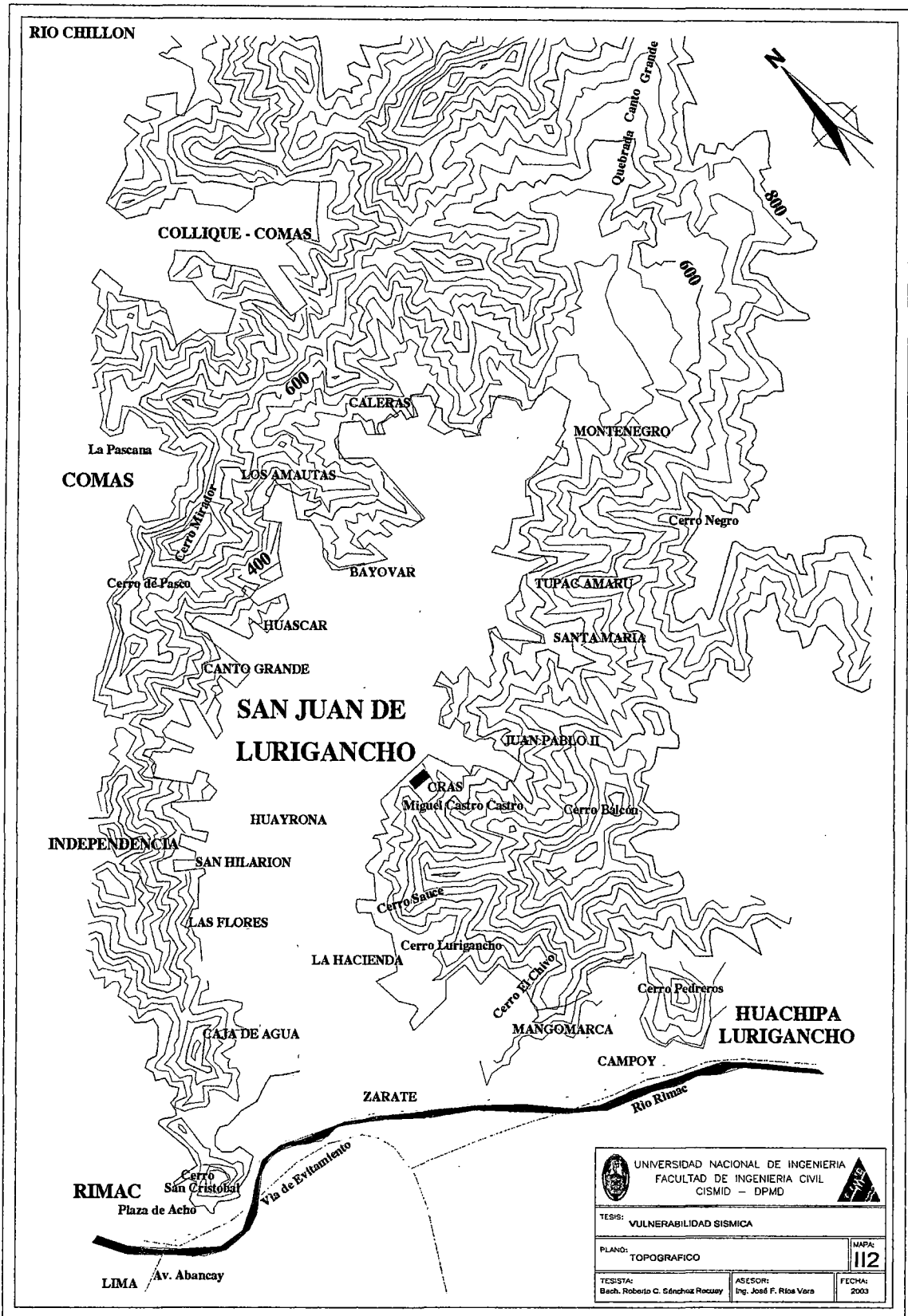
2.3 CLIMA

El clima de San Juan de Lurigancho es por lo general seco a diferencia de otros lugares de la ciudad de Lima como la zona sur (Villa María, Villa el Salvador, Lurín, Pachacamac, etc.) donde la humedad es mayor por su cercanía al mar. Garúas se presentan esporádicamente en las temporadas de verano o por efectos del Fenómeno llamado El Niño o también La Niña. Según lo relatado por ciertos historiadores, como Jack Polanis [6], la larga sucesión de pequeñas quebradas formadas por cerros, en otros tiempos se encontraban cubiertos de vegetación de "lomas" por su cercanía a la Sierra limeña; hoy en día la vegetación es escasa en los cerros existen, algunas pequeñas flores silvestres crecen gracias a la humedad que se genera al ocurrir las garúas. Por su buen clima fue usado como zona de veraneo antes de las grandes migraciones de los años 70.

2.4 TOPOGRAFÍA

El distrito de San Juan de Lurigancho está constituido por una larga sucesión de pequeñas quebradas formada por cerros y contrafuertes andinos, que bajan hacia el río Rímac desde la divisoria de aguas con la cuenca del río Chillón, tal como se muestra en el **Mapa N° II2**. Al término de esta larga quebrada por donde se asciende y se interna hacia la sierra la carretera a la ciudad de Canta.

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO



2.5 HISTORIA DEMOGRAFICA DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

Se inicio el estudio recopilando información demográfica a partir del siglo XVIII para poder apreciar como ha surgido el Distrito de San Juan de Lurigancho y los cambios que ha sufrido en su transcurso; la información anterior a la Conquista del Tahuantinsuyo no es del todo exacta.

2.5.1 POBLACION AL FINAL DEL SIGLO XVIII

El cuadro N° II1 muestra la cantidad de habitantes por raza en el valle de Lurigancho a principios del siglo XVIII con una población de 591 habitantes.

Cuadro N° II1 POBLACION DEL VALLE DE LURIGANCHO

Habitantes	Razas	Proporción (%)
36	Españoles	6.1
69	Indios	11.7
32	Meztizos	5.4
9	Pardos	1.5
445	Negros	75.3
591	Total	100

FUENTE: "San Juan de Lurigancho su historia y su gente"

El predominio de la raza negra nos muestra que los negros eran más usados para las labores agrícolas en las haciendas que los indios peruanos, tal como se muestra en el Cuadro N° II2. El predominio de los hombres sobre las mujeres se evidencia por el tipo de trabajos que estos realizaban en las haciendas.

Cuadro N° II2 ESTADO CIVIL DE LA POBLACION - 1790

	NEGROS		INDIOS		ESPANÓLES		OTROS		TOTAL	
	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)
Casados	226	50.8	46	66.7	12	33.3	24	58.5	308	52.1
Solteros	154	34.6	9	13.0	11	30.6	2	4.9	176	29.8
Viudos	9	2.0	3	4.3	3	8.3	3	7.3	18	3.0
Niños	56	12.6	11	15.9	10	27.8	12	29.3	89	15.1
Total	445	100	69	100	36	100	41	100	591	100

FUENTE: INEI

Cuadro N° II3 RELACION ENTRE HOMBRES Y MUJERES - 1790

	NEGROS		INDIOS		ESPANÓLES		OTROS		TOTAL	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Casados	113	113	23	23	6	6	12	12	154	154
Solteros	127	27	8	1	9	2	2	0	146	30
Viudos	5	4	3	0	3	0	2	1	13	5
Niños	39	17	5	6	8	2	9	3	61	28
Total	284	161	39	30	26	10	25	16	374	217

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

2.5.2 POBLACION AL FINAL DEL SIGLO XIX Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Es a partir de la época de la Independencia que se puede estudiar la población en las principales ciudades del Perú gracias a los censos, el primero que realizó fue en el año de 1940, Cuadro II4.

Cuadro II4 EVOLUCION DE LA POBLACION DEL VALLE DE LURIGANCHO

	1790	1876	1920	1940
Pueblo Lurigancho	-	66	95	51
Quebradas de S.J.L.	-	582	896	1028
Resto del Valle	-	606	2480	6393
TOTAL HABITANTES	591	1254	3471	7472

FUENTE: INEI

Las Haciendas surgen aproximadamente en 1720, al final de las Encomiendas españolas, se podía apreciar que el arrendatario residía con sus trabajadores y ayudantes en la hacienda, los trabajadores y ayudantes eran por lo general negros, indios y mestizos, Cuadro II5.

Cuadro II5 POBLACION EN LAS HACIENDAS DEL VALLE DE LURIGANCHO A FINALES DEL SIGLO XIX Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

HACIENDA	1876	1920	1940
Azcarrunz	36	50	50
La Basilia	9	15	7
Buenamuerte	11	-	-
Chacarrilla	61	43	50
Flores	103	121	223
Zárate	87	91	226
Palomares	17	19	18
Santa Clara	51	62	40
Monte Zárate	34	-	-
Campoy	57	75	75
Carapongo	116	312	327
Amancaes	-	27	-
Hoyada	-	8	-
Lemos	-	4	-
Muñoz	-	45	-
Baños de Piedra Liza	-	9	-
San Jerónimo	-	15	-
TOTAL DE HACIENDAS	582	896	1016
Lurigancho	60	95	51
TOTAL	642	991	1067

FUENTE: INEI

2.6 EL CAMBIO DE ZONA AGRICOLA A ZONA URBANA

El aumento vertiginoso de la población y la conversión de los terrenos de cultivo agrícolas en barrios marginales, debido al crecimiento de la población en Lima, se dio en tres etapas [7]:

La primera: Aproximadamente desde 1940 a 1954, en la cual la ciudad de Lima llega a ocupar el triángulo constituido por el Cono de Deyección del Rímac.

La segunda: Desde 1955 a 1970, es la época del desarrollo de las grandes barriadas; el crecimiento se produce a lo largo de la carretera hacia *Canta por el Norte* y a *Atocongo por el Sur*.

La tercera: Que se encuentra por finalizar, es el poblamiento integral de estos ejes y simultáneamente la de su tugurización, es decir, la degeneración de la ciudad.

El crecimiento de la población no sólo se debe a la explosión demográfica, es decir, que hay una tasa de natalidad más alta y la disminución de la tasa de mortalidad global promovido por el mejoramiento de las condiciones de vida principalmente en salud y alimentación.

La diferencia entre la tasa de natalidad y mortalidad nos da el crecimiento natural de la población, lo que se dió en Lima metropolitana no fue eso, el crecimiento vertiginoso de la población en Lima se debió a las migraciones de pobladores provenientes de la Sierra hacia la Capital, debido primeramente a la extrema pobreza de sus zonas de procedencia sin ningunos o escasos servicios básicos.

Un segundo motivo a considerar lo constituye la importación de productos agropecuarios a costos más bajos y en mayor cantidad que los ofertados por los campesinos, quienes venden su producción a muy bajos precios a los intermediarios, quienes obtienen mayores beneficios al traerlos a la Capital donde sus precios son más altos. Un tercer motivo lo constituye la aparición de industrias

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

en la Capital la que la hizo muy atractiva para las personas provenientes del interior del país.

Por todo ello los campesinos creían que migrar sería la mejor solución a sus problemas de trabajo, salud y educación.

Los emigrantes luego de tugarizar Lima antigua deciden mudarse a zonas donde puedan acceder a una vivienda propia, San Juan de Lurigancho es una de ellas. Su ventaja a diferencia de otros distritos es su cercanía al centro de la ciudad de Lima y por ello a los centros de trabajo y mercados de abastecimiento. Con el correr de los años las invasiones de tierras eriazas se multiplicaron y a la vez los dueños de las haciendas vieron esto como excelente negocio para lotizar sus tierras y venderlas.

La evolución de población en San Juan de Lurigancho , **Cuadro II6**, es notablemente significativa en Lima metropolitana. Según los censos realizados por el INEI y la información recabada en éstos censos, el distrito con mayor cantidad de pobladores en Lima metropolitana es el distrito de San Juan de Lurigancho.

Cuadro II6 EVOLUCION DE LA POBLACION DE S.J.L.

AÑO	Nº Habitantes Lima - Callao	Nº Habitantes SanJuan de Lurigancho
1940	645172	1028
1961	1845910	9456
1972	3418500	86173
1981	5189290	259390
1993	5784641	583812
2002	7775138	1250000

FUENTE: INEI

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

2.7 HISTORIA POLITICA DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

Por Ley N° 16382 del 13 de Enero de 1967 se crea el Distrito de San Juan de Lurigancho, el cual antes pertenecía al Distrito de Lurigancho, el mismo que fue creado por Simón Bolívar el 21 de Enero de 1825. En 1967 el distrito de San Juan de Lurigancho se encontraba formado por barriadas, urbanizaciones, fundos y haciendas, Cuadro II7.

Cuadro II7 BARRIOS Y FUNDOS EN S.J.L. EN 1967

BARRIADAS	URBANIZACIONES	FUNDOS Y HACIENDAS
San José *	Zárate	Zárate
San Cristobal *	Chacarilla	Mangomarca
Vista Alegre *	Canto Grande	Azcarrunz
Santa Rosita	Caja de Agua	Las Flores
Caja de Agua		San Hilarión
Canto Chico		Santa María
El Sauce		Santa Clarita
		Palomares
		Querilo
		Santa Egle
		Campoy

* Pertenecen a lo que es hoy el Distrito del Rímac.

FUENTE: LEY 16382

2.8 HISTORIA DEL POBLAMIENTO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

La quebrada de San Juan de Lurigancho se dividió en dos zonas: La baja cercana a la ciudad dedicada en ese entonces a la agricultura con aproximadamente 1834 Ha. y la alta, correspondía a las Pampas de Canto Grande y las faldas de los cerros que la rodean con aproximadamente 2400 Ha, Cuadro II8.

Cuadro II8 EXTENSIÓN Y PROPIETARIOS DE LAS HACIENDAS DE S.J.L.

FUNDOS	EXTENSION (Ha.)	PROPIETARIOS
Zárate	663	Solari, Bertello, Aspillaga
Las Flores	397	C. Nicollini, Cía. Fundo Flores S.A.
Azcarrunz	338	C. Palacios, A. Moreira de Palacios
Campoy	180	Hermanos Rébora
Santa Clarita	62	J. Amico, E. Lanatta
Santa Egle	29	Italo Costa
La Basilia	63	C. Nicollini, Cía. Fundo Flores S.A.
Palomares	42	Teresa Acuña
Chacarrilla de Otero	60	Crisante Elías
Pampas de Canto Grande	2400	Fam. Wiese - Denuncio Minero

FUENTE: Julio Calderón. "SOBRE TERRENOS ERIZOS, URBANIZADORAS, ESPECULACION Y DESALOJOS" DESCO-

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

A partir de los años 60 San Juan de Lurigancho se convierte en una zona de expansión de la Capital, marcando el fin de la actividad agrícola en estas tierras, **Cuadro II9.**

Cuadro II9 CAMBIO DE USO DE LAS TIERRAS DEL 60 A PRINCIPIOS DE LOS 70

ANO/PERIODO	HACIENDA	CATEGORIA	NOMBRE
Entre 1961e inicios 1970	Zárate	Urbanización	Zárate (Lotes urbanizados con redes de servicios básicos)
	Canto Grande	Urbanización	Mangomarca (Viviendas terminadas)
		Urbanización	San Rafael
		Urbanización	Canto Bello
		Urbanización	Canto Sol
		Urbanización	Canto Nuevo
		Urbanización	Canto Grande
	Urb. Semi rústica	Canto Grande (Casas de verano de 10 000 m2 para familias ricas)	
Nacimiento de Las Urbanizaciones Populares motivados por las reubicaciones de barriadas muy cercanas a Lima: Barriada de Canta Gallo por construcción de la Vía de Evitamiento			
1965	Chacarrilla de Otero	Ubr. Popular	Caja de Agua (Expropiación Hac. Chacarrilla por El Estado)
1967	Chacarrilla de Otero	Ubr. Popular	Chacarrilla de Otero (Núcleos básicos de viviendas)
1966	Cerros Canto Chico	Urb. Popular	Cerros de Canto Chico: Las Flores - San Hilarión
A raíz de esta primera reubicación Las Faldas de Los Cerros son invadidas creándose los Asentamientos Humanos (AA. HH.) quienes respetan las áreas agrícolas ante posibles desalojos:			
1966	Faldas de Los Cerros	AA. HH.	La Providencia
1967		AA. HH.	José Arguedas
1968		AA. HH.	Chacarrilla de Otero
1969		AA. HH.	Sagrado Madero
1970		AA. HH.	15 de Enero y Nuevo Perú
1971		AA. HH.	San Hilarión

FUENTE: [6] "San Juan de Lurigancho: Su historia y su gente"; Jack Polanis.

La mayoría de los Pueblos Jóvenes o Asentamientos Humanos se encontraban al fondo de la quebrada; cuyos moradores luchaban por la reivindicación de sus derechos y por la obtención de servicios básicos cuya obtención posterior beneficiaría a los propietarios y grupos urbanizadores quienes habían reservado sus tierras a la espera de una mayor renta, así vendieron terrenos, lotes y viviendas a mayor precio por tener servicios de mejor calidad. Pero la presencia de Los Pueblos Jóvenes, de los penales de Lurigancho y Canto Grande hizo que esta zona resultase poco atractiva para algunos compradores de la clase media alta de aquellos años. Sin embargo, resultó atractiva para los compradores de los estratos medio – bajo y medio y es así que surgen las primeras urbanizaciones privadas como San Carlos y Las Flores 78 – La Basilia.

Podemos decir que fueron cuatro las fuerzas que actuaron en el crecimiento de San Juan de Lurigancho: La iniciativa privada, el Estado, los grupos invasores y las asociaciones de pobladores.

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

Se podría establecer una geografía barrial, haciendo una *División Transversal* desde los Cerros - los Campos - Cerros, donde los cerros se convirtieron en zonas de expansión para AA. HH. y Asociaciones Pro - Vivienda (APV) - barriadas, convirtiéndose la parte intermedia (Campos) en Urbanizaciones para los estratos medio - bajos y medio. Una *División Longitudinal* da lugar a una división ternaria: una zona baja, una zona media y una zona alta, resaltando para esto que no hubo una ocupación urbana por un buen tiempo de la zona baja y media por haber estado reservado por sus propietarios hasta obtener mejores precios.

Si hacemos un recorrido a lo largo del Distrito de San Juan de Lurigancho, podemos apreciar que los servicios básicos de luz, agua y desagüe van empeorando a medida que se va avanzando más al fondo de la quebrada. También es apreciable la heterogeneidad de las construcciones y materiales de las viviendas, las que empeoran conforme nos adentramos más en el Distrito y nos alejamos de la zona céntrica hacia los cerros.

2.9 CARACTERISTICAS DEL SUELO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Es importante conocer las características del terreno donde se asienta la zona de estudio, debido a que el comportamiento sísmico de las edificaciones está íntimamente relacionada con el tipo de suelo. Por ello una manera práctica de conocer indirectamente la granulometría y espesor de las capas existentes.

2.9.1 INTRODUCCIÓN A LA PROSPECCION GEOFÍSICA. SONDAJE ELECTRICO VERTICAL

Por medio de la prospección geofísica podremos evaluar y determinar indirectamente la granulometría y espesor de las diferentes capas del subsuelo,

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

cuyas características nos darán una idea de los suelos sobre los cuales se asienta la zona en estudio.

El agua contenida en los poros de las rocas de los suelos es el elemento fundamental de las medidas de la resistividad, donde los diferentes horizontes están diferenciados al contenido del agua y la mineralización de las mismas.

El sondaje eléctrico vertical (SEV), permite evaluar a partir de la superficie del terreno y en dirección perpendicular a ella, la distribución de las diferentes capas geoelectricas, es decir permite determinar los valores de resistividad y espesor correspondiente a cada capa. En el SEV se introduce corriente continua al terreno mediante un par de electrodos de emisión, colocados en la parte externa A-B, donde en su recorrido radial experimentan una caída de tensión acordes con los factores condicionantes como humedad, textura del medio, grado de mineralización, temperatura y otros. Es así como esta caída de tensión es recepcionada en otro par de electrodos internos M-N, donde las medias sucesivas parten de un punto cero, en forma ascendente y lineal.

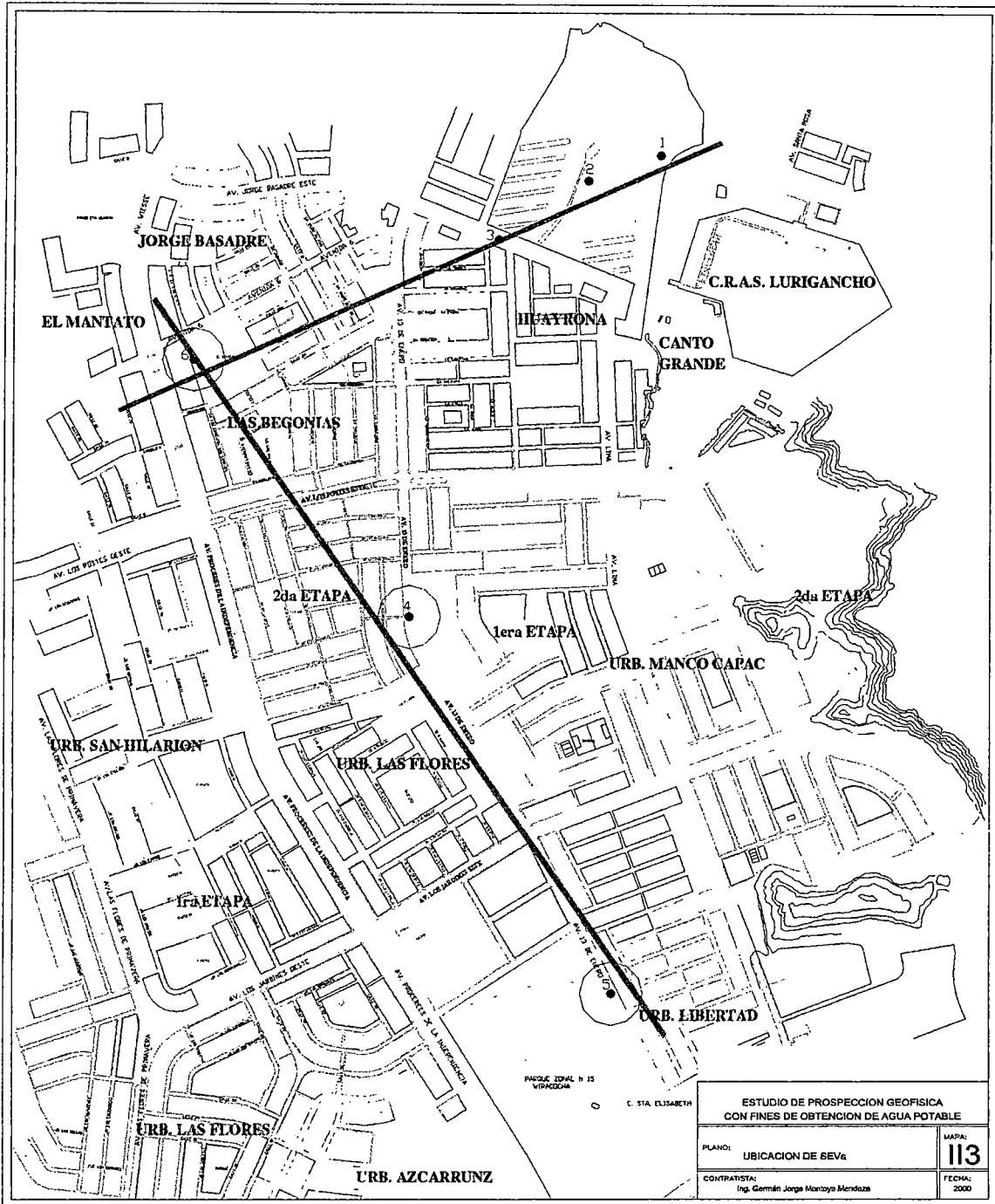
Los datos de resistividad aparente, obtenidos en los SEV, se representan mediante una curva, graficada en un formato bilogarítmico. A través de estas curvas de campo y por diversos métodos de interpretación se determinan los valores de las resistividades verdaderas y los espesores de las diferentes capas, para cada punto de investigación.

2.9.1.1 TRABAJO DE CAMPO

Como parte del estudio de prospección geofísica con fines de investigación hidrogeológica para abastecer de agua potable al penal de Lurigancho se realizó esta investigación a cargo del Ingeniero geólogo Germán Jorge Montoya Mendoza.

CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

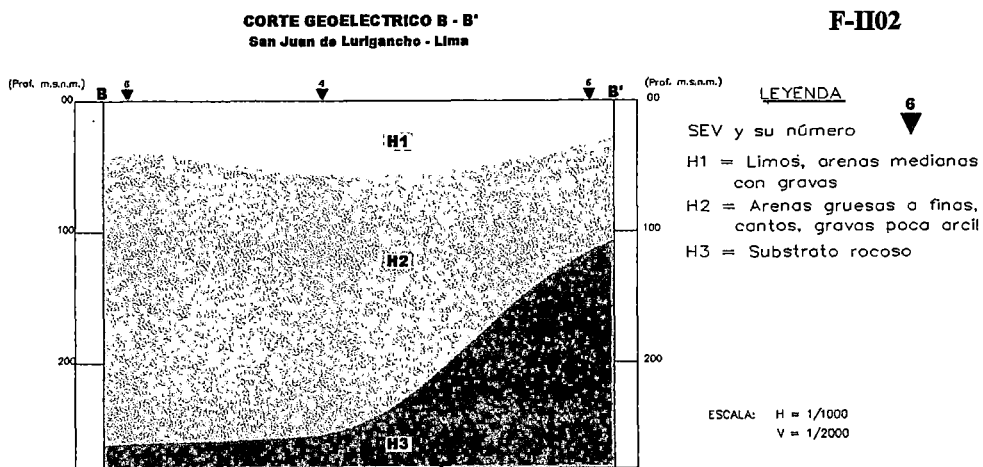
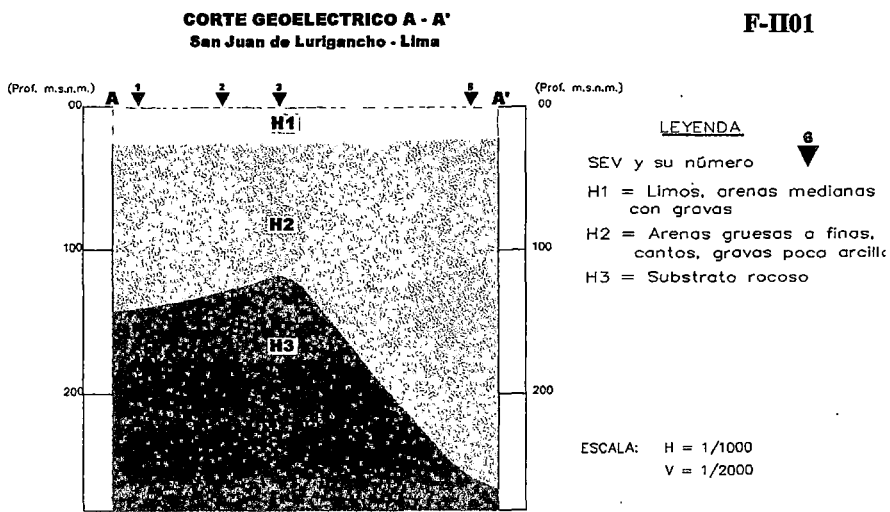
El trabajo consistió en realizar 06 sondajes eléctricos verticales distribuidos en diferentes sectores de forma puntual teniendo en cuenta áreas verdes que permitan realizar un tendido óptimo, por lo general se han ubicado en parques y parte central de algunas avenidas tal como se aprecia en el **Mapa N° 113** mostrado a continuación.



CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

2.9.1.2 RESULTADOS

De acuerdo al estudio realizado se pudo generar dos cortes geoelectricos que denominamos Corte geoelectrico A-A' (F-II01) correspondiente a los sondajes 1, 2, 3 y 6 y el Corte Geoelectrico B-B' (F-II02) correspondiente a los sondajes 4, 5 y 6; los suelos observados en los cortes geoelectricos se caracterizan por estar constituidos por un relleno estratigrafico de composicion sedimentaria gruesa, mediana a fina mayormente heterogenea. Los estratos presentan las siguientes caracteristicas que las podemos apreciar en las graficas F-II01 y F-II02 correspondientes a cada Corte Geoelectrico.



CAPITULO II: SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO

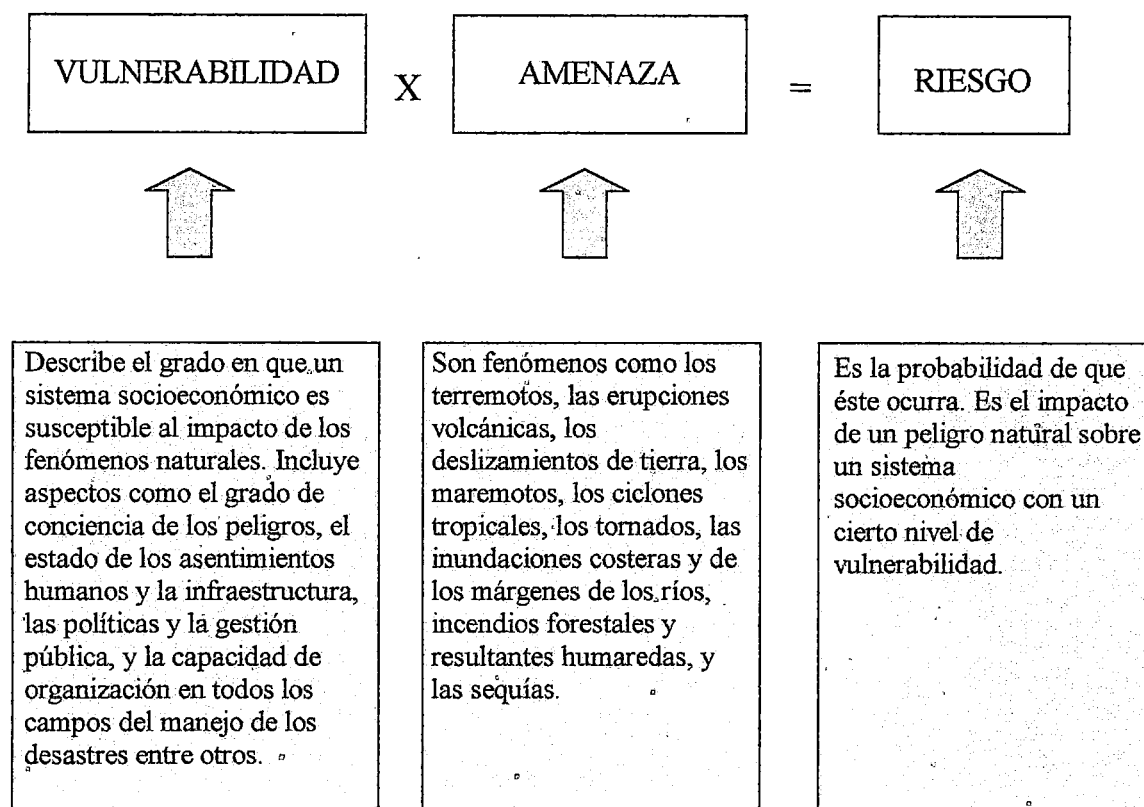
De acuerdo a el **Mapa N° 12** (Capítulo I: Aspectos Generales; Pág. N° 13), que corresponde al Mapa Geológico de Lima según A. Martínez Vargas V. – 1975, la quebrada de San Juan de Lurigancho se asienta sobre *depósitos aluviales* pertenecientes al Cuaternario y rodeado por *rocas intrusivas* pertenecientes al Cuaternario que corresponde a los cerros que forman la quebrada y según el **Mapa N° 13** (Capítulo I: Aspectos Generales; Pág. N° 14), que corresponde al Mapa de Mecánica de Suelos (A. Martínez Vargas V. – 1978), San Juan de Lurigancho se asienta sobre *suelos heterogéneos, finos y por suelos erráticos del contacto* y se encuentra rodeado por *rocas y suelos residuales* que corresponden a los cerros que rodean la quebrada de San Juan de Lurigancho.

De acuerdo a la condiciones Geológicas y de Mecánica de Suelos la zona de estudio se asienta sobre una zona medianamente vulnerable de acuerdo a sus condiciones locales. El **Mapa N° 11** (Capítulo I: Aspectos Generales; Pág. N° 8), muestra que la intensidad en la escala Mercalli Modificada es de VI – MM aproximadamente para la Zona de San Juan de Lurigancho, según el Ing. Martínez Vargas, 1975.

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

3.1 CONCEPTOS GENERALES

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que una estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes de la edificación que lo mantienen en funcionamiento ante la ocurrencia de un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas.



Puede decirse de manera general que un diseño que presenta un alejamiento de formas y esquemas estructurales simples es castigado fuertemente por los sismos. De cualquier forma, dada la naturaleza errática de los sismos, así como la posibilidad de que se exceda el nivel de diseño para el cual fue diseñada la edificación, es aconsejable evitar el planteamiento con configuraciones irregulares.

Lamentablemente, en nuestro país la norma de construcción sismorresistente no ha sido efectivamente aplicada en el diseño de edificaciones, debido a muchos factores como por ejemplo el poder adquisitivo de las personas, falta de control municipal, etc. Muchas edificaciones fueron construidas hace mucho tiempo y otras no han sido diseñadas ni construidas con normas sismorresistentes, surgen dudas con respecto a la certeza de que dichas edificaciones puedan seguir funcionando con posterioridad a un sismo. En estos casos se hace imperativa una revisión lo más detallada posible sobre la capacidad de la estructura de soportar sismos moderados y fuertes, mediante estudios de vulnerabilidad.

3.2 DAÑOS ESTRUCTURALES

En general, las enseñanzas que han dejado los movimientos sísmicos indican que en los países donde se diseña de acuerdo con una buena normativa sismorresistente, donde la construcción es sometida a una supervisión estricta y donde el sismo de diseño es representativo de la amenaza sísmica real de la zona, el daño sobre la infraestructura es marginal en comparación con el observado en sitios donde no se han dado estas circunstancias.

Desde una perspectiva histórica, un código por sí solo no puede garantizar la seguridad contra el daño excesivo, puesto que los códigos son reglamentos que establecen requisitos MÍNIMOS, los que a su vez experimentan actualizaciones continuas de acuerdo con los avances tecnológicos y las enseñanzas que dejan las investigaciones y los estudios de los efectos causados por terremotos, que no son más que pruebas de laboratorio a escala real. La ductilidad y redundancia estructural han resultado ser los medios más efectivos para proporcionar seguridad contra el colapso, especialmente si los movimientos resultan más severos que los anticipados por el diseño. El daño severo o colapso de muchas estructuras durante sismos importantes es, por lo general, consecuencia directa de la falla de un solo elemento o serie de elementos con ductilidad o resistencia insuficiente.

A causa de sismos fuertes es común que se presenten daños estructurales en columnas, tales como grietas diagonales causadas por cortante y/o torsión, grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexo compresión.

En vigas, se presentan grietas diagonales y rotura de estribos a causa de cortante y/o torsión, grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión que impone el sismo arriba y abajo de la sección como resultado de las cargas alternadas.

Las conexiones o uniones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos.

En las uniones viga-columna (nudos) el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo y/o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión.

En las losas se pueden presentar grietas por punzonamiento alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la placa debido a la excesiva demanda por flexión que en ciertas circunstancias puede imponer el sismo.

Irregularidades en altura, traducidas en cambios repentinos de rigidez entre pisos adyacentes, hacen que la absorción y disipación de energía en el momento del sismo se concentren en los pisos flexibles, donde los elementos estructurales se ven sobre solicitados. Las irregularidades en planta de masa, rigidez y resistencia pueden originar vibraciones torsionales que generan concentraciones de esfuerzos difíciles de evaluar, razón por la cual una mayor exigencia en este tipo de aspectos debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar arquitectónicamente las edificaciones.

No obstante, es importante destacar que el solo hecho de diseñar de acuerdo con un código no siempre salvaguarda contra el daño producido por terremotos severos. Los códigos sísmicos establecen requisitos mínimos para proteger la vida de los ocupantes, requisitos que muchas veces no son suficientes para garantizar el funcionamiento de la edificación después del sismo.

Las observaciones realizadas en los últimos años, indican que las construcciones rígidas (estructuras de concreto armado) se desempeñan, en general, mejor que las flexibles (estructuras de acero o madera); en lo que respecta a la protección de los componentes no estructurales, que sufren menos daños al limitarse el desplazamiento entre pisos.

3.3 CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES TOMADOS EN CUENTA PARA PROPONER LA HOJA DE EVALUACIÓN

San Juan de Lurigancho y muchos otros distritos de la gran Lima que se han formado producto de las migraciones especialmente alrededor de la zona central del Cercado de Lima, como Santa Anita, Ate Vitarte, Comas, Independencia, Carabaylo, Los Olivos, San Martín de Porras, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, Lurín, etc., donde la construcción de las viviendas se ha dado bajo la modalidad de la autoconstrucción. Esto significa que el poblador ha edificado y edifica sus viviendas tratando de aprovechar al máximo posible toda el área de terreno que pueda haber conseguido y de acuerdo a sus posibilidades económicas sin asesoramiento de un técnico especialista para el diseño, la construcción y supervisión de obras.

Los criterios arquitectónicos y estructurales a tomarse en cuenta para proponer la hoja de evaluación de las características de las edificaciones para luego poder realizar las encuestas de campo se tratarán en las siguientes páginas.

3.3.1 CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

Por configuración arquitectónica no se entiende la mera forma espacial de la construcción en abstracto, sino el tipo, disposición, fragmentación, resistencia y geometría de la estructura de la edificación, relación de la cual se derivan ciertos problemas de respuesta estructural ante sismos. Puede decirse de manera general que el alejamiento de formas y esquemas arquitectónicos simples es castigado fuertemente por los sismos. Hay que tener en cuenta que una de las mayores causas de daños en edificaciones ha sido el uso de esquemas de configuración irregulares.

Además, lamentablemente, los métodos de análisis sísmico usuales no logran cuantificar adecuadamente la mayoría de estos problemas arquitectónicos. Es aconsejable evitar el planteamiento de configuraciones riesgosas, es decir, de configuraciones arquitectónicas irregulares, independientemente del grado de sofisticación que sea posible lograr.

3.3.2 CONFIGURACIÓN GEOMETRICA

Debe hacerse énfasis en que, debido a su complejidad, y a su estrecha relación con el planteamiento de espacio y forma de la construcción, los problemas de configuración deben ser enfrentados básicamente desde la etapa de definición del esquema espacial del edificio, y en toda la etapa de diseño. Por esta razón es un tema que debe ser comprendido en toda su amplitud por los arquitectos e ingenieros diseñadores.

3.3.2.1 CONFIGURACIÓN EN PLANTA

Se entiende por configuración en planta a la distribución del área de la sección o secciones transversales que una edificación pueda mostrar. Aquellas plantas que a simple vista se pueden percibir como complejas y que cuentan con las respectivas juntas de dilatación sísmicas no presentan problemas para el comportamiento frente a sismos.

Longitud (L)

La longitud en planta de una construcción influye en la respuesta estructural de la misma. En vista de que el movimiento del terreno consiste en una transmisión de ondas, la cual se da con una velocidad que depende de las características de masa y rigidez del suelo de soporte, la excitación que se da en un punto de apoyo del edificio en un momento dado difiere de la que se da en otro, diferencia que es mayor en la medida en que sea mayor la longitud del edificio en la dirección de las ondas. Los edificios cortos se acomodan fácilmente a las ondas sísmicas, a comparación que los edificios largos.

Los edificios largos son también más sensibles a las componentes torsionales de los movimientos del terreno, puesto que las diferencias de movimientos transversales y longitudinales del terreno de apoyo, de las que depende dicha rotación, son mayores.

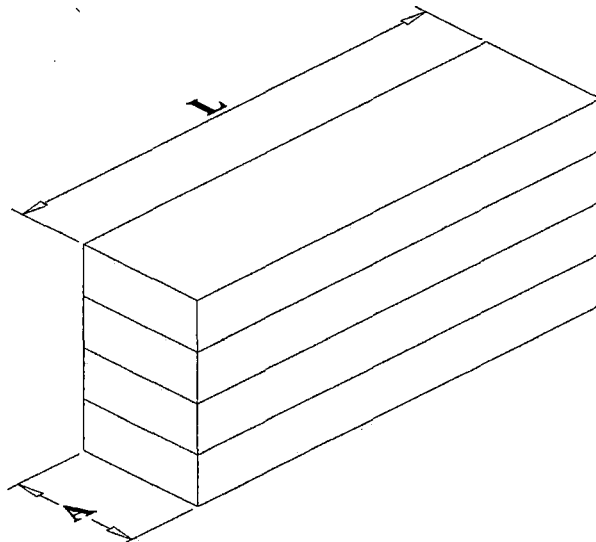
i) Esbeltez en planta:

Relación Largo (L) / Ancho (A)

Ideal : $L = A$

Aceptable : $L \leq 4A$

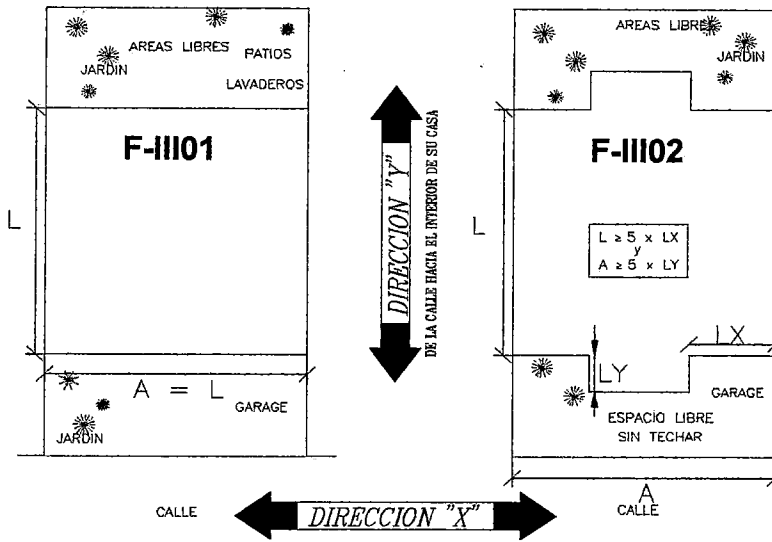
Mala : $L > 4A$



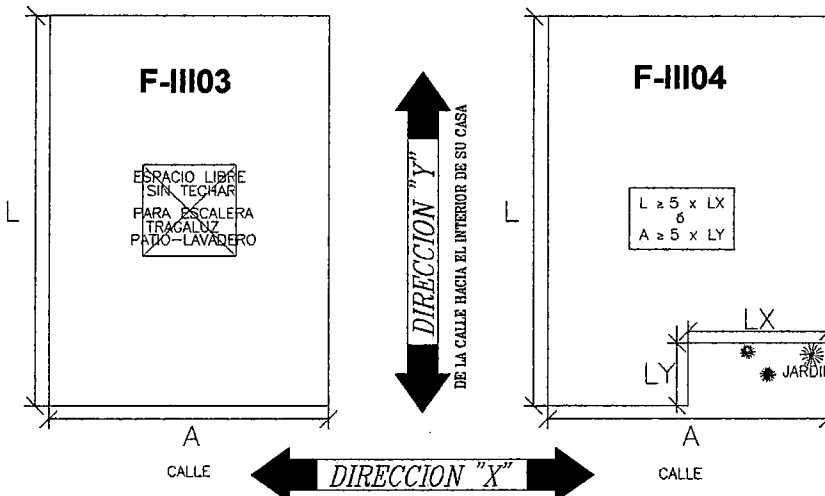
ii) Simetría y continuidad en planta:

F-III01 ilustra una configuración geométrica **Buena** donde $L = A$ y no se aprecian vacíos en el interior de la planta.

F-III02 es la idealización de un área de construcción que presenta entradas. Para que posea una configuración geométrica **Buena** las longitudes de entrada en X e Y, LX y LY respectivamente deben ser: $L = 5LX$ y $A = 5LY$



En F-III03 y F-III04 se muestran las plantas típicas de algunas edificaciones que son consideradas **Aceptables** en cuanto a su configuración en planta debido a su robustez $L \leq 4A$, por presentar entradas que deben cumplir la siguiente relación $L = 5LX$ ó $A = 5LY$ y por presentar vacíos en su planta que pueden ser sistemas de ventilación, vacíos para escaleras, patios interiores, lavaderos y otros.

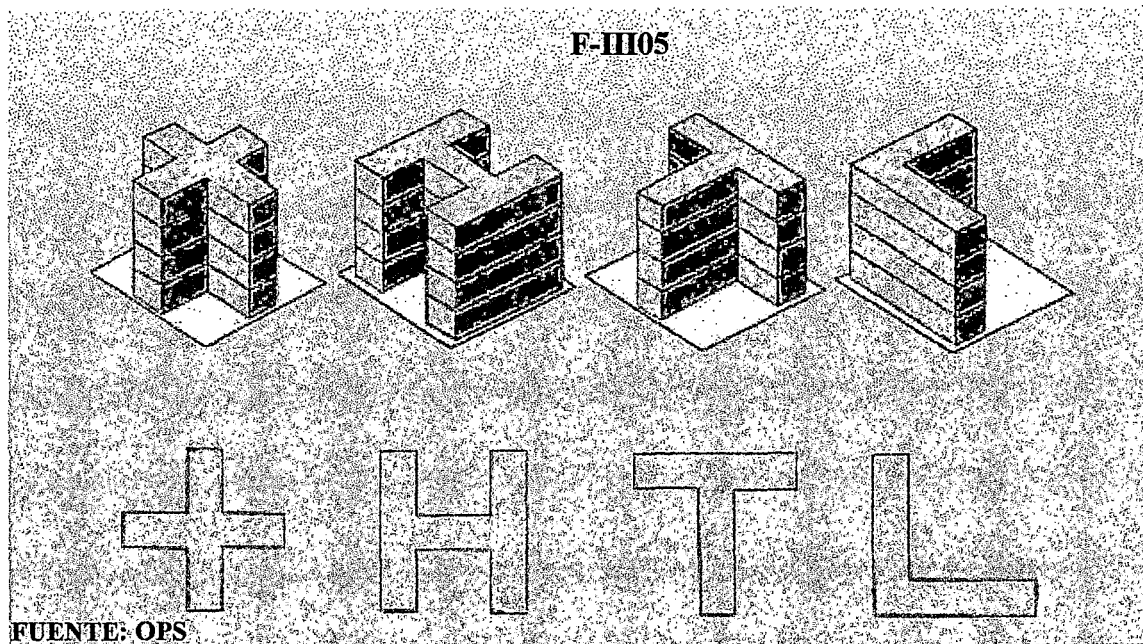


iii) Concentración de esfuerzos debido a plantas complejas

Este problema surge en edificios denominados de plantas complejas y es muy común en edificaciones hospitalarias. Se define como planta compleja a aquella en la cual la línea de unión de dos de sus puntos suficientemente alejados hace su recorrido en buena parte fuera de la planta. Esto se da cuando la planta está compuesta de alas de tamaño significativo orientadas en diferentes direcciones (formas en H, U, L, etc.), como se muestra en **F-III05**.

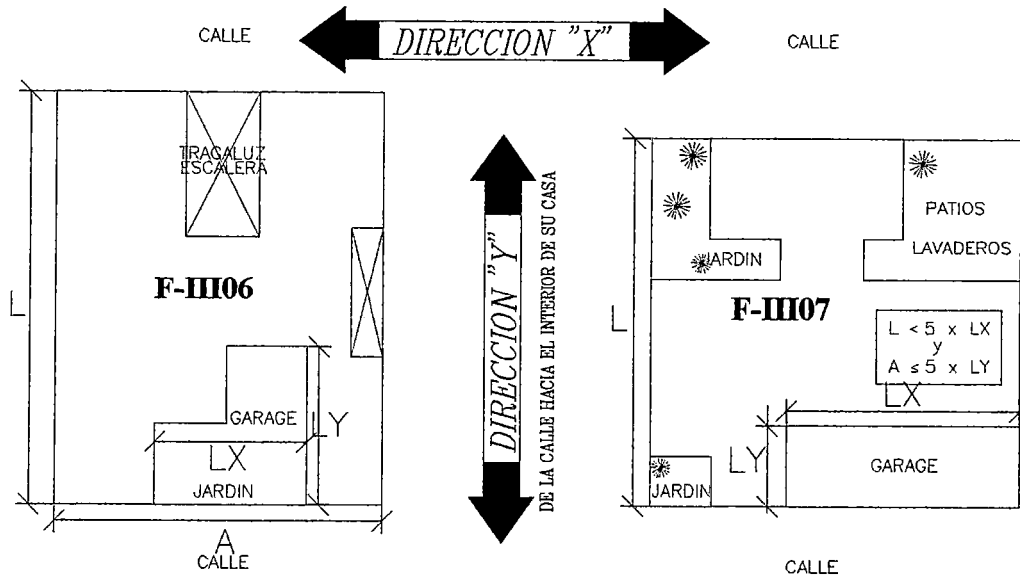
En las plantas complejas las alas pueden asimilarse a un voladizo empotrado en el cuerpo restante del edificio, sitio en el cual sufriría menores deformaciones laterales que en el resto del ala.

Por esta razón aparecen grandes esfuerzos en la zona de transición, los cuales producen con frecuencia daños en los elementos no estructurales, en la estructura vertical y aun en el diafragma de la planta.



CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

En F-III06 y F-III07 se muestran las plantas típicas de edificaciones que presentan una configuración geométrica en planta **Mala**, lo que hace que se generen y concentren esfuerzos debido a su caótica geometría.



iv) Formas irregulares de las plantas

Para este caso, la solución corrientemente adoptada consiste en la introducción de juntas de dilatación sísmica, como para el caso de los edificios largos. Estas juntas permiten que cada bloque tenga su propio movimiento sin estar atado al resto del edificio, con lo cual se rompe el esquema de trabajo en voladizo de cada ala. Las juntas, obviamente, deben tener el ancho suficiente para permitir el movimiento de cada bloque sin golpearse.

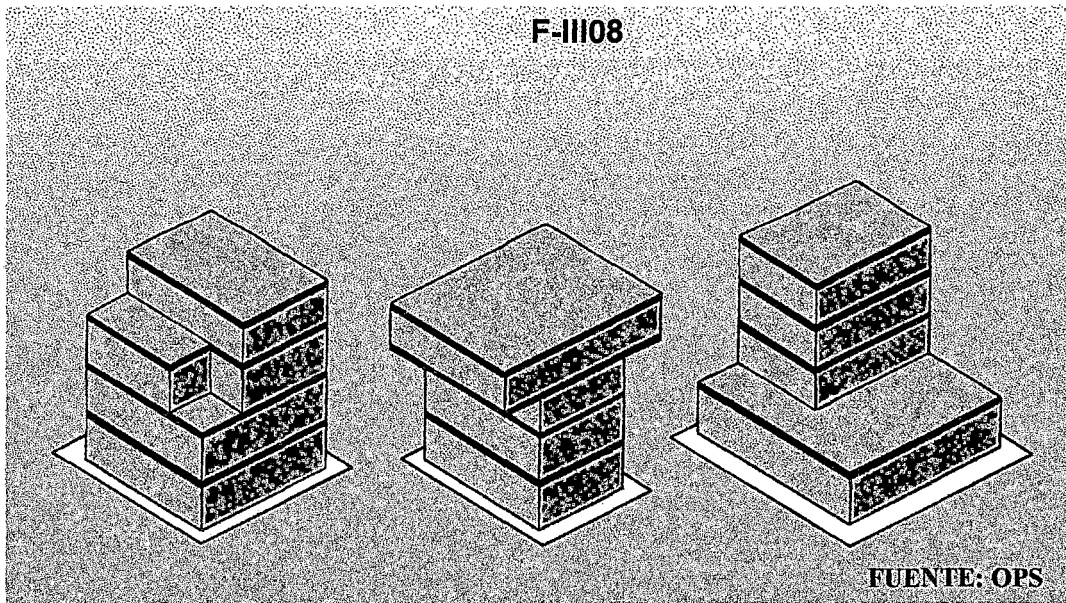
3.3.2.2 CONFIGURACIÓN EN ELEVACION

i) Escalonamientos

Los escalonamientos en los volúmenes del edificio se presentan habitualmente por exigencias urbanísticas, de iluminación, proporción, etc, como se muestran en F-III08. Sin embargo, desde el punto de vista sísmico, son causa de cambios

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

bruscos de rigidez y de masa; por lo tanto, traen consigo la concentración de fuerzas que producen daño en los pisos aledaños a la zona del cambio brusco. En términos generales, debe buscarse que las transiciones sean lo más suave posible con el fin de evitar dicha concentración.



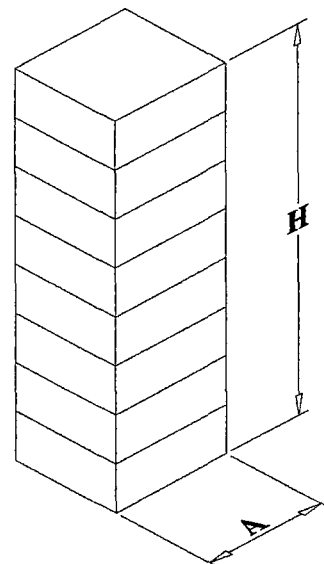
ii) La esbeltez en altura, de una edificación esta dada por la relación que existe entre su Altura (H) y su Ancho (A).

Así:

Si: $H \leq A$ → Ideal

Si: $H \leq 3A$ → Aceptable

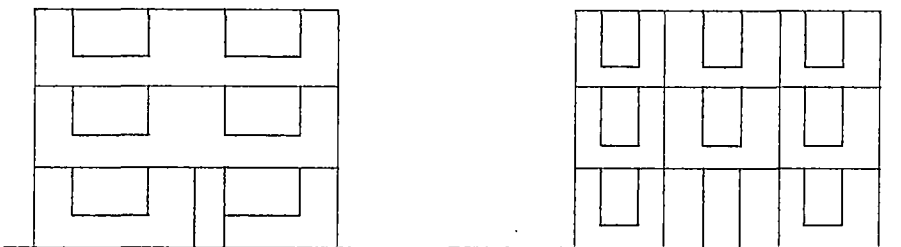
Si: $H > 3A$ → Mala



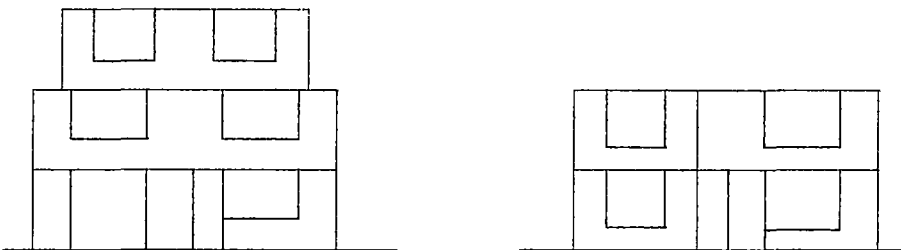
ii) Simetría en elevación

En F-III09, se aprecian algunas de las elevaciones típicas que se pueden encontrar en la gran mayoría las edificaciones, donde las dos primeras son las formas **Buenas**, las dos siguientes las formas **Aceptables** y las dos últimas las formas **Malas**.

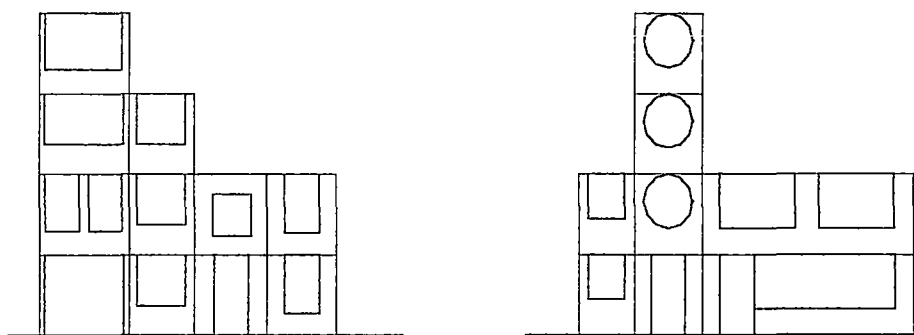
F-III09



EDIFICACIONES CON VENTANAS PEQUEÑAS E IGUALES EN TODA LA EDIFICACION



EDIFICACIONES CON VENTANAS Y PUERTAS NO MUY LARGAS Y GRANDES, SIMILARES EN TODA LA CONSTRUCCION



EDIFICACIONES CON MUCHAS AVERTURAS, VENTANAS Y PUERTAS MUY LARGAS Y GRANDES. NO SE MANTIENE LA MISMA DISTRIBUCIÓN EN TODOS LOS NIVELES

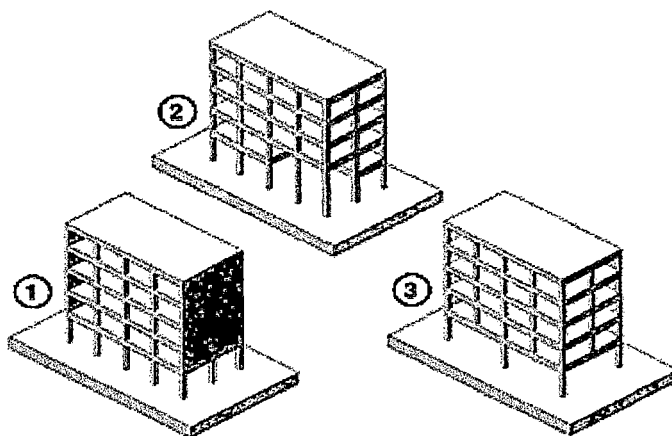
3.3.3 CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

La configuración estructural de una edificación es muy importante para el estudio, debido a que se desea emplear una metodología puramente cualitativa que nos permita determinar el nivel de vulnerabilidad de una edificación en forma sencilla, por ello tocaremos a continuación algunas características estructurales, que consideramos importantes.

3.3.3.1 UNIFORMIDAD DE ELEMENTOS RESISTENTES

En una edificación, de cualquier de sistema constructivo, se espera que en su diseño y construcción se haya cumplido con:

- La continuidad de los elementos resistentes (vigas y columnas), sin variación alguna de sus dimensiones en sus secciones, desde sus cimientos hasta el último piso que se haya proyectado.
- Todas las vigas deben estar alineadas y estar en el mismo plano.
- Las columnas deben mantener su sección en todos los niveles y deben ir alineados desde el primer nivel al último.
- La estructura de la edificación deberá ser continua y monolítica como sea posible desde su concepción hasta la ejecución de los trabajos de construcción.



En F-III10-1, se aprecia la discontinuidad del muro de corte en el primer nivel de la edificación.

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

En F-III10-2, se puede apreciar a simple vista la no continuidad de uno de los elementos resistentes que en este caso son vigas.

En F-III10-3, note que las columnas que van desde el segundo nivel hasta el último nacen en este piso lo que hace que el primer nivel sea mucho más débil y por tanto es susceptible a sufrir daños en este piso.

3.3.3.2 CONCENTRACIÓN DE MASAS

El problema en cuestión es ocasionado por altas concentraciones de masa en algún nivel determinado del edificio que se puede deber a la disposición en él de elementos pesados, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, etc. El problema es mayor en la medida en que dicho nivel pesado se ubica a mayor altura, debido a que las aceleraciones sísmicas de respuesta aumentan también hacia arriba, con lo cual se tiene una mayor fuerza sísmica de respuesta allí y por ende una mayor posibilidad de volcamiento.

Por lo anterior, en el diseño arquitectónico es recomendable disponer los espacios que representen pesos inusuales en sótanos o en construcciones aisladas aledañas al cuerpo principal del edificio. En casos en los que por razones topográficas se deba tener almacenamientos de agua elevados, debe preferirse construir torres independientes para ese fin, en lugar de adosarlas al edificio principal.

3.3.3.3 COLUMNAS DEBILES

Las columnas dentro de una estructura tienen la vital importancia de ser los elementos que transmiten las cargas a las cimentaciones y mantienen en pie a la estructura, razón por la cual cualquier daño en este tipo de elementos puede provocar una redistribución de cargas entre los elementos de la estructura y traer consigo el colapso parcial o total de una edificación.

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

El diseño sísmico de pórticos (estructuras formadas preferentemente por vigas y columnas) busca que el daño producido por sismos intensos se produzca en vigas y no en columnas, debido al mayor riesgo de colapso del edificio por el de daño en columnas. Sin embargo, muchos edificios diseñados según códigos de sismorresistencia han fallado por ésta causa. Estas fallas pueden agruparse en dos clases:

- Columnas de menor resistencia que las vigas.
- Columnas cortas.

i) Columnas de menor resistencia que las vigas

Este tipo de falla ocurre cuando las vigas poseen un mayor refuerzo de acero que las columnas o cuando se ha colocado una viga chata de refuerzo o como dintel, la que trabaja en conjunto con la viga modificando el comportamiento original de la edificación.

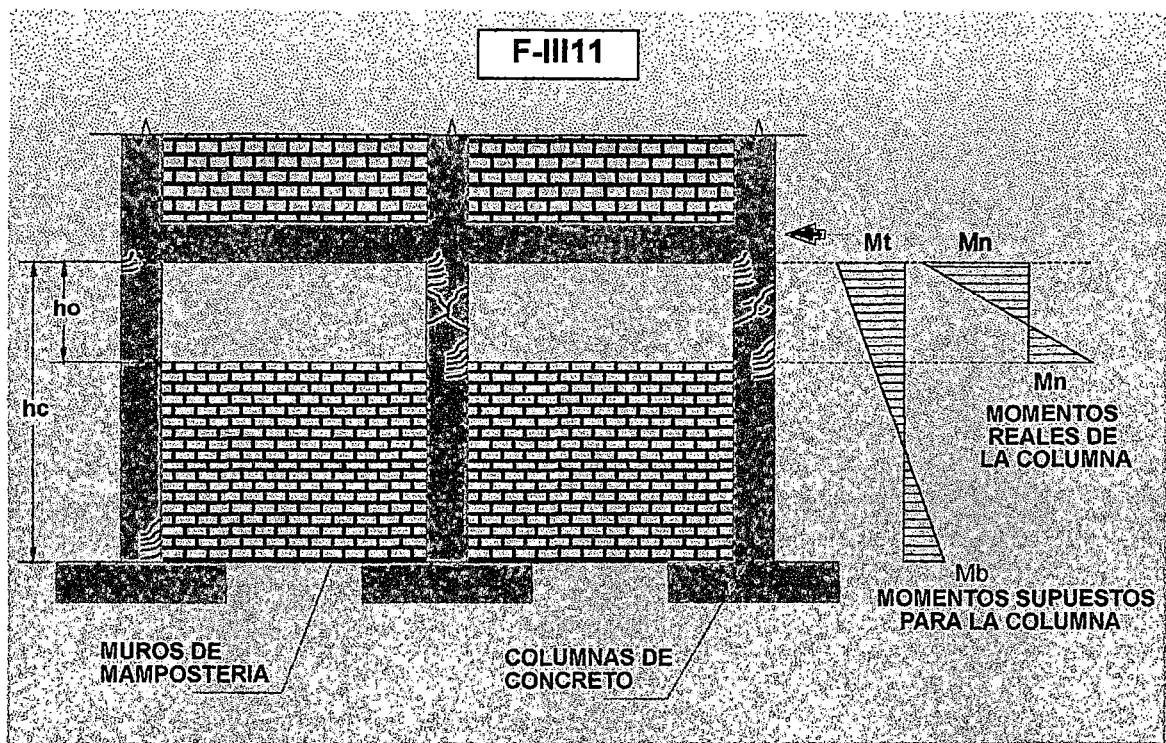
ii) Columnas cortas

Varias son las causas de que el valor de la longitud libre (h_c) se reduzca drásticamente (h_o) y se considere que se presenta una columna corta, ocasionando que los momentos supuestos (M_t) para la columna según el diseño sean menores que los reales (M_n), vea **F-III11**:

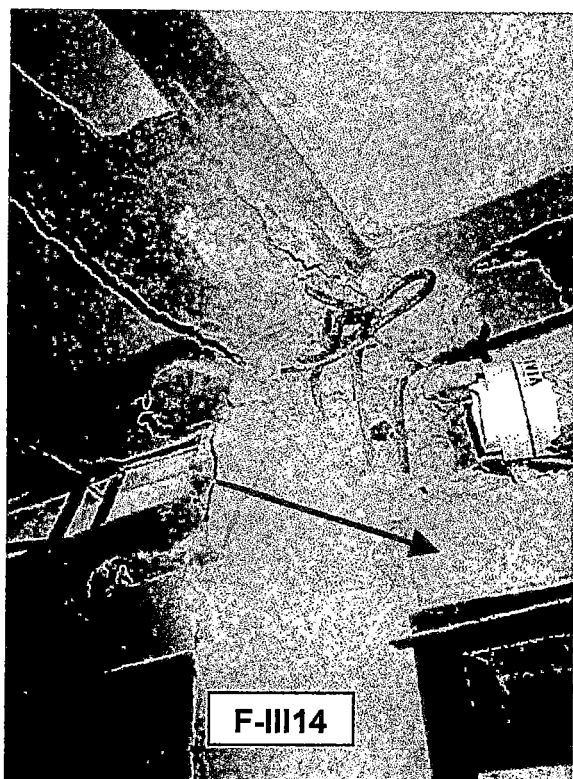
- Confinamiento lateral parcialmente en la altura de la columna por muros divisorios, muros de fachada, muros de contención, etc.
- Disposición de losas en niveles intermedios.
- Ubicación del edificio en terrenos inclinados.

Las columnas cortas son causa de serias fallas en edificios bajo excitaciones sísmicas.

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



F-III12 y F-III13. Colegio Mariscal Cáceres - Tacna, la construcción data del año 1994. La interacción de los muros de mampostería con las columnas de concreto, ha generado fallas por columna corta debido a la nula o deficiente separación entre la mampostería y las columnas. Foto posterior al sismo del 23/06/01



F-III14. Colegio Ángela Barrios de la ciudad de Moquegua, estructura mixta (aporticada y de muros portantes), 10 años de antigüedad, presentó daños por columna corta debido a la disposición intermedia del dintel, que redujo la longitud libre de la columna al espacio existente entre el techo y la viga señalada.

F-III15. Falla por columna corta debido al confinamiento lateral parcialmente en la altura de la columna por muros divisorios sin juntas de separación y probablemente la falta de estribos en las columnas.

Los efectos destructivos que tienen las columnas cortas pueden ser evitadas si éstas se aíslan adecuadamente de la mampostería. La Norma de Diseño Sismorresistente E – 030 del año 1997 dice que las juntas sísmicas verticales entre elementos estructurales resistentes (vigas y columnas en el sistema aporticado) y la mampostería deben ir separados por una junta sísmica de más de 0.5" y debe ir relleno por algún material que pueda deformarse fácilmente, como espumas u otros productos fáciles de deformar, pero nunca deben ser rellenas éstas juntas con concreto u otro material muy resistente.



F-II16. Pabellón del Colegio Mariscal Cáceres de Tacna que no sufrió daños por falla clase columna corta debido a la adecuada junta sísmica, que se muestra en la parte marcada.



F-III17

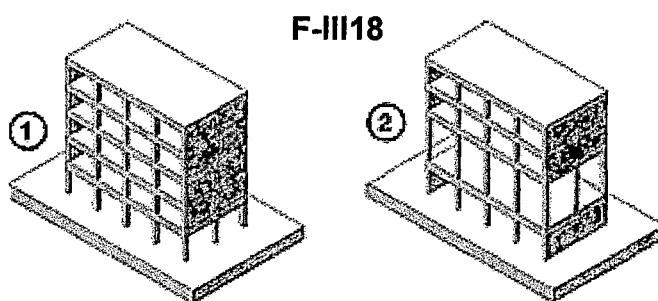
Las columnas cortas pueden ser evitadas con el uso adecuado de aisladores sintéticos, como el ternopor y así reducir los daños en la estructura principal, como se ve en **F-III17** los daños no han comprometido la estructura a diferencia de los casos mostrados en **F-III12**, **F-II13**, **F-III14** y **F-III15**. Las nuevas Normas de Diseño contemplan y exigen que existan juntas para reducir los daños en la estructura principal, por ser un problema realmente recurrente en muchas partes del mundo.

3.3.3.4 PISOS BLANDOS

Varios tipos de esquemas arquitectónicos y estructurales conducen a la formación de los llamados pisos débiles o suaves, es decir, pisos que son más vulnerables al daño sísmico que los restantes, debido a que tienen menor rigidez, menor resistencia o ambas cosas:

La presencia de pisos blandos se puede atribuir a:

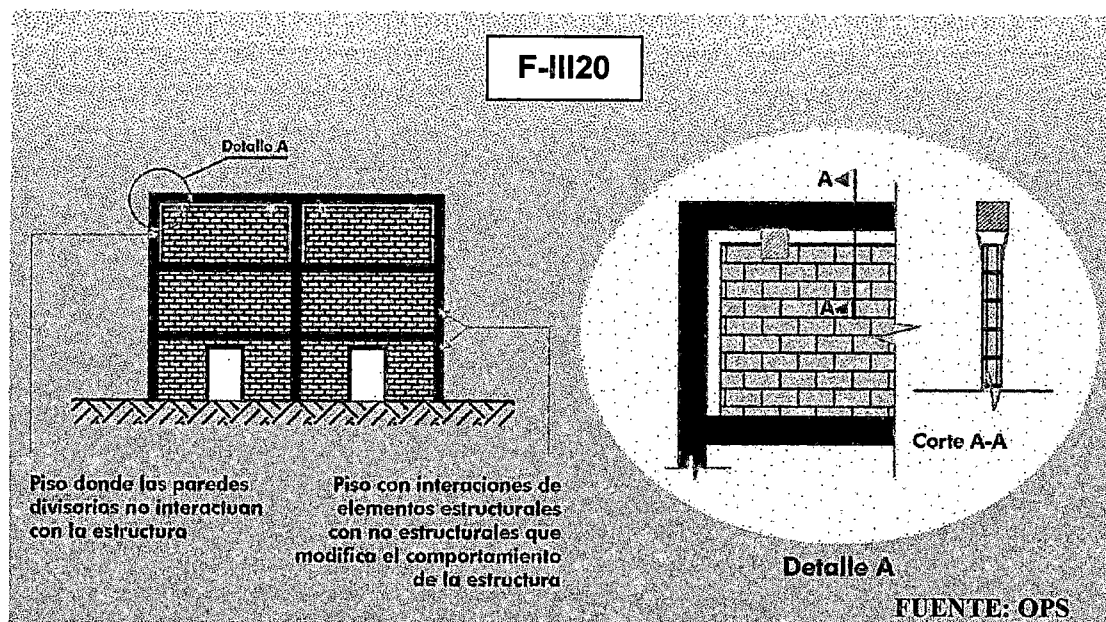
- Interrupción de elementos estructurales verticales en el piso, **F-III18-1.**
- Diferencia de altura entre pisos, **F-III18-2.**



F-III19. Edificios que usan el primer nivel para cocheras donde el primer nivel no tiene muros a diferencia de los otros niveles, tienen poca resistencia al corte y por ello fallan o colapsan éstos edificios cuando ocurre un evento sísmico.

3.3.3.5 Desplazamientos Laterales permisibles (N.T.E. E – 030)

Cuando el sistema estructural es aporticado el sistema estructural no interactúa con la estructura principal (vigas y columnas). En la F-III20, se aprecia el detalle de la separación entre la parte no estructural y la parte estructural. En un sistema de muros portantes los muros ayudan a transmitir la cargas a la cimentación y por lo tanto también reciben parte la fuerza sísmica actuante durante un evento sísmico.



El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica a continuación:

Material Predominante	Δ_i / h_{e_i}
Concreto Armado	0.007
Acero *	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

- Estos límites no son aplicables a naves industriales.

El desplazamiento máximo nos servirá para poder calcular la separación entre una edificación y otra, para permitir a la estructura moverse libremente durante un movimiento sísmico.

3.3.3.6 JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA

Un edificio A debe estar separado de edificios vecinos una distancia mínima "S" para evitar el contacto durante un movimiento sísmico, ver F-III21.

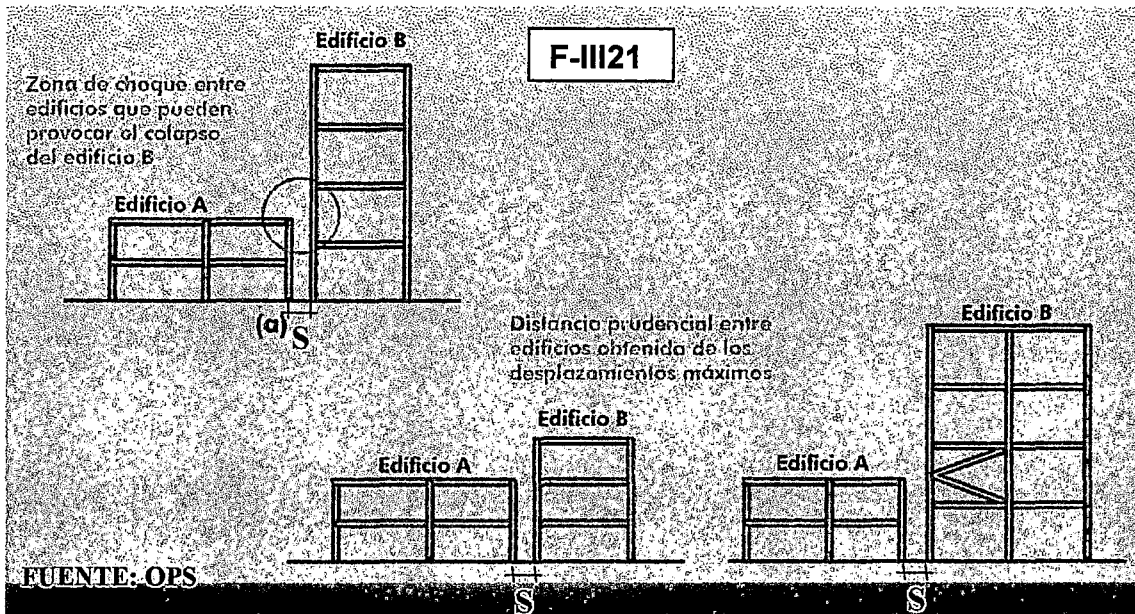
Esta distancia mínima "S" no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$S = 3 + 0.004(h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$S > 3 \text{ cm}$$

Donde "h" es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar "S".

El edificio se retirará de los límites de la propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones.



3.4 TIPOS DE CONSTRUCCIONES SEGUN SU COMPORTAMIENTO SISMICO.

"NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-030 PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE"

Para poder determinar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones es necesario realizar una clasificación de ellas, considerando para ello la resistencia sísmica como parámetro de medición, la cual define el comportamiento sísmico de una edificación tomando para ello características de la edificación como el tipo de sistema estructural, los materiales y la calidad de construcción, el tamaño de la edificación, estado de conservación, etc.

A continuación presentamos la clasificación realizada por el Ingeniero Julio Kuroiwa Horihuchi (1992), la cual también tomaremos en cuenta para poder proponer la hoja de evaluación que se mostrará en el Capítulo IV.

TIPO 1: Construcciones Sísmicas Muy Débiles.

- Construcciones de tierra conocidas como adobe, piezas cuyas dimensiones más comunes son de 40 x 25 x 18 cm., lo que da muros de 40 y 25 cm. de espesor dependiendo del aparejo usado, cabeza o sogá. Las construcciones antiguas utilizaron adobe de mayores dimensiones, y por lo tanto los muros resultantes son de mayor espesor.
- Edificaciones construidas con tierra húmeda apisonada en moldes o formas de madera, resultando bloques de tierra de 50 a 80 cm. de espesor, 50 a 100 cm. de altura y 80 a 150 cm. de largo dispuesto de tal forma que conforman los muros de las edificaciones, que en muchos casos son innecesariamente altos. En el Perú toma el nombre de adobón o tapial.
- Edificaciones construidas con bloques de piedra de diferentes formas y tamaños, unidas con mortero de barro.

CAPITULO III: CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Estas edificaciones por lo general tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o caña gruesa; y la cobertura, planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmera o materiales similares.

TIPO 2: Construcciones Sísmicas Débiles.

- Edificaciones de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto unidos con mortero de arena - cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar, con techo ligero y flexible.
- Edificaciones con bloques de piedra unidas con mortero de arena - cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar, con techo ligero y flexible.
- Construcciones de madera y/o caña recubiertas con tierra (bahareque, quincha) cuyos miembros estructurales están debilitados por la acción de insectos o descomposición por la acción de sucesivos procesos de humedecimiento y secado, con techo ligero y flexible.

Estas edificaciones tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o caña gruesa; y la cobertura, planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmera o materiales similares.

- Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero de arena - cemento, sin columnas de confinamiento, ni refuerzo interior en los muros, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, baja densidad de muros en una o ambas direcciones (menor a $20\text{cm}/\text{cm}^2$)
- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de

ladrillo cocido o bloques de concreto. Con estructuración inadecuada para resistir los sismos por la presencia de columnas cortas, excentricidad, poca rigidez lateral en una de las direcciones principales, insuficiente separación con el bloque adyacente o edificios vecinos y con otras deficiencias estructurales. No diseñadas para resistir sismos, concreto de baja resistencia y ausencia de muros de corte para tomar cargas laterales.

TIPO 3: Construcciones Livianas y Normales.

- Construcciones livianas, que tienen poco peso propio y por lo tanto en caso de sismos *generan fuerzas de inercia* poco intensas. La estructura resistente lo constituyen piezas de madera horizontales y verticales en estado rústico (troncos), caña gruesa (tipo caña de Guayaquil o caña brava), y el relleno de los muros son tablas, cañas delgadas, ramas de árboles recubiertas con barro. Dentro de este grupo se incluye el Bahareque de centro América, la quincha del Perú, las viviendas de madera del sur de Chile y construcciones de características similares que se construyen en la región.
- Construcciones normales que pueden ser de albañilería o concreto reforzado. Construcciones de albañilería de ladrillo (piedra cocida o concreto), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero de arena - cemento, sin columnas de confinamiento, ni refuerzo interior en los muros, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, baja densidad de muros (menor a 12cm/cm²) en una o ambas direcciones.

De concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto, con algunos bloques de concreto reforzado para tomar fuerzas horizontales sin tener una concepción ideal para resistir terremotos pudiendo tener en la

construcción y supervisión uno de los defectos señalados como construcción débil.

TIPO 4: Construcciones Sismorresistentes.

- Construcciones de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto unidos con mortero de arena - cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, sin columnas de confinamiento de concreto armado o sin refuerzo interior, con densidad de muros igual o superior a $25\text{cm}/\text{cm}^2$ en ambas direcciones.
- Construcciones de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto unidos con mortero de arena - cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado con columnas de confinamiento de concreto armado o con refuerzo interior, con densidad de muros igual o superior a $12\text{cm}/\text{cm}^2$ en ambas direcciones.
- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos espaciales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Concebidas, diseñadas y construidas para resistir sismos utilizando modernas técnicas sismorresistentes con muros de corte de concreto reforzado, simétricamente distribuidos en planta y elevación, capaces de controlar la deformación lateral dentro de límites que evitan las fallas de elementos frágiles como vidrios o muros de relleno, aún en caso de sismos intensos. Concreto de buena calidad ($f_c \geq 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$). Buena mano de obra y supervisión.

3.5 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Un estudio de vulnerabilidad busca, entre otras cosas, determinar la susceptibilidad o el nivel de daño esperado en la estructura y su funcionalidad frente a un desastre determinado; por lo tanto, para iniciar un estudio de vulnerabilidad deben caracterizarse él o los fenómenos a ser considerados.

Para el caso de sismos, vale la pena seleccionar y caracterizar aquellos eventos que podrían presentarse durante la vida de la estructura ya que los sismos menos frecuentes pero más violentos pueden afectar tanto a elementos estructurales como no estructurales, pero principalmente nosotros centramos nuestra atención en la parte estructural porque si ésta colapsa, las personas que las habitan quedarían temporalmente sin un lugar donde cobijarse.

Para la realización de estudios de análisis de vulnerabilidad sísmica de una construcción, la literatura internacional presenta diversos métodos como el método japonés [11], el método ATC-21[12], la evaluación diseñada por Iglesias J. [13], etc; pero en términos generales, los métodos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

1. Métodos Cualitativos
2. Métodos Cuantitativos

1. METODOS CUALITATIVOS: Generalmente estos métodos han sido utilizados cuando se evalúa la vulnerabilidad de una muestra numerosa de edificaciones de manera rápida. También cuando se tiene información acerca de la seguridad de una determinada estructura y se pretende corroborar dicho nivel de seguridad.

2. METODOS CUANTITATIVOS: Estos métodos son utilizados cuando la importancia de la edificación así lo amerita, o bien cuando los métodos cualitativos no han sido determinantes con respecto a la seguridad de la edificación.

Para la investigación usaremos el método cualitativo, debido a que el caso de estudio así lo amerita, ya que se quiere hallar los niveles de vulnerabilidad de una zona representativa de un distrito, la cual no debe ser demasiado extensa ni demasiado pequeña, debido a que se quiere abarcar un área representativa del distrito de San Juan de Lurigancho, y que incluya todos los tipos de sistemas de construcción (aporticado, mixto, albañilería de ladrillos cocidos confinado, albañilería de ladrillos cocidos sin confinar, albañilería de ladrillos sin cocer, albañilería de adobes, etc).

3.5.1 MÉTODOS CUALITATIVOS

Los métodos cualitativos son diseñados para evaluar de manera rápida y sencilla un grupo de edificaciones diversas, y seleccionar aquellas que ameriten un análisis más detallado. Estos métodos se utilizan principalmente para la evaluación masiva de edificaciones con fines de cuantificación del riesgo sísmico en una zona de una ciudad con la ayuda de hojas de evaluación previamente diseñadas, y cuyos resultados no pueden tomarse como concluyentes en ningún caso particular, salvo que corroboren la seguridad de una edificación.

Métodos como el método japonés[11], la evaluación diseñada por Iglesias para el caso de Ciudad de México [12], y el método ATC-21[13], son métodos en los que la construcción recibe una calificación determinada de acuerdo a aspectos tales como su estado de conservación, su irregularidad en planta y en altura, su relación con el suelo, etc., calificación que no precisa de cálculos muy sofisticados.

El propósito es aplicar un método cualitativo acorde a las condiciones propias de nuestro país. Así, se tuvo presente para el desarrollo de la metodología y plantear las hojas de evaluación: el uso de la edificación, la cantidad de personas que la habitan, características del terreno donde se vaya a cimentar la edificación, características de diseño estructural y de arquitectura, características de los materiales de construcción, de la mano de obra y la supervisión en obra.

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 SOBRE EL ESTUDIO A REALIZAR

De la gran gama de problemas que presenta el distrito de **San Juan de Lurigancho**, se escogerá y centrará la atención, interés e inquietudes en las edificaciones de esta zona, para evaluar el Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de éstas edificaciones.

Para la evaluación del Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones se elaborará una hoja de encuesta basado en los "*Tipos de Edificaciones Según su Comportamiento Sísmico*", propuestas en el Reglamento Nacional de Construcciones en la NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E - 030 PARA EL DISEÑO SISMICO (Noviembre de 1 997), y además de la Norma de Adobe Código E – 080, de los cuales rescatamos algunos de los aspectos más importantes que ayudarán a preparar la ficha u hoja de evaluación, tratando siempre de que las preguntas sean claras, sencillas y concretas.

4.2 OBJETIVOS

A continuación se mencionarán los principales objetivos del presente capítulo, que guiarán el estudio.

- Determinar las zonas más vulnerables a sufrir daños cuando ocurra un evento sísmico.

Se realizará un estudio cualitativo prospectivo por no poseer suficiente información sobre estudios anteriores realizados sobre este tema en la zona de estudio elegida; esto posibilitará el estudio de varias características de la población tales como arquitectura y construcción

de las edificaciones y de la preparación de los pobladores frente a un evento sísmico. También permitirá estandarizar las mediciones, es decir, que el modelo de encuesta a usar de encuesta podrá ser empleada en otras áreas de Lima o el mismo distrito, lo que significaría una disminución en la posibilidad de sesgo, así la validez y representatividad que se obtenga será buena. El inconveniente que presenta este tipo de estudio es que no trata aspectos económicos y la comparación con otras poblaciones no es válida. No se toca el aspecto económico debido a que nuestro estudio se centra en el estudio de la vulnerabilidad de las edificaciones.

- Describir las características arquitectónicas, estructurales y de construcción de las edificaciones y los daños que presenten debido a anteriores eventos.
- Crear una base de datos con la información recolectada.
- Seleccionar el tipo de edificaciones clasificadas como más vulnerables para someterlos a una evaluación más detallada.
- Proponer soluciones para poder disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones calificadas como más vulnerables por medio de estudios.

4.3 METODOLOGIA EMPLEADA

Al no poseer información de estudios anteriores en evaluación de niveles de vulnerabilidad sísmica, hace necesario pensar en la formulación de una nueva metodología acorde a la realidad de nuestro país teniendo en cuenta para ello nuestras normas de diseño sismorresistente para edificaciones.

La hoja de evaluación propuesta está elaborada para poder ser trabajada o empleada por personal técnico especializado o por personas que hayan sido capacitadas para tal fin. Los puntajes adoptados se basan en la probabilidad de daños que pueda sufrir una edificación adecuadamente concebida y construida, ante la acción de un movimiento sísmico de regular intensidad.

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO

El trabajo de campo en la zona crítica o zona de estudio, se debe realizar de una manera ordenada y sistemática, contando para ello con la ayuda de planos de ubicación general de la zona de estudio y de la zona que se éste evaluando en ese instante registrando la ubicación exacta de la edificación evaluada en cada una de las hojas de evaluación.

Toda la información obtenida en cada inspección diaria deberá ser procesada diariamente, con el uso de un computador y un software (Microsoft Excel) para poder crear una base de datos con toda la información recolectada, la cual se basará en la forma de la hoja de encuesta y las preguntas que la hoja tenga. La información procesada será de gran ayuda para el presente estudio y su almacenamiento servirá como una base de datos para futuros estudios.

Se procederá a determinar las zonas vulnerables dentro de la zona de estudio diferenciándolas una de otras en los planos, mediante el uso de diferentes colores: ROJO para el caso de Vulnerabilidad Alta, VERDE para el caso de Vulnerabilidad Media y AMARILLO para el caso de Vulnerabilidad Baja y finalmente la extensión de la zona vulnerable y proponer las medidas necesarias para reducir los niveles de vulnerabilidad.

4.4 FORMATO DE ENCUESTA

Para determinar los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones frente a una sollicitación sísmica se ha elaborado una Hoja de Encuesta, las mismas que se muestran a continuación:

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO

MODELO DE HOJA DE ENCUESTA

VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

LOCALIZACION DE LA VIVIENDA

Fecha: / / Encuestador: Hora: N° Hoja:

UBICACION GEOGRAFICA		
DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
CENTRO POBLADO	Nombre:	
	Categoría:	

DIRECCION DE LA VIVIENDA											
Tipo de Vía	Avenida.... 1	Calle 2	Jirón 3	Psje. 4	Carretera 5	N° Puerta	Dpto. / Int. N°	Piso N°	Mz. N°	Lote N°	Km.
Nombre											

ESQUEMA DE LA LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACION

CARACTERISTICAS

DISEÑO ARQUITECTONICO

	A	B	C
Cantidad de Habitantes	Mayor a 8 Hab. []	Entre 5 y 7 Hab. []	Menor a 5 Hab. []
Estado de Conservación	Malo []	Aceptable []	Bueno []
Año de Construcción	Antes de 1975 []	Entre 1975 y 1996 []	A partir de 1997 []
CONFIG. EN PLANTA			
* Simetría	- Mala []	- Aceptable []	- Ideal []
* Continuidad	- Mala []	- Aceptable []	- Ideal []
* Esquinas entrantes ($Lx \leq 5.lx$ y $Ly \leq 5.ly$)		($Lx \geq 5.lx$ o $Ly \geq 5.ly$)	($Lx \geq 5.lx$ y $Ly \geq 5.ly$)
* Robustez L/A (Largo/Ancho)	- Mala (Si: $L > 4A$) []	- Aceptable (Si: $L \leq 4A$) []	- Ideal (Si: $L = A$) []
CONFIG. EN ELEVACION			
* Simetría	- Mala []	- Aceptable []	- Ideal []
* Continuidad y uniformidad de elementos resistentes y muros.	- Mala []	- Aceptable []	- Ideal []
* Separación entre edificios	- Mala (No existe) []	- Aceptable (1.5 – 3.0 cm.) []	- Ideal (≥ 3.0 cm.) []
* Dimensiones de elementos resistentes (Vigas y columnas)	- Mala []	- Aceptable []	- Ideal []
* Robustez H/A (Altura/Ancho)	- Mala (Si: $H > 3A$) []	- Aceptable (Si: $H \leq 3A$) []	- Ideal (Si: $H = A$) []
* Ubicación de la edificación	- Casa en esquina con escasos muros en cada dirección []	- En medio de 2 edificaciones con mayor cantidad de niveles []	- En medio de 2 edificaciones con igual número de pisos []
	Subtotal (A) = 0.75*	Subtotal (B) = 0.45*	Subtotal (C) = 0.15*
	Subtotal (A) =	Subtotal (B) =	Subtotal (C) =

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO

DISEÑO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN

	A	B	C
SUELO DE CIMENTACION	- Limo [] - Arcillo [] - Relleno []	- Arena [] - Arena arcillosa []	- Grava []
CIMENTACION	- Piedra con barro (< 40 cm) [] - Concreto ciclópeo (< 40 cm) []	- Corrida sin refuerzo [] - Concreto ciclópeo (40 cm mín.) [] - Mampostería de piedra (40 cm mín.) []	- Corrida con refuerzo [] - Viga de cimentación [] - Zapata []
SISTEMA RESISTENTE			
APORTICADO POR VIGAS Y COLUMNAS	- Alféizar de albañilería con juntas verticales de muy poco espesor (Problema de Columna corta) []	- Alféizar de albañilería con juntas verticales adecuadas ($\geq 0.5''$) []	- Sin alféizar de albañilería. Sólo tabiquería []
MUROS PORTANTES O SISTEMA MIXTO	- Albañilería sin confinamiento de 2 de muros en ambas direcciones [] - Albañilería sin confinar con muros armados en pisos superiores []	- Ladrillos sin confinamiento de 1 piso con alta densidad de muros en ambas direcciones [] - Bloque de concreto con confinamiento parcial []	- Ladrillos con confinamiento [] - Bloque de concreto con confinamiento []
DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS O DE DISEÑO	- Conexión dentada en la zona de contacto columna - albañilería (≥ 5 cm.) [] - Mayor longitud de muros sin ventanas en una dirección X ó Y [] - Alféizar de ventanas no separadas de estructura principal []	- Longitud de muros sin ventanas similares en ambas direcciones X e Y []	- Conexión dentada en la zona de contacto columna - albañilería (≤ 5 cm.) [] - Longitud de muros sin ventanas ideales en ambas direcciones X e Y [] - Alféizar de ventanas separadas de estructura principal ($\geq 0.5''$) []
ADOBE, QUINCHA, TAPIA y MADERA	- Adobe o tapia sin refuerzo [] - Quincha sin refuerzo [] - Madera y esteras []	- Adobe o tapia con refuerzo [] - Quincha reforzada []	
TECHOS	No constituyen diafragma rígido	No constituyen diafragma rígido	Constituyen diafragma rígido
	- Planchas de Calamina, maderba, fibrocemento o similares [] - Caña o estera con torta de barro o de cemento ciclópeo []	- Estructuras de madera en edificaciones de 1 piso [] - Estructuras de acero en edificaciones []	- Losa aligerada [] - Losa de concreto reforzada o armada []
DAÑOS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES			
- Unión entre viga - columna	- Existe grieta por corte []	- No existe grieta por corte []	- No presenta grietas visibles []
- Viga	- Grietas y desmoronamiento de concreto (ancho de grieta > 5 mm) []	- Grietas perceptibles (1 mm < ancho de grieta < 5 mm) []	- Grietas imperceptibles (ancho de grieta < 1.0 mm) []
DAÑOS EN MIEMBROS NO ESTRUCTURALES			
ALBAÑILERIA	- Grietas diagonales en muros muy visibles []	- Grietas diagonales en muros poco visibles []	- Muros sin daños []
EDIFICACIONES DE TIERRA	- Humedecimiento fuerte [] - Disgregación fuerte [] - Desaplome fuerte []	- Humedecimiento leve [] - Disgregación leve a moderado [] - Desaplome leve a moderado []	
	Subtotal (A) = 0.75*.....	Subtotal (B) = 0.45*.....	Subtotal (C) = 0.15*.....
	Subtotal (A) =	Subtotal (B) =	Subtotal (C) =

4.5 SISTEMA DE CALIFICACION

En la hoja de encuesta podemos apreciar tres columnas signadas con las letras "A, B y C", las cuales representan en sí la mayoría de las características que puede reunir una edificación con **probabilidad de riesgo sísmico ALTA, MEDIA Y BAJA** respectivamente, para cada una de las letras antes signadas.

En cada una de las columnas cada fila perteneciente a cada columna se indican las características de las edificaciones abarcando tres aspectos: **Diseño Arquitectónico, Diseño Estructural y Construcción.**

Para la evaluación se tuvo en cuenta el estudio "Plan de Protección Sísmica de Lima Metropolitana [23]" de acuerdo a la clasificación de las viviendas según su estado de conservación y su resistencia sísmica, cuya clasificación fue hecha por el INADUR de acuerdo a los daños en las edificaciones. Esto significa que una edificación puede presentar algún tipo de deficiencia, ya sea arquitectónica, estructural o de construcción, y que pueda comprometer la vida de sus ocupantes y de la edificación.

Para obtener la calificaciones mínimas y máximas se ha usado del total de preguntas (34 preguntas se observan en la Hoja de Evaluación, pero sólo 27 son preguntas son independientes, las 7 preguntas restantes no tomadas en cuenta están relacionados a una característica común) que se muestran en la Hoja de Encuesta tan sólo 10 de las características arquitectónicas y 10 preguntas de las características de diseño estructural y construcción, debido a que el método que se emplea es netamente cualitativo y tener un mayor número de preguntas a las número de preguntas tomadas en cuenta nos da un mayor margen de seguridad. Esto quiere decir que contamos con una mayor cantidad de preguntas lo que nos da un mayor margen para los límites de las calificaciones y de ésta manera poder obtener un mejor resultado al momento de la evaluación de campo y trabajo de gabinete.

PARA LA COLUMNA "A":

Se ha considerado una puntuación de **0.75** para el conjunto de aspectos de diseño arquitectónico - diseño estructural y construcción, mostrados en la columna A y cada una de las filas de ésta columna, de tal manera de clasificar a una edificación de alta vulnerabilidad, a aquella con un puntaje mayor a 15 puntos.

VULNERABILIDAD ALTA \Rightarrow PUNTUACION TOTAL \geq 15 PUNTOS

PARA LA COLUMNA "B":

Se ha considerado una puntuación de **0.45** para el conjunto de aspectos de diseño arquitectónico - diseño estructural y construcción, mostrados en la columna B y cada una de las filas de ésta columna, de tal manera de clasificar a una edificación de mediana vulnerabilidad, a aquella con un puntaje mayor a 3 puntos y menor a 15 puntos.

VULNERABILIDAD MEDIA \Rightarrow 3 < PUNTUACION TOTAL < 15 PUNTOS

PARA LA COLUMNA "C":

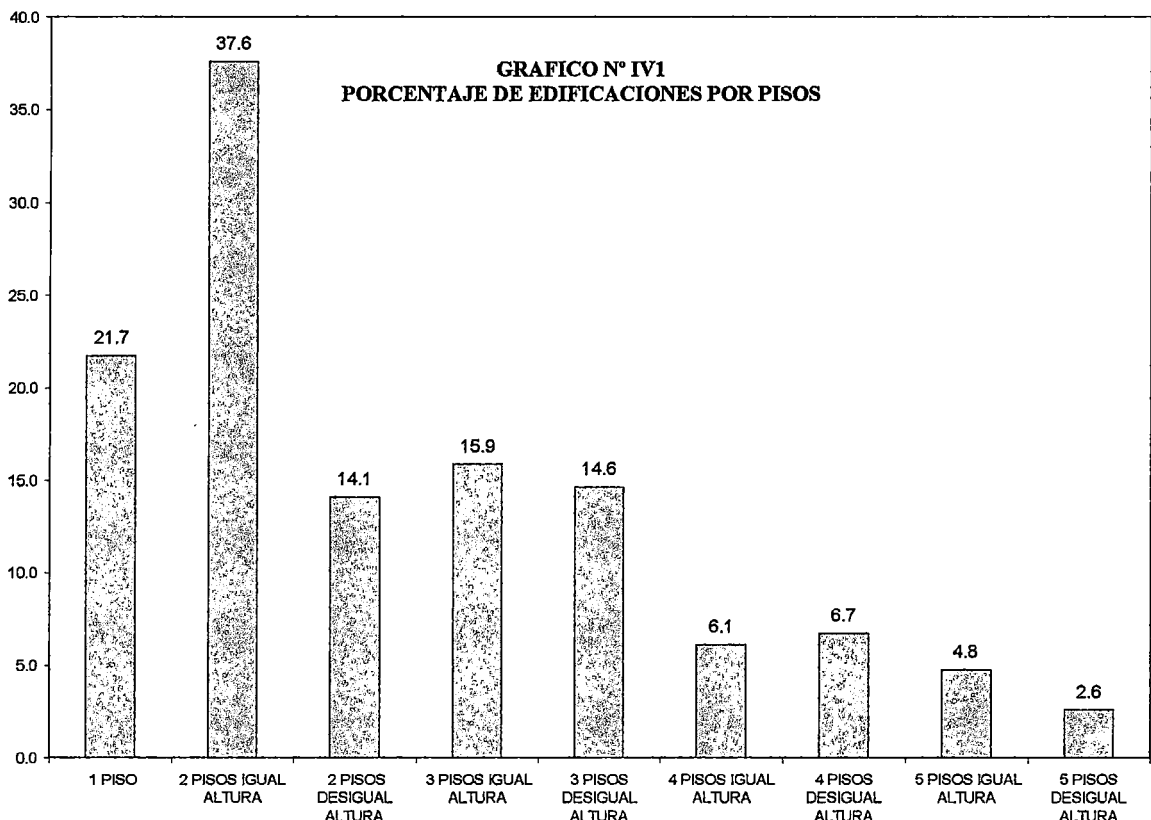
Se ha considerado una puntuación de **0.15** para el conjunto de aspectos de diseño arquitectónico - diseño estructural y construcción, mostrados en la columna C y cada una de las filas de ésta columna, de tal manera de clasificar a una edificación de baja vulnerabilidad, a aquella con un puntaje mayor menor o igual a 3 puntos.

VULNERABILIDAD BAJA \Rightarrow PUNTUACION TOTAL \leq 3 PUNTOS

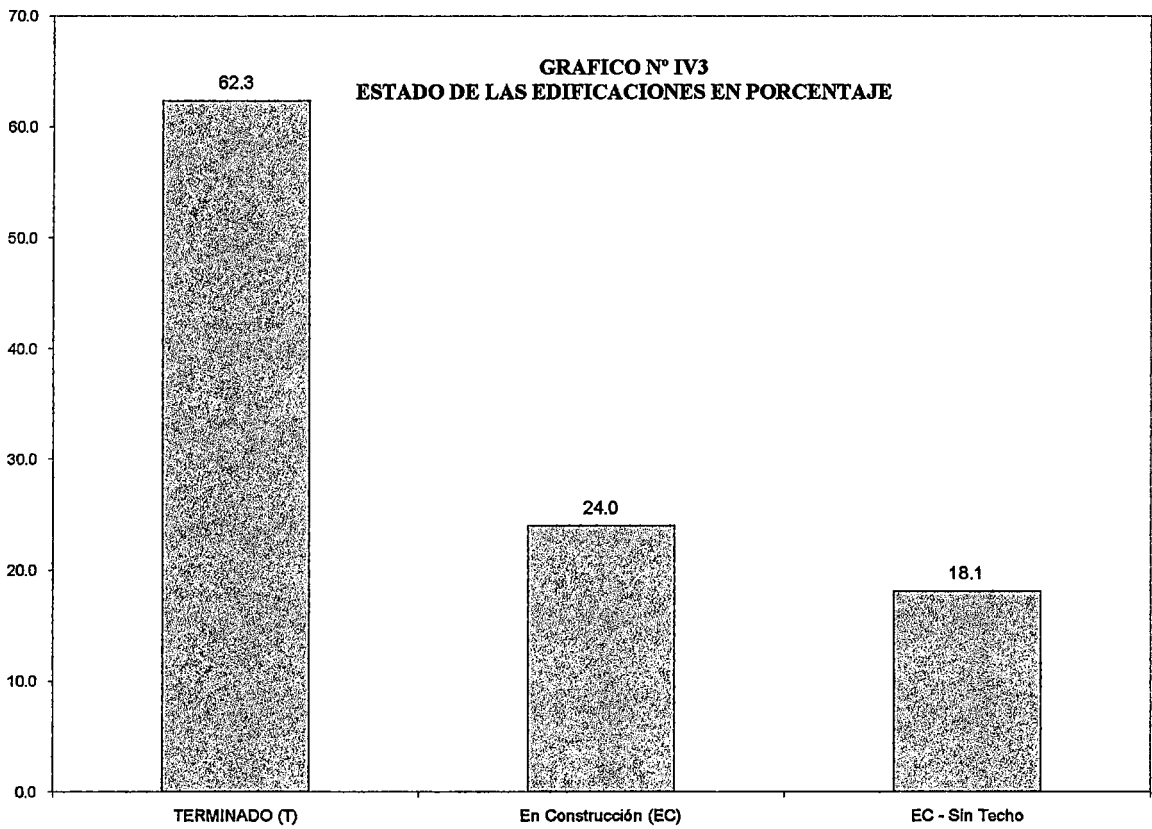
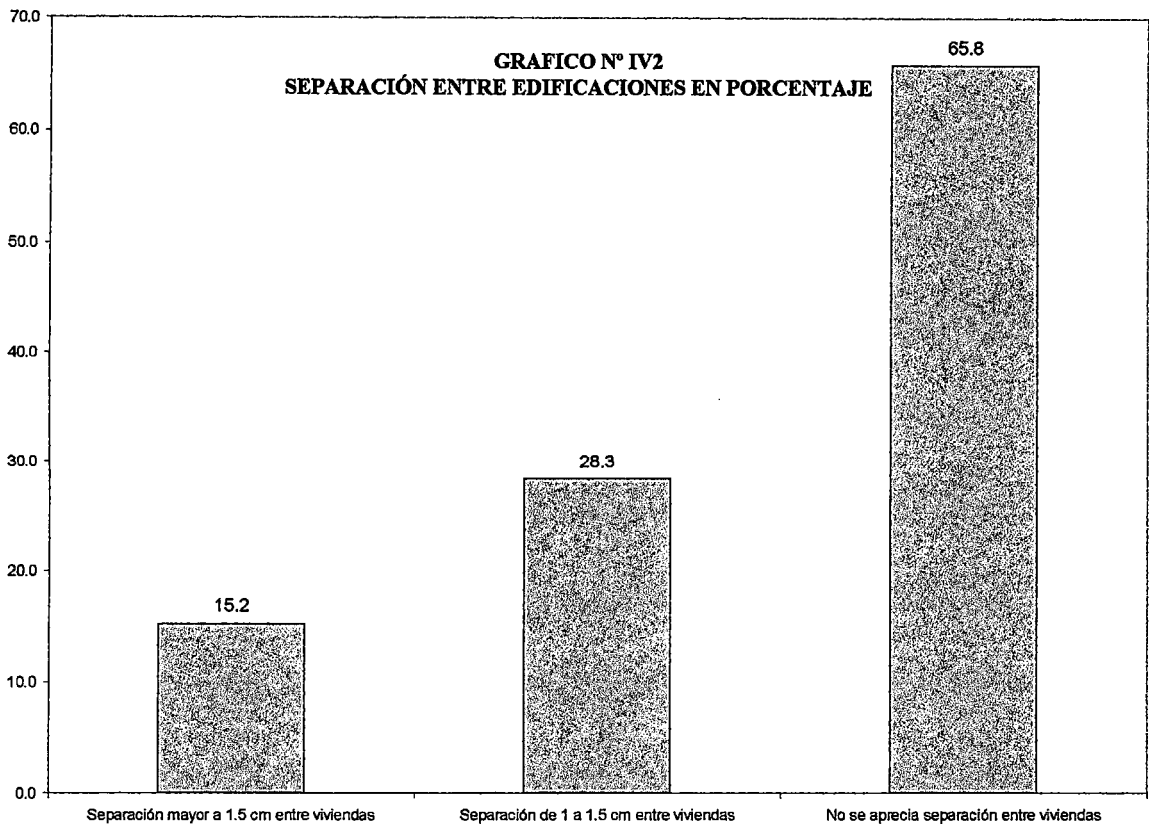
4.6 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio para el presente análisis de vulnerabilidad se encuentra delimitada por cuatro principales avenidas del distrito, hacia el Norte, la Avenida Los Postes; hacia el Sur, la Avenida Los Jardines Este; hacia el Este, la Avenida 13 de Enero y hacia el Oeste, la Avenida Próceres de la Independencia (**Mapa N° IV1**). El área comprende un total de 39 manzanas o bloques (se evaluaron 39 manzanas porque la muestra necesita ser representativa) de la **Urb. Las Flores 78 – La Basilia**, con un total de 1048 edificaciones de uso para vivienda y comercio.

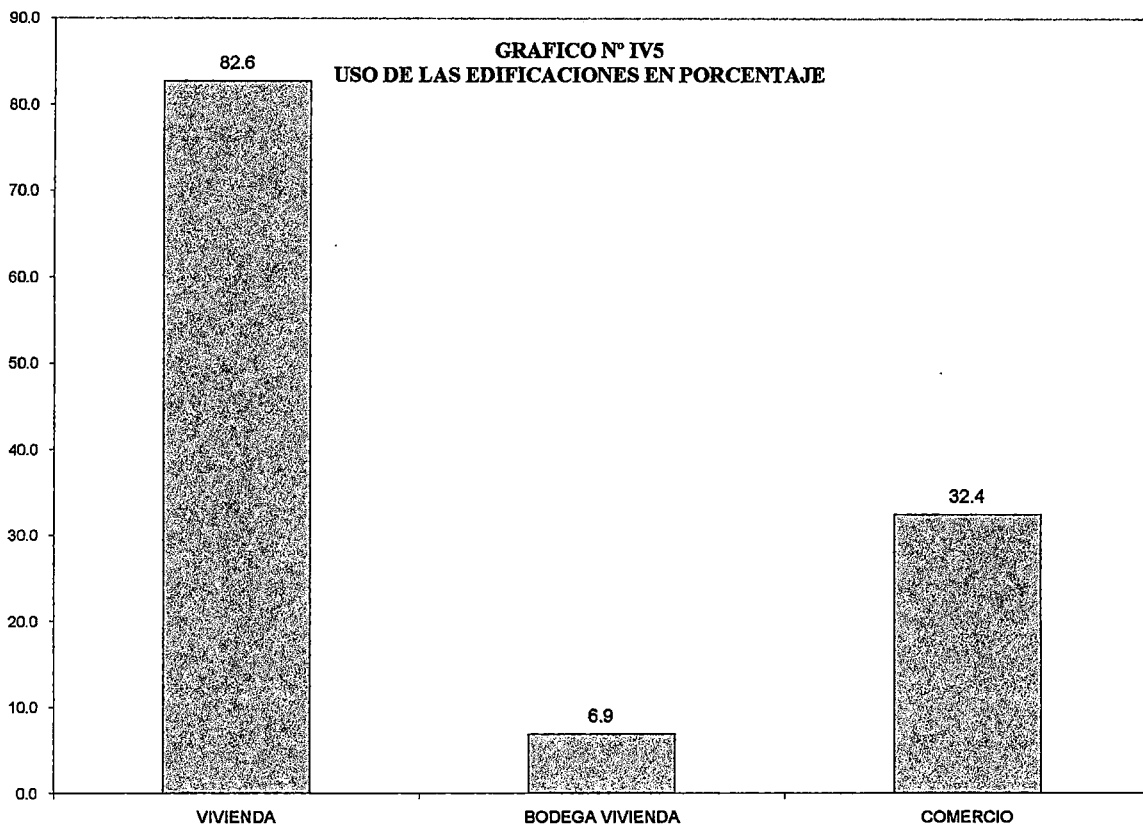
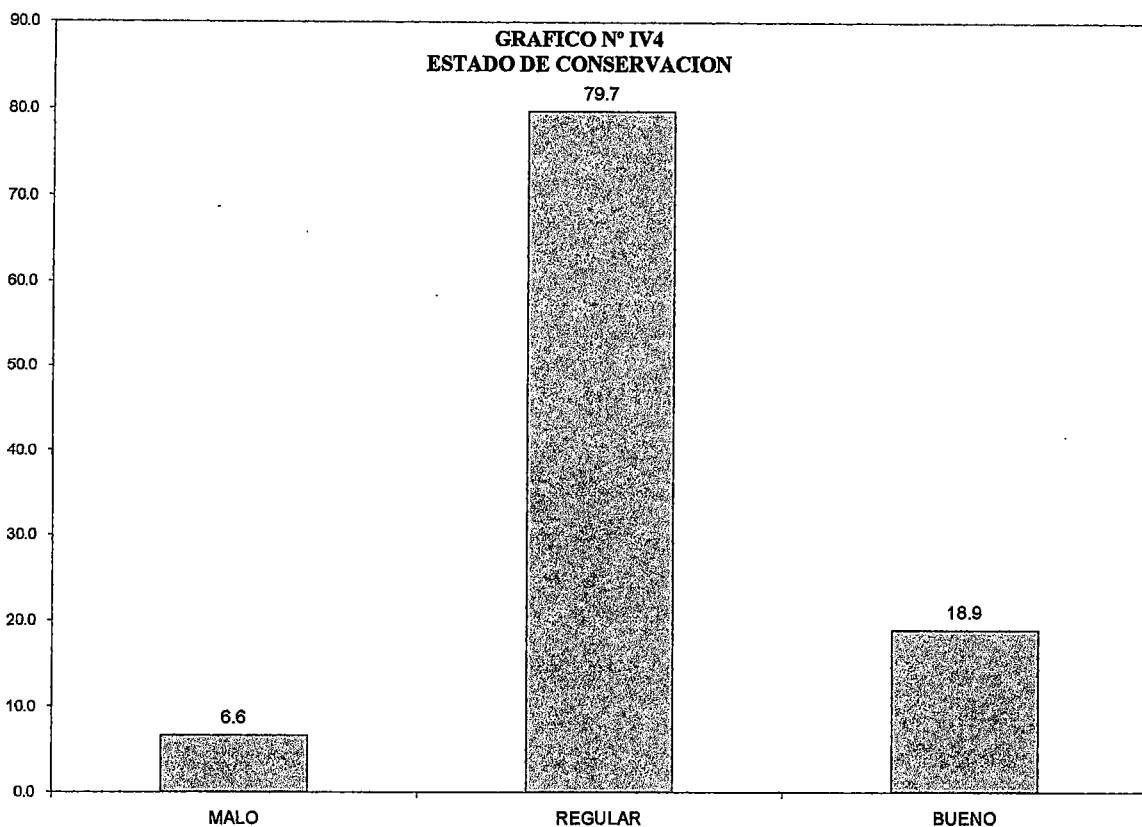
A continuación se muestran gráficos obtenidos en base a la información recolectada en las evaluaciones de campo y que han sido procesadas en hojas de cálculo para su análisis. Toda la información y gráficos han sido archivadas en base de datos para posibilitar su posterior utilización.



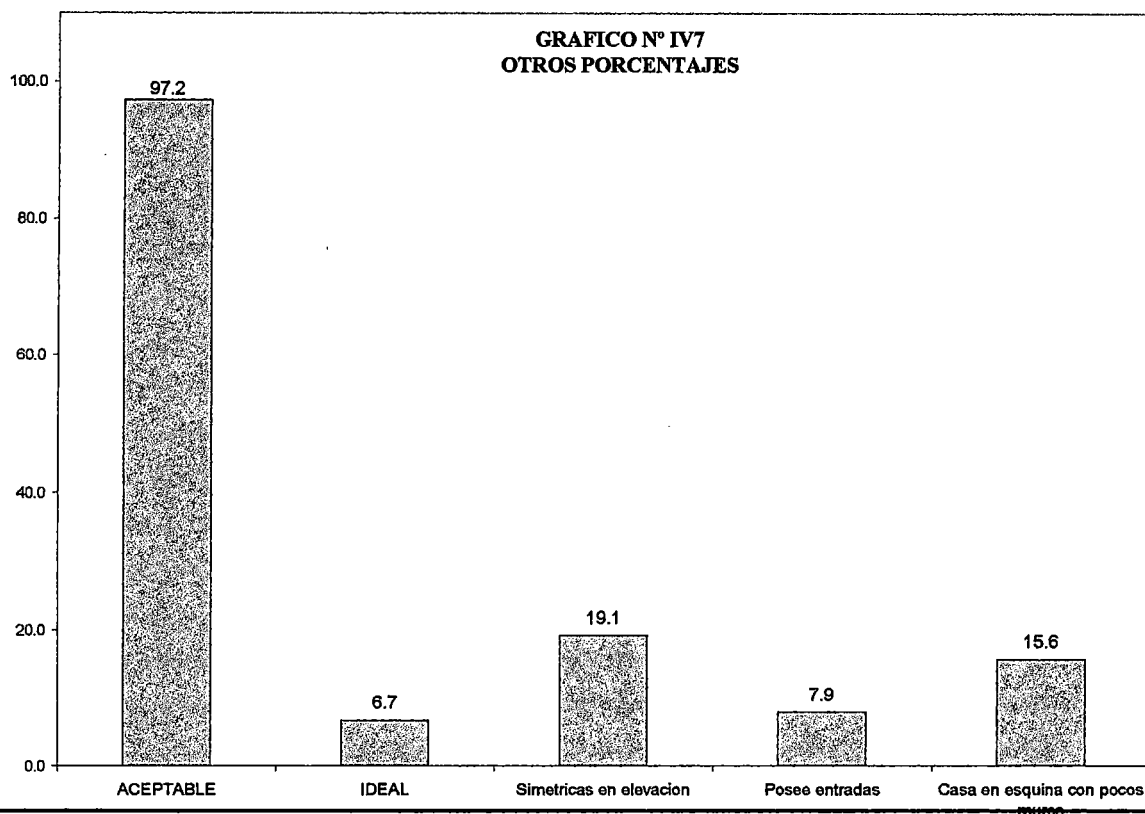
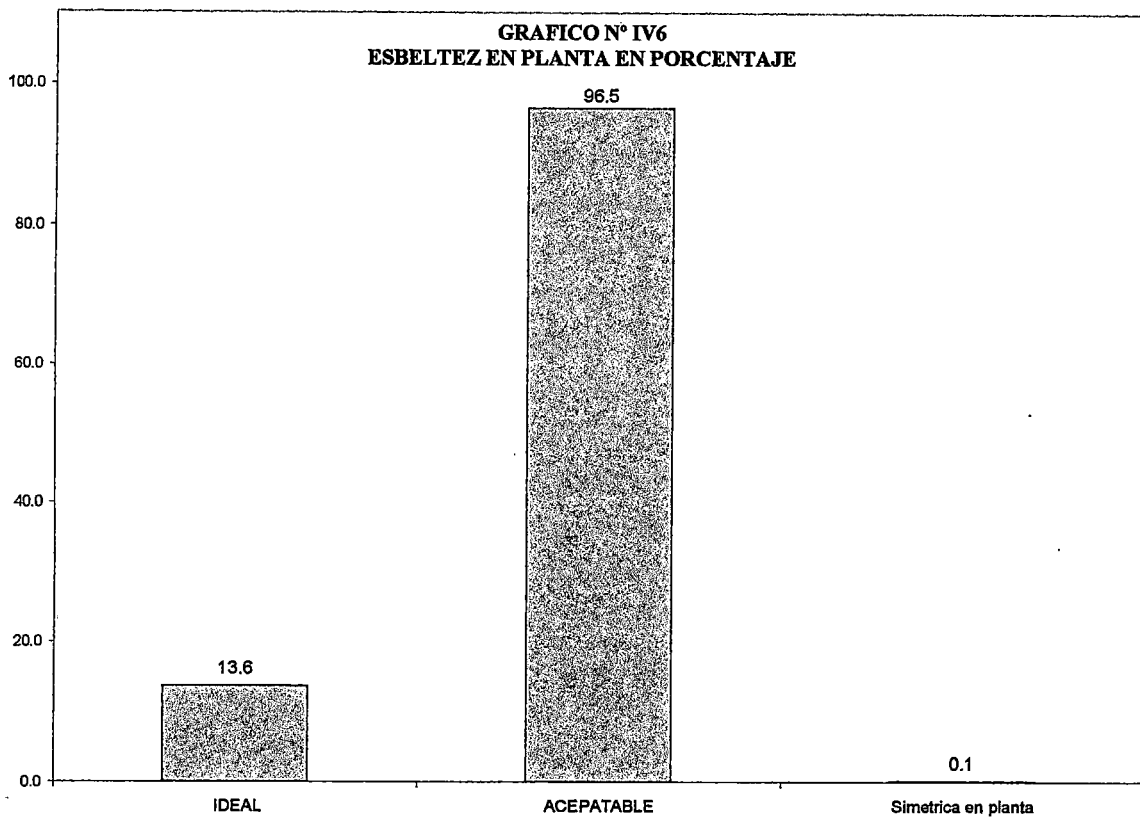
CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO



CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO



CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO



4.6.1 MAPA DE VULNERABILIDAD

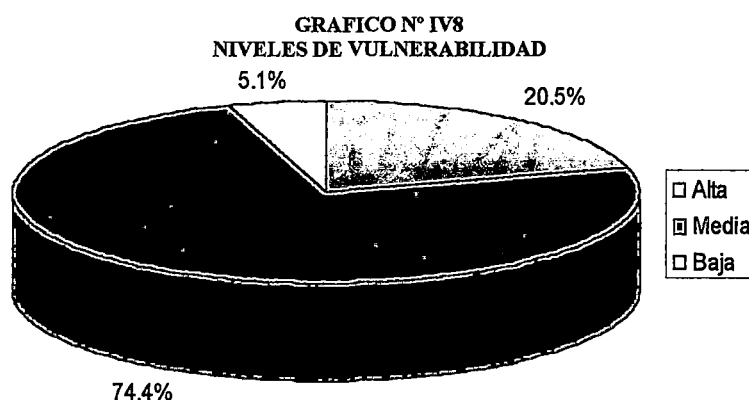
A continuación se muestra el plano de ubicación de la zona de estudio donde se indica las zonas vulnerables para lo cual:

Se usará el color ROJO para indicar aquellas manzanas o bloques que presenten un nivel de vulnerabilidad ALTA.

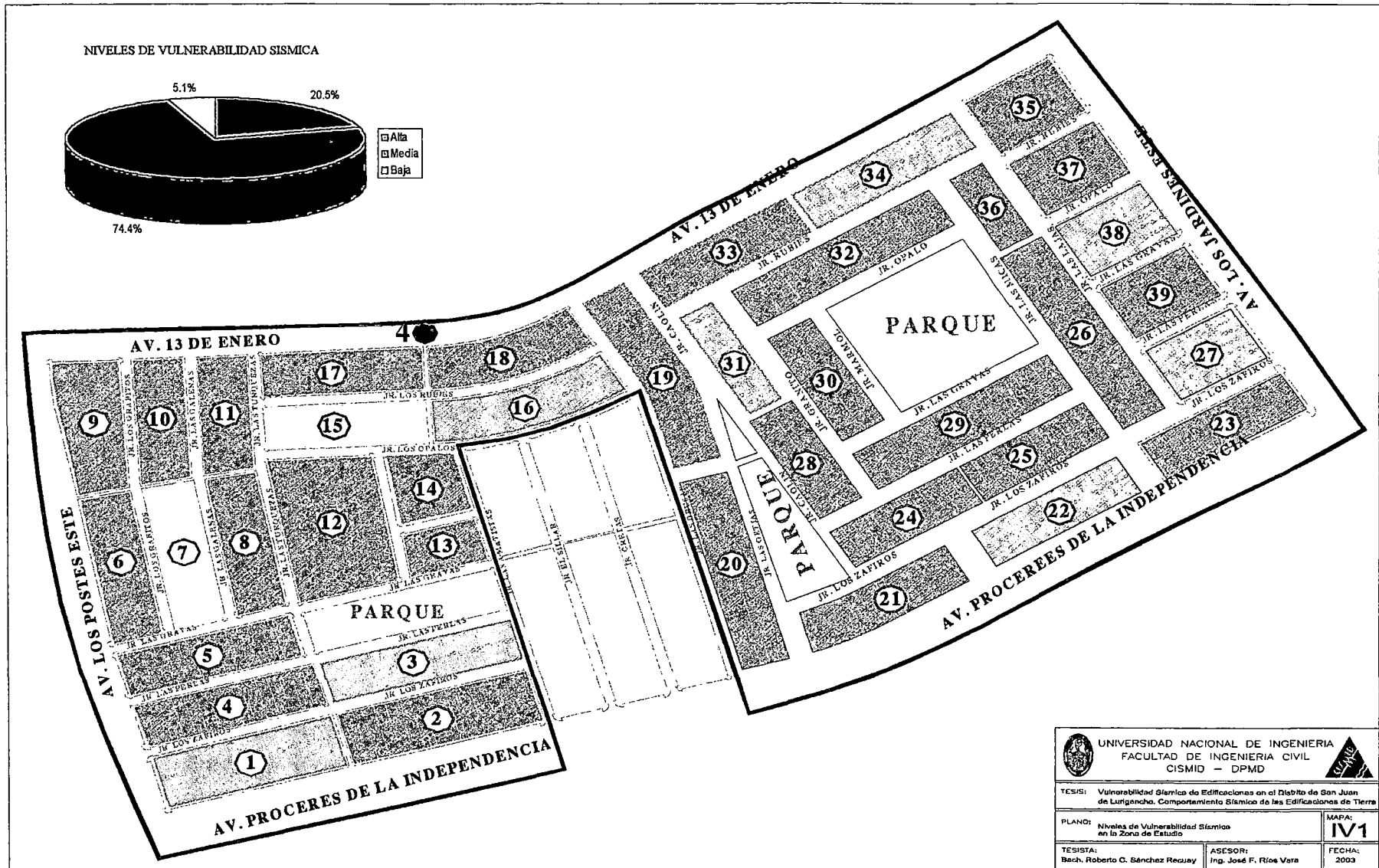
El color VERDE para indicar aquellas manzanas o bloques que presenten un nivel de vulnerabilidad MEDIA.

El color AMARRILLO para indicar aquellas manzanas o bloques que presenten un nivel de vulnerabilidad BAJA.

De las 39 manzanas o bloques tomados para este estudio 8 de ellas presentan un nivel de vulnerabilidad alta, que representa el 20.5% del total de manzanas o bloques estudiados; 29 del total de las 39 manzanas o bloques presentan un nivel de vulnerabilidad media, que representa el 74.4% del total y tan sólo 2 manzanas o bloques presentan un nivel de vulnerabilidad baja, que representa el 5.1% del total de manzanas o bloques, ver gráfico N° IV8 y Mapa N° IV1.



CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA DE ESTUDIO



SANCHEZ RECUAY, Roberto Carlo
ENERO 2003

CAPITULO V: USO DE LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE VIVIENDAS EN EL PERU

5.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los materiales de construcción más antiguo y utilizado por el hombre en la construcción de sus viviendas y edificaciones es la tierra. En América del Sur, el uso de este material su forma más primitiva se remonta a más de 3,800 años en las culturas prehispánicas; evidencias de estas construcciones las podemos apreciar en numerosas ruinas ubicadas a lo largo del territorio tales como las ruinas de Chan Chan, Paramonga, Pachacamac, etc. De la época colonial se cuenta con palacios, solares y quintas (viviendas populares); en la actualidad se sigue utilizando esta tecnología tradicional pero con algunas modificaciones en su forma, dimensiones, técnicas de producción y técnicas de construcción, habiéndose perdido mucha de la tecnología de construcción pasada.

En países en vías de desarrollo como el nuestro, es notoria y preocupante la continua situación de riesgo en que vive un porcentaje considerable de la población (41%), que ocupa edificaciones construidas con tierra en forma de "Adobes o Tapial", la ocupación de edificaciones construidas con este material ha alcanzado en los últimos años niveles alarmantes dadas las condiciones de tugurización y hacinamiento de las edificaciones, insalubridad y carencia de servicios básicos y la decadencia de los sistemas constructivos tradicionales en tierra en las zonas marginales y urbano marginales de las grandes ciudades.

La fragilidad y poca resistencia de las edificaciones de tierra frente a desastres naturales (sismos e inundaciones) quedan largamente demostradas en los registros de desastres ocurridos en el mundo entero. El Perú no es exceptuó a estos fenómenos naturales y a lo largo de su historia se ha dado el colapso de casi la totalidad de centros urbanos construidos con tierra. En el sismo de Atico del 23 de Junio del 2001, muchas de las edificaciones construidas con tierra colapsaron por efectos del sismo, principalmente en la ciudad de Moquegua y las

zonas alto andinas de Tacna, Moquegua, Arequipa, Apurímac y Ayacucho donde el uso de la tierra en forma de Adobes o Tapial es común debido a la pobreza de los pobladores que habitan estas zonas del país.

Se ha verificado la proliferación de grupos habitacionales asentados en zonas inadecuadas, propensas a inundaciones, deslizamientos, desprendimientos de rocas, cursos naturales de torrenteras y quebradas. En el sismo de Atico se pudo apreciar que la falta de control y planificación por parte de los gobiernos locales (municipalidades) en lo que se refiere a zonas de expansión de las ciudades, hace que muchos asentamientos humanos se desarrollen en zonas de peligro, lo cual no es un problema generalizado que avanza como un cáncer por todos los centros urbanos del país.

Por otro lado, en las zonas más antiguas de la ciudad de Lima, incluyendo el Centro Histórico, existen 18,087 viviendas tugurizadas en peligro de colapso, siendo la gran mayoría de ellas construidas a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX, con adobe y quincha, y en los que residen 101,668 personas. Las características comunes que presentan son las siguientes: estado ruinoso en general, materiales de construcción deficientes, carencias de iluminación, asoleamiento y ventilación, escasas áreas para la circulación de las personas, estructuras de construcción vetustas y deterioradas por falta de mantenimiento.

Las condiciones generales de vida de los residentes en las viviendas tugurizadas en peligro de colapso del Centro de Lima, son bastante críticas y se consideran debajo de la línea de pobreza urbana de la ciudad.

En los últimos 10 años ha surgido, en la zona de la costa de Perú principalmente, un nuevo tipo de elemento de construcción que es el ladrillo de arcilla artesanal sin cocer bautizado como "adobito", el cual se emplea debido a su bajo costo, una tercera parte respecto a los ladrillos tradicionales, sin embargo sus reducidas dimensiones (muy pequeña 9x12x22cm) y sus bajísimas resistencias mecánicas la hace aún mucho más vulnerable ante un evento sísmico que las unidades de

“adobe” tradicional (40x40x10). Su uso está muy difundido en toda la zona costera del Perú, principalmente en las zonas urbano marginales de las principales ciudades como por ejemplo Trujillo al norte, Ica al sur y Huaral al centro, entre otras.

En tal sentido, estas nuevas edificaciones con bloques de tierra, presentan condiciones estructurales tan vulnerables como las edificaciones antiguas del Centro de la Ciudad de Lima y otras ciudades como Moquegua, Locumba (Tacna) y zonas alto andinas de nuestro país.

Investigaciones académicas han demostrado que la tierra mezclada con otros materiales [3] (paja, asfalto, etc) pueden formar bloques que no sólo son buenos aislantes térmicos, sino que bajo ciertas condiciones de preparación y de diseño pueden presentar un mejor comportamiento ante fuertes movimientos sísmicos. El relanzamiento de este material, su mejoramiento y adaptación a las nuevas condiciones de vida en las ciudades urbano marginales constituye un paso importante hacia la solución del problema de la vivienda en países pobres como el nuestro.

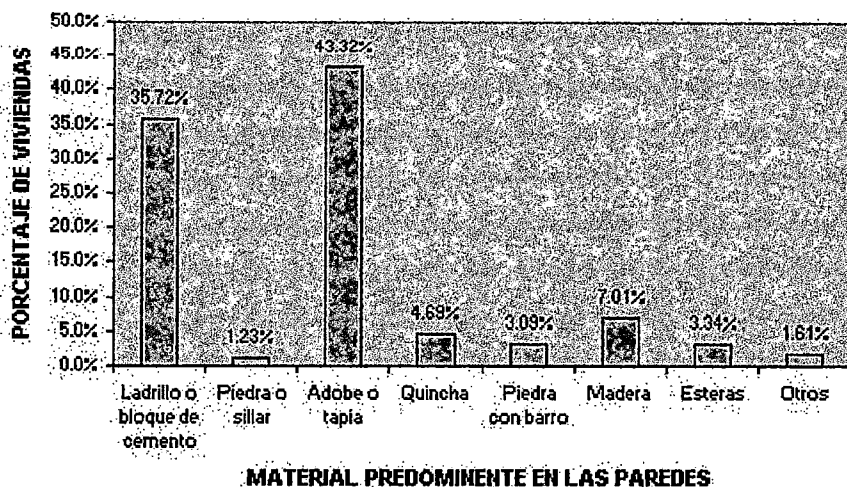
Entre las propuestas de reforzamiento de construcciones con tierra, se cuenta con aquellas que recomiendan la colocación de vigas collar, elementos de refuerzo vertical y horizontal [3].

Como parte de este estudio, el presente capítulo describe la evaluación de edificaciones de tierra a través de la experiencia obtenida en una población de escasos recursos económicos de los asentamientos urbanos marginales del distrito de San Juan de Lurigancho (Campoy y El Pueblo), Cercado de Lima y la ciudad de Moquegua, donde el uso del “adobe” y del “adobito” es común.

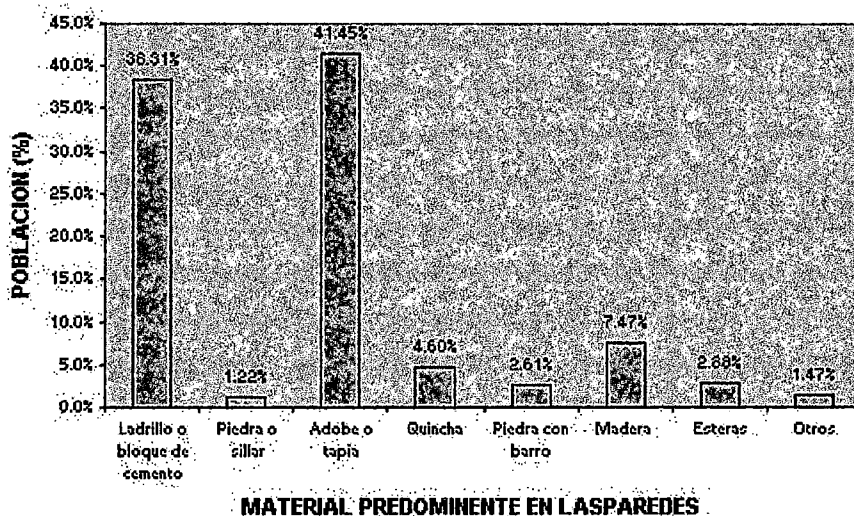
5.2 ANTECEDENTES

En países en vías de desarrollo muchas de las viviendas individuales situadas en zonas urbanas y rurales, son construidas con adobe o tapial. En Perú el 43.32% (Cuadro N° V1) de total de viviendas construidas, las cuales albergan al 41.44% (Cuadro N° V2) de la población nacional (INEI 1993).

**CUADRO N° V1
CENSO NACIONAL 11 JULIO 1993 - INEI
NIVEL NACIONAL**



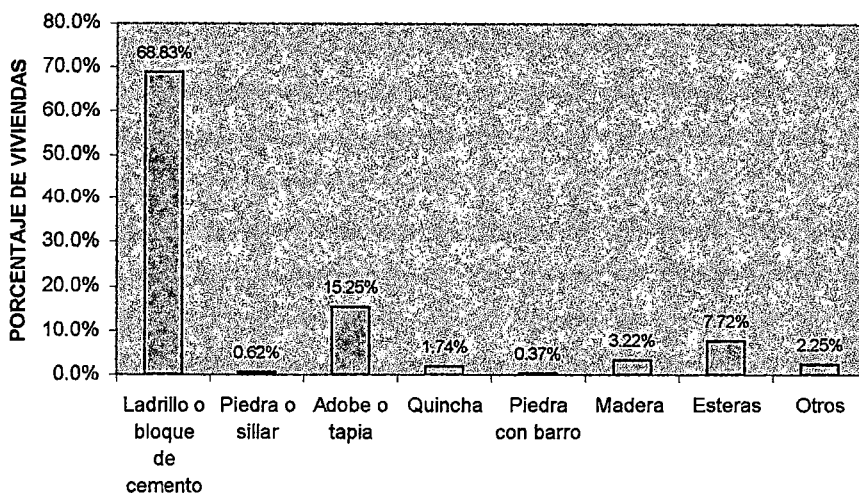
**CUADRO N° V2
CENSO NACIONAL 11 JULIO 1993 - INEI
NIVEL NACIONAL**



CAPITULO V: USO DE LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE VIVIENDAS EN EL PERU

Asimismo en el **Cuadro N° V3** el 15.25% de las viviendas en el Departamento de Lima representa el porcentaje de viviendas que son construidas con adobe y tapia según el Censo Nacional del 11 de Julio de 1993.

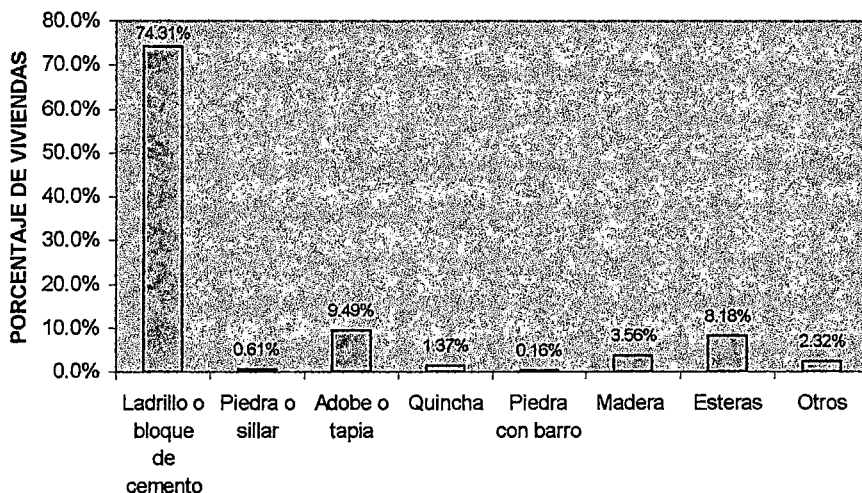
**CUADRO N° V3
CENSO NACIONAL 1993 - INEI
DEPARTAMENTO DE LIMA**



MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES

Asimismo, el 9.49% (**Cuadro N° V4**) de viviendas en la Provincia de Lima son construidas con adobe y tapia según el Censo Nacional del 11 de Julio de 1993, lo cual es inferior al promedio nacional, que se sitúa en un 43%.

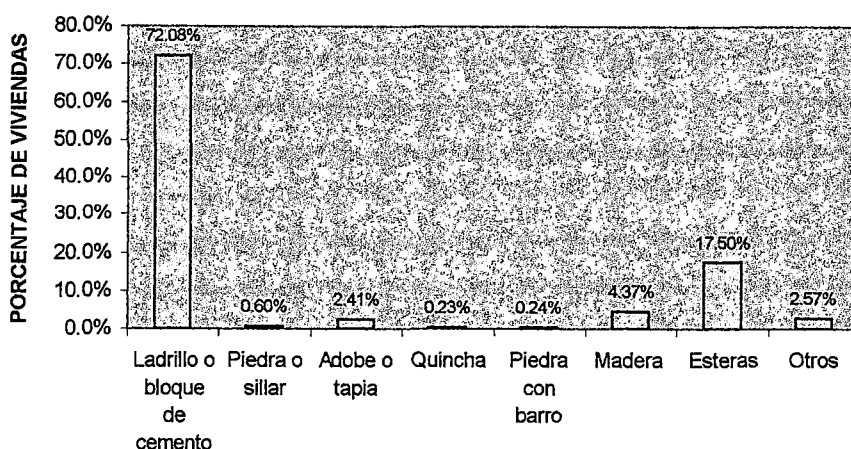
**CUADRO N° V4
CENSO NACIONAL 1993 - INEI
PROVINCIA DE LIMA**



MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES

Asimismo, el 2.41% (**Cuadro N° V5**) en el Distrito de San Juan de Lurigancho representa el porcentaje de viviendas construidas con adobe y tapia según el último censo nacional de 1993.

**CUADRO N° V5
CENSO NACIONAL 1993 - INEI
DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO**



MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES

Se ha comprobado que el número de las viviendas construidas con unidades de albañilería de arcilla sin cocer han aumentado considerablemente en estos últimos años principalmente en las zonas agrícolas de la costa peruana, así como en el Distrito de San Juan de Lurigancho, principalmente en las zonas que comprenden Campoy - Zárate y la zona denominada "El Pueblo".

La zona con mayor cantidad de viviendas de este tipo es la ubicada en "Campoy" debido a su cercanía a la localidad de Huachipa – Lurigancho, donde la existencia de talleres de fabricación de ladrillos artesanal (sin cocer y cocidos) desde hace muchos años, hace que los pobladores que residen en sus zonas de influencia, construyan sus viviendas con ladrillos de arcilla sin cocer debido a su bajo costo (aproximadamente un 40% menor que el costo de los ladrillos cocidos artesanalmente).

Las viviendas muchas veces simulan las construcciones de los lugares de procedencia de los inmigrantes de la zona de la Sierra donde la construcción con adobe y tapia, es muy común, así como también de los inmigrantes de la Costa

que construyen sus viviendas con unidades de barro sin cocer de dimensiones que varían entre 8x11x20cm y 7x16x34cm en la Provincia de Ica, 14x9x24cm y 14x8x22cm en la Provincia de Trujillo y en Lima podemos tener dimensiones de 8x11x20cm y 9x12x22cm [20].

Investigaciones realizadas en los últimos 25 años por instituciones especializadas como La Universidad Nacional de Ingeniería a través del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - CISMID, la Universidad Católica, SENCICO y otras, han llegado a la conclusión que la vulnerabilidad de las edificaciones de tierra se debe a la fragilidad y poca resistencia del material, lo cual se ve incrementado por las deficientes prácticas constructivas, la mala calidad del suelo de cimentación, la inadecuada ubicación de las viviendas, ocupando muchas veces zonas como quebradas muy empinadas propensas a deslizamientos de tierra, zonas de huaycos e inundaciones, riberas de ríos y acantilados, etc.

5.3 TIPO DE FALLAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES DE ADOBE

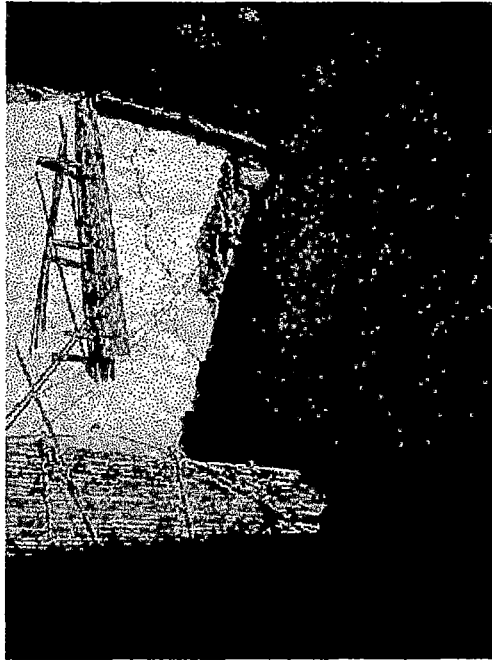
Debido a los movimientos sísmicos las construcciones de adobe sufren daños o colapsan en su gran mayoría por que sobre la estructura de adobe se generan fuerzas que provocan tres tipos de fallas importantes que a continuación se mencionan.

En el sismo de Atico del 23 de Junio del 2001 se captaron algunas tomas fotográficas de las viviendas de adobe afectadas y que mostraremos como ejemplos para cada uno de los tipos de falla.

- a. **Falla a Tracción:** Este tipo de falla se produce en el encuentro de muros perpendiculares, es decir la unión muro – muro, debiéndose principalmente al esfuerzo de tracción directa generada por la fuerza sísmica actuante, y se produce en uno de los muros al dar arriostre lateral a otros muros de encuentro.



F-V01. *Aprecie la grieta en la cercanía de la unión de muros ortogonales.*



F-V02. *Aprecie la gran grieta en la unión de dos muros ortogonales.*



F-V03. *Se aprecia que la mayor parte de daños fueron causados debido a fallas por tracción. Como se ve, el muro central presenta pocos daños lo que significa que la fuerza de corte fue perpendicular a esta.*

F-V04. *Vista de otra vivienda ubicada en el mismo sector que la anterior donde también se puede apreciar la falla por tracción en el lado derecho del frontis de la vivienda.*



- b. Falla por Flexión:** Debido al esfuerzo de flexión, al actuar el muro como una losa apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostran; las grietas pueden ocurrir en secciones horizontales, verticales u oblicuas y éstas son debidas muchas veces a la longitud que pueda tener el muro (**F-V05**). Los muros de arriostramiento lateral y de gran altura lo hacen que sean más susceptibles a presentar este tipo de falla.



F-V05. Muro con falla por flexión, debido a la longitud excesiva entre muros de arriostre.

- c. Falla por Corte:** Ocurre cuando el muro trabaja como un muro de corte y se debe principalmente a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales de mortero. Su forma generalmente es diagonal (**F-V06**), siguiendo las juntas semejantes a las fisuras de los muros de ladrillos.



F-V06

Grietas diagonales desde el extremo superior al extremo inferior.

5.4 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LAS EDIFICACIONES DE TIERRA EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

5.4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO: CAMPOY

Campoy se encuentra ubicado al noreste del Centro de Lima y es el límite entre el distrito de San Juan de Lurigancho y el distrito de Lurigancho – Chosica (Plano N° V1). Siendo la mayoría de las viviendas autoconstruidas con albañilería de ladrillos de arcilla cocida y en menor porcentaje con ladrillos de arcilla sin cocer, debido a su cercanía a la localidad de Huachipa, lugar donde existe ladrilleras artesanales.



La proximidad de Campoy a Huachipa y a las ladrilleras de existentes en Huachipa y al bajo precio de los ladrillos de arcilla sin cocer ha hecho que muchos pobladores de esa localidad construyan sus viviendas con ladrillos de arcilla sin cocer. La gran mayoría de las construcciones de tierra de ésta zona se caracterizan por:

Cimentación, muchas de las edificaciones poseen una cimentación de bloques de ladrillo cocido colocados de cabeza sobre una superficie previamente apisonada y nivelada; la profundidad de cimentación depende de cada poblador que construye. Excepcionalmente poseen sobrecimiento con ladrillos de arcilla cocida colocados en hileras que varían de 2 comúnmente a 5. Otras no poseen cimientamiento y se encuentran asentadas directamente sobre el terreno apisonado y nivelado. Es notoria la carencia de sobrecimientos.

Muros, son levantados con adobitos cuyas dimensiones son aproximadamente 22x12x9cm pero éstas varían de acuerdo al fabricante, pudiendo llegar a 7cm. Las unidades son colocadas de cabeza en gran parte de las edificaciones lo que refleja que el poblador es consciente que de esta manera se logra una mayor capacidad resistente y una mayor seguridad ante un evento sísmico aunque esto involucre la utilización de una mayor cantidad de unidades. Otras edificaciones son construidas con adobitos en amarre de sogá. Ambas maneras de levantar los muros, aparejo de sogá o de cabeza, usan un mortero de tierra arcillosa - arena para las juntas que pueden ser de un espesor de 2 a 3 cm. El espesor de muros varía de acuerdo al tipo de aparejo, es decir, aproximadamente 22cm en amarre de cabeza o aproximadamente 12cm en amarre de sogá.

No se utilizan elementos de confinamiento horizontal ni vertical; excepcionalmente algunas de estas edificaciones presentan columnas de concreto, principalmente en las puertas de las habitaciones principales. Los dinteles usados son de tabloncillos de madera que van directamente sobre cada ventana o puerta.

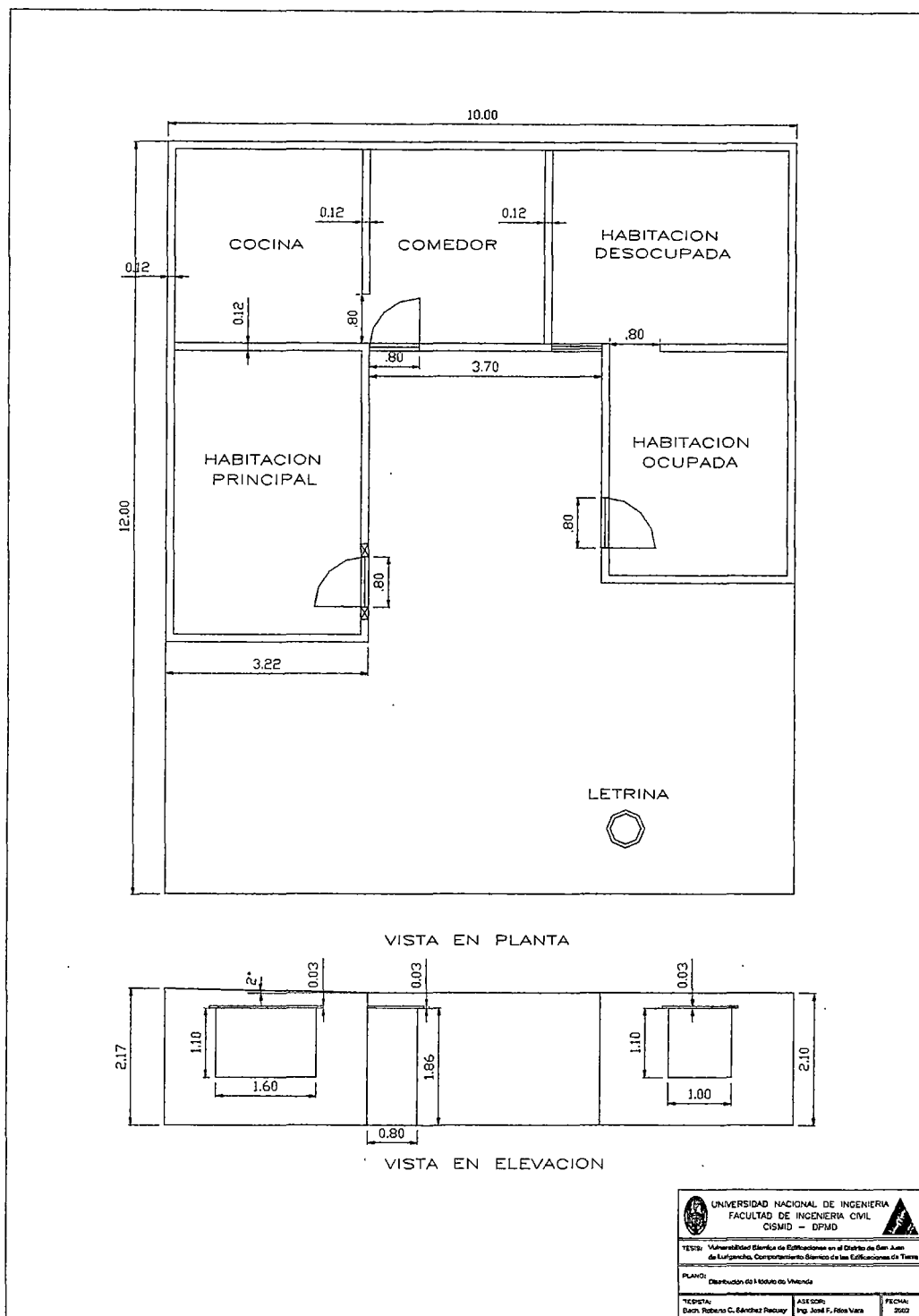
Cobertura, es liviana, así tenemos:

- Techos con vigas de caña guayaquil o carrizo con largueros de listones de madera cubiertos por esteras o caña Guayaquil o plásticos y esteras cubiertos con una torta de barro de unos 5 cm de espesor sin inclinación alguna para escurrir las aguas en caso de lluvias.
- Techos con vigas de caña guayaquil o carrizo, con largueros de listones de madera cubiertos por calaminas de acero o fibra cemento dependiendo de su ubicación; tienen caídas a una o dos aguas con unos aleros de aproximadamente 30cm.
- Techos con vigas de troncos delgados de arbustos cubiertos por plásticos, cartones, esteras y otros materiales; sin inclinación alguna para la caída de aguas de lluvia.

Instalaciones de servicios básicos, la gran mayoría de este tipo de construcciones poseen letrinas dentro de su terreno, por lo general en la parte trasera o patio interior, que son unos silos cilíndricos de una buena profundidad. Cuentan con servicio de agua en el exterior pero no dentro de la vivienda; las instalaciones de electricidad se adosadas a las paredes interiores, lo que representa un gran riesgo en caso de un corto circuito por la presencia de material inflamable dentro de las viviendas.

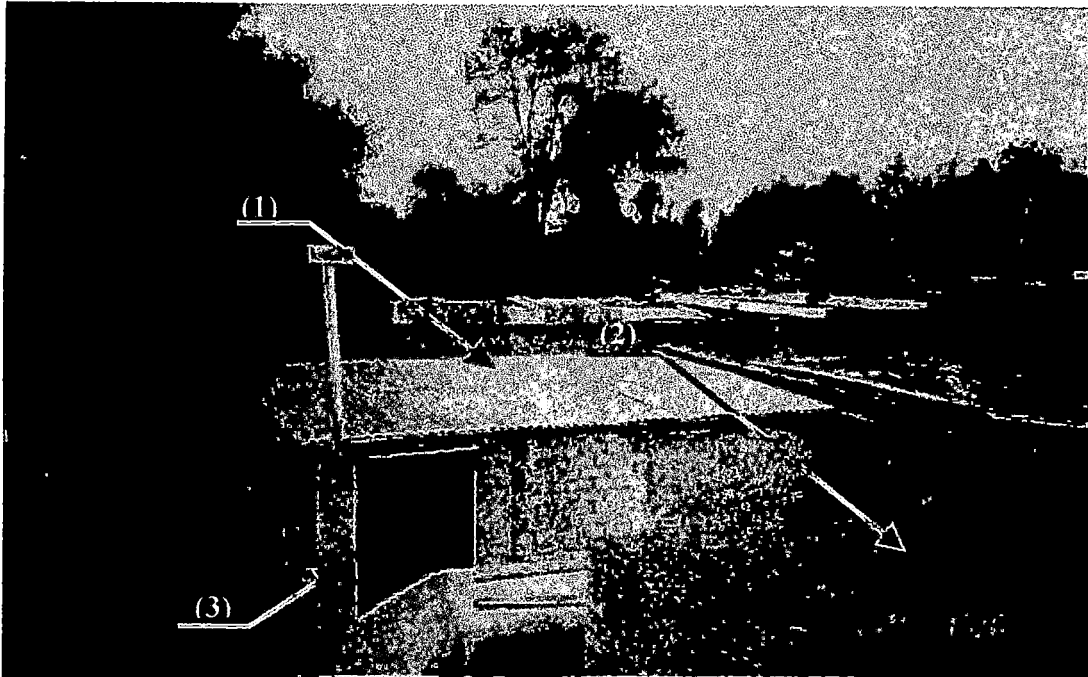
A continuación se muestran algunos planos (4) y vistas fotográficas (8) de un total de 8 viviendas ubicadas en zona de estudio de Campoy (se muestran tan sólo ocho debido a que las demás son de similares características); en las que se pudo contar con la colaboración sus propietarios para obtener información para el estudio de las características físicas de sus viviendas como: su distribución arquitectónica, espesores de muros, material en muros, altura de muros, aparejo, materiales empleados en los techos, tal como se muestra en los planos y las vistas fotográficas.

Plano N° V2
VIVIENDA N° 01: CAMPOY
 Lote: 10.00 x 12.00



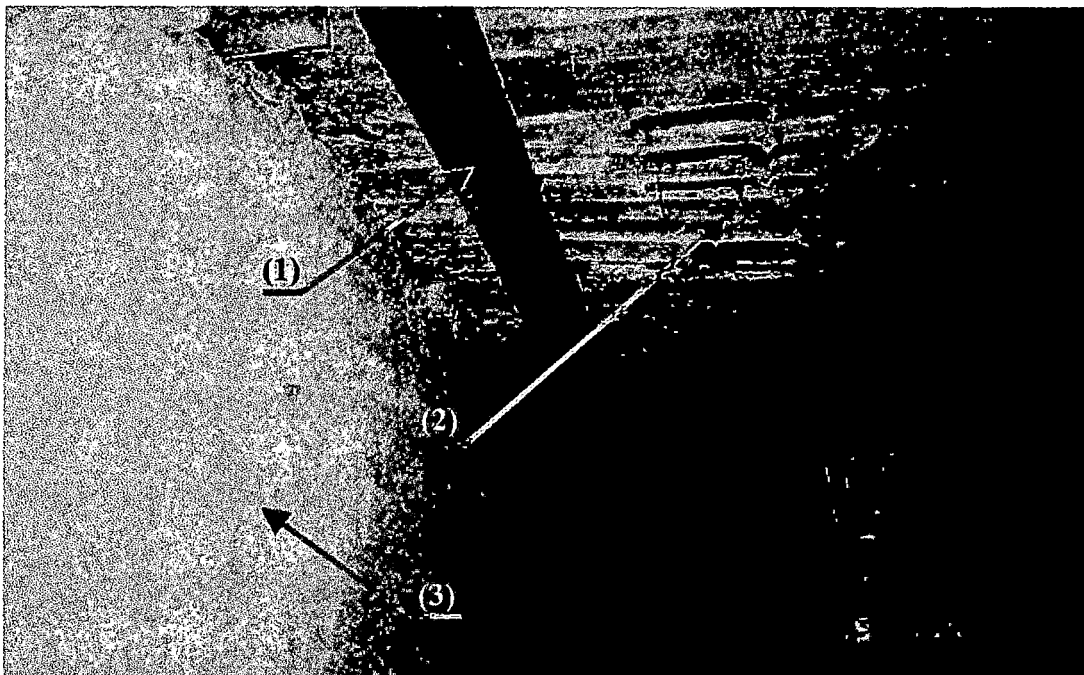
Plano N° V2. Los muros perimetrales son de 9 cm de espesor (ladrillos de arcilla sin cocer de canto) un caso particular debido a que la mayoría de muros son de 12 cm o 22 cm de espesor. Las puertas son muy angostas, apenas 60 cm aproximadamente de ancho y una altura de 1.60 cm de altura.

**F-V07
VIVIENDA Nº 01: CAMPOY**



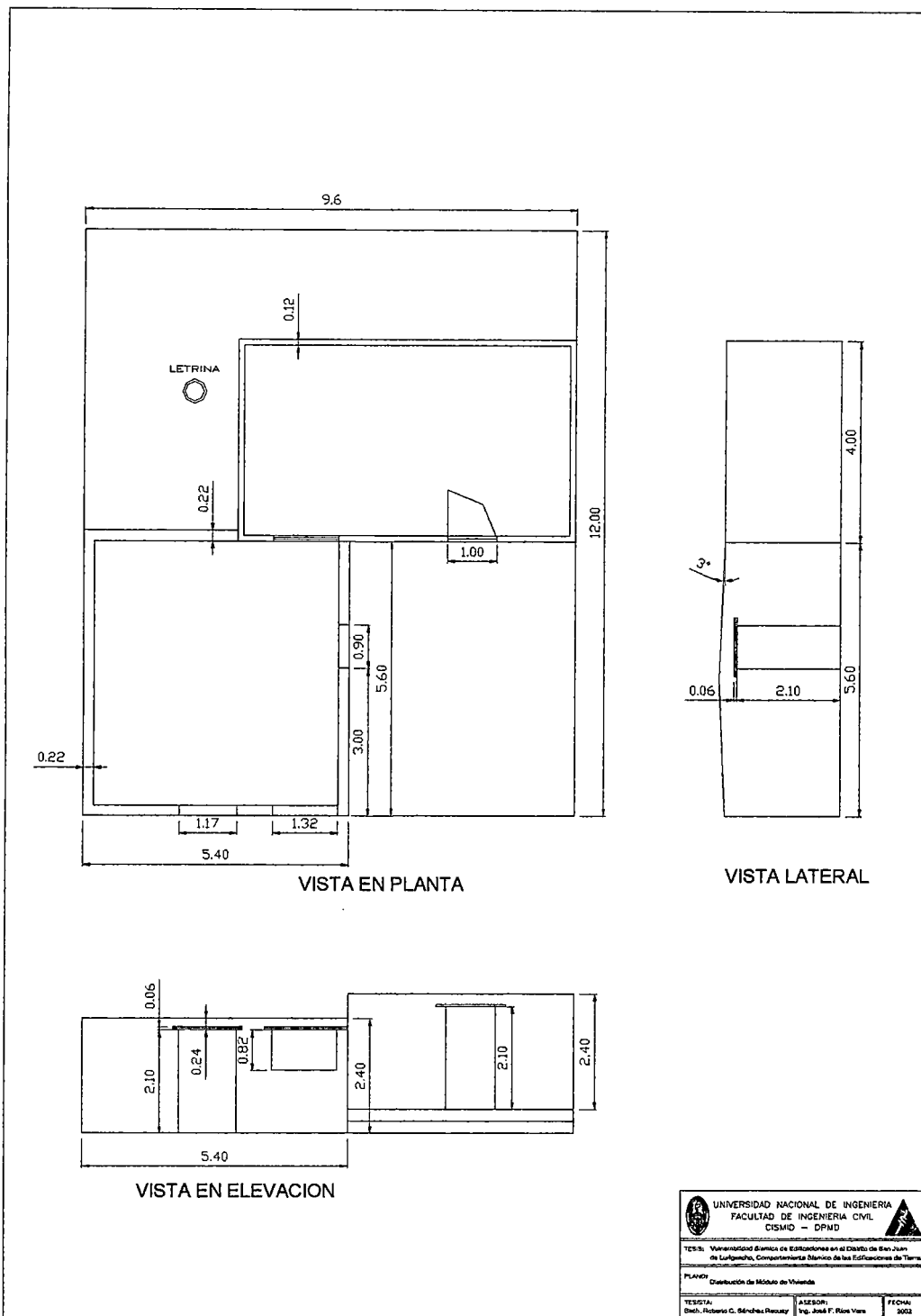
- (1) *Techo de calamina metálica*
- (2) *Techo de caña guayaquil cubierta con torta de barro de 10 cm de espesor.*
- (3) *Marco de concreto alrededor de la puerta de ingreso*

**F-V08
VIVIENDA Nº 01: CAMPOY**



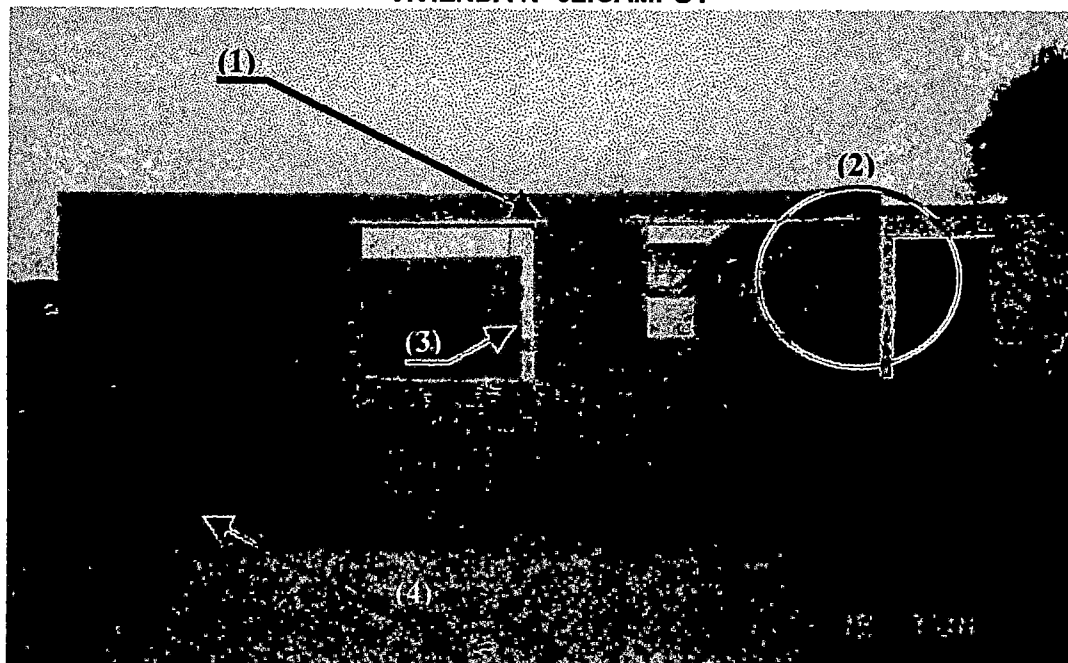
- (1) *Viga principal de madera*
- (2) *Caña guayaquil usada para la cobertura*
- (3) *Amarre con unidades de arcilla sin cocer de canto*

Plano N° V3
VIVIENDA N° 02: CAMPOY
 Lote: 9.60 x 12.00



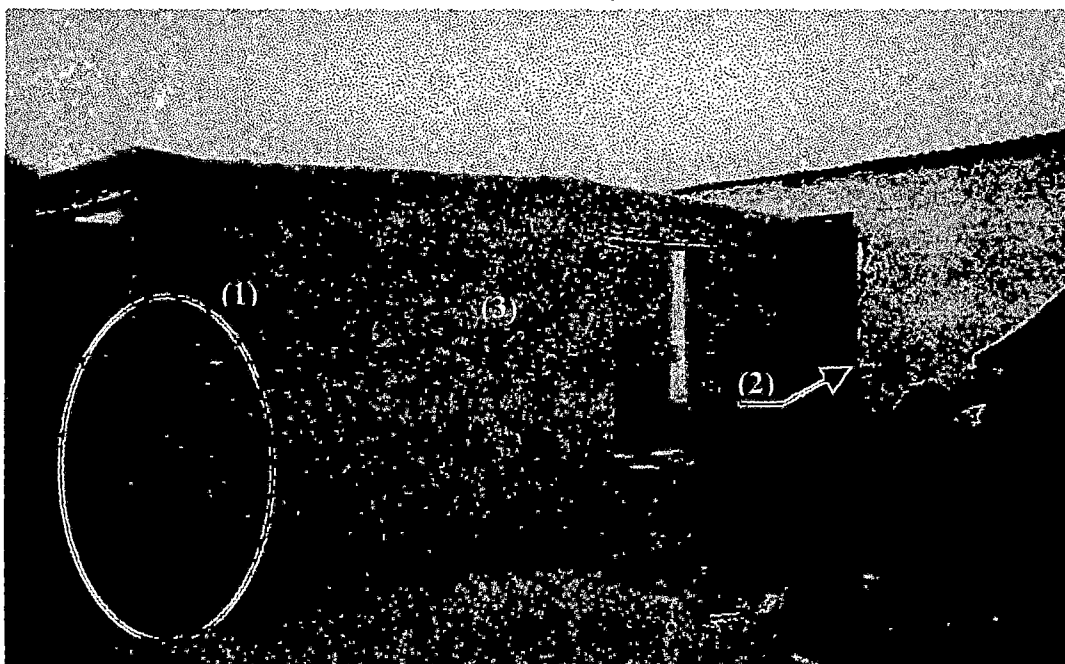
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD</p>		
<p>TCS: Universidad Técnica de Edificaciones en el Distrito de San Juan de La Virgen, Competencia Técnico de las Edificaciones de Tierra</p>		
<p>PLANO: Construcción de Módulos de Vivienda</p>		
TESIS: Ing. Roberto C. Sánchez Recuay	ASESOR: Ing. José F. Flores Vera	FECHA: 2003

**F-V09
VIVIENDA N° 02:CAMPOY**



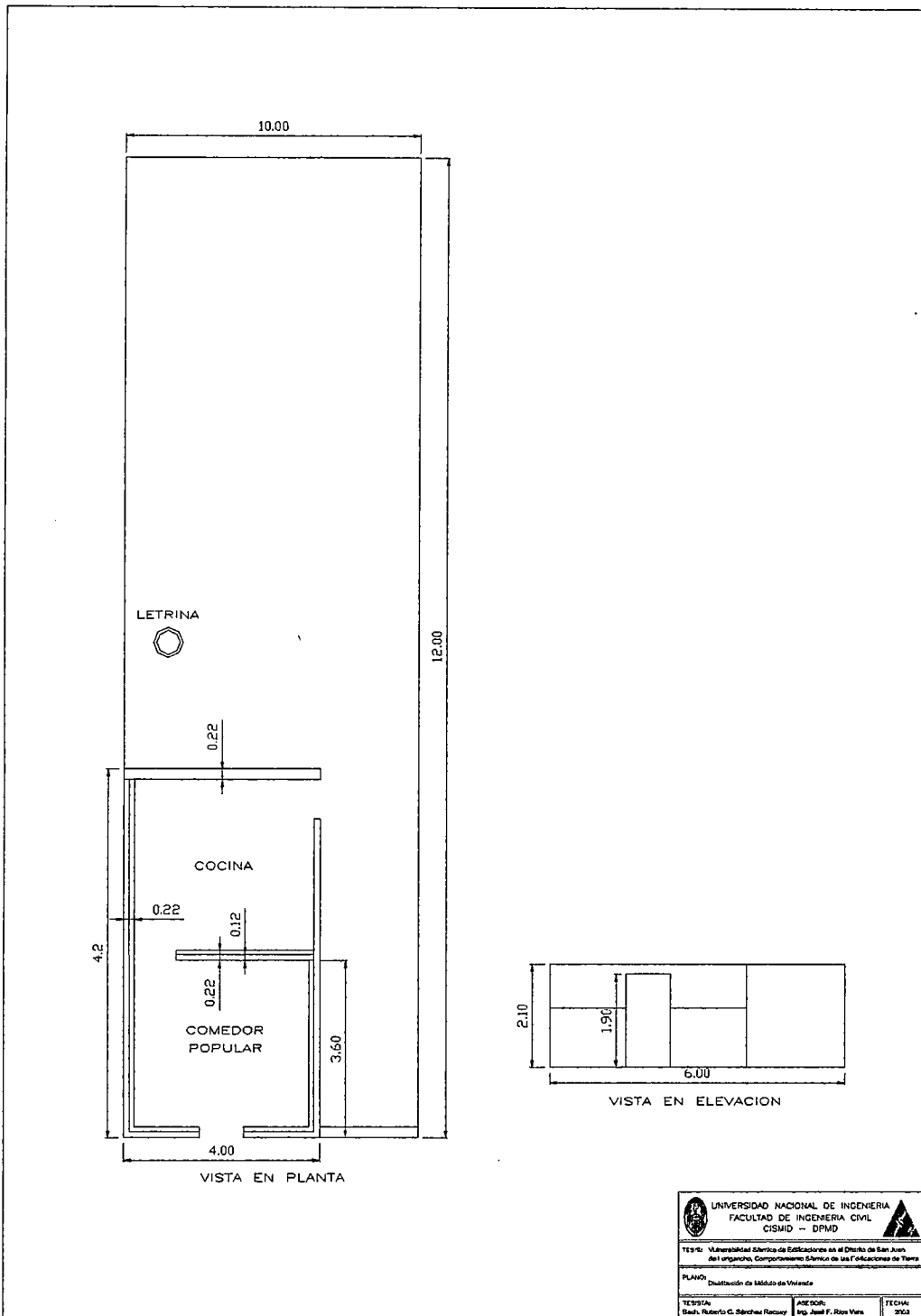
- (1) *Inadecuada longitud de empotramiento del dintel (Mín. 40 cm)*
- (2) *Inadecuada distancia entre vano y esquina (Mín. 90 cm)*
- (3) *Nula conexión entre muros*
- (4) *Falta de cemento y sobre cemento, contacto directo entre terreno natural y muros.*

**F-V10
VIVIENDA N° 02:CAMPOY**



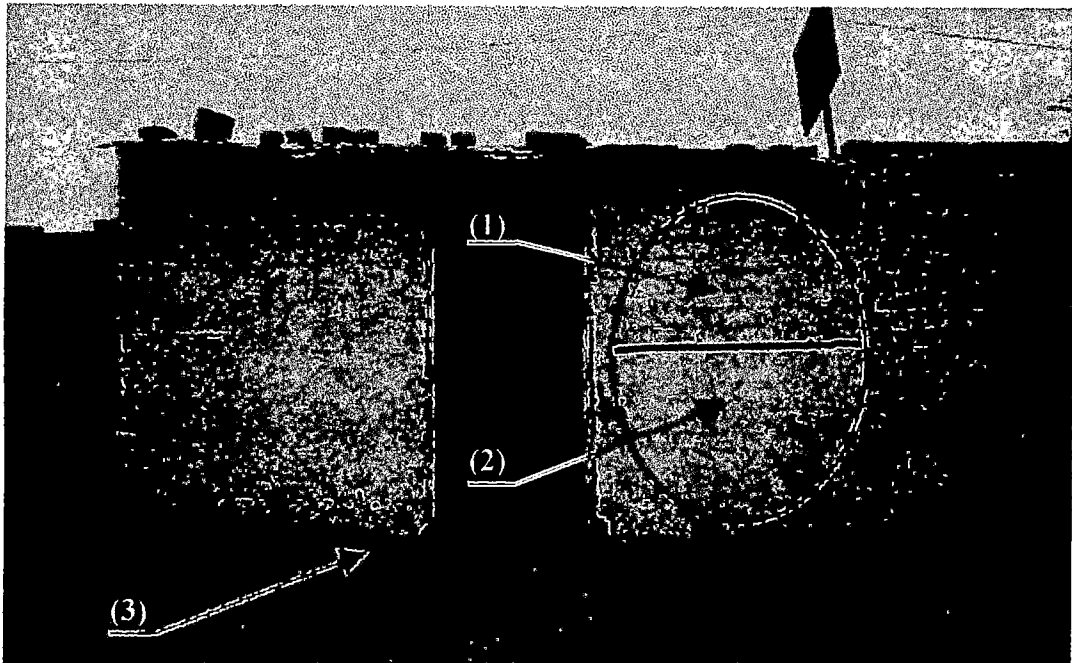
- (1) *Hundimiento del terreno debido a la humedad y la mala compactación*
- (2) *Nula conexión entre muros ortogonales*
- (3) *Insuficiente longitud de empotramiento en muro de dinteles*

Plano N° V4
VIVIENDA N° 03: CAMPOY
 Lote: 10.00 x 12.00



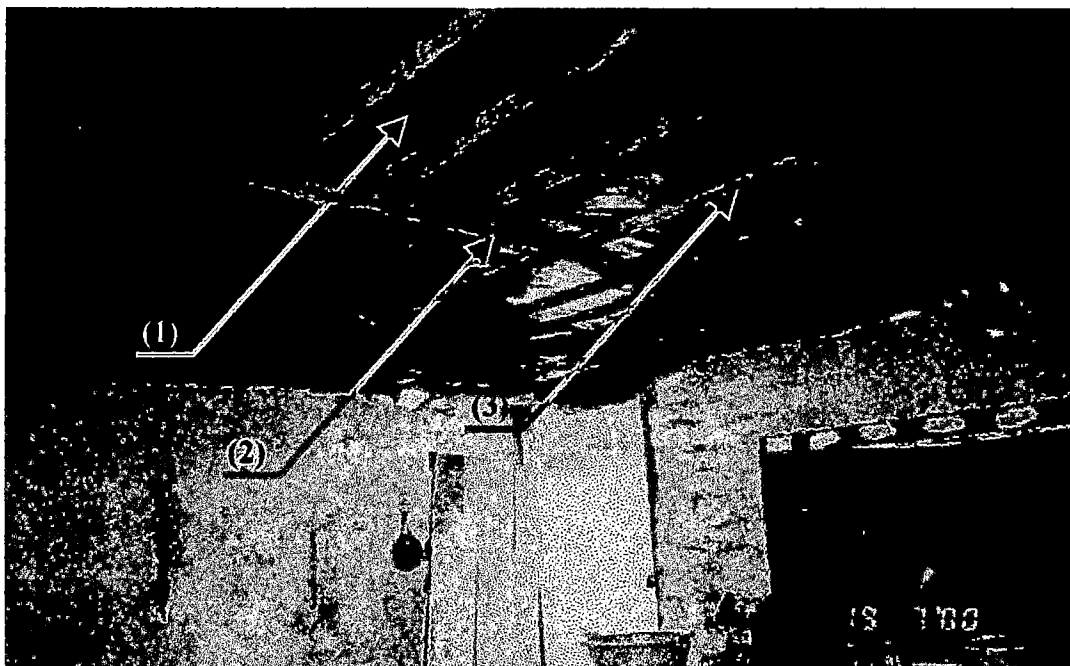
Plano N° V4. Se aprecia que el espesor de ciertos muros es de tan solo 7 cm

**F-V11
VIVIENDA N° 03:CAMPOY**



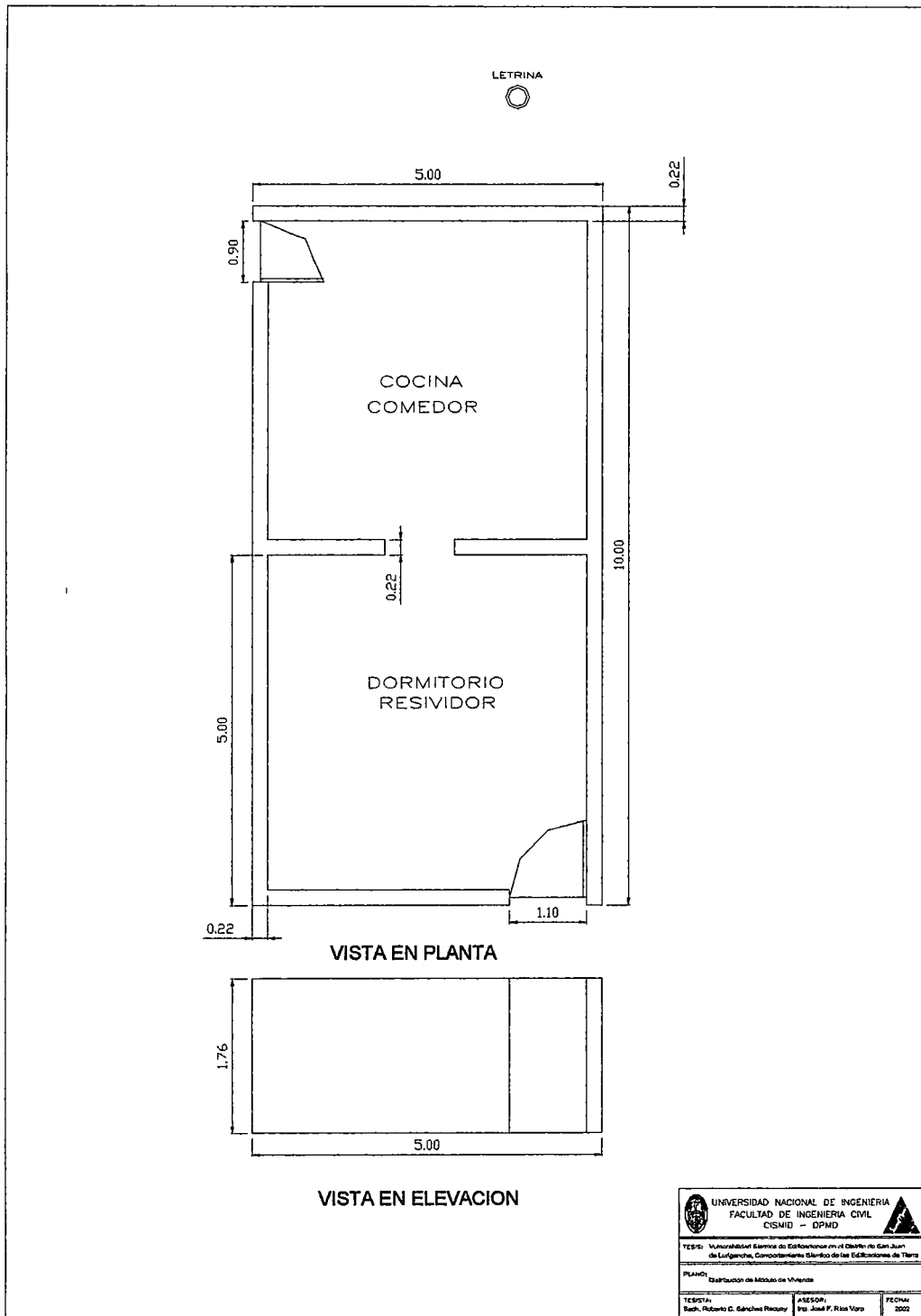
- (1) *Aparejo tipo sogá con bloques de ladrillo sin cocer*
- (2) *Aparejo de cabeza con bloques de ladrillo sin cocer*
- (3) *Disgregación de las unidades por efectos de la humedad del terreno y agentes externos*


**F-V12
VIVIENDA N° 03:CAMPOY**



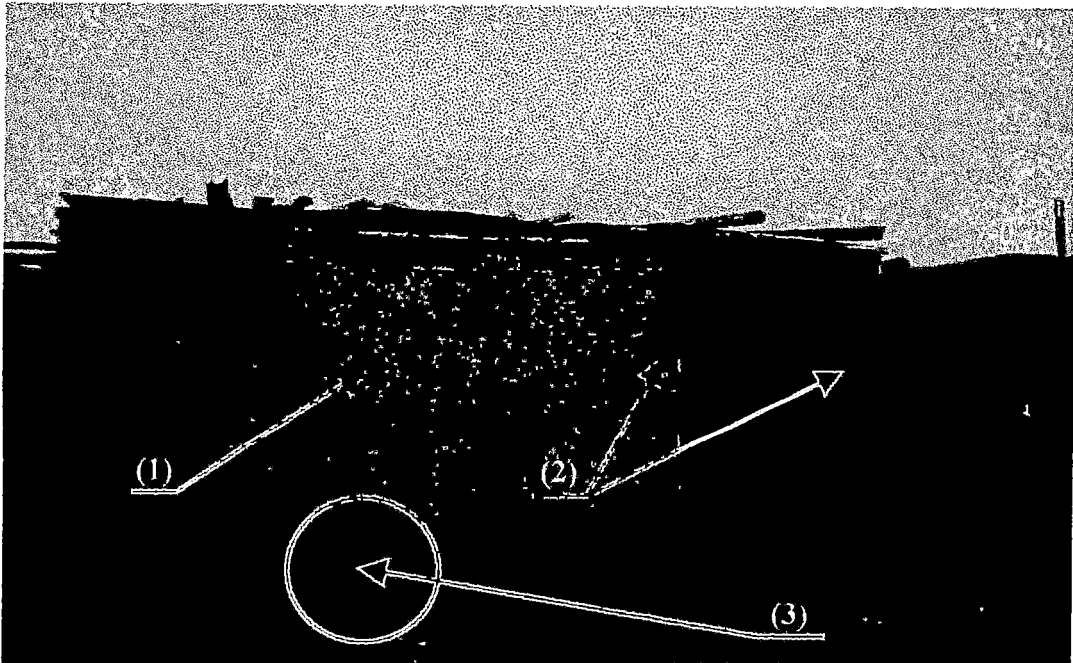
- (1) *Cubierta plástica para evitar la infiltración del agua en temporada de garúas*
- (2) *Viga principal de pequeños árboles o ramas de árboles*
- (3) *Viga secundaria de caña guayaquil*

Plano N° V5
VIVIENDA N° 04: CAMPOY
 Lote: 5.00 x 10.00



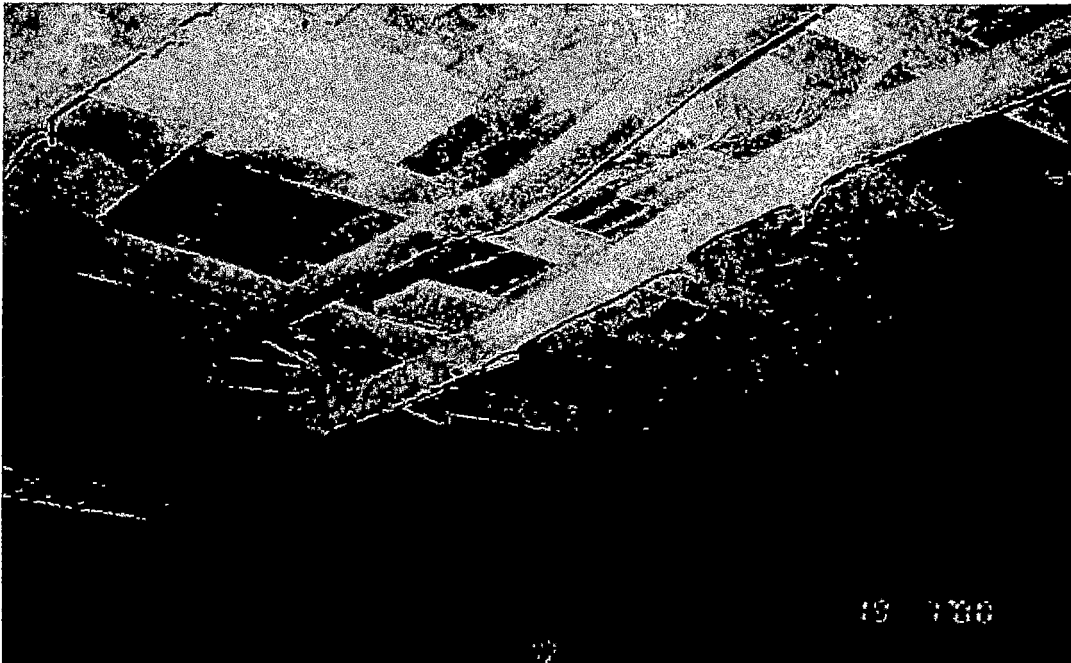
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL OSMEI - OPND		
TESIS: Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones en el Distrito de San Juan de Los Rios, Departamento de Ica, ECUADOR de Tierra		
PLAN: Clasificación de Módulos de Vivienda		
TESIS: SACH, Roberto C. Sánchez Recay	ASESOR: Pto. José F. Ríos Vera	FECHA: 2002

F-V14
VIVIENDA N° 04: CAMPOY



- (1) *Aparejo de cabeza en muro de vivienda*
- (2) *Marcos de puerta con ladrillos de arcilla cocida*
- (3) *Sobrecimiento con ladrillos de arcilla cocida que evitan el humedecimiento de las unidades de arcilla sin cocer*

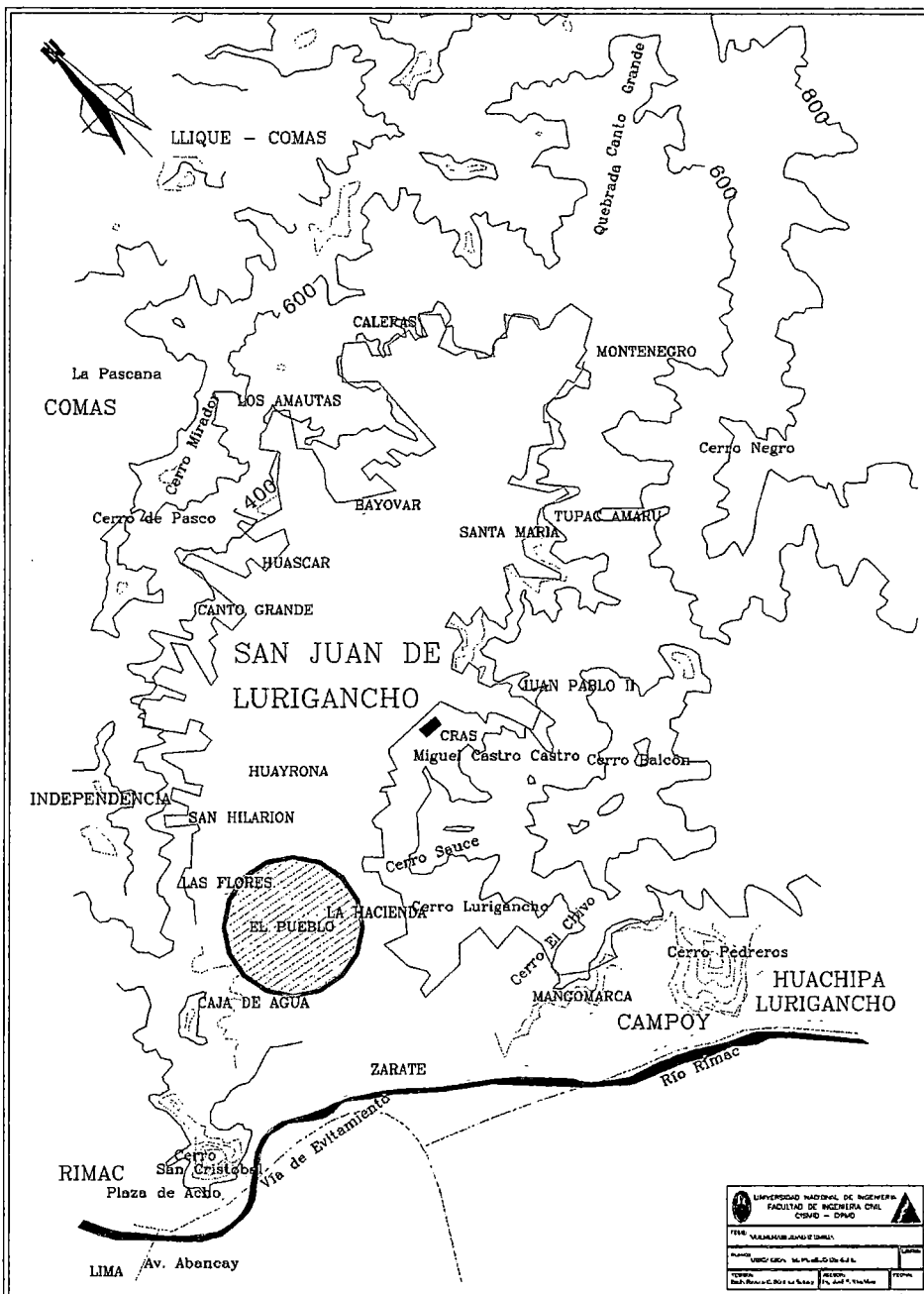
F-V15
VIVIENDA N° 04: CAMPOY



Interior de la vivienda N° 04. Aprecie que la cobertura no es adecuada por estar constituido por ramas de árboles, tablonces de madera, calamina y otros materiales heterogéneos. Además sus instalaciones eléctricas constituyen un riesgo por su pésimo estado de conservación.

5.4.2 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO: EL PUEBLO

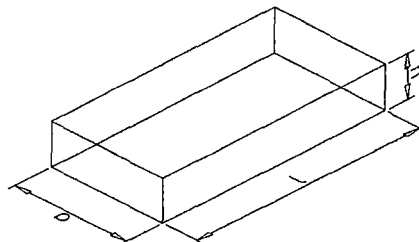
La presente zona de estudio corresponde a la ex hacienda Laras que en sus tiempos se dedicaba a la crianza de caballos de raza; con el tiempo se ha cambiando su uso, siendo las caballerizas usadas para el arriendo como habitaciones para los trabajadores de la ex hacienda y terceros; mucho de estos terrenos fueron vendidos para su posterior urbanización.



VIVIENDA N° 01

DIMENSIÓN DE LAS UNIDADES

- $h \approx 8$ cm
- $a \approx 20$ cm
- $l \approx 40$ cm



CIMENTACIÓN

Cimiento: Piedras subredondeadas con mortero de barro.

Sobrecimiento: No Posee.

MUROS

Muros perimetrales:

- Altura: 4.00 m hacia la Av. Lurigancho.
3.50 m en otros lados.
- Tipo de amarre: de cabeza e ≈ 40 cm.

Muros perpendiculares de arriostre:

- Altura: de 3.2m a 3.5m, $\theta \approx 3\%$.
- Tipo de amarre: de sogas e ≈ 20 cm.

TECHOS

Vigas principales: Tablones de madera 1"x 5"

Ramas delgadas de árboles.

Vigas secundarias: Cañas de bambú o carrizos abundantes.

Espaciamiento entre vigas: ≈ 0.9 a 1.0 m

Cobertura: Estera tejida con bambú, sobre esta Estera de Caña de Guayaquil.

Recubrimiento: Torta de barro e ≈ 10 cm.

Aleros: de 20 cm a 30 cm

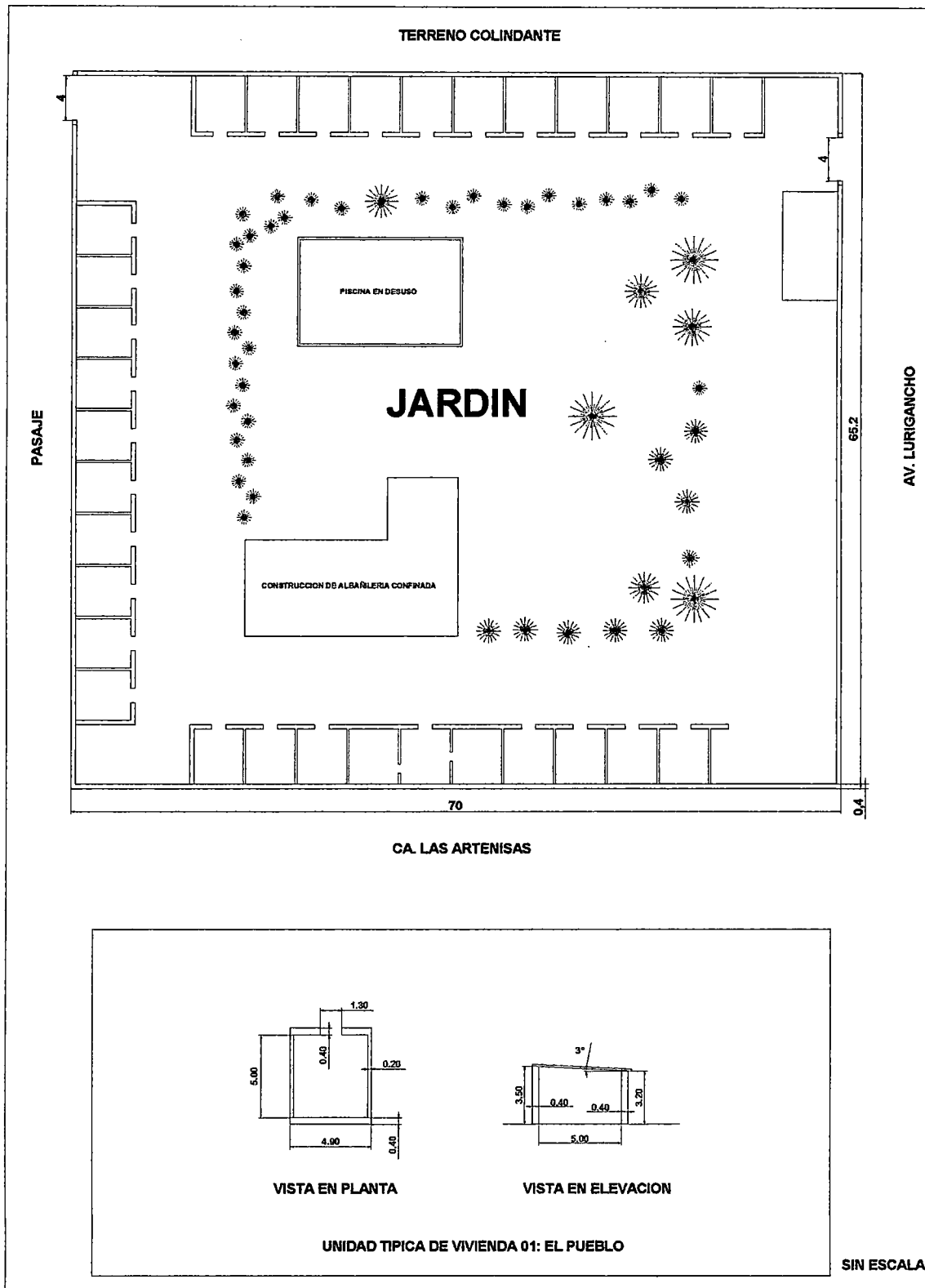
PISOS

- Unidades de ladrillo cocido.
- Cemento pulido.
- Tierra apisonada.

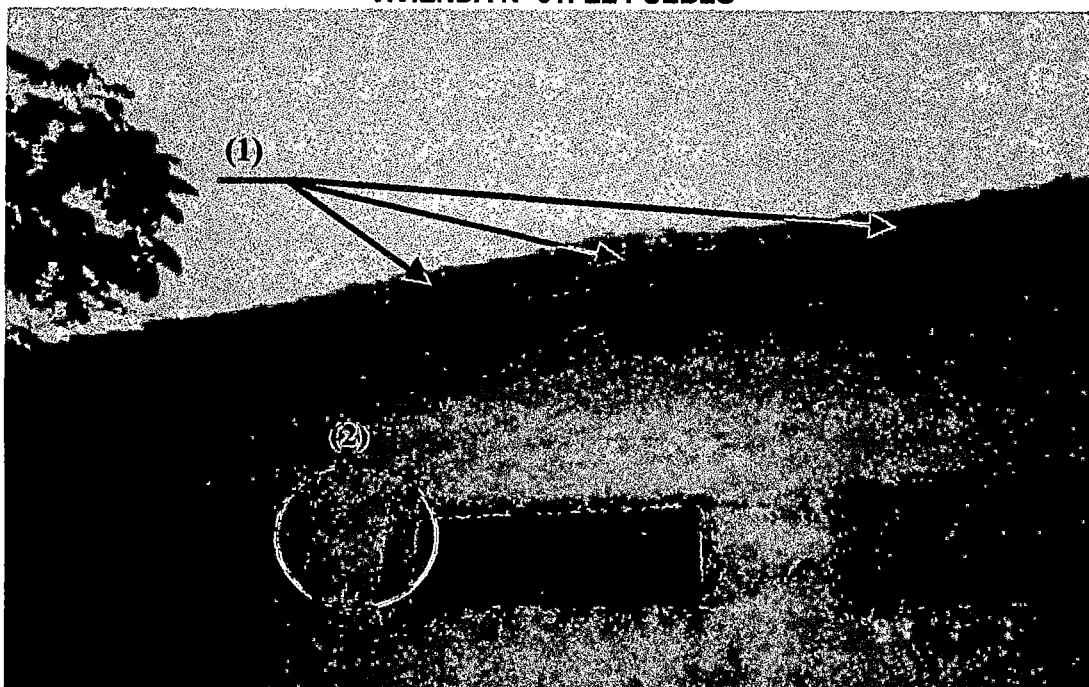
ACABADOS

- Recubrimiento de muros interiores a la vivienda: Torta de barro e ≈ 2 cm.
- Zócalos de protección en todos los muros exteriores a las habitaciones.

Plano N° V6
VIVIENDA N° 01: EL PUEBLO
 Lote: 65.20 x 70.00

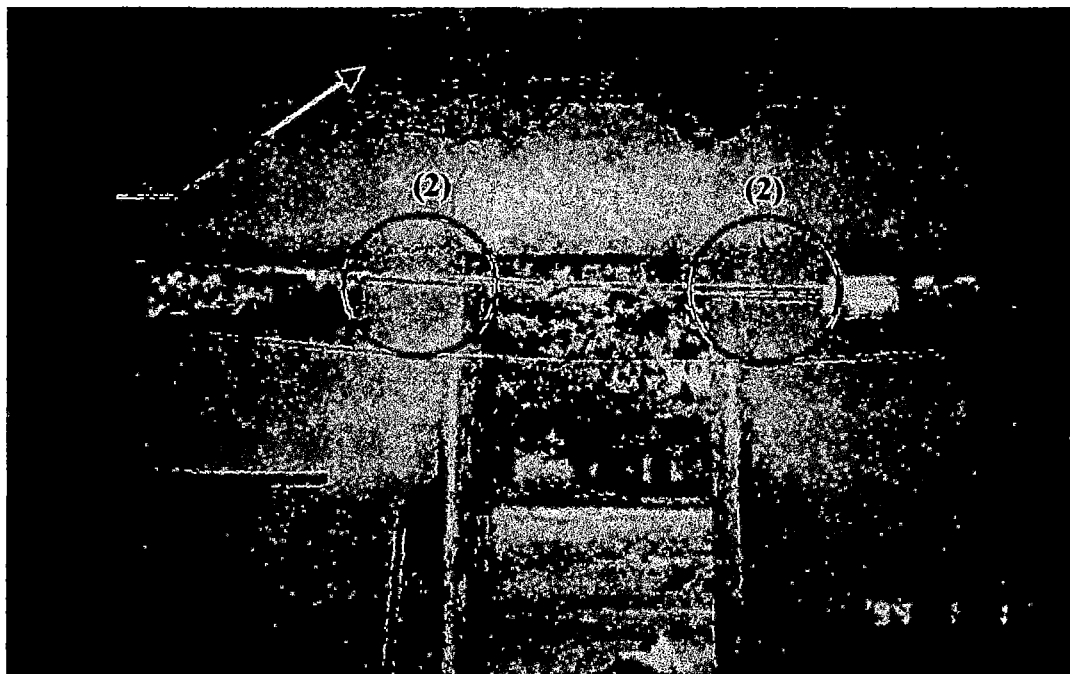


F-V16
VIVIENDA N° 01: EL PUEBLO



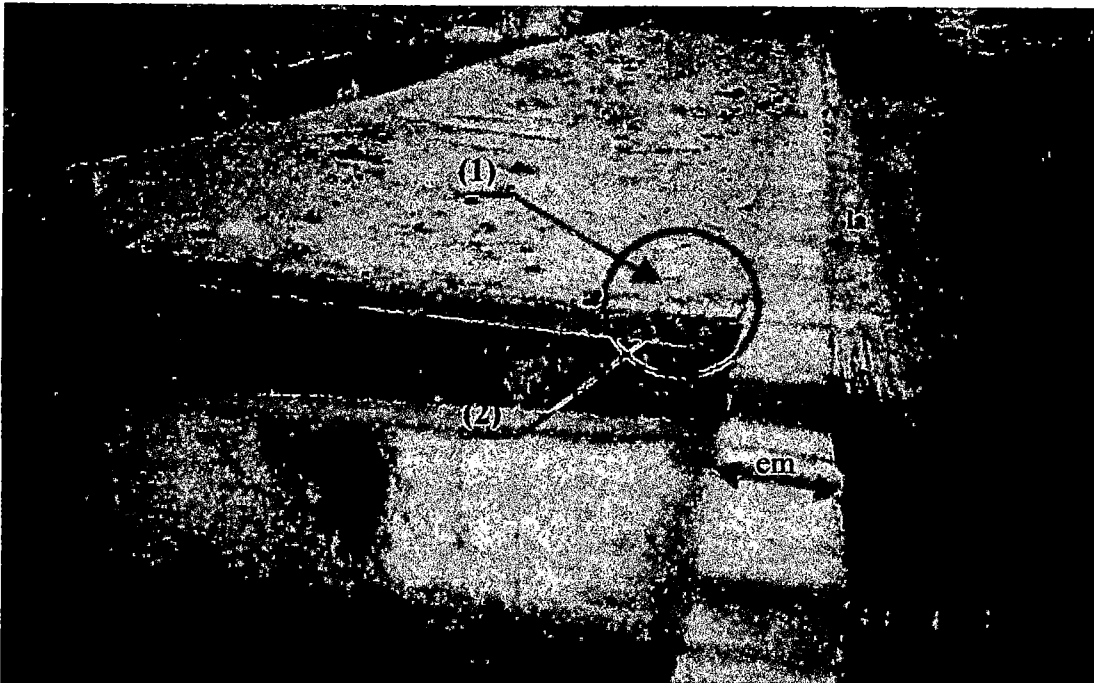
- (1) Vigas principales del techo de troncos de árboles delgados
- (2) Nula longitud de empotramiento de dinteles sobre los vanos

F-V17
VIVIENDA N° 01: EL PUEBLO



- (1) Caña Guayaquil usado como cubierta del techo
- (2) Poca separación entre vanos, puede causar problemas de columna corta por constituir una zona débil

VIVIENDA Nº 01: EL PUEBLO

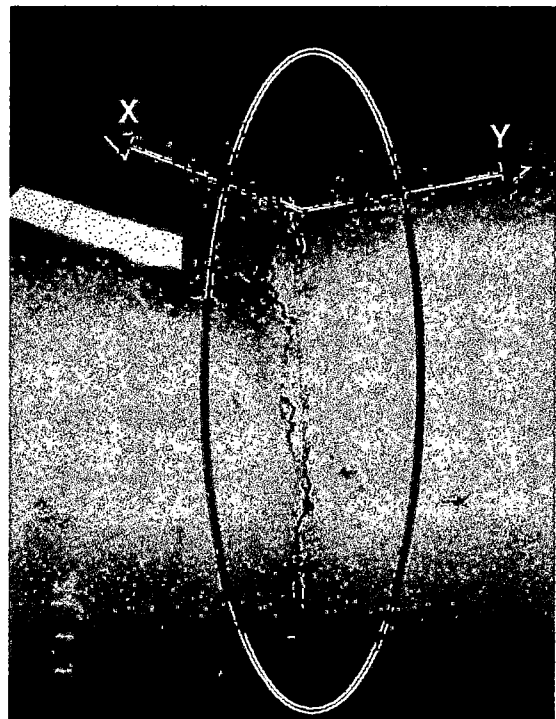


- (1) Torta de barro de 10 cm de espesor
- (2) Caña Guayaquil que se soporta sobre vigas de madera
Espesor del muro ($e_m = 40$ cm) y Longitud de alero ($l_a = 40$ cm)

**F-V19
VIVIENDA Nº 01: EL PUEBLO**

En la figura F-V19 de la derecha se aprecia dos muros ortogonales donde no existe una adecuada unión entre ellos, es decir, no existe arriostramiento entre muros ortogonales. En caso de un movimiento sísmico la edificación colapsaría debido a la falta de arriostramiento entre muros por tipo de falla por tracción.

Los muros en la dirección "X" tienen un espesor de 40 cm. y presentan un aparejo de cabeza, y los muros en la dirección "Y" tiene 20 cm. y presentan un aparejo de soga.



VIVIENDA N° 02

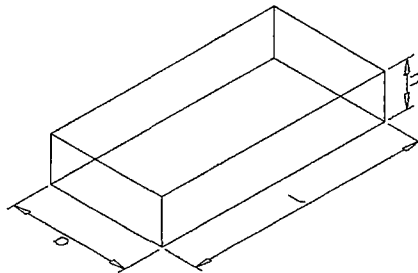
DIMENSIÓN DE LAS UNIDADES

- $h \approx 8$ cm
- $a \approx 20$ cm
- $l \approx 40$ cm

CIMENTACIÓN

Cimiento: Piedras subredondeadas con mortero de barro.

Sobrecimiento: No Posee.



MUROS

Muros perimetrales:

- Adobe (bloque de la vivienda)
Tipo de amarre: de cabeza $e \approx 40$ cm.
Altura: 3.20 m
- Tapial (cerco perimetral)
 $e \approx 60$ cm.
Altura: 4.50 m

Muros perpendiculares de arriostre:

- Altura: de 3.20 m
- Tipo de amarre: de cabeza $e \approx 40$ cm.

TECHOS

Vigas principales: Tablones de madera 2"x 2"

Ramas delgadas de árboles.

Vigas secundarias: Caña de bambú o carrizos demasiado espaciadas.

Espaciamiento entre vigas: ≈ 1.0 m

Cobertura: Estera tejida con bambú o caña Guayaquil.

Recubrimiento: Torta de barro $e \approx 10$ cm.

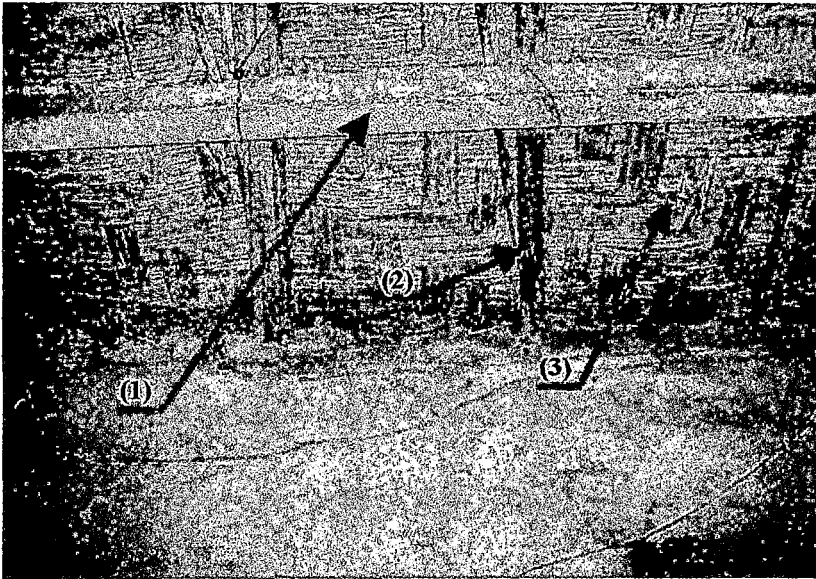
PISOS

- Cemento pulido.
- Tierra apisonada.

ACABADOS

- Sin recubrimiento.
- Sin zócalos de protección en todos los muros exteriores a las habitaciones.

**F-V20
VIVIENDA N° 02: EL PUEBLO**



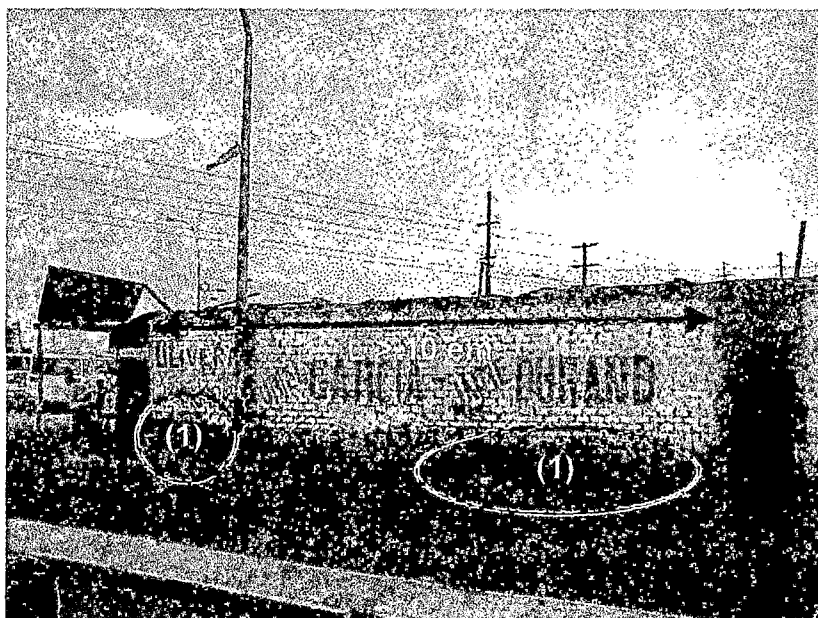
- (1) *Viga principal de madera*
- (2) *Viga secundaria de caña carrizo*
- (3) *Estera de caña carrizo como material para el techo*

**F-V21
VIVIENDA N° 02: EL PUEBLO**



En F-V21 la altura de muros L = 4.50 metros. Según el Norma de Adobe Código E – 080 L < 3 metros.

**F-V22
VIVIENDA Nº 02: EL PUEBLO**

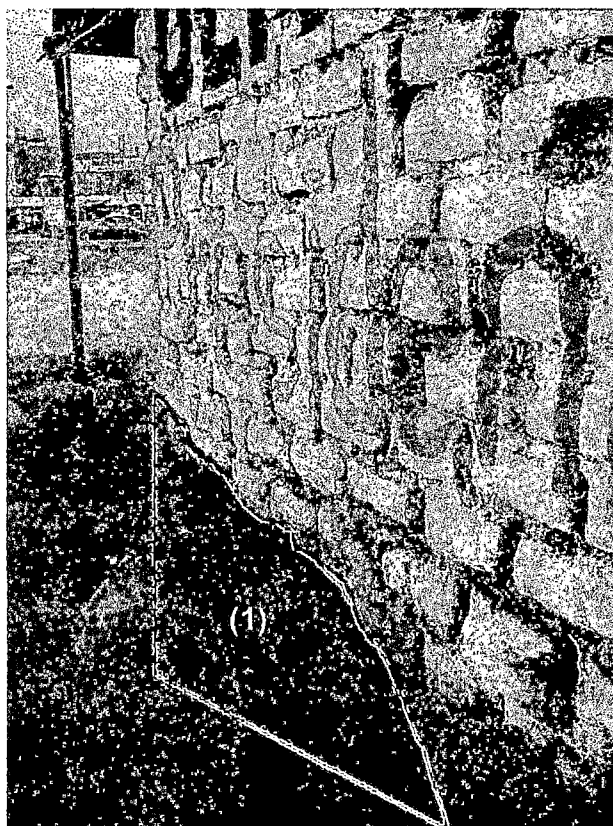


(1) *Disgregación de las unidades de adobe que conforman el muro, cuya longitud es mayor a 10 veces su espesor, siendo lo recomendado por la Norma de Adobe una longitud de muro menor o igual a diez veces el espesor del muro.*

**F-V23
VIVIENDA Nº 02: EL PUEBLO**

La vista **F-V23** de la derecha corresponde a una ampliación de la esquina izquierda de la vista **F-V22**.

En la zona señalada se puede observar con claridad los efectos de la humedad que ha provocado el alto grado de disgregación de las unidades de adobe comprometiendo la resistencia total de la edificación.



DEFECTOS CONSTRUCTIVOS EXISTENTES EN LAS EDIFICACIONES DE TIERRA EN LA ZONA DE EL PUEBLO

VIVIENDA N° 01

EN MUROS

- Muros perimetrales (adobes)
 - Excesivamente largos y sin arriostramiento vertical (mochetas) (Según Norma E – 080: $L \leq 10 \times e_m$)
 - Excesiva altura (Según Norma E – 080: $H \leq 3.00$ m)
 - Nula conexión dentada entre muros perpendiculares (ortogonales)
 - Disgregación o degradación de las unidades de arcilla en la base por falta de Sobrecimiento.
- Muros perpendiculares de arriostre
 - Excesiva separación entre ellos (Según Norma E – 080: $L_a \leq 64 \cdot (e_m)^2 / H$)
 - Nula o deficiente conexión entre muro perimetral y muros perpendiculares u ortogonales.

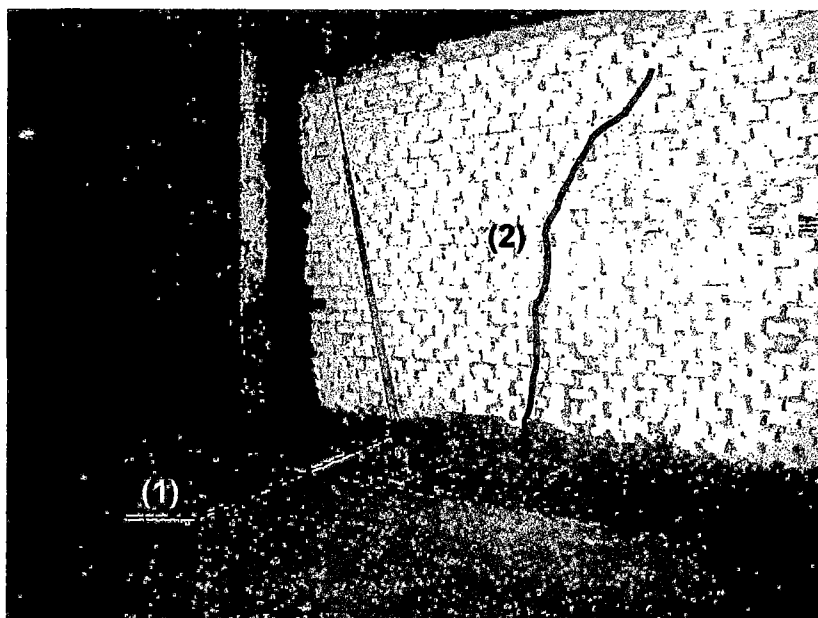
VANOS

- Dinteles de vanos de madera, con poca longitud de empotramiento (Según Norma E – 080: Mínimo 40 cm)
- Ventadas no centradas, anchas, altas y muy cercanas a las puertas.
- Deficiente ventilación en las habitaciones.

ACABADOS

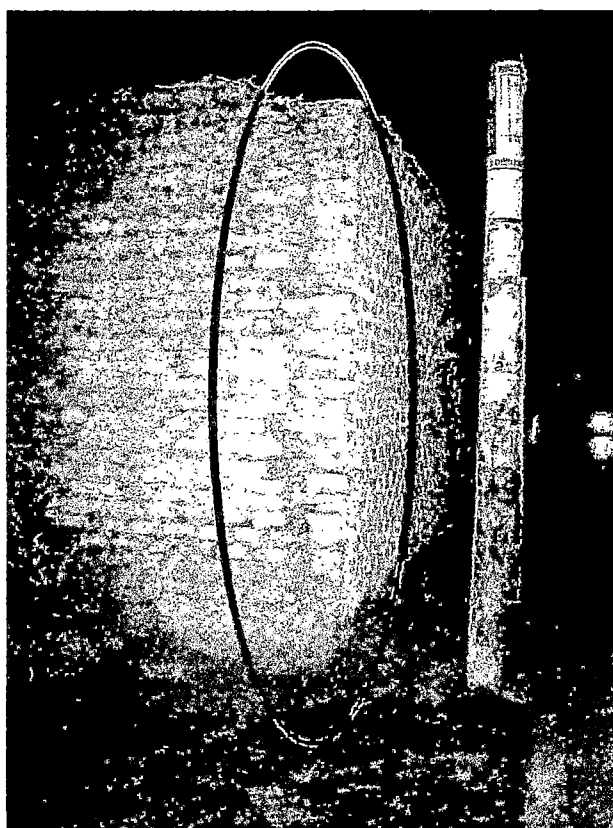
- En el exterior: No existe vereda perimetral de protección. Excepto en el muro que da hacia la Av. Lurigancho.

F-V24
VIVIENDA N° 01: EL PUEBLO



- (1) *Disgregación de las unidades de adobe en el muro perimetral*
- (2) *Fisura diagonal en la cercanía del encuentro de muros ortogonales*

F-V25
VIVIENDA N° 01: EL PUEBLO



*En la vista **F-V25** de la derecha se aprecia que no existe conexión dentada entre muros ortogonales. Además al pie y a sus alrededores, se observa la disgregación de las unidades de adobe debido a la falta de un sobrecimiento adecuado y a que alrededor de los muros existen jardines, lo cual hace aumentar el nivel de vulnerabilidad de la estructura de adobe.*

VIVIENDA N° 02

EN MUROS

- Muros perimetrales (tapial y adobe)
 - Excesivamente largos y sin arriostramiento vertical (mochetas)
(Según Norma E – 080: $L \leq 10 \times e_m$)
 - Excesiva altura (Según Norma E – 080: $H \leq 3.00 \text{ m}$)
 - Disgregación o degradación de las unidades de adobe en la base de los muros por falta de Sobrecimiento.
- Muros en la vivienda
 - a. Muros del contorno
 - Relativamente largos con muros de arriostramiento ortogonales muy separados entre sí.
 - Relativamente altos.
 - b. Muros de arriostramiento
 - Relativamente largos $L \approx 10.0 \text{ m}$ (Según Norma E – 080: $L \leq 10 \times e_m$)
 - Relativamente altos $H \approx 3.2 \text{ m}$ (Según Norma E – 080: $H \leq 3.00 \text{ m}$)

VANOS

- Dinteles de madera con poca longitud de empotramiento (Según Norma E – 080: Mínimo 40 cm)
- Deficiente y/o nula ventilación en las habitaciones.

TECHOS

- Hundimiento de techo por falta de vigas secundarias que soporten el peso del recubrimiento de barro y material acumulado sobre este.
- Fisuras y empalmes en vigas.

ACABADOS

- En el exterior: No existe vereda perimetral de protección.
- En el interior: No existen zócalos de protección contra la humedad.

5.5 EL ADOBE COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS INMUEBLES ANTIGUOS DE LIMA

5.5.1 ANTECEDENTES

Uno de los graves problemas por los que atraviesa la ciudad de Lima, y que se acrecienta con el paso del tiempo, es el de las casonas antiguas. Estas casonas por efecto del paso del tiempo, dejadez de sus ocupantes y descuido de algunas autoridades, se han convertido en vetustas casonas a punto de colapsar en cualquier momento.

Estas residencias en sus primeros años fueron ocupadas por familias de clase media. Con el paso de los años y los cambios sociales, estas familias se fueron mudando dejando sus propiedades arrendadas a familias de bajos recursos económicos que viven en ellas de generación en generación.

Las casonas antiguas han pasado a ser un problema de seguridad, debido a que muchas de ellas se encuentran habitadas por varias familias, que por no tener otro lugar donde vivir, ponen en grave riesgo sus vidas al permanecer en estos inmuebles.

La presión de una creciente población por un lugar para habitar se sintió primeramente en los barrios populares existentes alrededor de Lima Cuadrada, en donde las casas de familiares, coterráneos y allegados, fueron saturadas de forasteros, alojados e inquilinos, y para lo cual, las viviendas fueron acondicionadas, ampliadas o subdivididas. Posteriormente, la demanda se extendió hacia los antiguos inmuebles residenciales abandonados por sus propietarios, siendo éstos, por lo general, familias de antigua estirpe, que buscaron su lugar de residencia en áreas más apropiadas a sus requerimientos socio-económicos y de confortabilidad.

Cuando el inmigrante proviene de otras ciudades conoce ya las ventajas que ofrece las áreas urbanizadas y tiende a ubicarse en las áreas centrales o próximas a ellas, ocupando las estructuras existentes que se encuentran en condiciones precarias para obtener de esta manera ventajas sobre zonas un poco más alejadas al centro. Es así que aparece el callejón, el corralón, la casa subdividida, etc., modalidades de asentamiento que en muchos casos han devenido en "tugurios", los mismos que en el caso de Lima Metropolitana, conforman grandes áreas deterioradas que se extienden constantemente en el tejido urbano ante la creciente demanda de vivienda barata, más o menos próxima a los centros de actividad laboral.

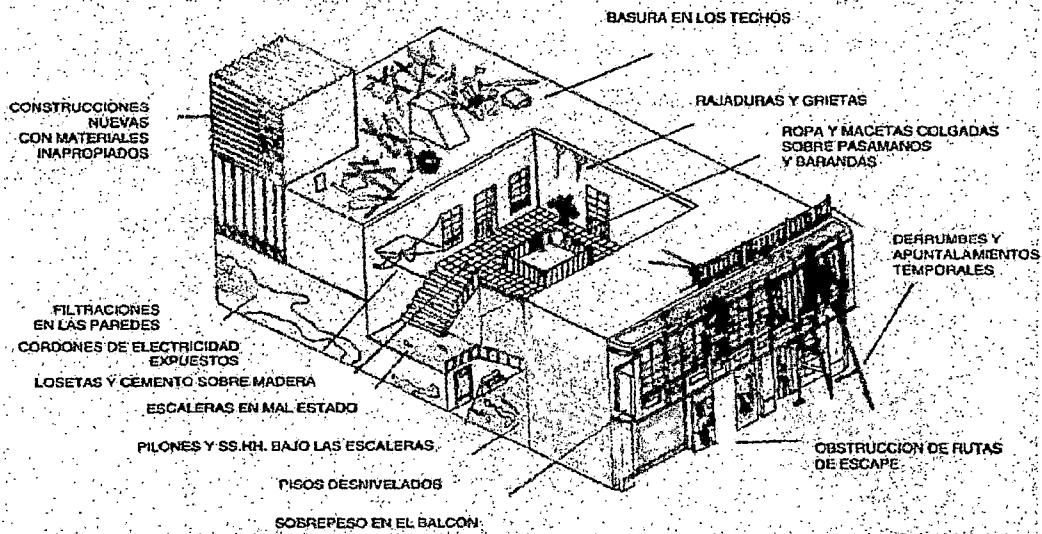
5.5.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ESTADO ACTUAL DE LOS INMUEBLES EN LIMA ANTIGUA

El material de construcción predominante es el adobe, la quincha, el ladrillo, y la madera aunque en menor proporción.

La construcción de los inmuebles estudiados data de principios del siglo XX, ubicándose en las zonas más antiguas de la capital, Lima Cercado, Barrios Altos y La Victoria.

Estos inmuebles están conformados en su mayoría por estrechos corredores y un patio de distribución de mediana extensión. Tienen uno o dos pisos y su circulación interna es directa. Un ejemplo de éstas edificaciones se representa por un gráfico en **F-V26**.

Cada inmueble está constituido por aproximadamente 40 unidades de vivienda con cuartos reducidos, mal iluminados y con ventilación deficiente. En general, todos los cuartos son de pequeñas dimensiones, con un promedio de 25 m².



F-V26 estado actual de las viviendas de adobe y quincha de Lima antigua, donde se aprecia el deterioro de sus instalaciones, así como de su elementos estructurales resistentes (muros de adobe).

1. MUROS

El material predominante es el adobe cuyas dimensiones son bastante irregulares, siendo sus dimensiones aproximadas de 40cm x 40cm x 10cm y delimitan las dimensiones de las habitaciones. Su espesor promedio es de 40 cm y su longitud promedio es de 5 m. No se presentan asentamientos en estos muros, aunque sí desprendimiento de acabados, tanto en la parte interior como exterior. En este aspecto, la torta de barro que cubre los muros desprendida en algunos sectores, ha sido reemplazada por un revestimiento de cemento.



F-V27. Muro de adobe donde se aprecia el mal estado en que se encuentra, debido a la disgregación de la tierra de los adobes por efectos de la humedad, debido a la antigüedad de las instalaciones sanitarias o por problemas en éstas.

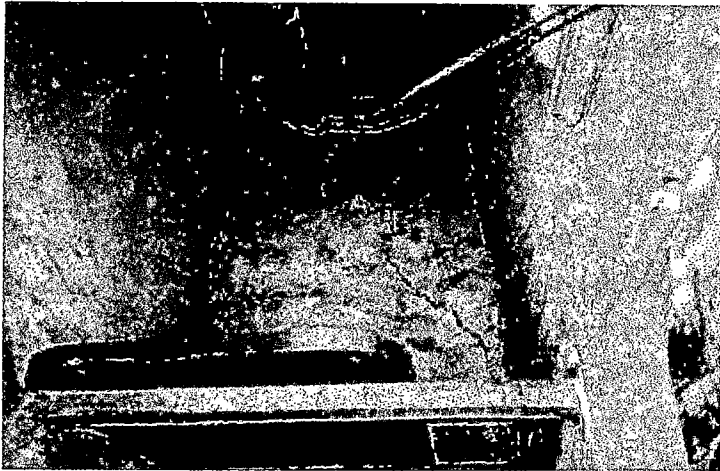
Es más, en algunos muros se aprecia que los adobes se han ido desprendiendo o han sido carcomidos (disgregación de unidades de adobe), dejando orificios en las paredes, los mismos que han sido rellenados con trozos de ladrillo, pedazos de madera, e incluso piedras medianas, colocados sin ninguna dirección técnica. Es evidente que estos muros han perdido su rigidez original.



F-V28. *El daño causado por efectos del humedecimiento de los muros se traduce en la progresiva disgregación de la tierra que conforma las unidades de adobe del muro y que con el pasar del tiempo va perdiendo su resistencia original al punto que el muro se inestabiliza y puede colapsar, esto debido muchas veces a la falta de mantenimiento de los servicios de agua y desagüe.*

Es fácil notar la presencia de grietas en algunos muros de viviendas. Se han producido fallas a tracción en los encuentros de muros perpendiculares, y fallas por flexión en la parte superior de cada muro, debido a la carencia de un elemento de arriostre superior. En menor proporción se aprecian fallas por corte, al observarse fisuras diagonales, siguiendo las juntas de construcción.

Asimismo, en las esquinas de vanos de puertas y ventanas, se observan fisuras, originadas principalmente, por tener dinteles débiles en pésimas condiciones de mantenimiento o con poco empotramiento.



F-V29. Grieta por corte (mayor a 1") en el muro de adobe, debido a la antigüedad del inmueble. Esto significa que la edificación ha soportado el efecto de eventos sísmicos que se dieron años atrás en la ciudad de Lima.



F-V30. Muro de Quincha (por lo general siempre fueron usados para construir el segundo nivel de las antiguas casonas y hoy quintas o solares de las zonas correspondientes a Lima antigua). Es notorio el deterioro y exposición de los paneles de madera que conforman la estructura del muro de quincha, lo que significa que su periodo de servicio se vea reducido.

Su resistencia se ha ido debilitando con los fuertes sismos que han soportado, y al mal estado de las instalaciones sanitarias, ya que al haber escapes de agua se ha producido humedecimiento de las unidades de adobe dando lugar a que en cualquier momento se produzca el colapso parcial o total de la edificación, sin la necesidad de un movimiento sísmico.

2. TECHOS

Los techos no constituyen un diafragma rígido. Estos están hechos de vigas y entablados machihembrado de madera y sobre ellos una torta de barro de unos 10 a 15 cm de espesor; debido a la antigüedad que tienen, la madera se encuentra apolillada y fisurada lo que ha traído como consecuencia que su resistencia haya disminuido. Contribuye a la fatiga de las vigas, la costumbre que tiene la gente de utilizar el techo como almacén.

3. ESCALERAS

Las viviendas de dos pisos tienen sus escaleras de madera en mal estado, encontrándose éstas, en muchos casos, apolilladas, carcomidas, desniveladas, etc.



F-V31. *La antigüedad, la falta de mantenimiento y la irresponsabilidad de los ocupantes de estos antiguos inmuebles han provocado el deterioro de sus instalaciones, así aquellos inmuebles que poseen un segundo nivel tienen sus escaleras en mal estado lo que en un hipotético evento sísmico colapsaría, y no permitiría la salida y evacuación de las personas que habitan éste nivel.*

4. SERVICIOS BÁSICOS

Por lo general, la red eléctrica está expuesta y en mal estado de conservación. El cableado eléctrico va tendido sobre los techos. Se ha detectado densos cruces aéreos sobre los espacios libres (tragaluces) de cada inmueble.

La red eléctrica casi en su totalidad se encuentra sin ningún revestimiento que lo proteja. Ante la ocurrencia de un sismo podría ocasionar corto circuitos e incendios por exposición de los cables.

El sistema sanitario, éste es por lo general comunitario, existiendo un sobreuso de las salidas de agua y de desagüe, con los consiguientes problemas de atoro y mal uso, lo que trae como consecuencia, que existan fugas que finalmente afectan los muros de adobe.



***F-V32.** Cables eléctricos sin ningún material aislante que los recubra. Debido a su antigüedad y falta de manteniendo éstos al no encontrarse debidamente protegidos pueden ocasionar incendios debido a cortos circuitos.*

5.6 PROPUESTA PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS Y DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES DE TIERRA

Como parte de la presente tesis y como corolario a la experiencia ganada, presentamos y proponemos a continuación una Hoja de Evaluación para la recolección de información que nos servirá para poder determinar los daños, así como, los niveles de vulnerabilidad que puedan tener las edificaciones de tierra.

Esta Hoja de Evaluación ha sido elaborada en base a la Norma de Adobe Código E – 080. A continuación se presenta un resumen de los principales puntos a tomar para realizar esta hoja de evaluación.

NORMA DE ADOBE CODIGO E – 080	
1 DISTANCIA ENTRE ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO VERTICAL	$L = 10 \times e_m$ ó $64 \times e_m^2 / H$
2 ALTURA DEL MURO	$H \leq 3.0 \text{ m}$
3 CONEXIÓN ENTRE MUROS ORTOGONALES	Dentada
4 CIMIENTO	Concreto ciclópeo o mampostería de piedra. Mínimo 0.40 m
5 SOBRECIMIENTO	Concreto ciclópeo o mampostería de piedra. Mínimo 0.20 m
6 VANOS	Centrados en los muros.
Ancho de Vano	$AV \leq 1.20 \text{ m}$
Distancia entre una esquina y un vano.	$\geq 3 \times e_m$ ó Mínimo 0.90 m
Suma de longitudes de vanos	$\sum < 1/3 L$
7 REFUERZO	Deberán ser reforzadas horizontal y verticalmente.
8 TECHO	Livianos. Distribuirá la carga en la mayor cantidad de muros. Deberán ser fijados a los muros por medio de una viga solera.

Son 8 los puntos principales a tomar en consideración, así como los daños que puedan presentar edificaciones de tierra debido a su antigüedad o que hayan sufrido los efectos de algún movimiento sísmico pasado, como el caso de las casonas del centro de Lima.

CAPITULO V: USO DE LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL DE VIVIENDAS EN EL PERU

HOJA DE EVALUACION VIVIENDAS DE TIERRA				
UBICACION DEL TERRENO	A		M	
	Malas Zonas		Buenas Zonas	
	Relleno	[]	Arida	[]
	Inundación	[]	Plana	[]
	Mucha Pendiente	[]		
Precipitaciones	[]			
CARACTERISTICAS UNIDADES DE ADOBE			Norma E - 080	
Largo (l)	l =		l/h = 4	
Ancho (em)	em =		l = em	
Altura (h)	h =			
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA EDIFICACION INSPECCIONADA				
FUNDACION	pedra y barro	concreto	otros	Norma E - 080
Cimiento:				40 cm mín.
Sobrecimiento				20 cm mín.
MUROS EN EDIFICACION				Norma E - 080
Espesor de muros (em)				em (ideal) 38 cm
Exteriores perimetrales				
Divisorios ortogonales				
Altura de muros (H)				H ≤ 3.00 m
Exteriores perimetrales	H > 3 m []	H < 3 m []		
Divisorios ortogonales	H > 3 m []	H < 3 m []		
Unión en esquinas	No existe []	Existe []		Debe existir
Longitud de muro (L)	L >> 4 m []	L < 4 m []		L ≤ 10 x em
				L _s ≤ 64*(e _m) ² /H
Contrafuertes	No Posee []	Posee []		Poseer
Densidad de Muros	Mayor en X o Y []	Similar en X o Y []		Similar
DAÑO EN MUROS				
	Fuerte	Débil	Nulo	Norma E - 080
Humedecimiento				Nulo
Disgregación en unidades				Nulo
Fisuras				Nulo
Desaplome				Nulo
TECHOS				
	Material			
	Madera	Caña Bambú	Otro	Norma E - 080
Vigas				Materiales Livianos
Viguetas				Materiales Livianos
Cobertura	Concreto []	Torta de barro []		Materiales Livianos
Recubrimiento	Mayor a 10 cm []	Mín. 10 cm []		Espesor Mín 10 cm.
Aleros	L < 40 cm []	L ≥ 40 cm []		Poseer 40 cm mín.
Pendiente de techo (Φ)	Φ < 15% []	15% < Φ < 30% []		15% - 30%
DAÑO EN TECHOS				
	Fuerte	Débil	Nulo	Norma E - 080
Fisuras en vigas				Nulo
Apolillamiento				Nulo
Hundimiento				Nulo
VANOS				
				Norma E - 080
Dinteles en ventanas	No Posee []	Posee []		Poseer
Dinteles en puertas	No Posee []	Posee []		Poseer
Longitud de empotramiento	L < 40 cm []	L ≥ 40 cm []		40 cm mín.
Ventanas	No centrada []	Centrada []		Centrada
Puertas	No centrada []	Centrada []		Centrada
Distancia de esquina a vano	dv < 90 cm []	dv ≥ 90 cm []		Mín. 90 cm
Σ Longitud de vanos	ΣLv > 1/3L []	ΣLv < 1/3L []		Máx. 1/3 L
Ancho de vano	Av > 120 cm []	Av < 120 cm []		Máx. 120 cm
VIGA COLLAR				
	No posee []	Posee []		Norma E - 080
				Poseer

i) PLANOS DE LEVANTAMIENTO DE DAÑOS

Los tipos de materiales usados en muros y techos deben ser indicados y graficados, los que a su vez deben poseer leyendas para poder interpretar el tipo de material que se ha usado en la edificación. Igualmente el levantamiento de daños será vaciado a planos donde se puedan diferenciar el tipo de daño que presenta una edificación ya sea en sus muros **Plano N° V8** o daños en sus techos **Plano N° V9**. Además se debe incluir una leyenda con cada tipo de daño que se presenta y de ésta manera tener una herramienta gráfica útil que nos permita discernir respecto al estudio de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tierra.

ii) NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Las edificaciones de tierra debido a la fragilidad y poca resistencia de la tierra tienen niveles de vulnerabilidad media y alta.

En la Hoja de Evaluación posee 30 preguntas, de las cuales 7 preguntas son daños en muros (4) y daños en techos (3), siendo las más importantes a tomar en cuenta: Ubicación del terreno, dimensiones de los adobes, cimentación, sobrecimiento, altura de muros, espesor de muros, densidad de muros, unión entre muros ortogonales, tipo de material en techos, longitud de empotramiento de dinteles, ubicación de vanos en muros, distancia de un vano a una esquina, ancho de vanos, daños en muros y techos y si la edificación se encuentra reforzada, que es una de las más importantes; que hacen un total de 21 preguntas importantes.

Si luego de evaluar una edificación de tierra, haciendo uso de la Hoja de Evaluación, se observa que existen más de 10 preguntas marcadas en la columna signada con la letra "A" (columna sombreada con color palo rosa), tendrá un nivel de vulnerabilidad sísmica Alta y si el número es marcas es menor a 10 y se encuentran en la columna signada con la letra "M" (columna sombreada con color amarillo claro), entonces la edificación evaluada tendrá un nivel de vulnerabilidad Media.

iii) CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE QUINTAS Y SOLAR

Otro aspecto importante que nos ayudará a determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de una edificación de tierra es el diseño de las quintas y solares. Según el Reglamento Nacional de Construcciones hay que tener en cuenta los siguientes lineamientos cuando se vaya a edificar o planear una Quinta o un Solar, que ha sido tomado en cuenta para la evaluación de este tipo de edificaciones multifamiliares.

1. Ancho del pasaje de ingreso

- a. El ingreso peatonal deberá tener un ancho mínimo de 3 metros
- b. Ingreso peatonal y vehicular deberá tener un ancho mínimo de 4.2 metros (3 m de calzada y 1.2 metros peatonal)
- c. Ingreso peatonal y vehicular deberá tener un ancho mínimo de 5.4 metros (3 m de calzada y 1.2 metros peatonal en ambos lados)

2. Longitud de los pasajes de ingreso

- Longitud máxima puede ser igual al ancho del terreno
- Longitud máxima deberá ser menor a 6 veces el ancho del pasaje

3. Techado del pasaje de entrada

La longitud máxima techada deberá ser igual a dos veces el ancho del pasaje de ingreso.

4. Ancho del patio común con acceso solo peatonal

- Sub lotes a un solo lado: 4 metros como mínimo
- Sub lotes a cada lado: 6 metros como mínimo

5. Longitud del patio común

- La longitud del patio común no deberá ser mayor a 10 veces el ancho del patio común
- Ningún sub lote deberá quedar a una distancia mayor de 75 metros de la vía pública
- En caso de Quintas con vehículos no mayor a una distancia de 50 metros de la vía pública

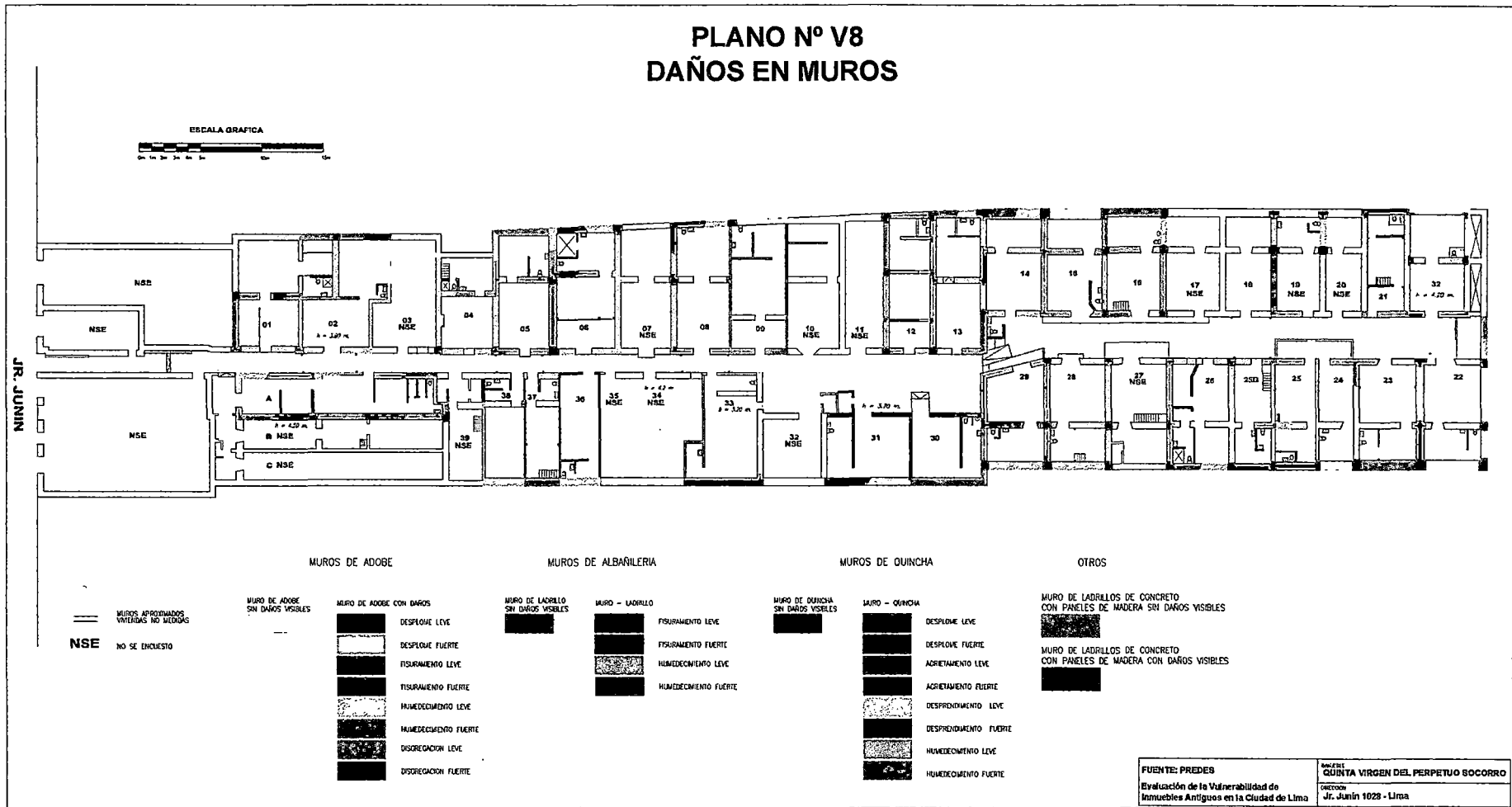
6. Densidad habitacional

En zonas de alta densidad el lote mínimo será de 60 metros cuadrados.

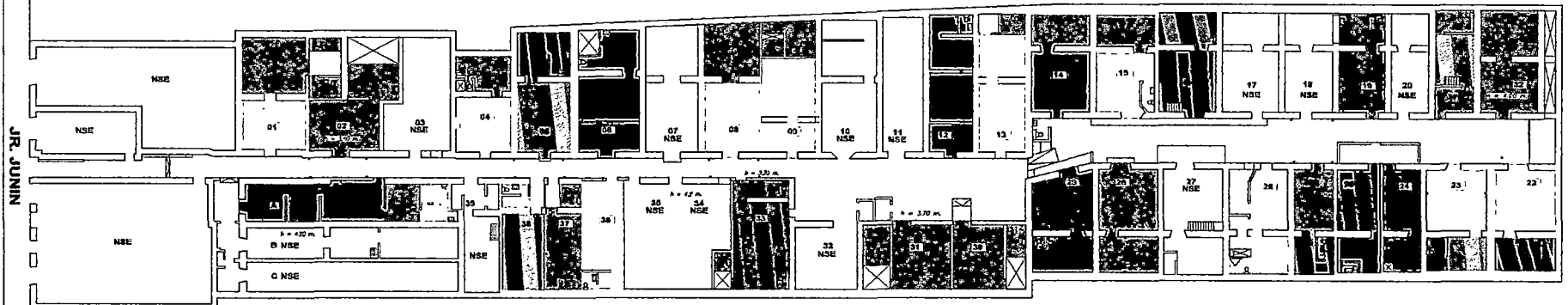
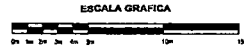
iv) PLANO DE NIVELES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Finalmente con la ayuda de los planos N° V8 y N° V9 que ayudan a visualizar las zonas más vulnerables de acuerdo a los daños existentes y la información recolectada por medio del uso de Hoja de Evaluación, permitirán determinar los niveles de vulnerabilidad sísmica los que serán mostrados en un plano de niveles de vulnerabilidad sísmica (Plano N° V10) y de ésta manera poder tomar las medidas de prevención necesarias para salvaguardar las vidas de los ocupantes de este tipo de edificaciones, en especial edificaciones de tierra del tipo Quintas y Solares, donde su tamaño, el número de viviendas y la tugurización de éstos, acentúan los efectos del sismo.

**PLANO Nº V8
DAÑOS EN MUROS**

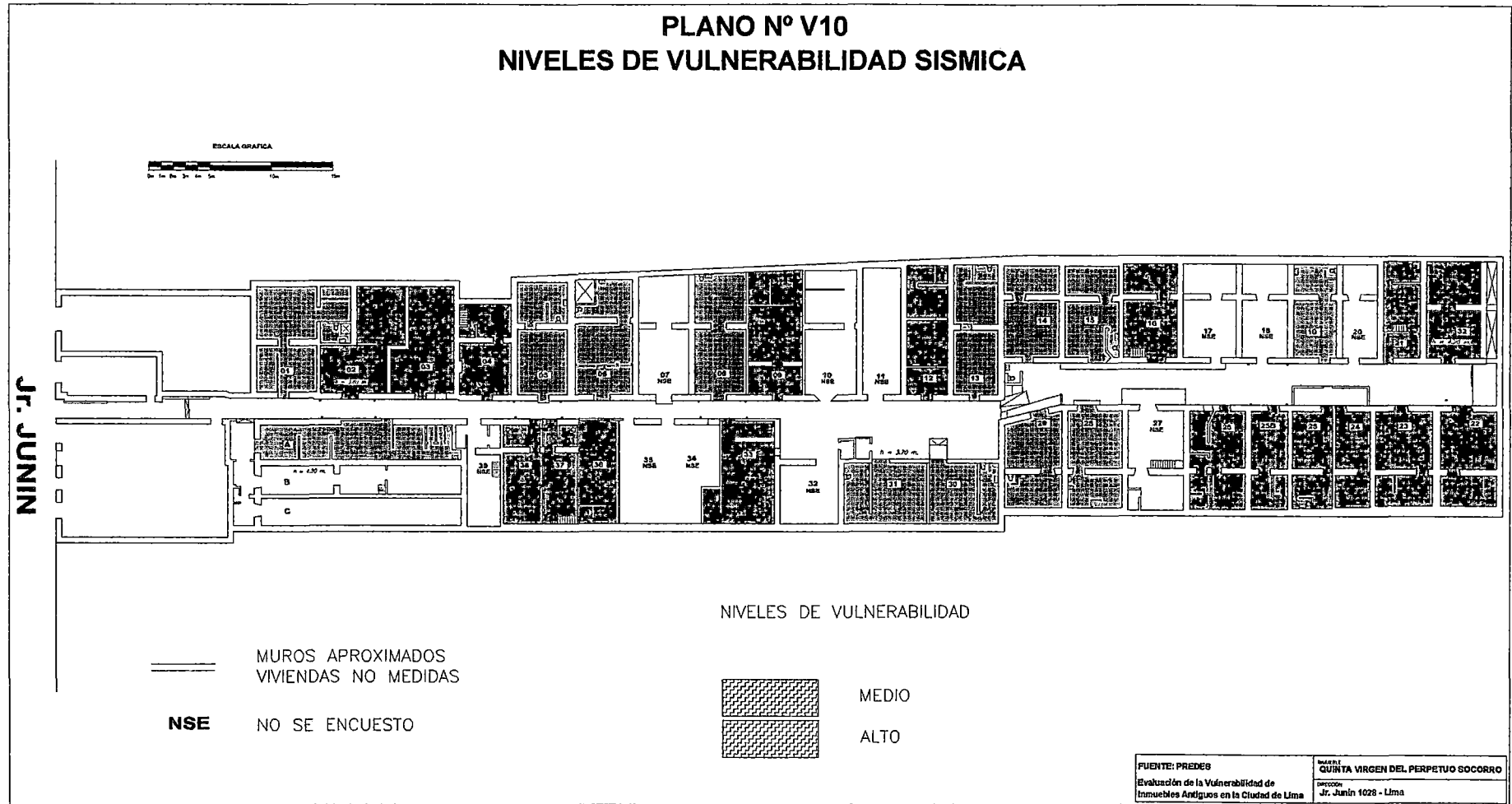


**PLANO N° V9
DAÑOS EN TECHOS**



<p>==== MUROS APROXIMADOS VIVIENDAS NO MEDIDAS</p> <p>NSE NO SE ENCUESTO</p>	<p>COBERTURA DE MADERA SIN DAÑOS VISIBLES</p> <p>COBERTURA DE MADERA CON:</p> <ul style="list-style-type: none"> DESPLOME LEVE DESPLOME FUERTE FISURAMIENTO LEVE FISURAMIENTO FUERTE HUNDAMIENTO LEVE HUNDAMIENTO FUERTE APOLLAMIENTO LEVE APOLLAMIENTO FUERTE 	<p>LOSA ALIGERADA SIN DAÑOS VISIBLES</p> <p>LOSA ALIGERADA CON:</p> <ul style="list-style-type: none"> FISURAMIENTO LEVE FISURAMIENTO FUERTE HUNDAMIENTO LEVE HUNDAMIENTO FUERTE 	<p>CALAMINAS y/o ESTERAS SIN DAÑOS VISIBLES</p> <p>CALAMINAS y/o ESTERAS CON:</p> <ul style="list-style-type: none"> HUNDAMIENTO LEVE HUNDAMIENTO FUERTE ROTURA LEVE ROTURA FUERTE
---	--	--	--

<p>FUENTE: PREDES Evaluación de la Vulnerabilidad de Inmuebles Antiguos en la Ciudad de Lima</p>	<p>INMUEBLE: QUINTA VIRGEN DEL PERPETUO SOCORRO</p> <p>DIRECCION: Jr. Junin 1028 - Lma</p>
--	--



CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

6.1 OBJETIVO

Se ha tomando a la ciudad de Moquegua como base para por estimar los tipos de daños ocasionados en construcciones de albañilería, adobe y/o quincha, por los efectos del sismo de Atico del 23 de Junio del 2001.

El objetivo es poder estimar los tipos de daños probables que vayan a tener muchas de las edificaciones de albañilería, adobe y/o quincha en Lima antigua y San Juan de Lurigancho por efectos de un movimiento sísmico como el ocurrido en el Sur del Perú o de mayor magnitud y de acuerdo a las condiciones locales de la zona de estudio y de Lima antigua.

6.2 UBICACIÓN

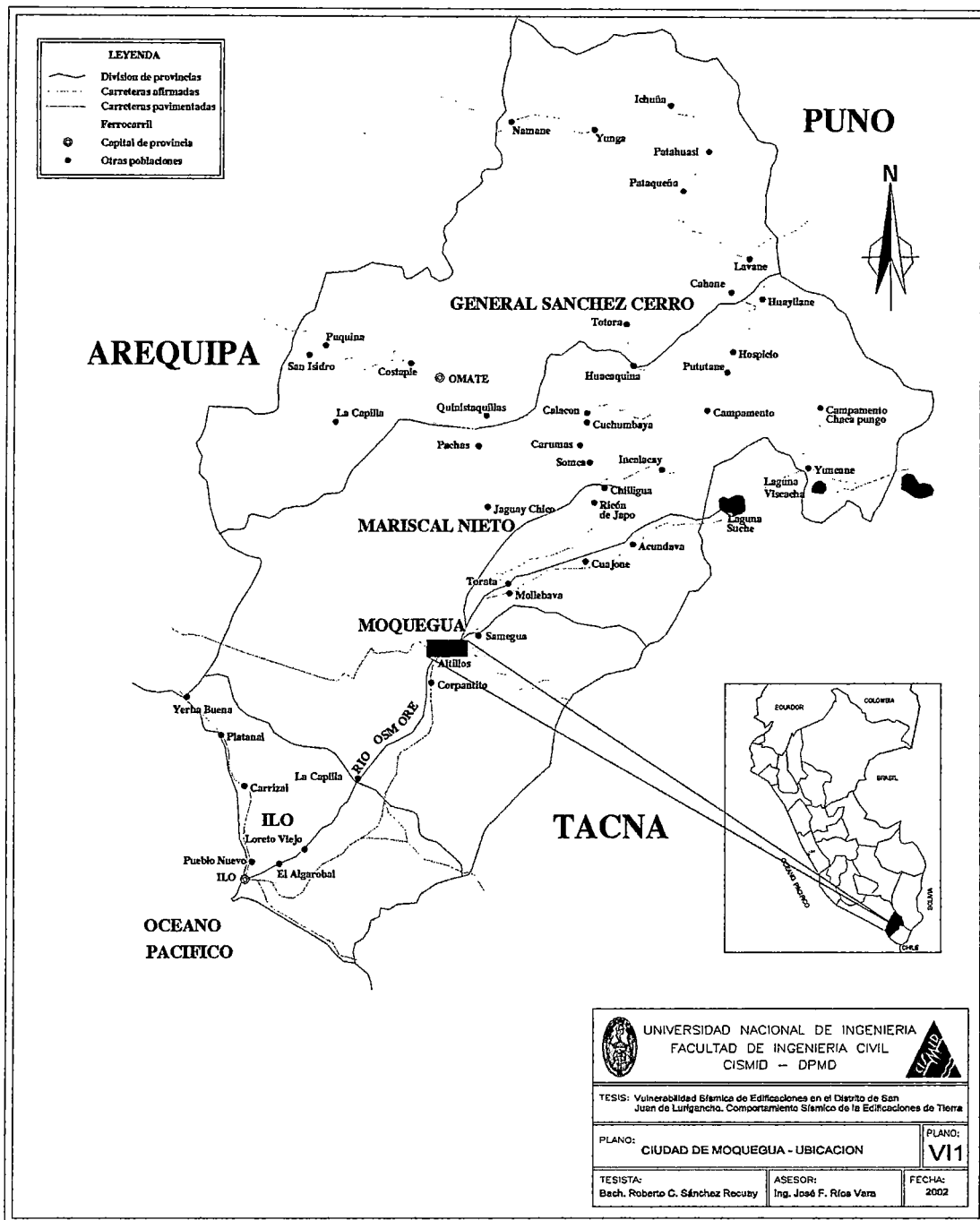
El Dpto. de Moquegua se localiza al Sur de nuestro territorio, tiene una superficie de 15 733.97 km², ubicado en las coordenadas 16° y 17° 50' latitud Sur, 70° y 71° 30' de longitud Oeste.

En cuanto a la ciudad de Moquegua, ella se localiza políticamente en la Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua.

Las principales vías de integración regional son la carretera Panamericana Sur y la Carretera Binacional.

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

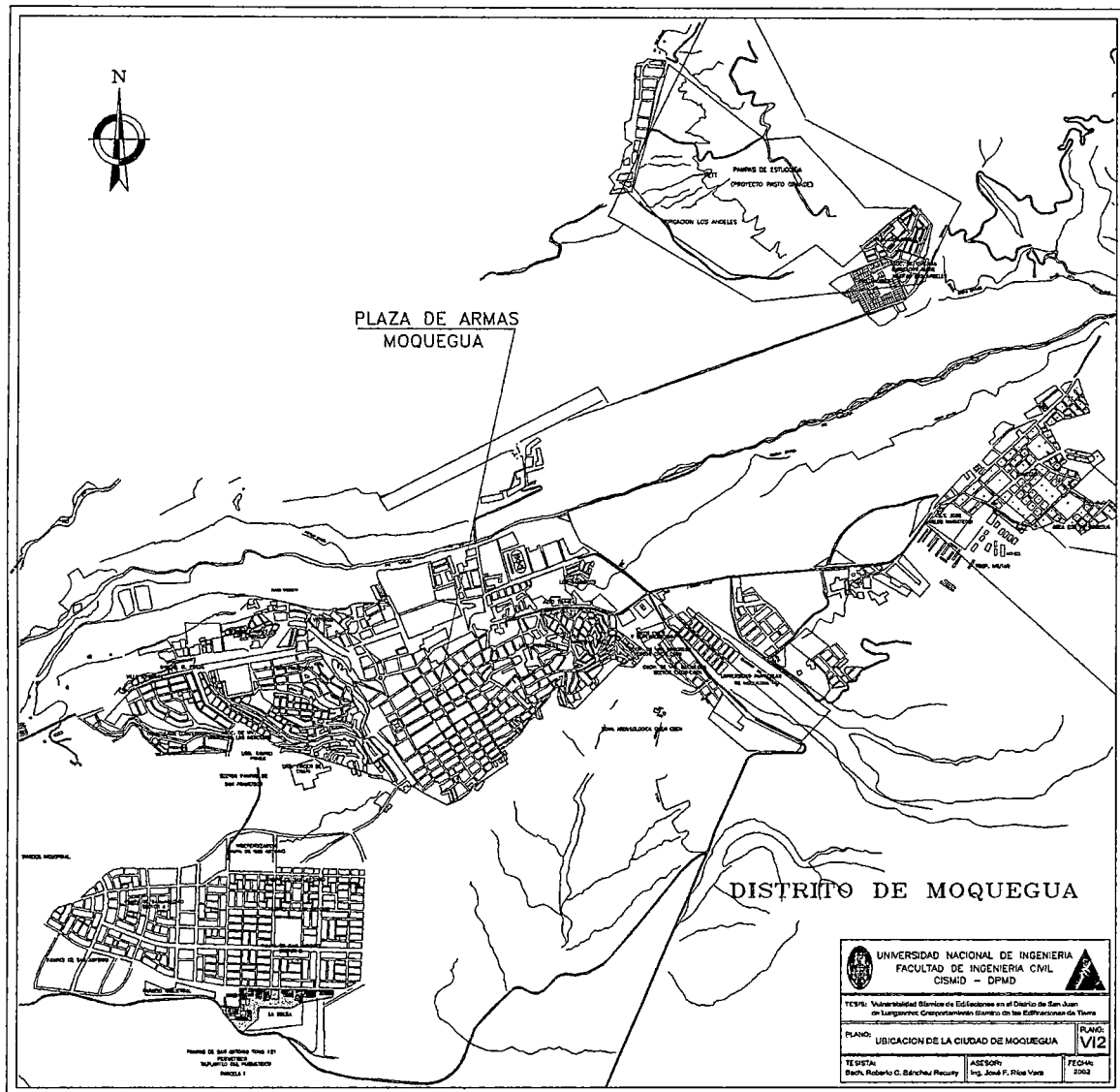
**Plano N° VI1
MAPA DE UBICACIÓN DE LA
CIUDAD DE MOQUEGUA**



CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

Plano N° VI2

MAPA DE LA CIUDAD DE MOQUEGUA



6.3 CLIMA

La temperatura media anual es de 18° C. Las precipitaciones acumuladas promedio son de 15 mm/año. Lluvias de extrema intensidad se dan en períodos de aproximadamente 15 años. En el año de 1993 se dio una precipitación acumulada de 100 mm en 3 días causando daños severos en las viviendas de material rústico e inundando las principales calles y avenidas de la ciudad alcanzando alturas de 25 cm.

6.4 DEMOGRAFÍA

El departamento de Moquegua presenta una tasa de crecimiento poblacional anual de 1.9% (INEI 1993), una distribución poblacional en 3 provincias y 20 distritos (5 en la zona de la costa y 15 en la sierra), siendo los centros más poblados la ciudad de Moquegua e Ilo.

En la actualidad la ciudad de Moquegua tiene una población aproximada de 58,000 habitantes.

El proceso de su población ha sido similar al de las grandes ciudades, un centro urbano que data de principios del siglo XVI y zonas que han venido siendo pobladas desde los años 70 por medio de invasiones de tierras, debido a las migraciones internas que como hemos visto no es sólo un problema aislado de la Capital sino que se repite muchas veces en muchas capitales departamentales o principales ciudades en un departamento.

6.5 TOPOGRAFÍA

La ciudad de Moquegua se asienta sobre una superficie totalmente irregular, rodeada por altos cerros con pendientes muy altas que definen de alguna manera el crecimiento físico de esta ciudad siendo muy pocas las zonas llanas donde su población se asienta, lo que también ha influido en su desarrollo por medio de

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

núcleos urbanos. Al encontrarse rodeado por cerros y por el Río Moquegua son factores que limitan su crecimiento no teniendo grandes áreas de terreno para su expansión urbana.

6.6 GENERALIDADES

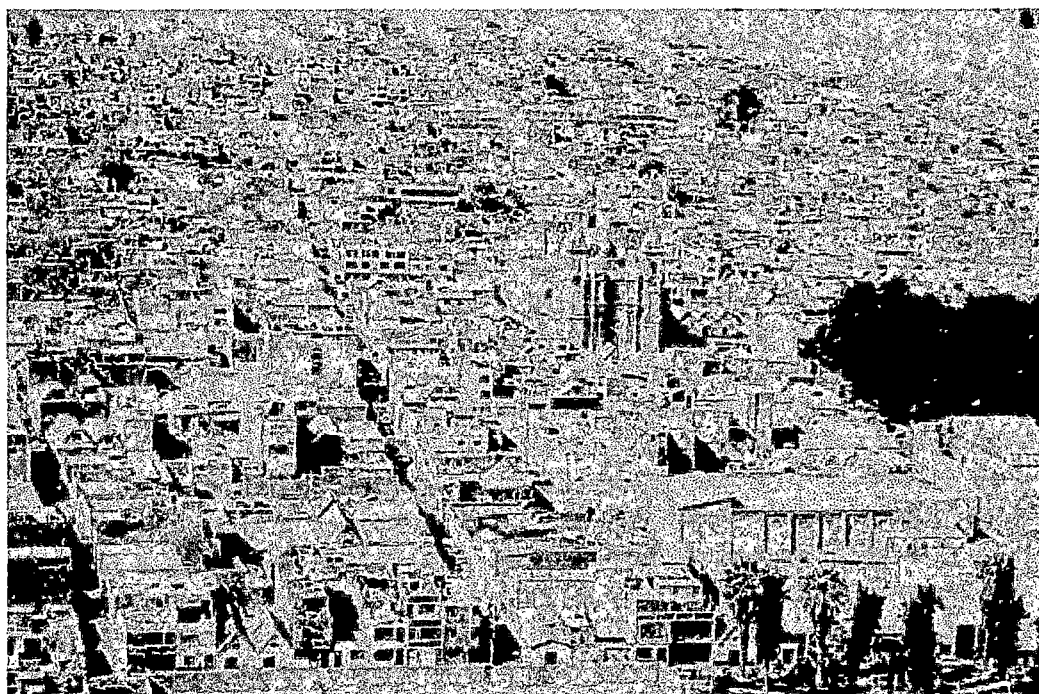
La zona del Sur (Perú - Chile) donde se encuentra ubicada la ciudad y el departamento de Moquegua está considerada como de alta sismicidad, a esta zona se le conoce como "Brecha Sísmica" o "Silencio Sísmico" que a la fecha 2001 tiene un período de ocurrencia de más de 100 años a un evento importante similar al de 1868, que es el que más daños causó, por ser de magnitud de 8 grados Richter y haber destruido muchas de las viviendas de "Adobe" de ese entonces. Según el Reglamento Nacional de Construcciones (1987), la ciudad de Moquegua se ubica a la en la Zona - I "de alta sismicidad".

La ciudad de Moquegua esta formada por: a) Zona Monumental (Centro Histórico), Pueblo Joven El Siglo, Mariscal Nieto; b) Los Centros Poblados de San Francisco, San Antonio, Los Ángeles, Estuquiña y c) El distrito de Samegua y nuevas expansiones urbanas. La mayor concentración de viviendas de adobe se encuentra en los Centros Poblados Menores de San Francisco, San Antonio, El Siglo y el Centro Histórico, lugares donde alrededor del 60% de las edificaciones de "Adobe" colapsaron y otras tantas han quedado inhabitables por los daños severos que muestran sus estructuras por efectos del último sismo del 23 de Junio del 2001 de Atico - Arequipa.

Los daños ocasionados por el último sismo pudieron ser más graves para la población de Moquegua si es que el evento se hubiera dado por la noche o la madrugada (3:30 p.m. del día sábado) debido a que sus calles son estrechas, la ciudad se encuentra sobre una ladera con mucha pendiente, a la antigüedad de las viviendas en la zona del centro Histórico, a la mala calidad y mala ubicación de las construcciones con Adobe en San Francisco, Mariscal Nieto y El Siglo.

6.7 ZONA DEL CENTRO HISTORICO DE MOQUEGUA

El Centro Histórico de Moquegua es una de las zonas más antiguas de la ciudad. Las viviendas ubicadas en esta zona datan de principios del siglo XVII para adelante. Muchas de esas casonas son de adobe y quincha de los antiguos hacendados moqueguanos. En ese entonces, Moquegua era una ciudad de abastecimiento, aprovisionamiento y estancia de los españoles durante la época de la Colonia, camino obligado para ir y venir a las minas de plata de Potosí rumbo al puerto de Ilo ubicado en las costas del departamento de Moquegua, provincia de Ilo.



F-VI01. Zona del Centro Histórico de Moquegua. Vista aérea anterior al sismo.
*Al fondo, la Iglesia de Santa Catalina de Moquegua.
Los árboles corresponden a la Plaza de Armas de Moquegua.
Las palmeras corresponden a la Plaza de Santa Fortunata.*

El Centro de la ciudad de Moquegua fue una de las zonas más afectadas por el sismo del 23 de Junio del 2001, así como otros centros poblados como el de San Francisco,, Mariscal Nieto, etc.

6.7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CONSTRUCCIONES CON ADOBE EN LA ZONA DEL CENTRO HISTORICO DE MOQUEGUA

Las viviendas de la zona del centro Histórico de Moquegua se caracterizaban por el estilo auténtico de sus edificaciones. Se pueden apreciar viejas casonas de la época del virreinato que engalanan la ciudad, similares a las casonas antiguas del centro histórico de Lima. A continuación se muestra vistas de las edificaciones antiguas en el centro histórico de Moquegua.



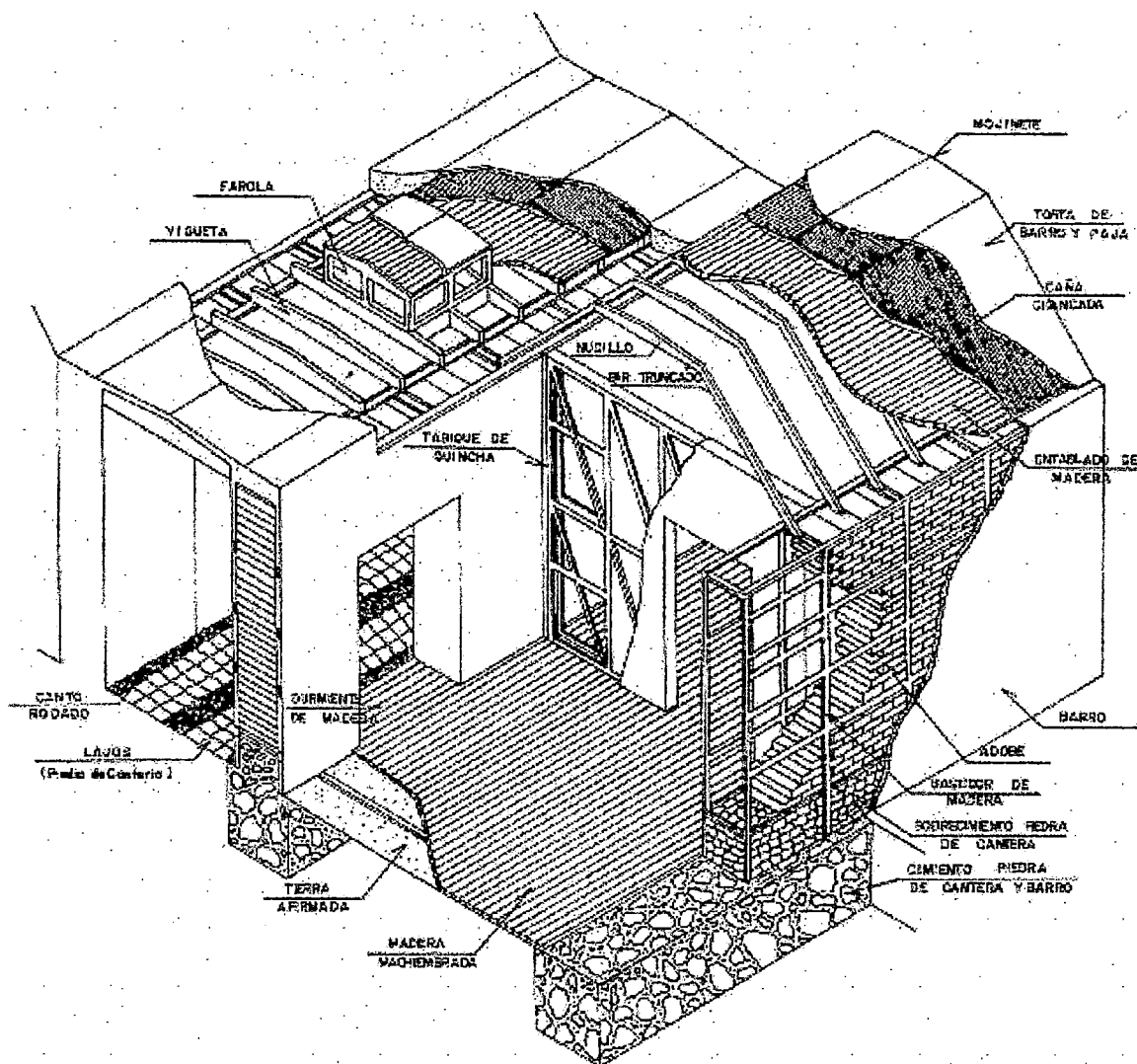
F-VI02. *Casa de la Familia De La Flor – Plaza de Armas de Moquegua
Una de las casonas más representativas de esta ciudad*



F-VI03. *Calle Piura Cuadra 2 antes del sismo del 23 de Junio*

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

La F-VI03. muestra un estilo particular de edificaciones en la zona sur del Perú, propia de la ciudad de Moquegua. Son las edificaciones construidas con adobes y con un techo a dos aguas y cortado en la parte superior llamado "Mojinete" (F-VI04), Este tipo de construcciones se caracteriza por:



F-VI04

Dimensión de las unidades de adobe de diferentes dimensiones, pudiéndose apreciar unidades de 60x60x10 (Av. Bolognesi), 26x42x15 (Av. Piura), 40x20x10 (Av. La Libertad) y otras dimensiones. Se aprecia que en la mezcla para la fabricación de las unidades se ha usado la paja del trigo o cebada como ligante.

Pisos de distintos materiales como madera machihembrada, lajas de piedra, ladrillos pasteleros artesanales, cemento pulido y otros.

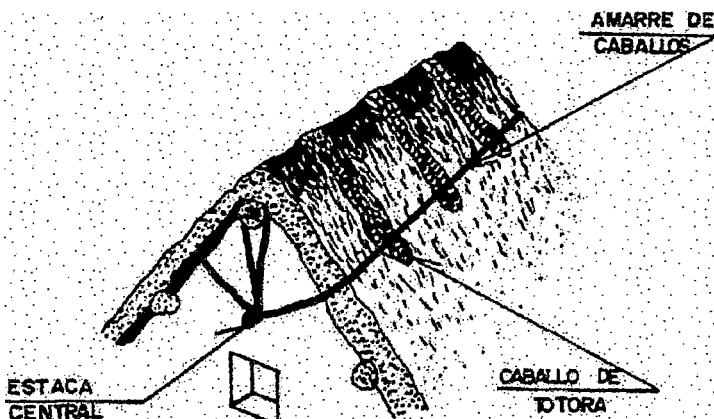
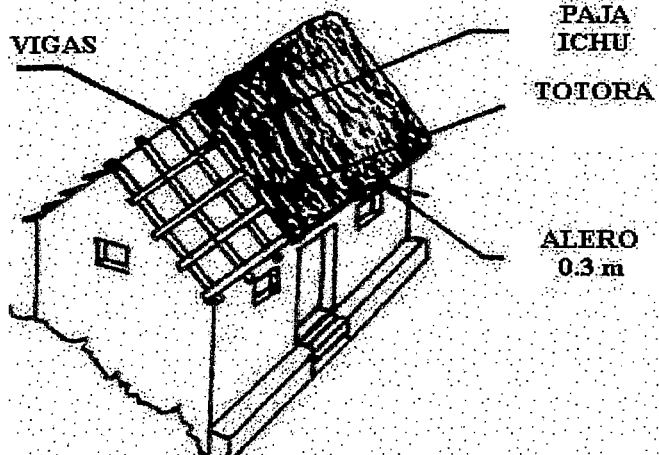
CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

Muros por ser muy largos, se han observado longitudes mayores a 4m, demasiado altos entre 3 a 5 m. de altura, poseer deficiente o nula conexión entre muros ortogonales lo cual facilita la falla por tracción, ésta mala práctica constructiva se puede apreciar en muros del frente de viviendas con sus ortogonales respectivos donde no existe conexión o amarre alguno, la cual acrecienta su vulnerabilidad frente a un evento sísmico, el cual luego de éste si aún se mantiene en pie, pierde su resistencia original y su verticalidad, provocando en muchos casos su vuelco y por consiguiente la debilitación de toda la estructura.

Techos, la mayoría de estas son a dos aguas, otros son planos y otros que caracterizan a la ciudad de Moquegua son llamados "Mojinetes", por la forma que posee a dos aguas y cortada en su parte superior similar a una montura de caballo, la cual probablemente permite una mejor ventilación de la vivienda en épocas muy calurosas.

F-VI05

A la derecha, vista de un techo a dos aguas donde se indica las partes que lo componen. Muchas de las viviendas presentan este tipo de techo para evitar que el agua de las lluvias quede retenida.

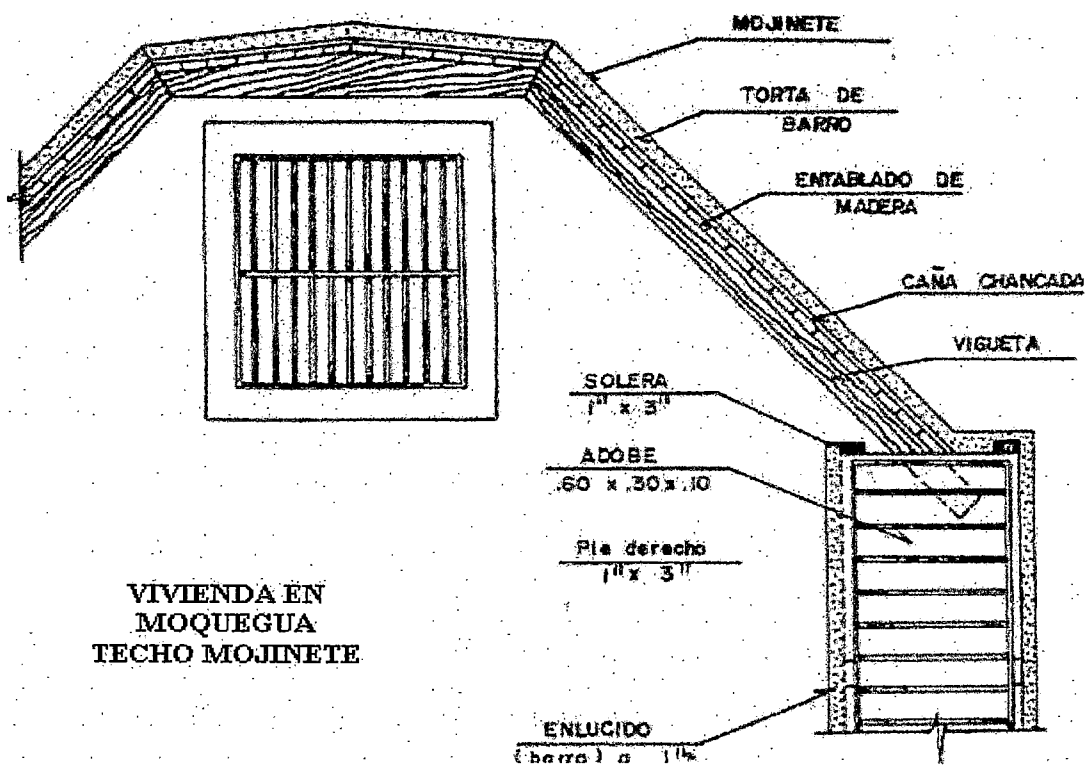


F-VI06

Vista del techo anterior completamente terminado.

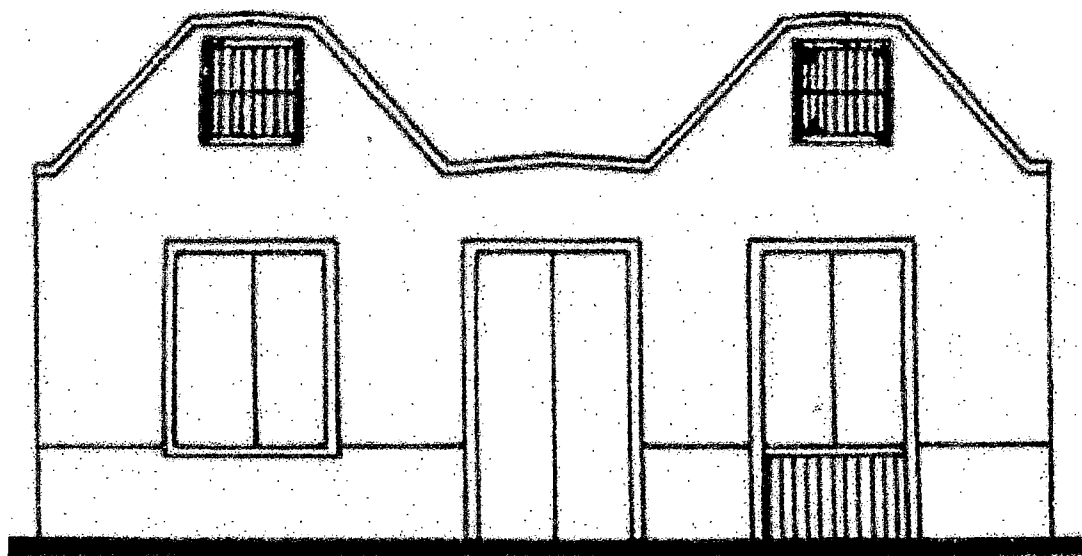
CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

Cobertura de techos flexible de caña carrizo de 1" a 2" de diámetro tejidas como base y cubiertas con torta de barro de unos 10 cm de espesor.



VIVIENDA EN MOQUEGUA
TECHO MOJINETE

F-VI07. Vista frontal de una edificación del estilo de techo Mojinete donde se indican sus partes y los detalles arquitectónicos que presentan.



F-VI08. Vista frontal de una edificación del estilo de techo Mojinete donde se aprecian los detalles arquitectónicos clásicos que presentan

6.8 ZONA DEL CENTRO POBLADO MENOR SAN FRANCISCO

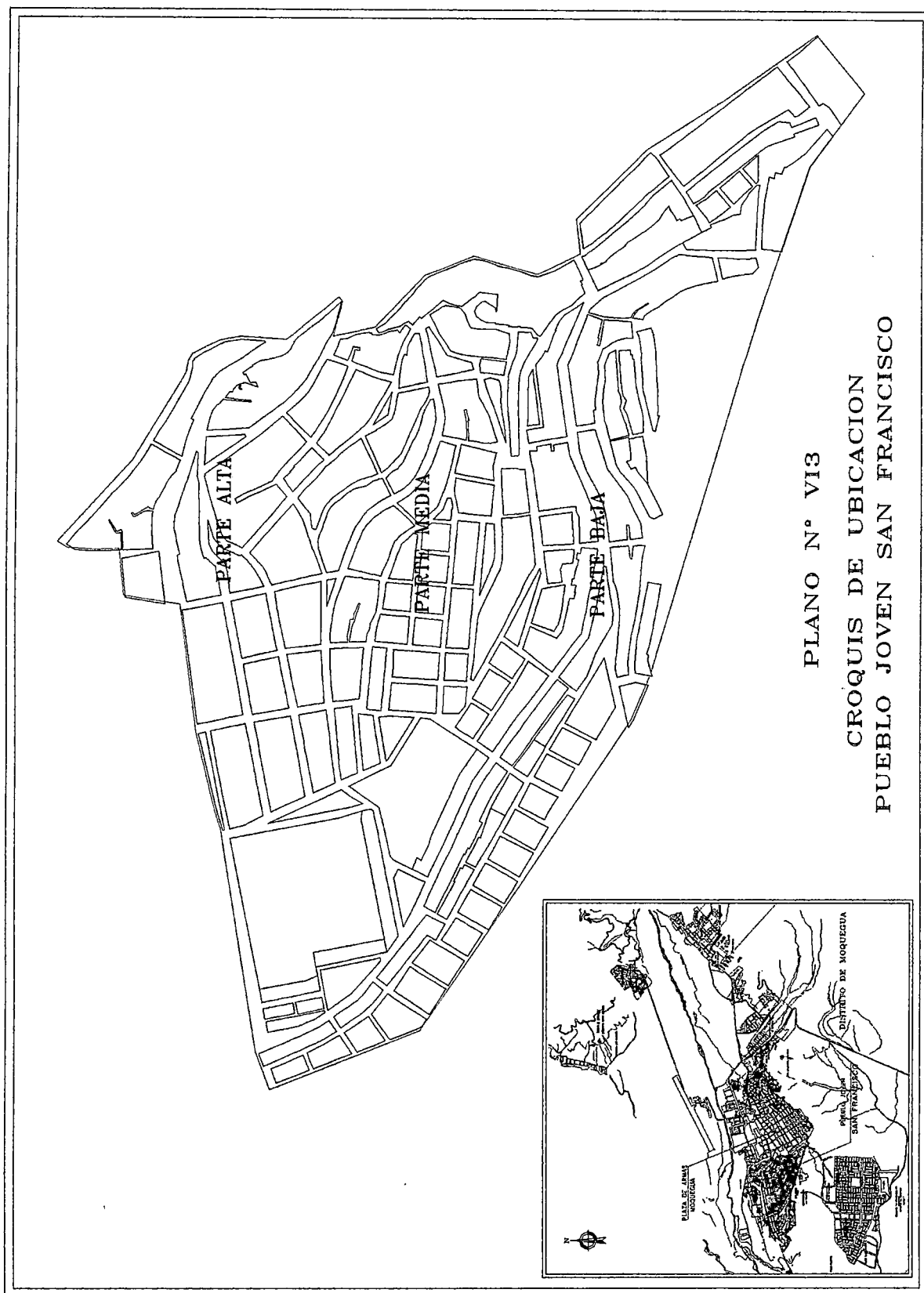
El Centro Poblado Menor de San Francisco surge producto de las migraciones internas en los años 70 en una zona totalmente desfavorable para su hábitat por constituir el área que ocupan una zona muy accidentada, con taludes con mucha pendiente que hacen que sus calles sean angostas y con mucha pendiente principalmente en las zonas altas (ver F-VI09), lo que dificultó su tránsito durante y después del sismo del 23 de Junio del 2001, por cubrir los escombros de las viviendas de adobe muchas de sus calles.



F-VI09. Zona del Centro Poblado Menor San Francisco anterior al sismo del 23 de Junio.
Note la topografía accidentada donde se ubica un gran porcentaje de viviendas de pobladores de bajos recursos.

Muchos de sus pobladores son personas de escasos recursos económicos lo que se refleja en la precariedad de sus construcciones con adobe, con viviendas muy pequeñas de 25 m² aproximadamente de área, de un solo ambiente muchas veces, la que cumple muchas veces la función de sala, comedor y dormitorio para una familia de 4 personas, con poca o nula ventilación e iluminación, lo cual agrava mucho más las condiciones de vida de los personas que las habitan.

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA



PLANO N° V13
CROQUIS DE UBICACION
PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO

6.9 DAÑOS CAUSADOS POR DEL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

Los daños ocasionados por el sismo del 23 de Junio del 2001 fueron cuantiosos e involucró muchos sectores de la producción. Como ya se dijo anteriormente, el sismo afectó los departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa y Ayacucho. La ciudad de Moquegua poseía más construcciones con Adobe de similares características a las construcciones del centro de Lima, San Juan de Lurigancho y de otras zonas de la costa y sierra del Perú.

6.9.1 ZONA DEL CENTRO HISTORICO DE MOQUEGUA

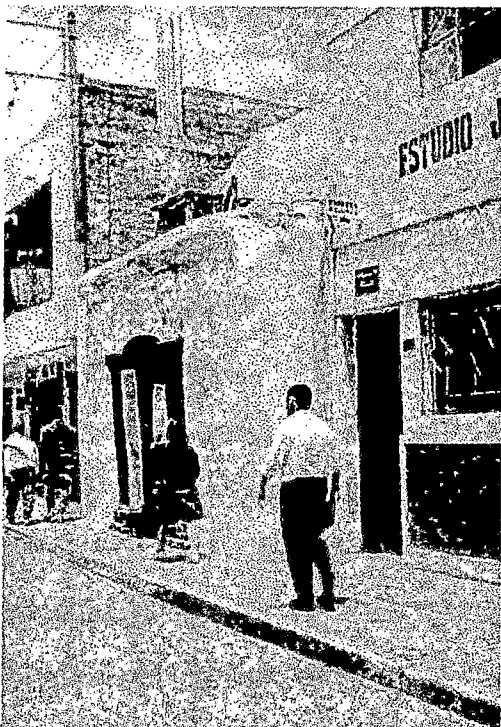


Vistas de la vivienda de la Familia De La Flor, una de las más representativas de Moquegua. A la izquierda (F-VI10) vista antes del sismo y a la derecha (F-VI11) se puede apreciar daños por la caída parcial del balcón, así como daños de consideración al interior de la vivienda.



Esquina de las Calles Moquegua y La Libertad. La vista de la izquierda (F-VI12) corresponde a una toma fotográfica antes del sismo del 23 de Junio, en la toma de la derecha (F-VI13) podemos apreciar los daños causados tales como fisuras en los muros del 2do piso y desprendimiento de acabados hacia la vereda de la calle.

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA



F-VI14. Vivienda de Adobe ubicada en la Calle Moquegua entre las Calles Tacna y Tarapacá tomada antes del sismo del 23 de Junio del 2001.



F-VI15. Vista posterior al sismo de la vivienda mostrada en la F-VI14 donde se puede apreciar los daños en los encuentros de muros tanto frontales como laterales.

F-VI16. Desaplome de muro de adobe de la vivienda mostrada en F-VI14 y F-VI15. A su costado una vivienda de albañilería con daños severos en todos sus elementos estructurales principales.



F-VI17. Vista de la zona donde se encontraban la vivienda de adobe F-VI15 y la vivienda de albañilería F-VI16, que fueron demolidas por la seriedad de los daños que presentaban interiormente. Mucho de los daños no eran visibles en las fachadas de las edificaciones; el daño severo se apreciaba al interior de las edificaciones.

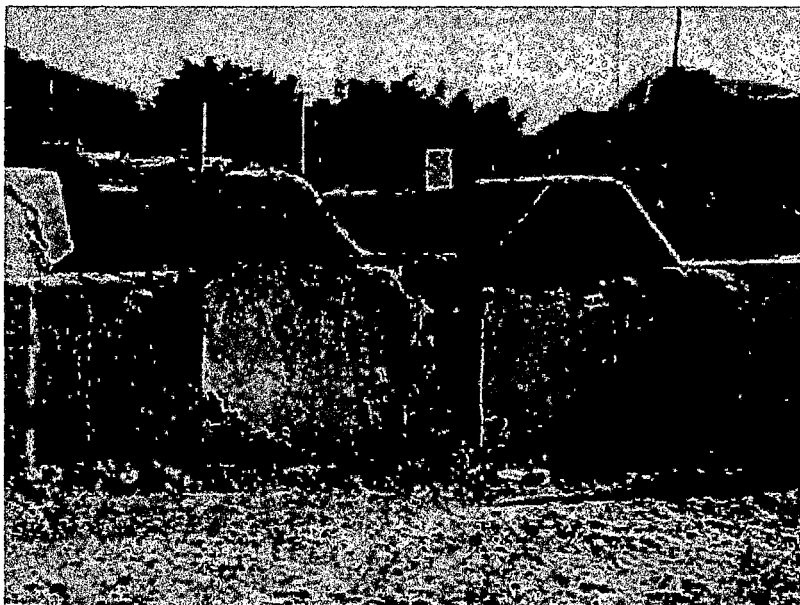
CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA



F-V118. Daños en vivienda con techo estilo Mojinete y caída del enlucido de muros.

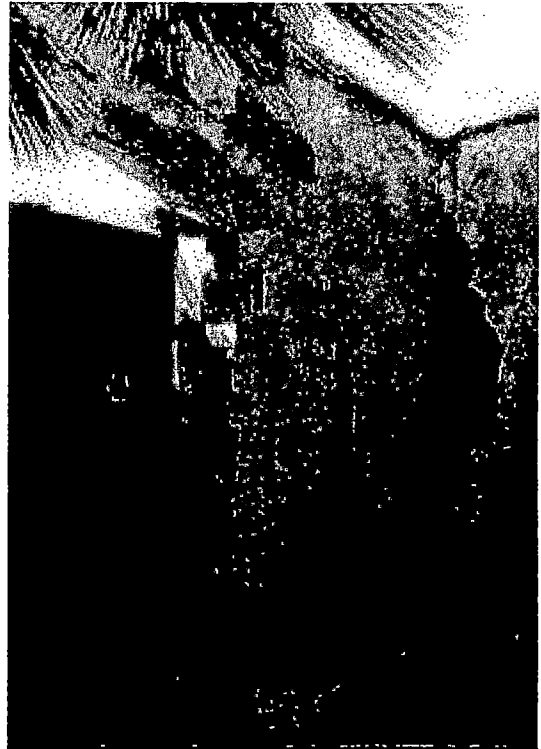


F-V119. Fallas por tracción en el encuentro de muros ortogonales, debido al deficiente amarre.



F-V120. Daños en muros y techos de viviendas de adobe. Los terrales vistos antes del sismo fueron viviendas de adobe que colapsaron y que fueron demolidas.

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA



F-VI21 y F-VI22. Grieta por tracción en el encuentro de muros ortogonales, se midió el espesor de la falla y ésta era mayor a 5 cm.



F-VI23. destrucción total de muros y techos de vivienda de adobe, donde las principal falla fue por tracción en el encuentro de muros.

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

6.9.2 ZONA DEL CENTRO POBLADO MENOR O AA. HH. SAN FRANCISCO

Por la topografía, la precariedad de sus construcciones de adobe y de albañilería, por la inadecuada ubicación de las edificaciones sobre quebradas susceptibles a inundaciones, laderas inestables y de mucha pendiente, y la falta de control municipal para impedir la ocupación de éstos cerros como zona de expansión urbana han ocasionado que en ésta zona los daños sean más severos que en otras de la misma ciudad de Moquegua.



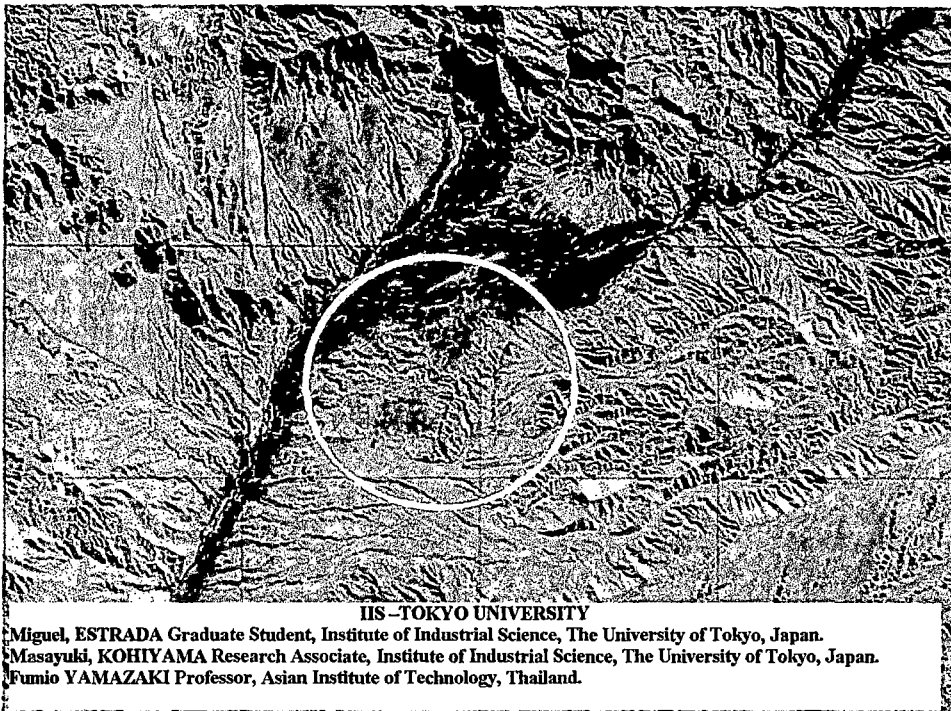
F-VI24. Vista general de la zona afectada en el AA. HH. San Francisco (Julio del 2001).

Los daños fueron cuantiosos principalmente en las construcciones de adobe, debido a la malos procedimientos de construcción y pérdida de la tecnología ancestral de construcción con adobe.

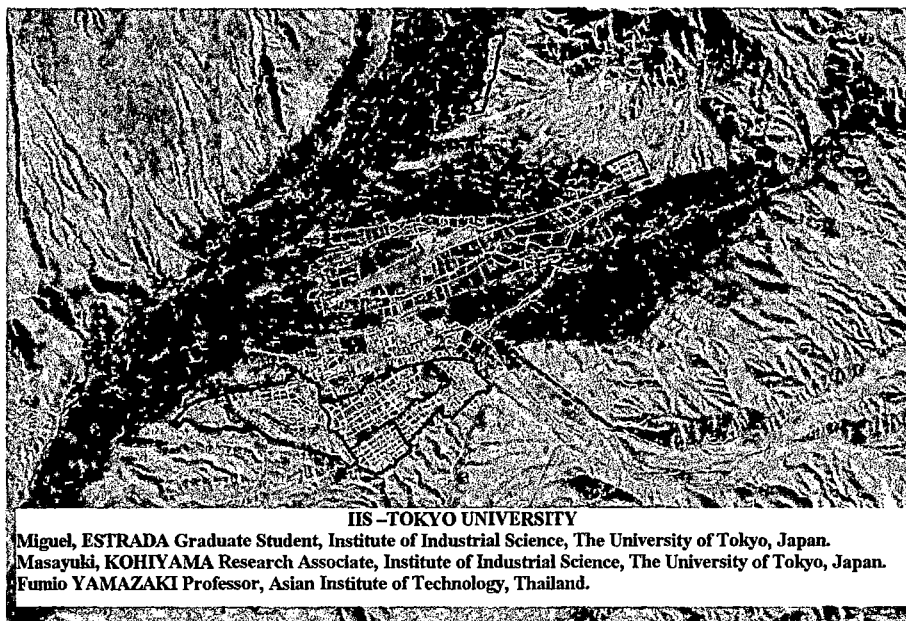
F-VI25. Agosto del 2001.

Muchas de las viviendas que se encontraban construidas con adobe en las laderas de los cerros, sufrieron daños serios y al mes de agosto aún no se habían movido los escombros de las viviendas destruidas, y en otros casos como se aprecia se construyeron viviendas provisionales con paneles de madera y techo de calamina metálica.





F-VI26. Imagen satelital captada por el satélite Lansat 7 y muestra todo el valle correspondiente a Moquegua. En la zona marcada se encuentra la ciudad de Moquegua, como se dijo anteriormente no se puede apreciar muy bien debido a que la gran mayoría de viviendas en Moquegua eran de adobe lo cual hace que se confunda o se muten con el color del terreno que rodea a la ciudad.



F-VI27. Esta vista corresponde a una ampliación de la mostrada en F-VI26 y que ha sido trabajada con el uso del GIS e información catastral de la ciudad de Moquegua en Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan.

6.9.3 DAÑOS EN EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA

Los malos procedimientos constructivos, el mal uso de los materiales de construcción donde no se debe, la falta de experiencia, la falta de supervisión, la falta de una asistencia técnica adecuada y la falta de actualización de conocimientos en lo que se refiere a diseño sísmico hacen que viviendas construidas recientemente presenten serios daños ante una sollicitación sísmica poniendo en grave peligro las vidas de las personas que habitan edificaciones de albañilería, inutilizando sus estructuras. La mala configuración en planta, por poseer una geometría irregular, hace que existan excentricidades y por lo tanto se generen momentos y al no considerar elementos resistentes que rigidicen la dirección más desfavorable, hace más susceptible a la edificación ante una sollicitación sísmica.

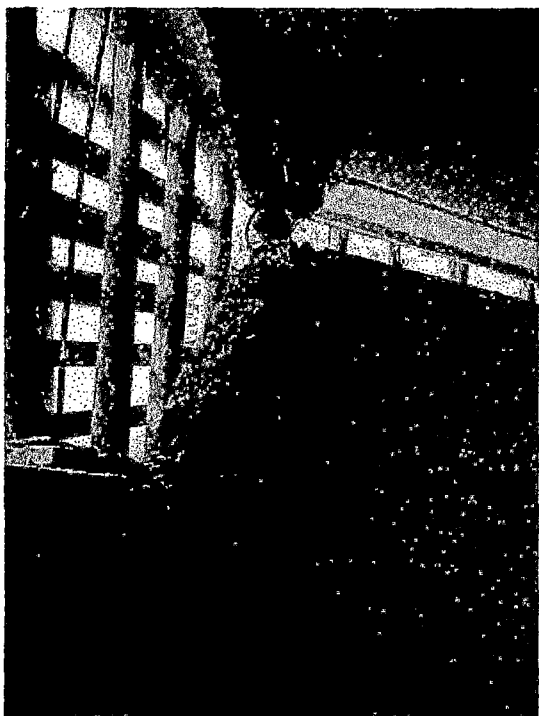


F-VI28. Vista general de una edificación de albañilería dañada por el sismo.



F-VI29. Aprecie el colapso de la columna principal del primer nivel, por falta de rigidez en ésta dirección y la mala configuración en planta de la edificación.

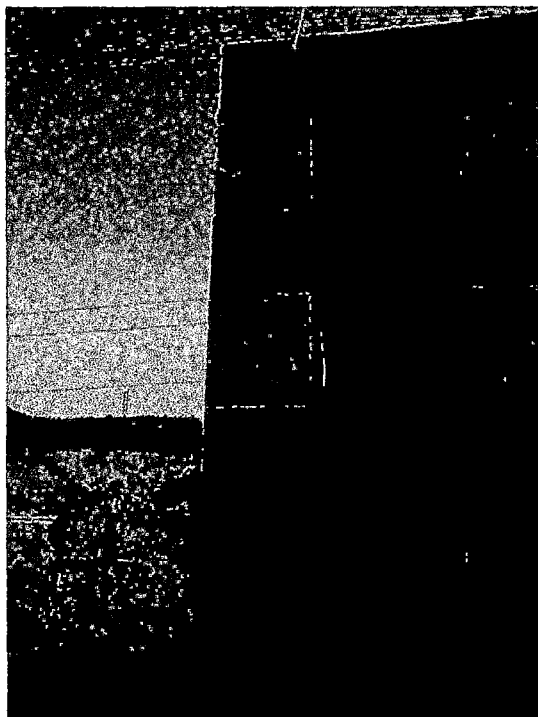
CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA



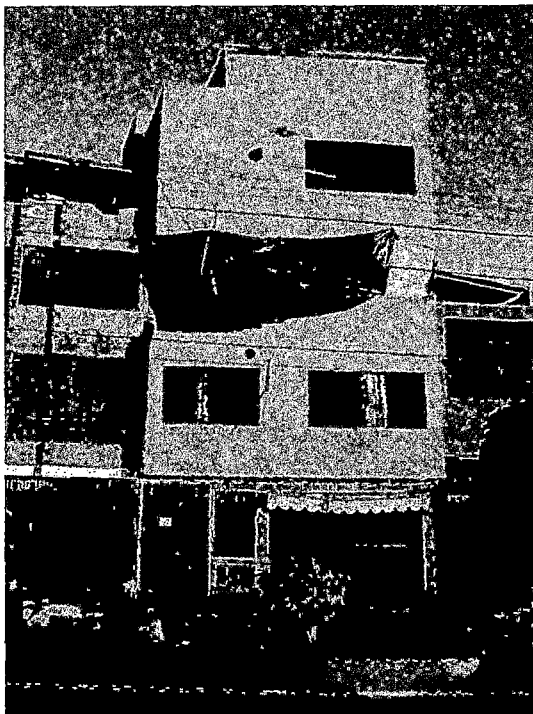
F-VI30. Falla por corte debido a la no independización de los muros laterales a la columna y debido también a la amplia longitud de la ventana.



F-VI31. Apuntalamiento deficiente del primer nivel, debido a los graves daños causados en las columnas principales por el movimiento sísmico.

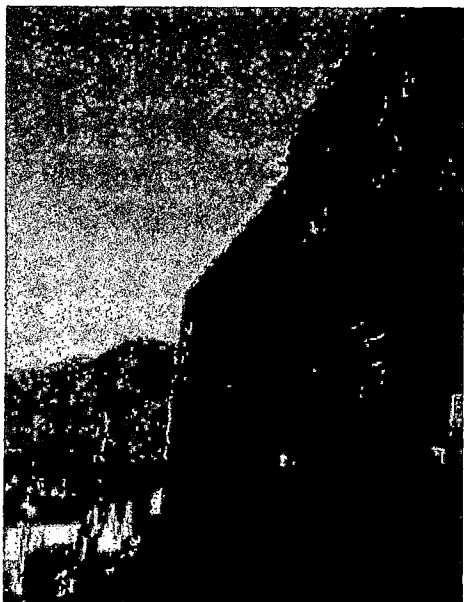


F-VI32. Los muros portantes de las edificaciones de albañilería presentan fallas por corte en sus muros con diferentes niveles de daño.

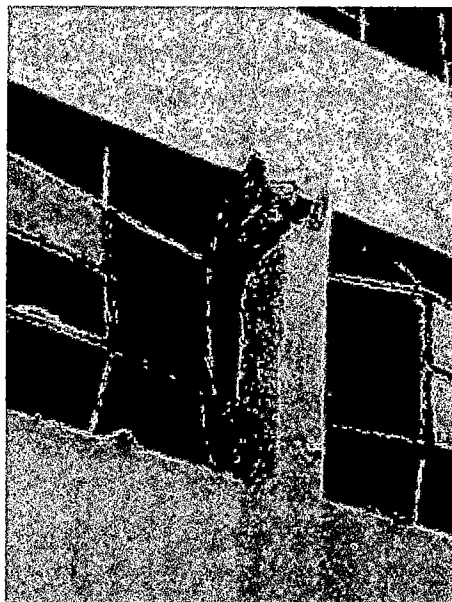


CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

Edificaciones construidas anterior a la norma E - 030 del año 1997 sufrieron mayores daños. La deficiente separación de los estribos e inadecuadas juntas entre la tabiquería y los elementos resistentes, que son las columnas, provocaron daños muy severos en algunas edificaciones.



F-VI33. Desaplome de muros portantes del C.E. Ángela Barrios, en la ciudad de Moquegua, pone en serio peligro a la gente que transita por sus alrededores.



F-VI34. Los malos procedimientos constructivos y la mala supervisión de los trabajos de construcción, deficiente separación de estribos y entre columnas y muros.

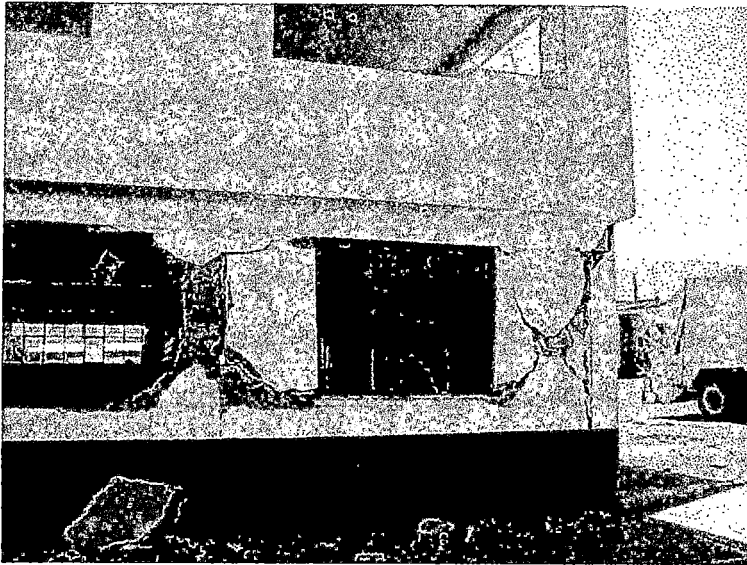


F-VI35. La falla por corte en la tabiquería es uno de los problemas más presentados en construcciones del tipo aporticado o de muros portantes.



F-VI36. Aplastamiento de la columna de concreto por falla del tipo columna corta por la inadecuada independización de la tabiquería de las columnas.

CAPITULO VI: EL SISMO DE ATICO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001 Y SUS EFECTOS EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE Y ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA



F-VI37. Falla por mal diseño y mala supervisión. La deficiente supervisión en la dosificación de la mezcla para el concreto, la inadecuada separación de los estribos en las columnas, ocasionaron que edificaciones de no más de 5 años de antigüedad tuvieran muchos daños en elementos resistentes, los que dejan prácticamente inhabitables a éstas edificaciones.



F-VI38. Daños en muros resistentes por falla por corte y daños en columnas, debido a la inadecuada separación de los estribos en las columnas.



F-VI39. El refuerzo de las columnas fallaron debido a que la separación entre los estribos fue inadecuada y a la mala calidad del concreto y de los materiales usados para su preparación.

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

De acuerdo a lo antes estudiado, en los capítulos anteriores, se determinó que las edificaciones de tierra son las más susceptibles a ser dañadas durante un movimientos sísmico, debido a la poca resistencia, fragilidad del material, perdida de la tecnología ancestral de construcción, etc. Las edificaciones construidas con ladrillos de arcilla sin cocer (adobito) son las más vulnerables, por ello se estudiará algunas características del material con que fueron fabricados como ensayos estructurales para conocer el tipo de falla y el comportamiento sísmico de edificaciones construidas con éste material.

7.1 ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS EN UNIDADES DE ADOBE PEQUEÑOS EN EL LABORATORIO GEOTÉCNICO

Los ensayos realizados en el Laboratorio Geotécnico tuvieron por objetivo determinar las características del material usado en las unidades de ladrillos de arcilla sin cocer, para luego compararlos con lo que se estipula en la Norma de Adobe.

Según la Norma de Adobe Código E-080 el tipo de material apropiado para la fabricación de las unidades debe reunir las siguientes características:

**Cuadro N° VII01
PORCENTAJE DE SUELOS SEGÚN CODIGO E - 080**

SUELO	%
GRAVAS	8 a 10
ARENAS	55 a 75
LIMOS Y ARCILLAS	15 a 17

Un porcentaje mayor a 17% de arcilla produce agrietamiento por la tendencia a la contracción de la arcilla; un porcentaje insuficiente de arena produce agrietamiento.

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

Es recomendable mezclar la tierra con paja no quebradiza o estabilizarlos con algún aglutinante ya sea cemento o asfalto para mejorar la resistencia.

Las propiedades que se determinaron fueron el límite líquido, el límite plástico, el límite de contracción, el contenido de humedad y la clasificación SUCS de acuerdo a la granulometría. Se determinaron las propiedades y granulometría de las unidades de ladrillo de arcilla sin cocer y del mortero para asentar las unidades de ladrillo de arcilla sin cocer. Los equipos que se usaron fueron los que establecen las Normas: ASTM-D422 (Granulometría), ASTM-D2216 (Contenido de humedad), ASTM-D427 / ASTM-D4318 (Límites de consistencia) y ASTM-D2487 / ASTM-D3282 (Resultados).

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en el Laboratorio Geotécnico del CISMID son:

Cuadro N° VII02
GRANULOMETRIA DE UNIDADES Y MORTERO DE ASENTADO

TAMIZ ASTM	UNIDADES % QUE PASA	MORTERO % QUE PASA
3/4"	100	100
3/8"	100	100
N° 4	98.6	100
N° 10	94.6	99.3
N° 20	88.4	98.1
N° 40	81.8	94.1
N° 60	74.2	86.1
N° 100	55.1	65.1
N° 200	49.3	58.3

Cuadro N° VII03
PORCENTAJE DE SUELOS EN ADOBITOS Y MORTERO DE ASENTADO

SUELO	UNIDADES (%)	MORTERO (%)
GRAVA GRUESA	0.0	0.0
GRAVA FINA	1.4	0.0
ARENA GRUESA	4.0	0.7
ARENA MEDIA	12.8	5.2
ARENA FINA	32.5	35.8
ARCILLA Y LIMOS	49.3	58.3

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

Comparando los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio mostrados en el Cuadro N° VII03 con el Cuadro N° VII01 (Porcentaje de suelos según la Norma de Adobe Código E-080), se ve que tanto las unidades como el mortero de asentado no cumplen con las exigencias respecto a la proporción máxima de finos.

Cuadro N° VII04

	UNIDADES	MORTERO
CONTENIDO DE HUMEDAD (w)	1.5%	1.5%
LIMITE LIQUIDO (LL)	24.00	28.00
LIMITE PLASTICO (LP)	15.00	15.00
INDICE PLASTICO (IP = LL - LP)	9.00	13.00
LIMITE DE CONTRACCION (LC)	18.00	17.00
GLASIFICACION SUCS	SC	CL

En el Cuadro N° VII04; el contenido de humedad es bajo. Los límites de consistencia(límite líquido, límite plástico, el índice plástico, límite contracción) y la granulometría sirven para hallar la clasificación SUCS de los suelos usados.

Las unidades de adobito tienen una clasificación SUCS SC lo que significa que el suelo usado en la fabricación de los adobitos es una arcilla arenosa y el mortero de asentado tiene una clasificación SUCS CL que corresponde a un suelo limo arcilloso, lo que concuerda con la granulometría obtenida los Cuadro N° VII02 y Cuadro N° VII03.

7.2 ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

Los ensayos que se desarrollaran posterior a los de mecánica de suelos son tres y permitirán determinar aproximadamente ciertas propiedades de la mampostería de bloques de ladrillos de arcilla sin cocer fabricados con el material analizado en 7.1 y que no cumplen con los requisitos normativos.

Se construirán especímenes los mismos que serán ensayados para obtener valores de resistencia de la mampostería a la compresión, corte y tracción

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

diagonal. Correlacionando estos valores con los resultados de ensayos en muros a escala natural, será posible en el futuro, cuando se disponga de un volumen suficiente de información de otros ensayos en éste mismo tipo de material, determinar con mayor exactitud las propiedades mecánicas de éste tipo de material, necesarias para el diseño, debido a que no existen estudios de investigación o tesis de investigación de similares características a la actual.

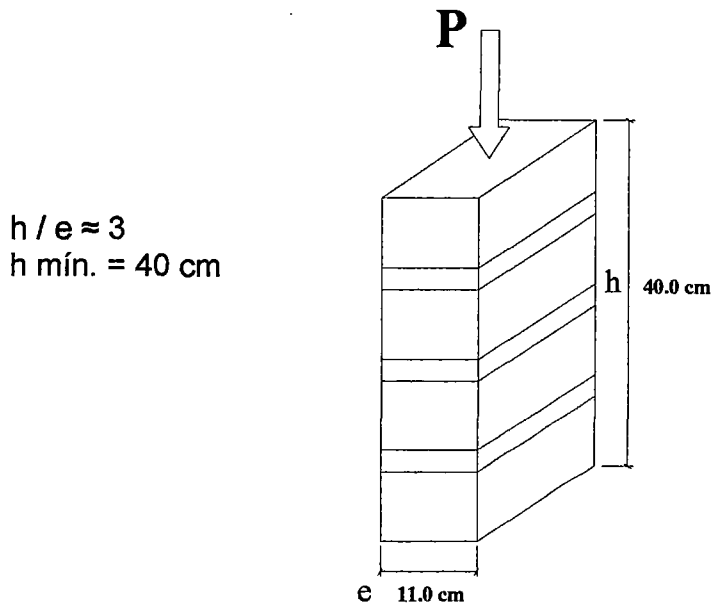
El propósito de los ensayos en muros a escala natural es verificar el comportamiento de muros sin refuerzo construidos con material analizado en 7.1, para proponer un tipo de refuerzo que mejore el comportamiento de los muros ante la sollicitación de una carga sísmica simulada en el laboratorio.

7.2.1 ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MURETES

Los bloques de ladrillo sin cocer ensayados estuvieron formados por una pila de unidades de ladrillo sin cocer pequeños, que fueron sometidos a la acción de una carga uniformemente aplicada sobre ésta, de tal manera que se pudo hallar el valor de carga a la cual la pila se desploma provocando la fractura parcial o total de ésta.

Ensayos de pilas y tecnología a usar en obra se basan en el estudio de albañilería de acuerdo a la ASTM E – 447 y de adobe ya estandarizados [3].

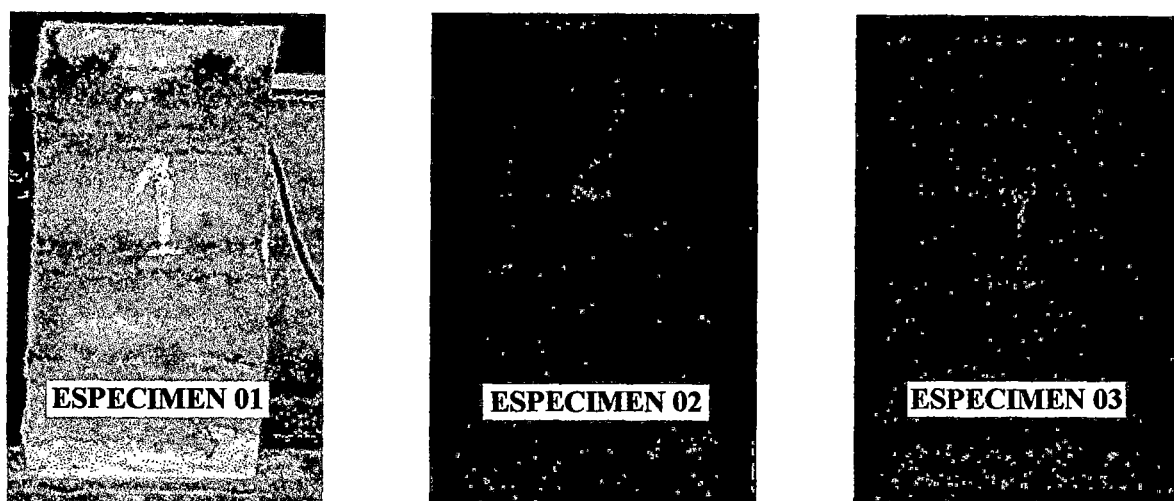
- Las pilas estarán compuestas por el número de unidades enteras necesarias para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) de aproximadamente tres (3).



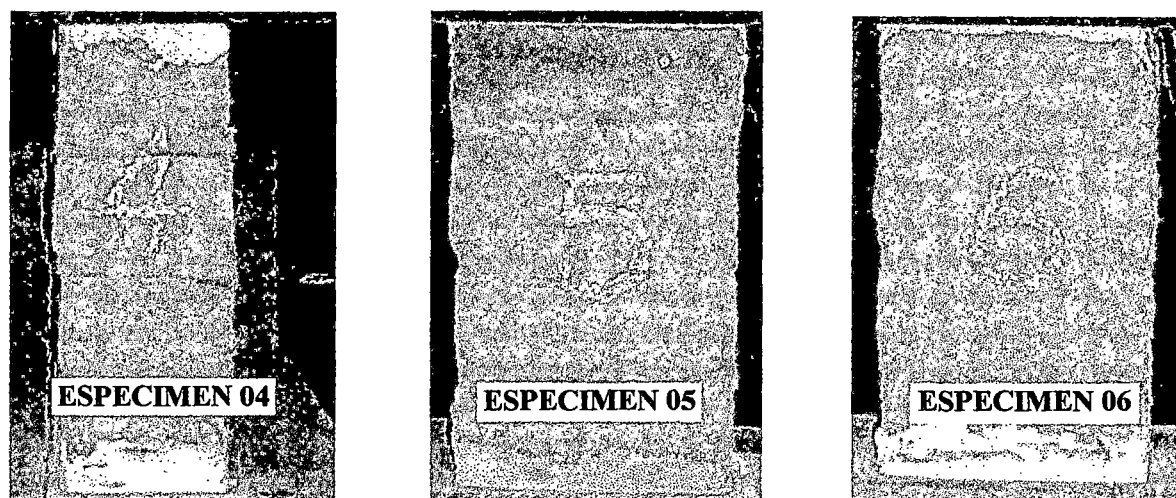
- El número mínimo de unidades es de cuatro (4) y el espesor de las juntas de 2 cm.
- Tiempo de secado 30 días.
- Número mínimo de pilas a ensayar tres (3).
- El ensayo se realizó con un actuador de capacidad 25 toneladas, aplicando la carga a un ritmo controlado hasta que el espécimen no admita más carga.

7.2.1.1 CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES

Los especímenes fueron construidos y ensayados en la zona de ensayos del Laboratorio de Estructuras del CISMID. Se construyeron un total de 6 especímenes de 40 x 22 x 11 con unidades de 9 x 11 x 22, a ser ensayados a los 30 días de construidos, todos ellos con las mismas características. Se ensayaron 6 especímenes por que se desea obtener mejores resultados en éste ensayo.



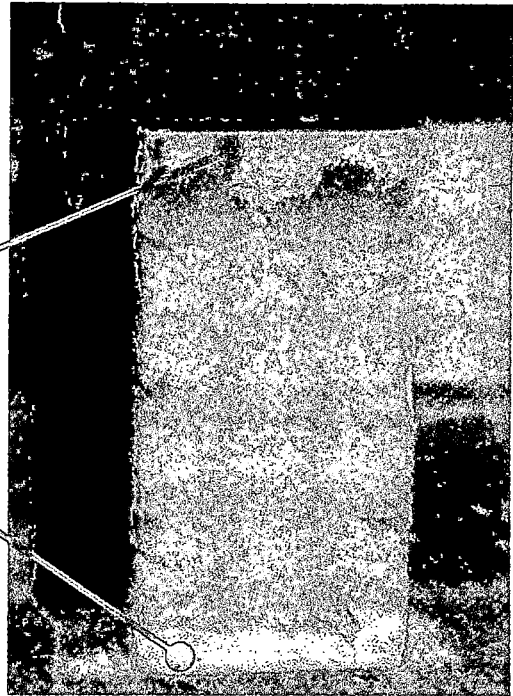
F-VII01. Se muestran los tres primeros especímenes antes de ser ensayados.



F-VII02. Las vistas corresponden a los especímenes 4, 5 y 6 antes de ser ensayados.

Todos los especímenes antes mostrados tienen la misma relación de altura y espesor y se comprobó que no existiera inclinación y se capearon los extremos superior e inferior con una mezcla de yeso y cemento, para que se ajuste horizontalmente al cabezal de la gata que aplicaba la fuerza axial, como se muestra en la siguiente vista.

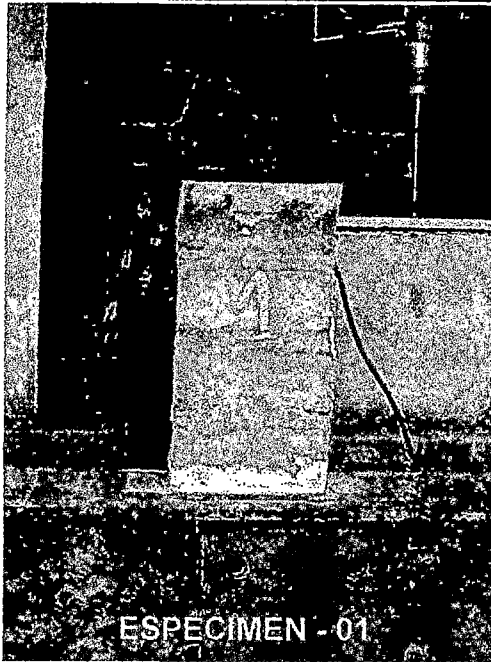
F-VII03. Espécimen a ensayar.
Capas de mezcla de cemento y yeso para enrasar las bases de los especímenes.



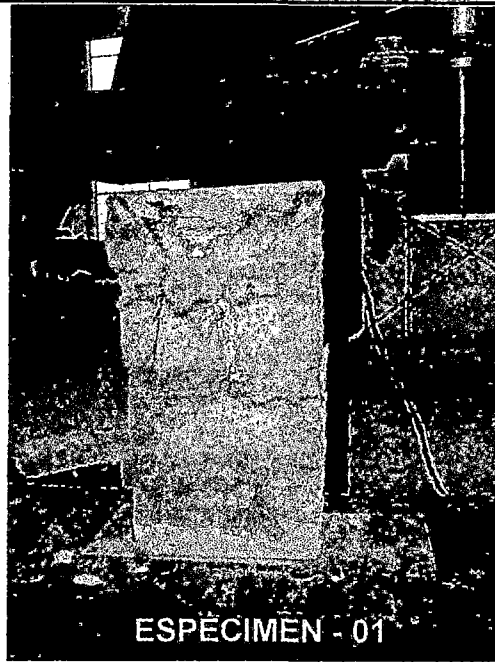
7.2.1.2 EJECUCION DE LA PRUEBA

Se utilizó un mecano de carga armado para soportar un actuador de 25 t. de capacidad, el mismo que funciona con una bomba eléctrica que impulsa el flujo de aceite para la aplicación de la carga. Con el propósito de medir los desplazamientos se colocaron transductores cuya lectura será transmitida a la computadora que controla el ensayo por medio de un software desarrollado por C. Chunga [21].

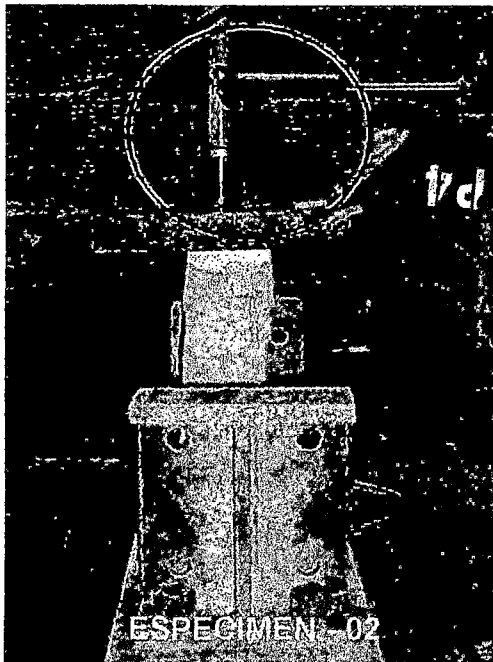
A continuación se muestra un panel gráfico de la realización de los ensayos para cada uno de los seis especímenes.



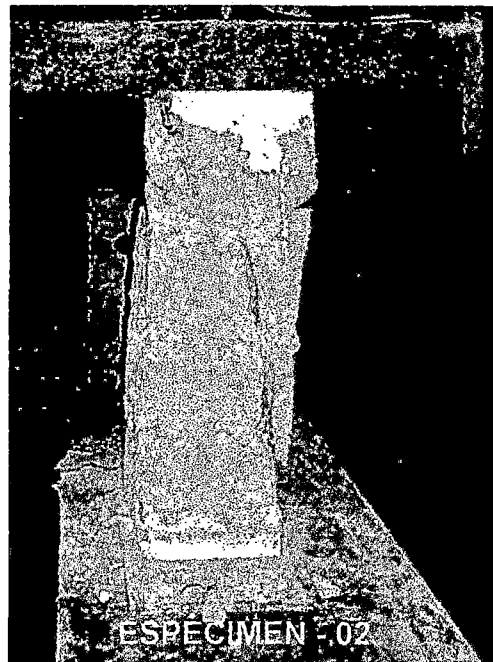
F-VII04. (Antes de ser ensayado)



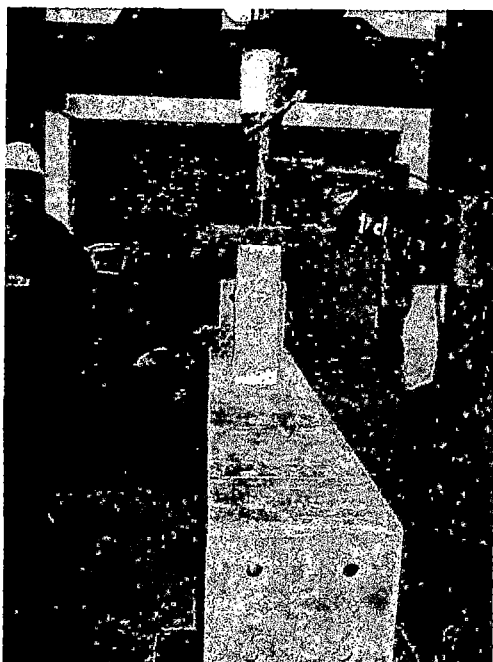
F-VII05. (Después de ser ensayado)
El espécimen no admite más carga
y se fractura.



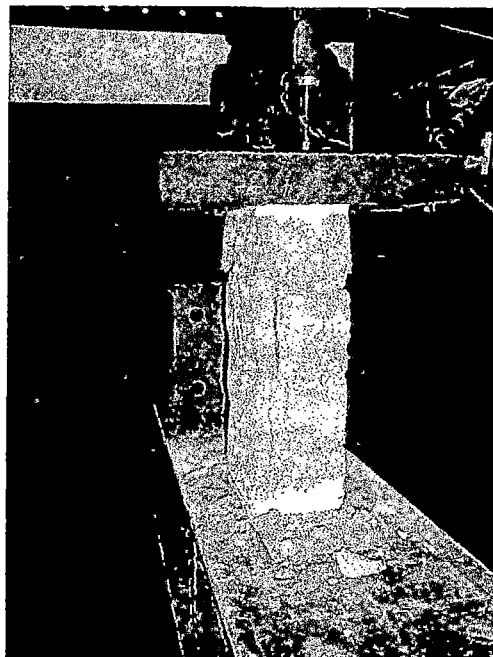
F-VII06. (Durante el Ensayo)
En la zona marcada se muestra el
transductor que toma las medidas de
desplazamiento que sufre el espécimen.



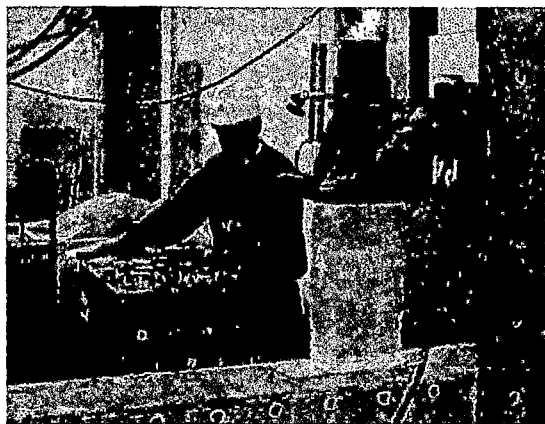
F-VII07. (Después de ser ensayado)
El espécimen no resiste más la
aplicación de la fuerza actuante y se
produce el colapso del espécimen.



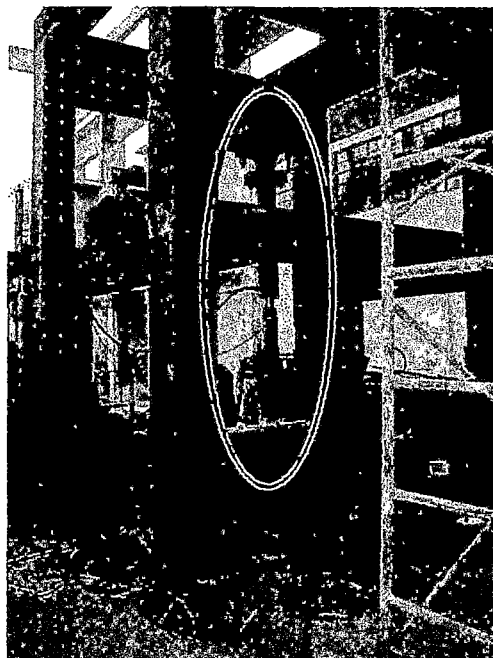
F-VII08. *(Durante el Ensayo)*
Se verifica si el espécimen presenta fisuras para dejar de seguir cargando.



F-VII10. *(Después de ser Ensayado)*
El espécimen ensayado se encuentra totalmente agrietado y ya no admite más carga.



F-VII09. Se aprecia la máquina de carga que se encuentra controlada por un técnico del Laboratorio, con amplia experiencia en la ejecución de ensayos.



F-VII11. Estructura montada para la ejecución de los ensayos. En la zona marcada se muestra la gata hidráulica que aplica la fuerza axial.



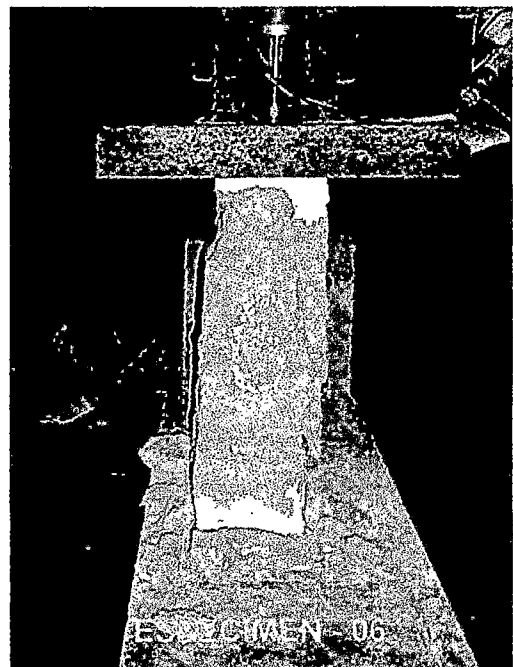
F-VII12. Los desplazamientos medidos por el transductor y la fuerza aplicada a través de la gata hidráulica son transmitidos a una unidad de amplificación de señales, luego pasa a la computadora que posee un sistema de adquisición de datos digital, así como un set de convertidores AD/DA.



F-VII14. (Después de ser Ensayado)
Destrucción total del espécimen, es fácil de observar la gran fisura producida en el espécimen.



F-VII13. (Durante el Ensayo)
El espécimen falla. Ya no resiste más carga y empieza a agrietarse.



F-VII15. Desde otro ángulo el espécimen 06.
La falla y destrucción del espécimen es bien notoria desde este ángulo.

7.2.1.3 RESULTADOS

Por el número de especímenes y la exigencia en cada uno de los especímenes ensayados, los ensayos son válidos; los equipos usados son sofisticados, son calibrados y controlados por personal técnico del laboratorio de amplia experiencia en la ejecución de ensayos. El Cuadro N° VII05, muestra la fuerza de compresión y su respectivo desplazamiento.

**CUADRO N° VII05
RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS**

Muretes	Fuerzas de Compresión (kg)	Desplazamiento (mm)
1	2075.0	8.25
2	2300.0	3.95
3	1850.0	4.75
4	1875.0	5.95
5	1450.0	3.65
6	2275.0	7.05

Se apreciaron fallas típicas de fisuras verticales en las unidades, ocasionadas al fallar en tracción transversal al tratar de impedir la expansión lateral del mortero y falla localizada por desconchamiento en la unidad en algunos casos.

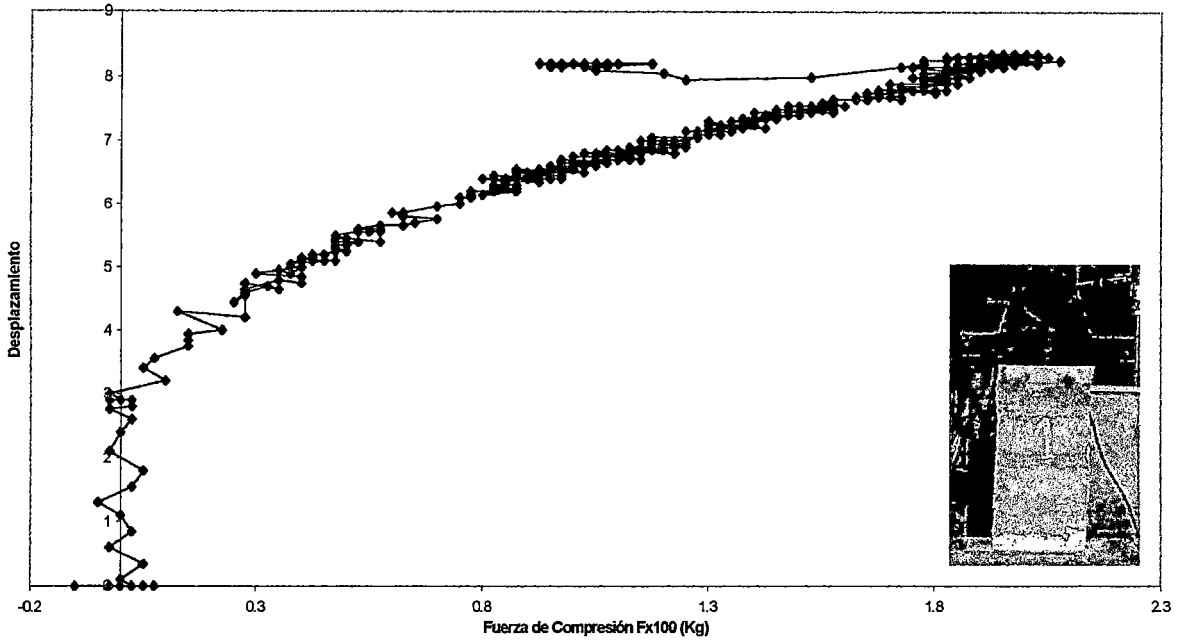
Varios investigadores han elaborado fórmulas para determinar teóricamente la resistencia a la compresión de la albañilería de ladrillos como Hillsdorf [24] entre otros.

La resistencia característica de las unidades de arcilla sin cocer ($f'm$) se determinó por medio de la siguiente fórmula $f'm = aC(X-m\sigma)$ [22]

Para los valores de "a = 1" por haber sido los testigos ensayados a los 31 días de su construcción, un valor de C (factor de corrección por esbeltez) igual a la unidad, un valor de X (promedio de los resultados de las pruebas) de 2075.0 Kg., un valor de m de 1.3 que depende del porcentaje de resultados defectuosos aceptables y una desviación estándar de 212.9; obteniendo un valor de $f'm = 1800.0 \text{ Kg/cm}^2$.

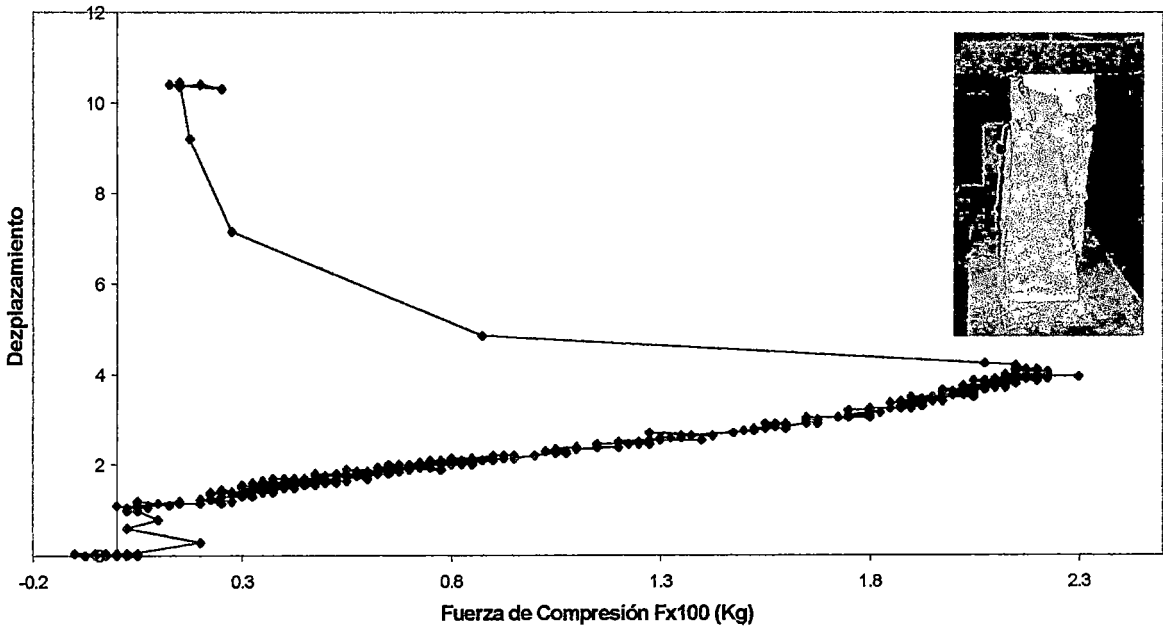
ESPECIMEN - 01

Desplazamiento Vs Fuerza de Compresión

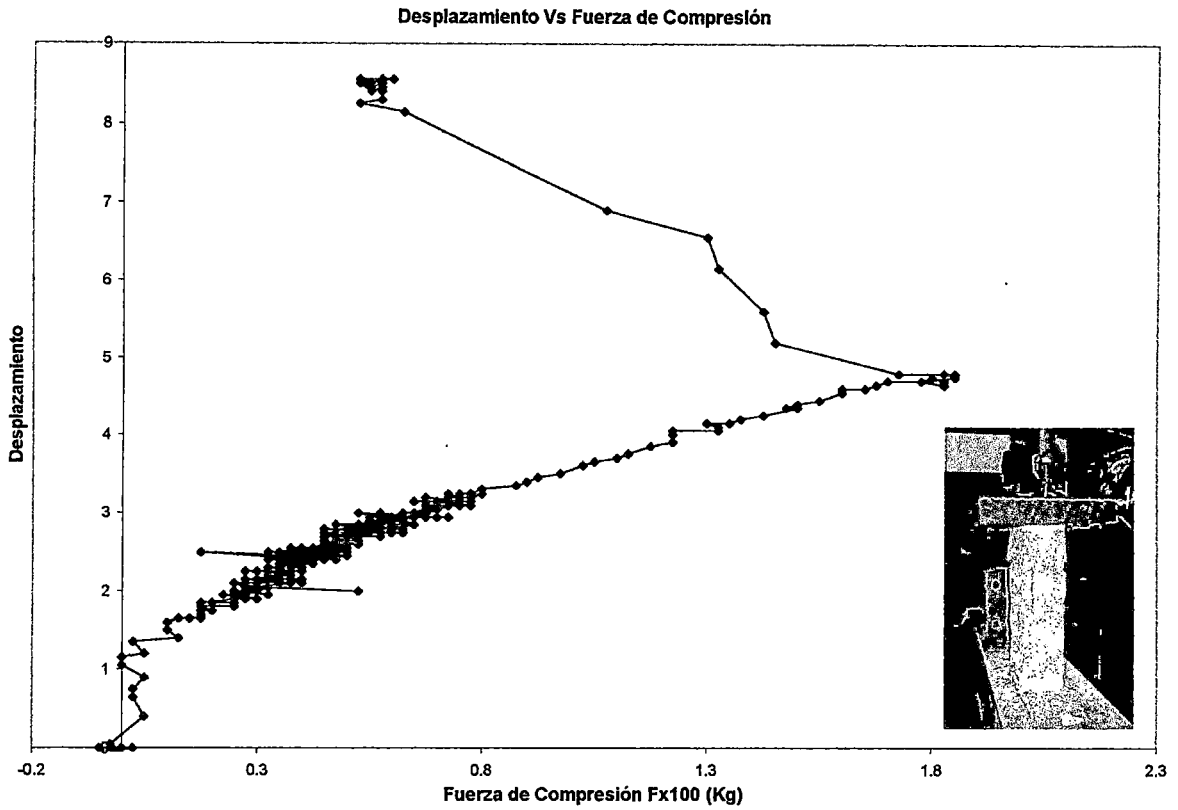


ESPECIMEN - 02

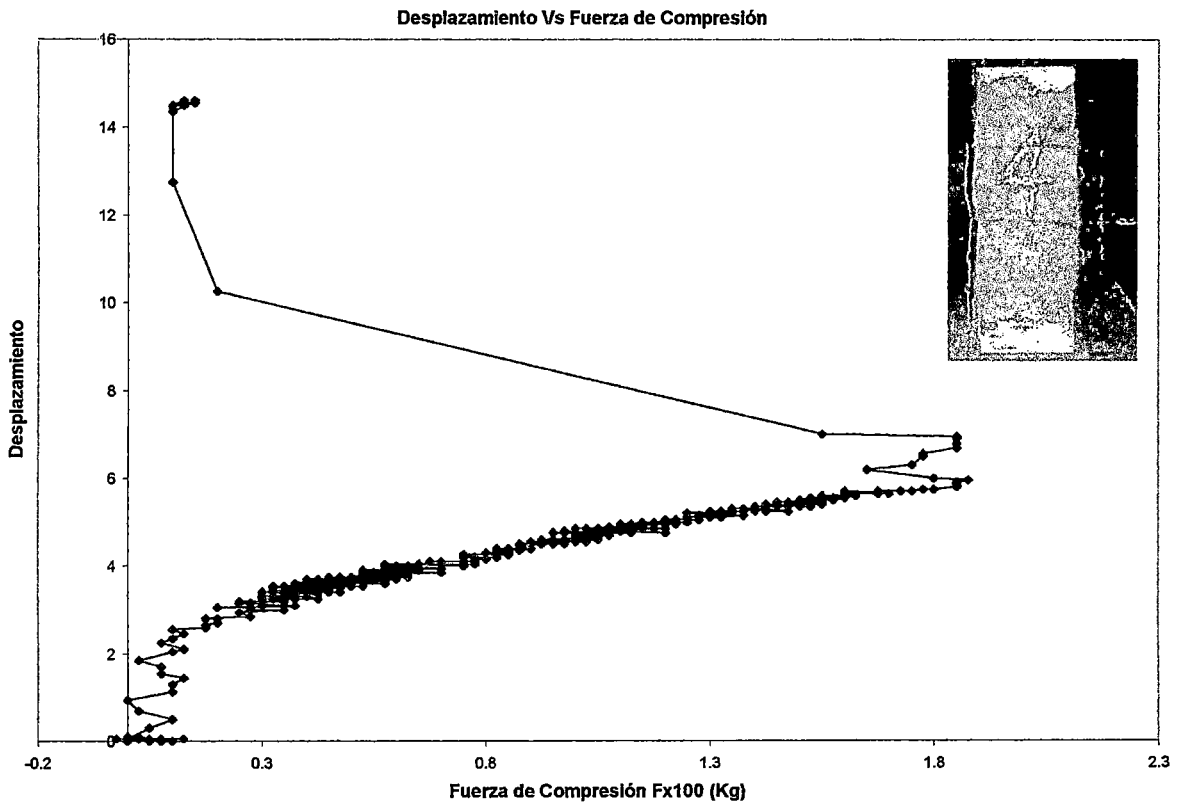
Desplazamiento Vs Fuerza de Compresión



ESPECIMEN - 03



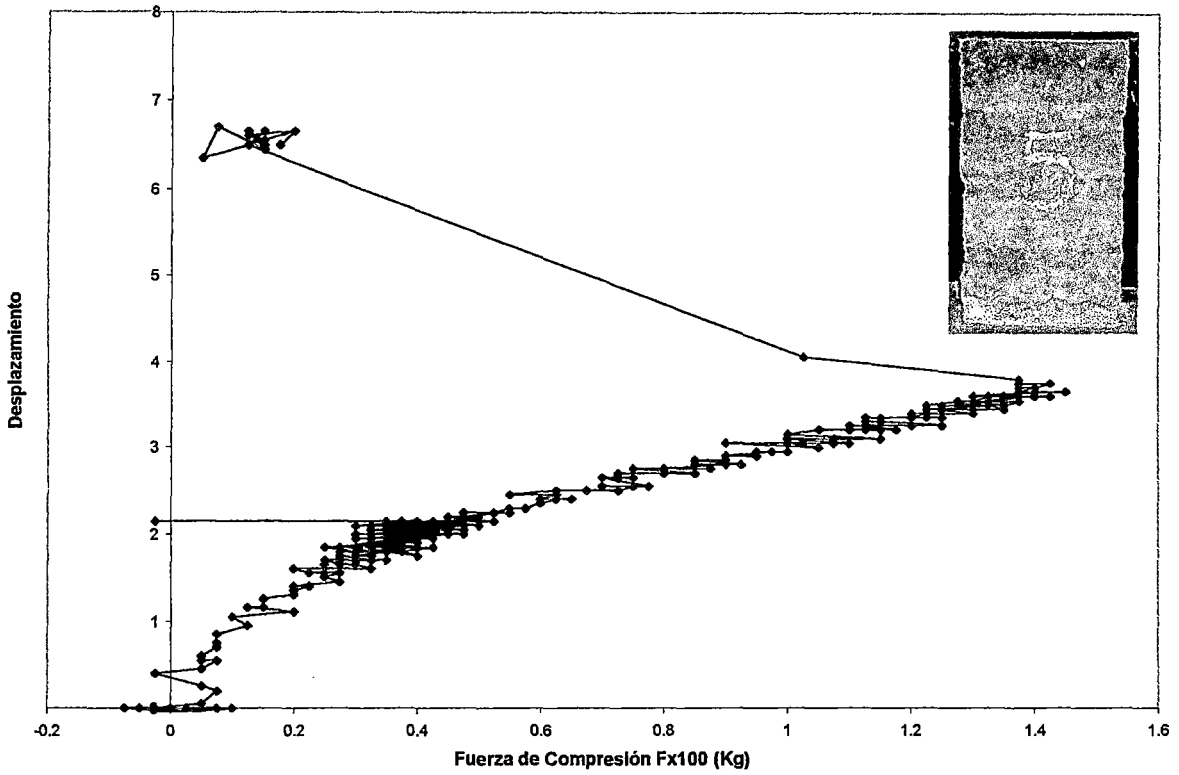
ESPECIMEN - 04



CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

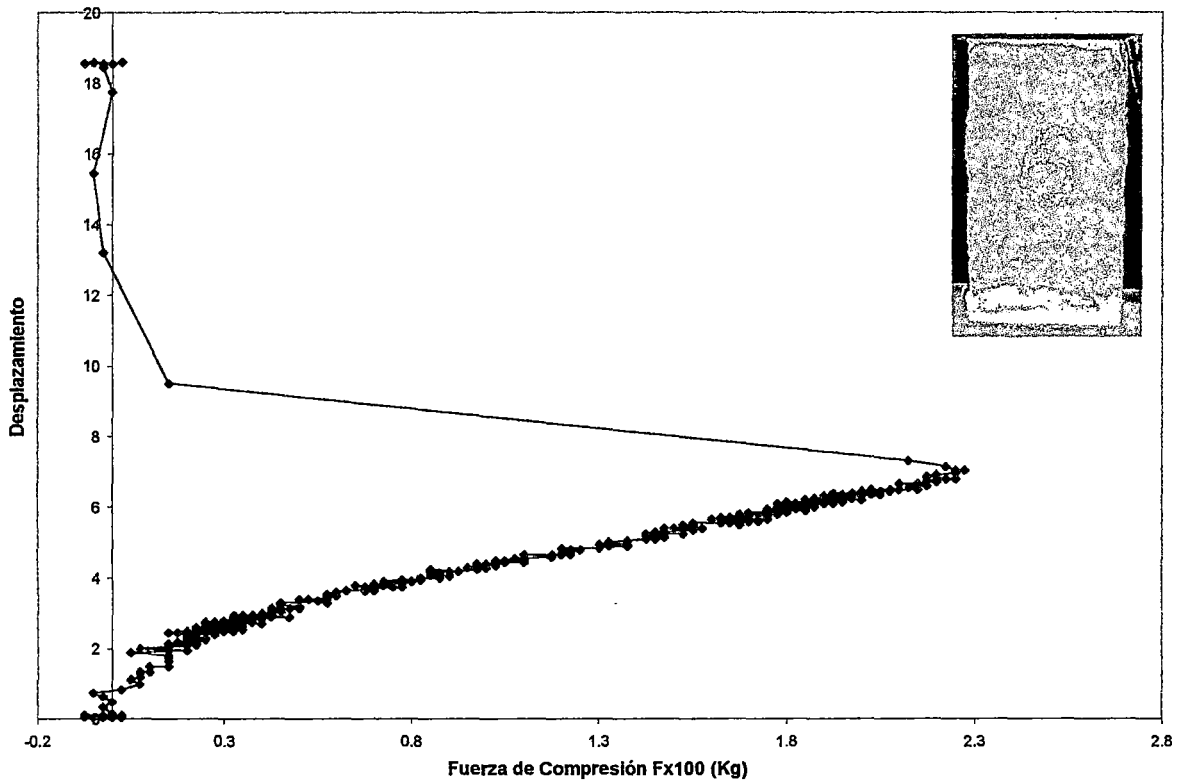
ESPECIMEN – 05

Desplazamiento Vs Fuerza de Compresión



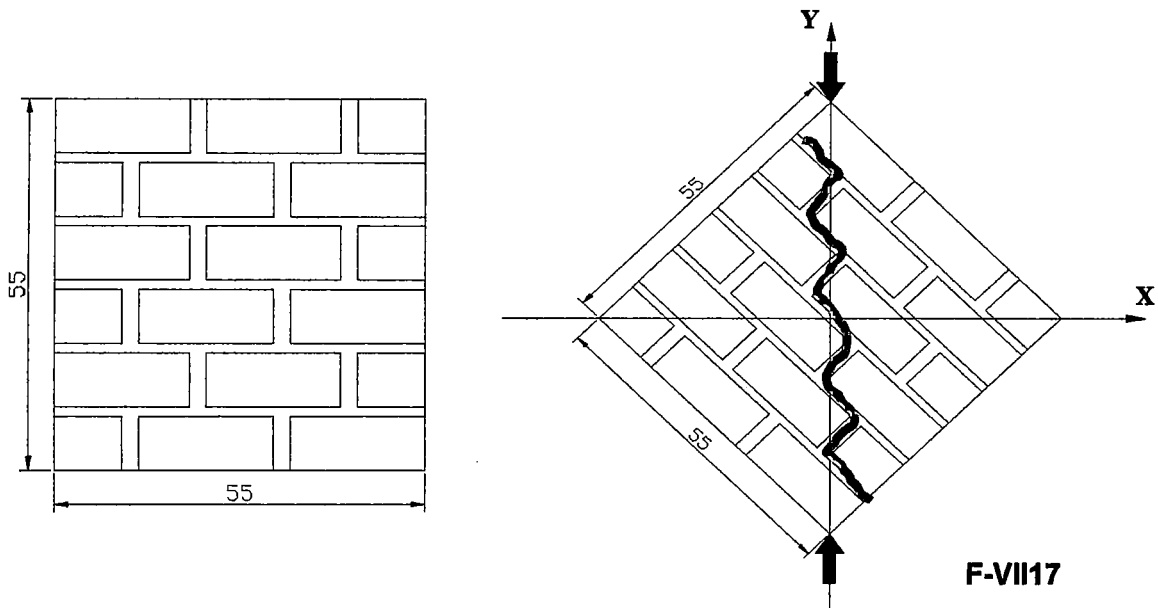
ESPECIMEN – 06

Desplazamiento Vs Fuerza de Compresión



7.2.2 ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL

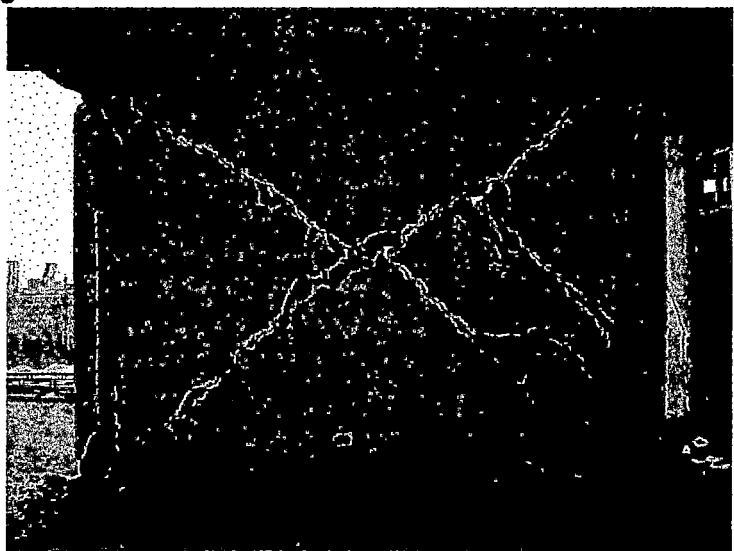
Uno de los métodos más usados para determinar la resistencia al corte o resistencia a la tracción diagonal de la mampostería es el ensayo de compresión diagonal [22]. Se construyen muretes de 55 x 55 x 11 con unidades de 9 x 11 x 22, tal como se muestra en F-VII16 de acuerdo a la ASTM E - 519. Luego éstos muretes se rotan de tal manera que la carga sea aplicada en la línea diagonal de los muretes, tal como se muestra en F-VII17.



Por la similitud de la forma de falla obtenido en éste ensayo (ver F-VII17 la línea en color rojo), con la forma natural de la falla (ver F-VII18) en los muros de albañilería de edificaciones luego de ocurrido un sismo.

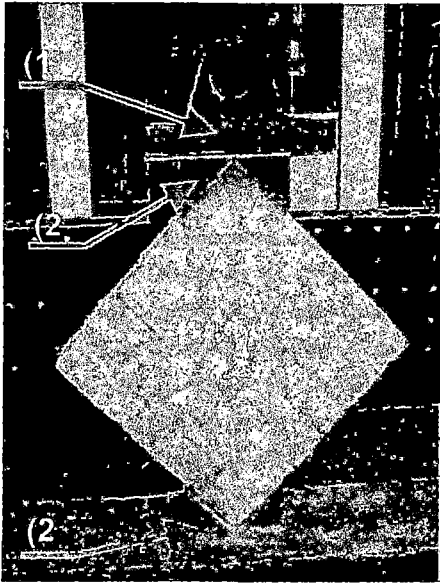
F-VII18. *Falla típica por corte en muro de albañilería. Grietas diagonales de esquina a esquina.*

Edificio de la Municipalidad de Ciudad Nueva - Tacna, junio del 2001.



7.2.2.1 CARACTERISTICA DE LOS ESPECIMENES

Se construyeron 3 especímenes de 55 x 55 x 11 con unidades de adobito de 9 x 11 x 22 con similares características a los empleados en el ensayo anterior y a los 31 días de construidos.

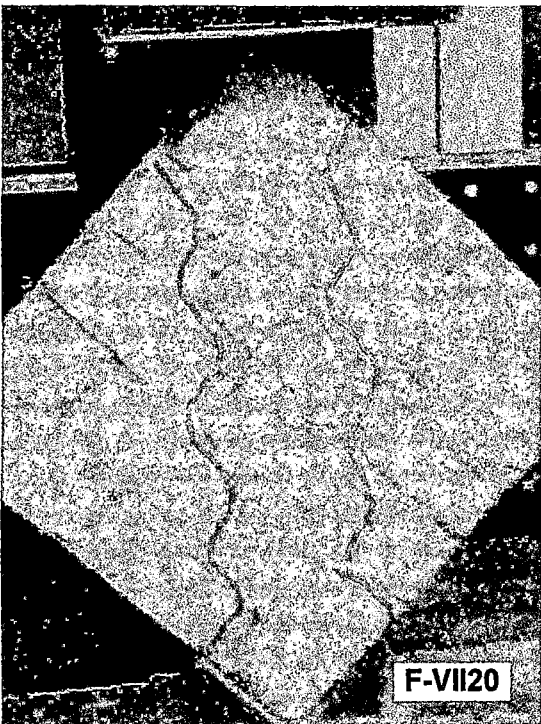


F-VII19. Los especímenes ensayados fueron similares a los que se muestra en la vista del lado izquierdo.

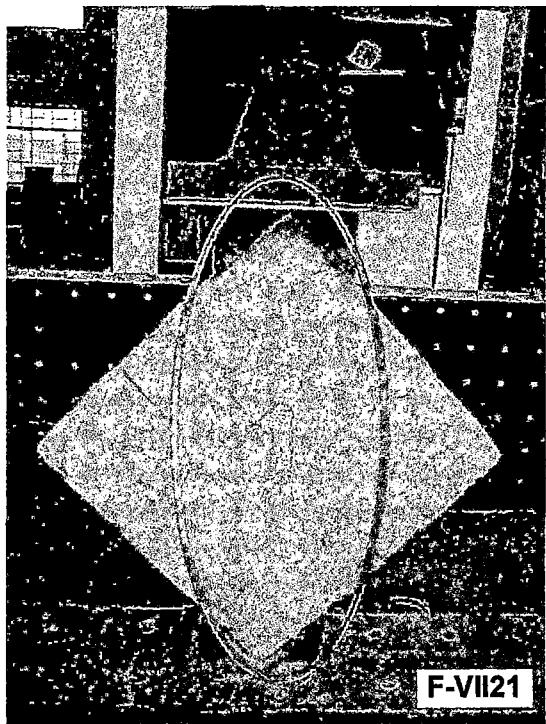
(1) Cabezal usado para transmitir la fuerza axial al espécimen.

(2) Perfiles en forma de "V" (zapatos de carga) para poder soportar adecuadamente los especímenes a ser ensayados y de ésta manera evitar que se vuelquen hacia los lados.

7.2.2.2 EJECUCION DE LA PRUEBA



F-VII20. Muestra un espécimen durante la ejecución del ensayo de carga. En líneas rojas se aprecia la aparición de pequeñas fisuras.



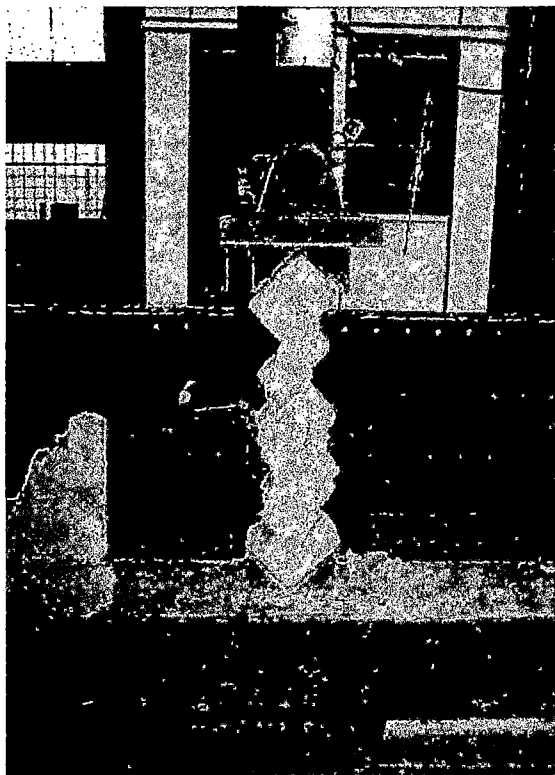
F-VII21. Se aprecia claramente las fisuras alrededor de la parte media del espécimen ensayado.

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

Los equipos usados en éste ensayo son los mismos a los usados en el ensayo de compresión axial, lo único que varia son las dimensiones y forma de los especímenes, que fueron construidos con unidades de adobito y el mortero de las mismas características a los ya empleados.



F-VII22. Se aprecia la falla típica por corte que sufre el espécimen al aplicarle la fuerza perpendicular a la diagonal del espécimen.



F-VII23

Vista final del espécimen ensayado luego de ser totalmente descargado. Las partes laterales al centro, que aún se aprecia, se desplomaron cuando la fuerza superó la resistencia del mortero de asentado.

7.2.2.3 RESULTADOS

Los cálculos se realizaron en base a las fórmulas ya halladas para éste tipo de ensayo y para albañilería de ladrillos de arcilla cocida[22]

Valor nominal unitario de corte:

$$V'_m = 0.71 * P_u / A_n$$

Donde:

P_u : Carga de rotura

A_n : Área neta del espécimen

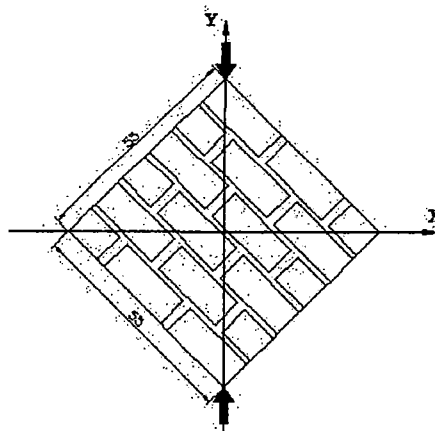
$$A_n = 0.5 * (L1 + L2) * b * \gamma$$

Donde:

L1 y L2: Lados reales del espécimen

b : espesor del espécimen

γ : proporción del área neta con relación al área bruta de las unidades



Para nuestro caso $L1 = L2 \rightarrow A_n = L1 * b * \gamma$

$$A_n = 55\text{cm} * 11\text{cm} * 1 = 605 \text{ cm}^2$$

$$V'_m = 0.71 * P_u / 605 \text{ cm}^2 \quad \dots (\alpha)$$

De los ensayos realizados en los especímenes se obtuvieron los siguientes valores que se muestran en el Cuadro N° VII06.

Cuadro N° VII06

ESPECIMEN	P_u (Kg.)	V'_m (Kg/ cm ²)
ESPÉCIMEN 01	425	0.498
ESPÉCIMEN 02	275	0.322
ESPÉCIMEN 03	150	0.176

Los valores obtenidos comparados con ensayos en albañilería de arcilla cocida [25] son mucho menores debido a las siguientes causas que explicamos a continuación: el transporte desde la zona de fabricación a la zona de ensayo, la manipulación de los especímenes para voltearlos un ángulo de 45° como se

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

apreció en **F-VII17**, la poca resistencia del mortero de asentado, la precisión al ejecutar el ensayo, la aplicación gradual de la carga de corte y los equipos usados. A pesar de haberse tomado todas las medidas del caso para obtener buenos resultados siempre existen circunstancias que de una u otra manera influyen en los resultados a obtenerse.

Un resultado significativo obtenido es para una carga de rotura $P_u = 425.0 \text{ Kg.}$, cuyo reemplazo en la ecuación (α) nos arroja un valor nominal unitario de corte $V_u = 0.498 \text{ Kg/cm}^2$ para un aparejo en soga.

7.2.3 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Los resultados de éste ensayo nos proporcionan un índice de la resistencia de muros a cargas horizontales en su plano, cuando fallan en la junta del mortero que une las unidades de adobito. Se trata de una falla debida básicamente a esfuerzos tangenciales en el mortero.

La forma de los especímenes se muestra en **F-VII25**. Consiste en una pila de tres bloques. El intermedio está cortado verticalmente por la mitad. Estos medios bloques están ligeramente separados, con su junta vertical sin mortero que permitirá que los bloques laterales se desplacen por efectos de la fuerza horizontal aplicada por dos gatas, una en cada cara.

$$V = P / 2*(A-1.5*d)$$

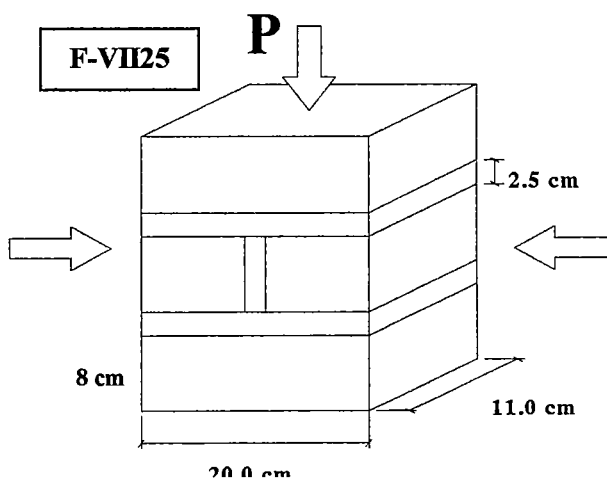
V: Esfuerzo de corte (Kg/cm²)

P: Carga de falla (Kg)

A: Area bruta de la unidad empleada (cm²)

D: Profundidad de la unidad empleada (cm)

C: Esfuerzo de confinamiento

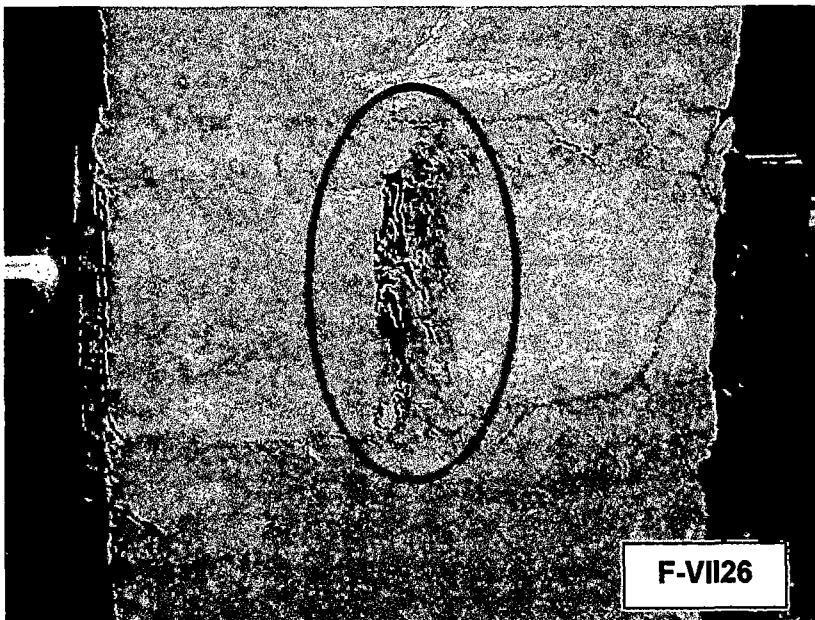


CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

Al aplicar cargas en los medios bloques, se produce una falla por esfuerzos tangenciales en cualquiera de las dos mitades. Los ensayos se efectúan aplicando además cargas de confinamiento en los bloques extremos, simulando de esta manera el estado de esfuerzos en un punto de un muro de albañilería.

7.2.3.1 CARACTERISTICA DE LOS ESPECIMENES

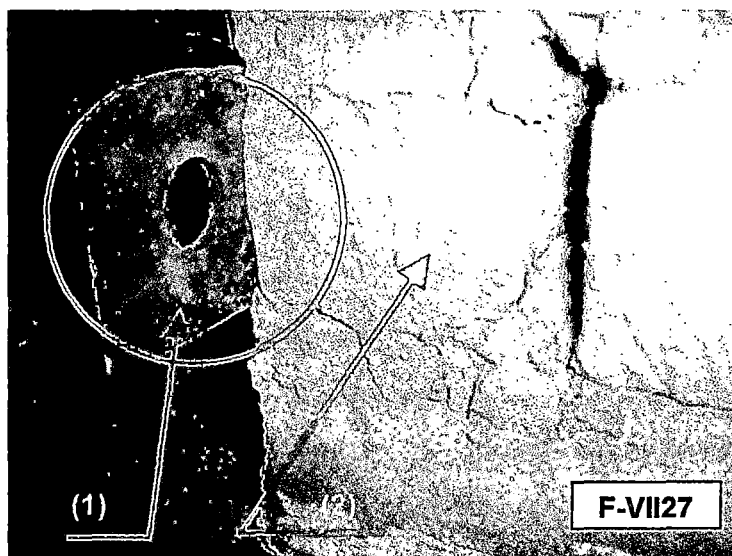
Se ensayaron 3 especímenes, fueron construidos en el laboratorio, sus dimensiones se muestran en F-VII25 y fueron ensayados a los 31 días de su construcción. A continuación se muestra algunas vistas de los especímenes que se ensayaron.



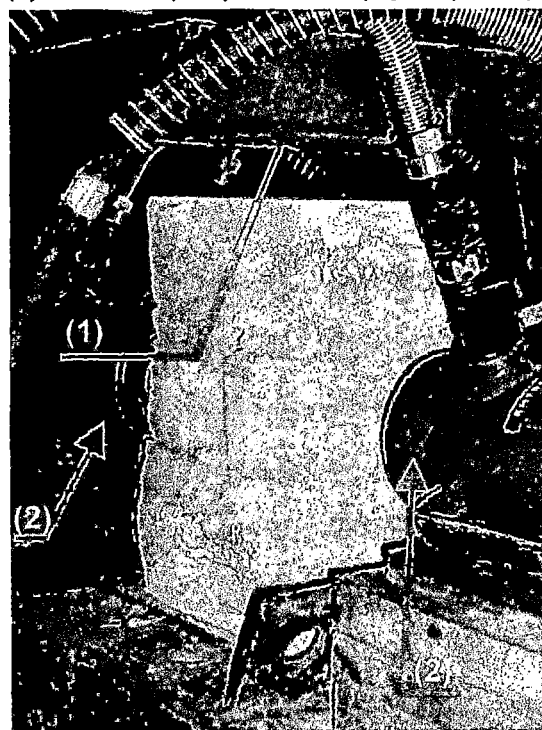
F-VII26. Arriba se muestra la separación entre los bloques intermedios del mismo espesor usado en las juntas.

7.2.3.2 EJECUCION DE LA PRUEBA

Se coloca un camping de diablo fuerte al espécimen, en las zonas de contacto de aplicación de la carga. El eje vertical del espécimen debe coincidir con el del actuador. Se colocaron planchas metálicas en la base y costados para distribuir mejor las fuerzas aplicadas. Los especímenes han sido ensayados aplicando una presión de confinamiento constante de 4 kg/cm^2 a través del actuador de 25 t, y la carga lateral por medio de gatos hidráulicos uno a cada lado.

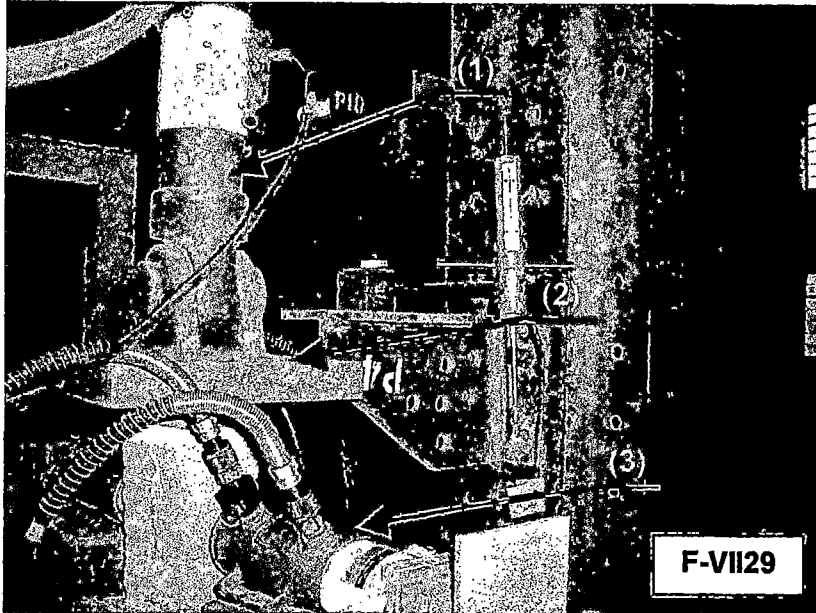


- (1) Placa metálica que transmitirá la fuerza aplicada por la gata hidráulica al extremo izquierdo del espécimen.
(2) Medio bloque que será empujado por la placa metálica.



F-VII28

- (1) Placa metálica que transmitirá la fuerza de compresión axial.
(2) Gatas hidráulicas que transmitirán la fuerza horizontal a cada uno de los extremos del espécimen, los que son alimentados con fluido aceitoso a través de las mangueras que se aprecian.



- (1) Actuator de 25 t. que aplica la fuerza axial.
 (2) Placa metálica que transmite uniformemente la fuerza aplica por la gata.
 (3) Gata hidráulica horizontal que simula la fuerza de confinamiento en el bloque.

7.2.3.3 OBSERVACIONES AL ENSAYO

El esfuerzo de corte fue obtenido mediante la siguiente expresión:

$$V = P / 2 * (A - 1.5 * d) \dots (\beta)$$

Donde: V = Esfuerzo de corte (Kg/cm²), P = Carga de falla (Kg.), A = Área bruta de la unidad empleada (cm²) y d = Profundidad de la unidad (cm)

Para valores de: A = 20 * 11 = 220 cm² y d = 8 cm

Reemplazando en (β): $V = P / 416 \text{ cm}^2$

Cuadro N° VII07

ESPECIMEN	P (Kg.)	V (Kg/cm ²)
ESPÉCIMEN 01	325	0.78
ESPÉCIMEN 02	425	1.02
ESPÉCIMEN 03	400	0.96

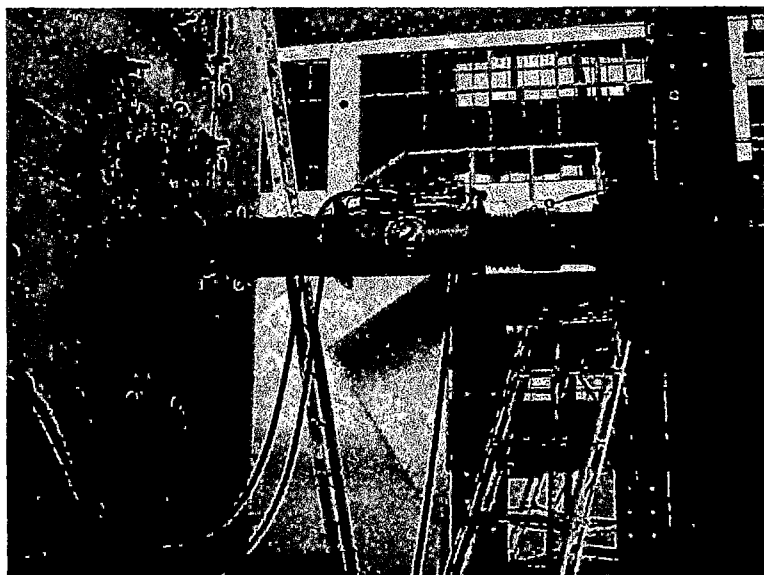
El tipo de falla que se presentó en general fue un cizalle en la junta del mortero y la unidad. Se concluye que los valores para el esfuerzo de corte no son significativos en éste tipo de unidades, debido a su tamaño y tipo de amarre, la poca resistencia del mortero que se usa para unir las unidades. Por lo tanto no es importante realizar éste ensayo para éste tipo de unidades y tipo de amarre.

7.2.4 ENSAYO ESTÁTICO MONOTONICO EN MUROS DE ADOBE PEQUEÑOS

7.2.4.1 EQUIPOS E INSTRUMENTACION

El Laboratorio de Estructuras del CISMID cuenta con una losa y un muro de reacción construidos de concreto pretensado con las características necesarias para poder soportar las fuerzas aplicadas a través de los especímenes. La losa de ensayo, tiene un área de $22.00 \times 11.00 \text{ m}^2$ y un espesor de 0.80 m, tiene capacidad para soportar una carga distribuida de 10 t/m^2 y un momento flector de 1500 t-m. El muro de reacción, tiene un área de $9.00 \times 11.00 \text{ m}^2$ y una capacidad de 450 t por corte y 3300 t-m por flexión. La losa y el muro poseen conductos de 100 mm de diámetro espaciado cada 600 mm en direcciones ortogonales, éstos sirven para que a través de ellos pasen los pernos de acero que fijarán el espécimen a la losa y el actuador al muro.

Los actuadores de marca SHIMADZU que aplican la carga tienen la función de simular el peso que soporta el espécimen (actuador vertical) o la acción de la fuerza sísmica o de viento (actuador horizontal), tienen una capacidad de $\pm 25 \text{ t}$. y de $\pm 200 \text{ mm}$ de carrera del émbolo. Estos actuadores son controlados por un sistema de servo-control electro-hidráulico SHIMADZU 9525.



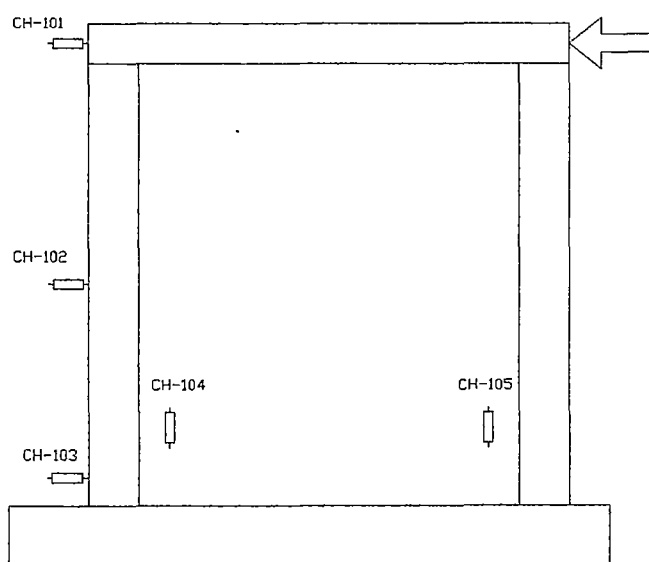
F-VII30

A la derecha vista de uno de los actuadores usados en el Laboratorio de Estructuras del CISMID - UNI empernado al muro de reacción de concreto armado.

CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

El sistema de servo control está conformado por un panel selector de alimentación, un módulo de entrada, un servo controlador y una servo válvula. La entrada, dada como carga o desplazamiento, es aplicada al módulo de entrada en forma manual o a partir de diversas fuentes externas tales como generadores de funciones, lectoras de tipo magnético o computadora conectados en línea con el sistema de servo control. La señal de entrada, incremento de carga o desplazamiento, es convertida en un cambio de voltaje en el servo controlador. A la vez esta señal eléctrica es convertida por medio de la servo válvula para regular el flujo del fluido a una gran presión.

Con la finalidad de evaluar el comportamiento estructural de los especímenes es necesaria la medida de los desplazamientos, para lo cual se han colocado cinco transductores (CH – 101, CH – 102, CH – 103, CH – 104 y CH - 105) ubicados de acuerdo al gráfico F-VII31 mostrado sólo para el primer ensayo sobre un espécimen sin reforzamiento, para los especímenes reforzados solamente se han usado 3 transductores Las señales de los transductores de desplazamiento son transmitidas a una unidad de amplificación de señales, luego pasa a una computadora ubicada en la sala de control que posee un sistema de adquisición de datos digital, así como un set de convertidores AD/DA conectados a un controlador de actuadores SHIMADZU 4025.



F-VII31. Ubicación de Transductores (Muro 01)

7.2.4.2 CONSTRUCCIÓN DE LOS ESPECIMENES ENSAYADOS

Se construyeron 3 muros de 2.40 m de altura, con bloques de “adobito” de 20x11x8 cm asentados con un amarre de cabeza, dado que el aparejo en sogá no es conveniente para las dimensiones de estas unidades.

MURO 01 (sin refuerzo y mano de obra calificada) se construyó siguiendo los siguientes pasos que a continuación se citan y que van acompañados de su respectiva vista en el área de trabajo.

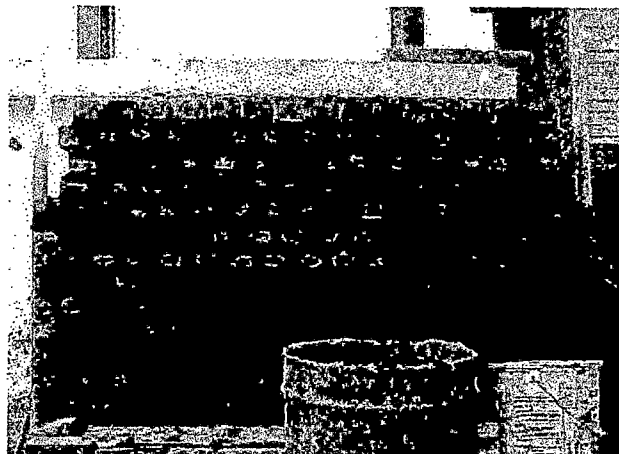


Paso 1. Limpieza de la viga de cimentación y lavado con cemento para fijar la primera hilada.

Paso 2. Primera hilada del muro con mortero de cemento y hormigón para evitar que se despegue y vuelque el muro durante su transporte.



Paso 3. Construcción del muro en aparejo de cabeza hasta una altura media.



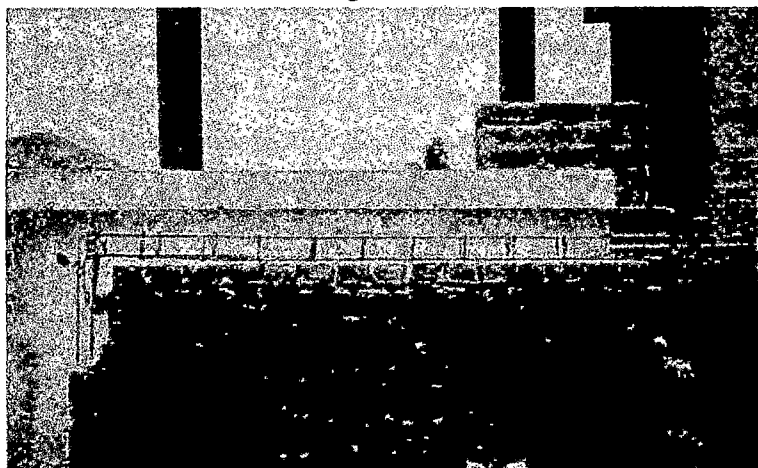
Paso 4. Construcción total de Muro 01.

MURO 02 y MURO 03: Estos muros se reforzaron con una viga collar y mano de obra no calificada. La viga collar consiste de una armadura de fierro corrugado y vaciado con concreto de 175 kg/cm^2 .

La construcción fue hecha por un maestro de obra residente de la zona de Campoy (San Juan de Lurigancho), donde aún se construye con adobito (**Capítulo V: 5.4**).

Los pasos seguidos para la construcción de los muros (**MURO 02 y MURO 03**) son los mismos a los seguidos en la construcción del **MURO 01** (2.4 metros de altura) hasta el **Paso 4**. Los muros 02 y 03 tienen una altura de 2.25 metros y 0.15 metros para la viga collar de refuerzo. El siguiente paso, el **Paso 5**, es la construcción de la viga collar de refuerzo, para los muros 02 y 03.

Paso 5. Construcción de la viga collar de refuerzo.

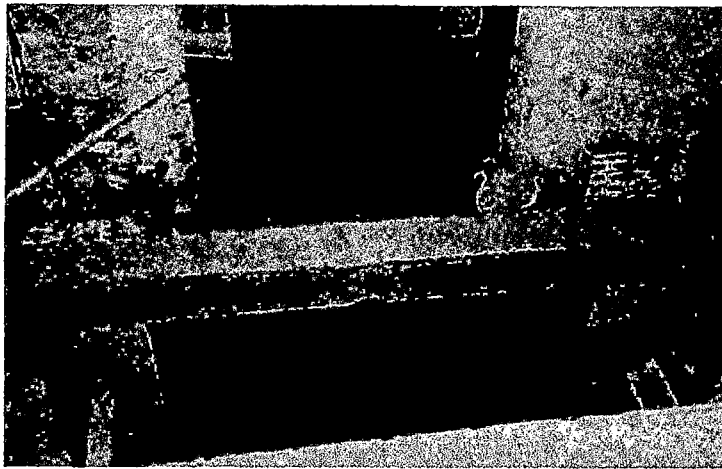
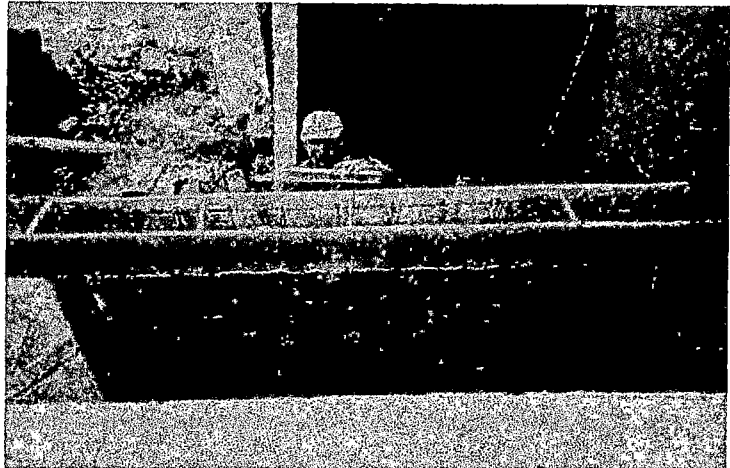


F-VII32

Vista de la estructura del refuerzo colocada sobre la parte superior del muro. El refuerzo se encuentra separado de las unidades de adobito por unos tacones de madera de 2 cm de espesor.

F-VII33

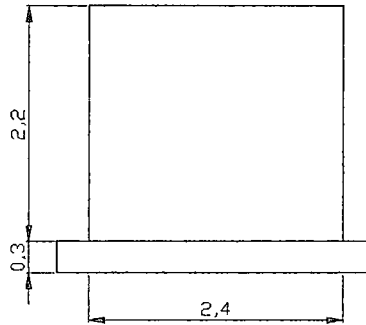
Construcción del encofrado para la viga collar de refuerzo que se mostró en F-VII32. Se verifica el nivel del encofrado.



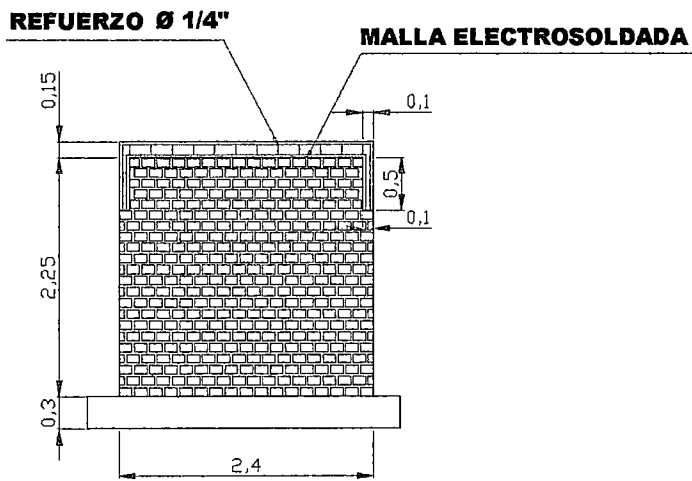
F-VII34

Vista de la viga collar de refuerzo posterior al vaciado del concreto que confina al esqueleto de fierros del refuerzo que se mostró en la F-VII32. Al fondo, la aprecia el otro muro, también reforzado por una viga collar en la parte superior.

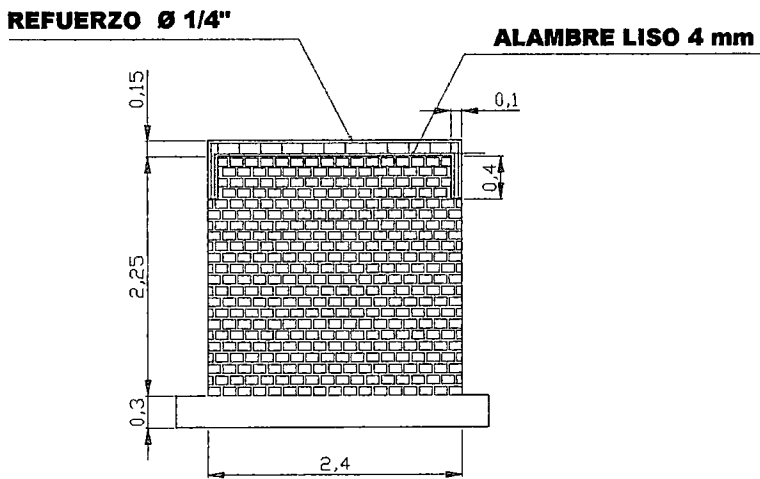
7.2.4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECIMENES ENSAYADOS



MURO 01: NO REFORZADO



MURO 02: REFORZADO



MURO 03: REFORZADO

7.2.4.4 MONTAJE DE LOS MUROS

Los ensayos fueron llevados a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Estructuras del CISMID (Universidad Nacional de Ingeniería).

Cada muro fue transportado desde el lugar donde fue construido hasta la losa de ensayo mediante el puente grúa que posee el laboratorio, para ello se colocaron cables en los ganchos de anclaje ubicados en la viga de cimentación. Antes de colocar cada espécimen se esparce una capa de arena fina en la losa de ensayo con la finalidad de lograr una mejor fijación de cada espécimen.

Cada espécimen se construyó sobre una viga de cimentación de concreto armado que sirve para anclarlo a la losa de ensayo a través de pernos especiales de acero. Uno de los actuadores es fijado en la parte lateral del espécimen a través de planchas y pernos de acero, este a su vez se encuentra empernado al muro de reacción.

A continuación, se muestran las vistas capturadas durante el montaje de cada uno de los muros sobre la zona de ensayo, la colocación de los transductores necesarios para medir los desplazamientos y la fijación de la cabeza del actuador en una de las esquinas de cada muro a ser ensayado que transmitirá la fuerza horizontal.



F-VII35. Montaje del Muro 01 en la zona de ensayo.
Colocación de transductores y fijación de actuador.

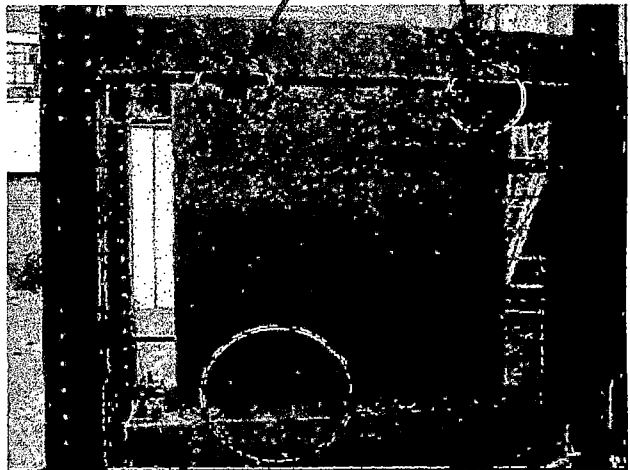


F-VII36

Montaje del Muro 02 en la zona de ensayo

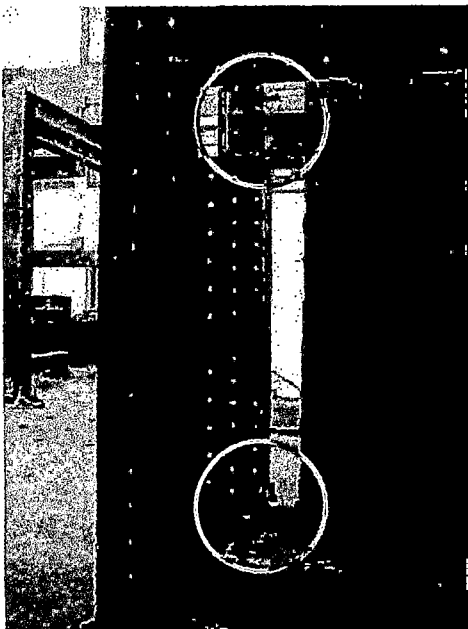
Al fondo se aprecia el Muro de Reacción. Los perfiles de color azul fueron colocados alrededor del muro para evitar que la viga collar, colocada como refuerzo en la parte superior del muro, y las unidades del muro se precipiten intempestivamente al momento que la fuerza aplicada por el actuador supere la resistencia máxima del muro.

rodillos de sujeción



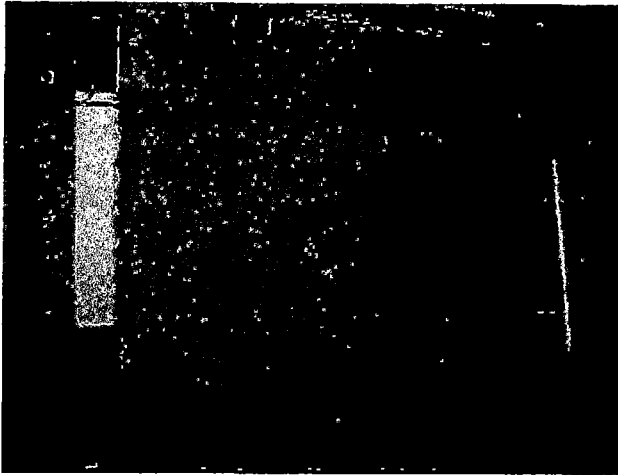
F-VII37

Muro 02. En la parte baja del muro, en la zona encerrada se aprecian los pernos que sirven para fijar la viga de cimentación a la losa de ensayo.



F-VII38

Muro 02. En las zonas marcadas se aprecian los transductores que medirán los desplazamientos a cada uno de los niveles indicados.



F-VII39

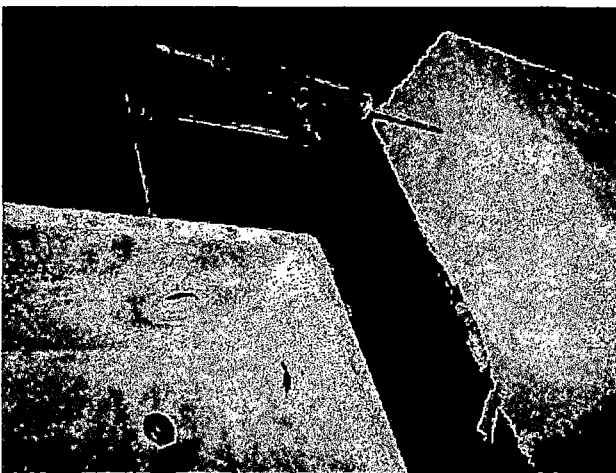
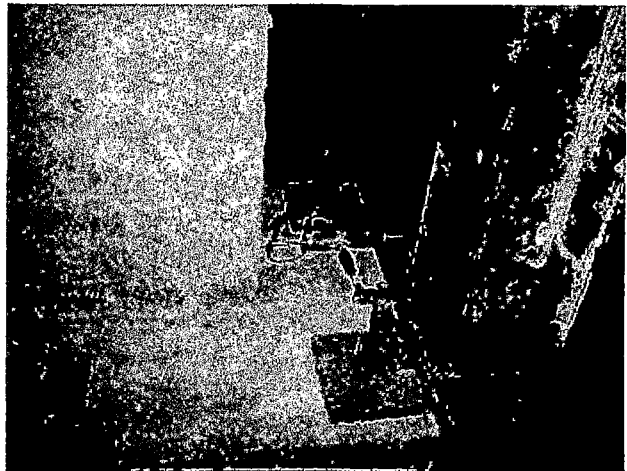
Muro 03

Al igual que el Muro 02 se tuvo que construir una estructura con perfiles a su alrededor para evitar su intempestivo vuelco y para proteger al personal que se encargó de la toma de información durante el ensayo.

F-VII40

Muro 03

En la parte inferior se puede apreciar uno de los transductores y su respectivo cable que transmite la información de desplazamiento hacia la sala de control para ser registrado en un computador.



F-VII41

Muro 03

Parte superior del muro donde se puede apreciar la viga collar de refuerzo de concreto y donde se ha colocado un transductor para medir los desplazamientos que pueden darse mientras se va aplicando la fuerza por medio del actuador fijado al muro de reacción.

7.2.4.5 EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS

Los ensayos realizados para los muros fue el estático monotónico, para ello se aplicaron cargas laterales. Los niveles de distorsión fueron en forma secuencial y fueron controlados a través de desplazamientos calculados por medio de las siguientes distorsiones angulares: $1/5000$, $1/2500$, $1/1250$, $1/800$, y $1/400$. Para efectos del presente estudio se definió como distorsión a la relación del desplazamiento horizontal medido en el centro de la viga a la altura medida desde la base al punto de referencia (punto donde se aplicará la fuerza lateral horizontal).

La respuesta del comportamiento de cada muro ensayado es obtenida mediante la medición de desplazamientos a través de los transductores.

En cada uno de los puntos donde se coloquen los transductores se irán registrando paso a paso los desplazamientos obtenidos para cada incremento de carga durante el ensayo. Los desplazamientos y las cargas son almacenados por el sistema de adquisición de datos para su procesamiento posterior.



F-VII42. Muro 01. Durante el inicio de la prueba.
El muro aún no presenta fallas.

Vistas del Muro 01 durante la ejecución del ensayo Monotónico estático.

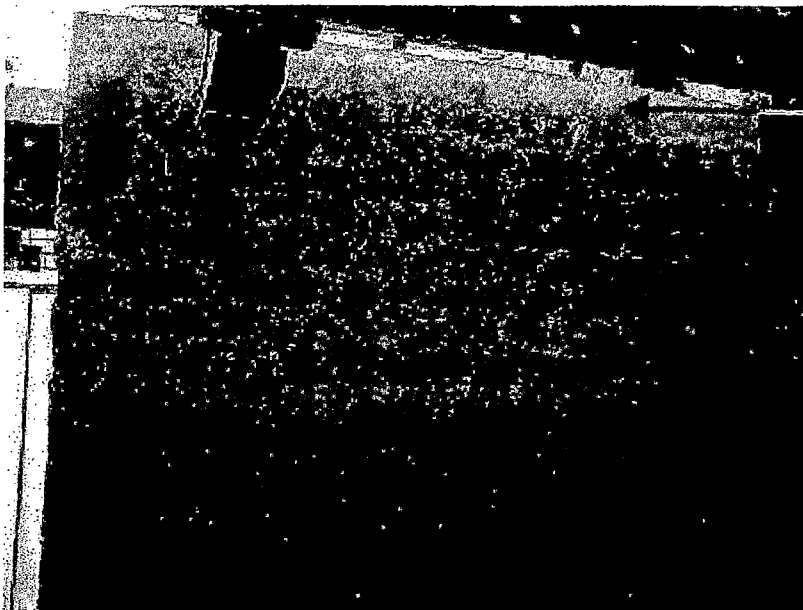


F-VII43. Cuando el muro va perdiendo su resistencia original debido a la aplicación de la fuerza lateral, el muro empieza a mostrar fisuras que parten aproximadamente desde el punto de aplicación de la fuerza hacia el talón del muro.



F-VII44. Cuando la fuerza aplicada vence la resistencia del muro, éste se fisura por las juntas que es lo ideal pero también algunas unidades de adobito son afectadas debilitando por completo al muro que no posee ningún tipo de refuerzo.

Vistas del Muro 02 durante la ejecución del ensayo Monotónico estático.

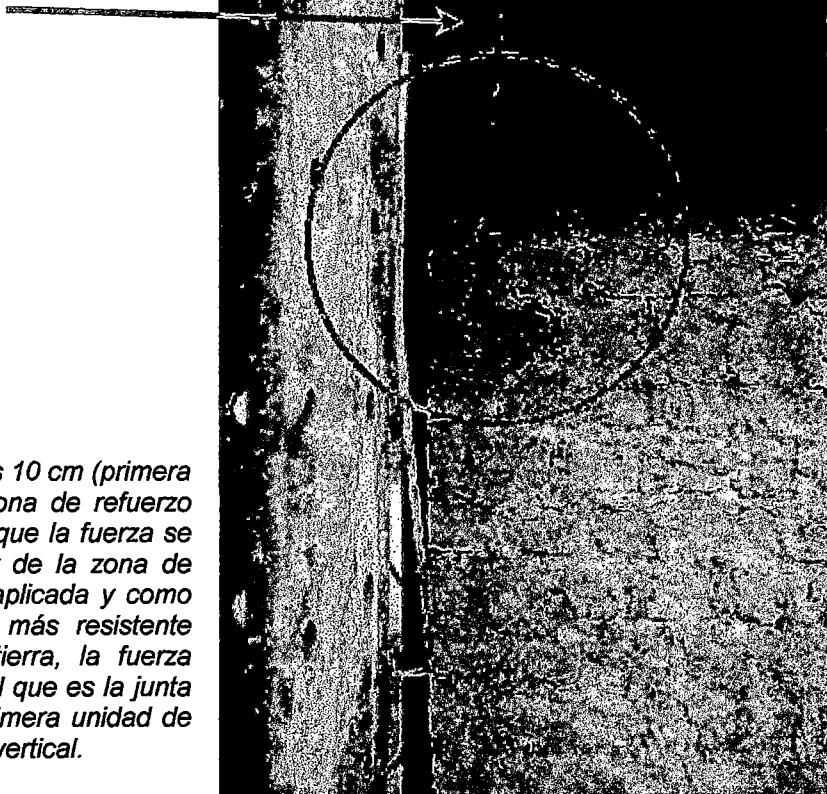


F-VII45

Muro 02

Viga collar de concreto colocada como refuerzo en la parte superior del muro para garantizar un mejor comportamiento del muro durante un evento sísmico. El muro presenta fisuras diagonales que no se pueden apreciar a simple vista debido a que color de las unidades de adobito y el barro de juntas son similares.

Refuerzo vertical de concreto

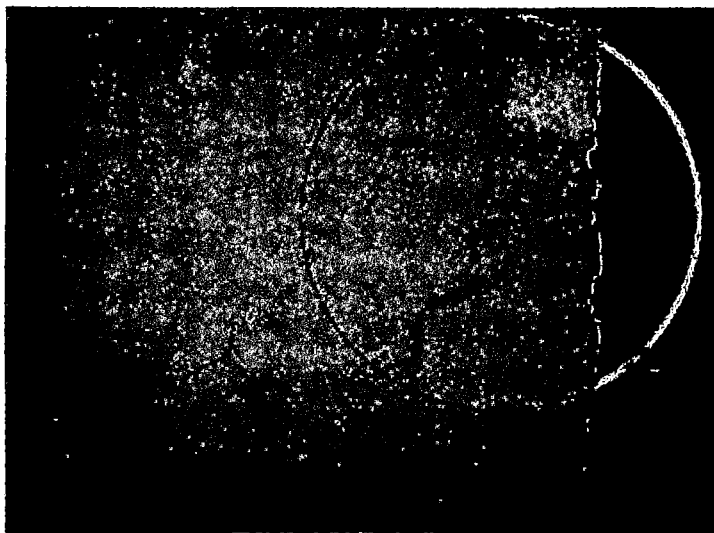


F-VII46

La falla se originó a unos 10 cm (primera unidad) debajo de la zona de refuerzo con concreto, debido a que la fuerza se ha distribuido alrededor de la zona de influencia de la fuerza aplicada y como el concreto es mucho más resistente que las unidades de tierra, la fuerza busca la parte más débil que es la junta de barro luego de la primera unidad de adobito bajo el refuerzo vertical.

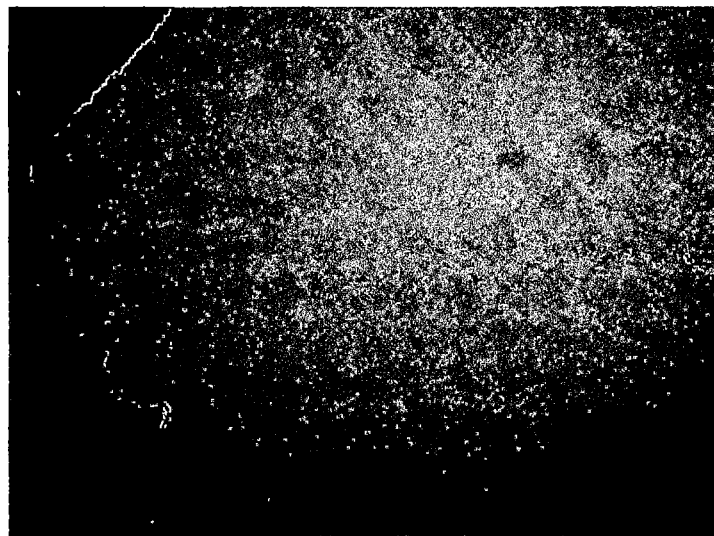
CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

Vistas del Muro 03 durante la ejecución del ensayo Monotónico estático.



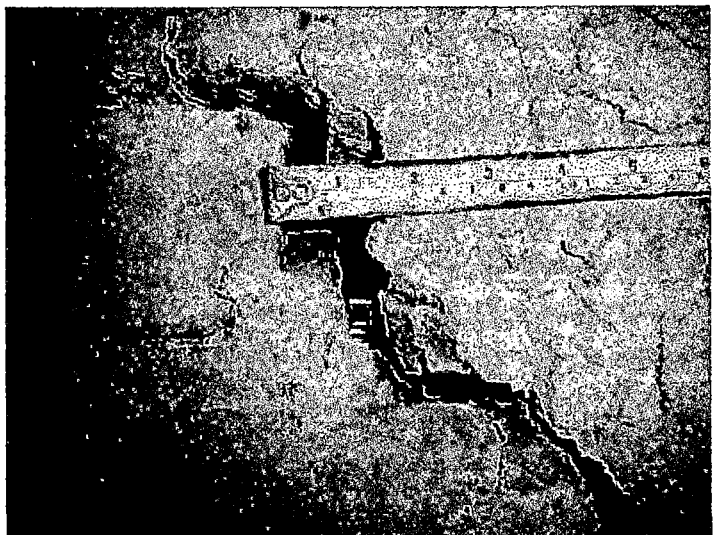
F-VII47

Zona donde se origina la falla por corte en el muro. Al igual que en el Muro 02 la falla se inicia a una unidad de Adobito debajo del refuerzo vertical que se indica.



F-VII48

Vista del talón del muro donde se puede apreciar que la grieta diagonal proveniente desde la parte antes indicada llega a esta zona que es lo que siempre ocurre cuando se aplica una fuerza de este tipo (Fuerza Corte – Fuerza sísmica).



F-VII49. *Vista de la zona donde se inicia la falla. A la derecha, toma de la medida de la grieta, como se aprecia, ésta es mayor a 1".*

7.2.4.6 RESULTADOS

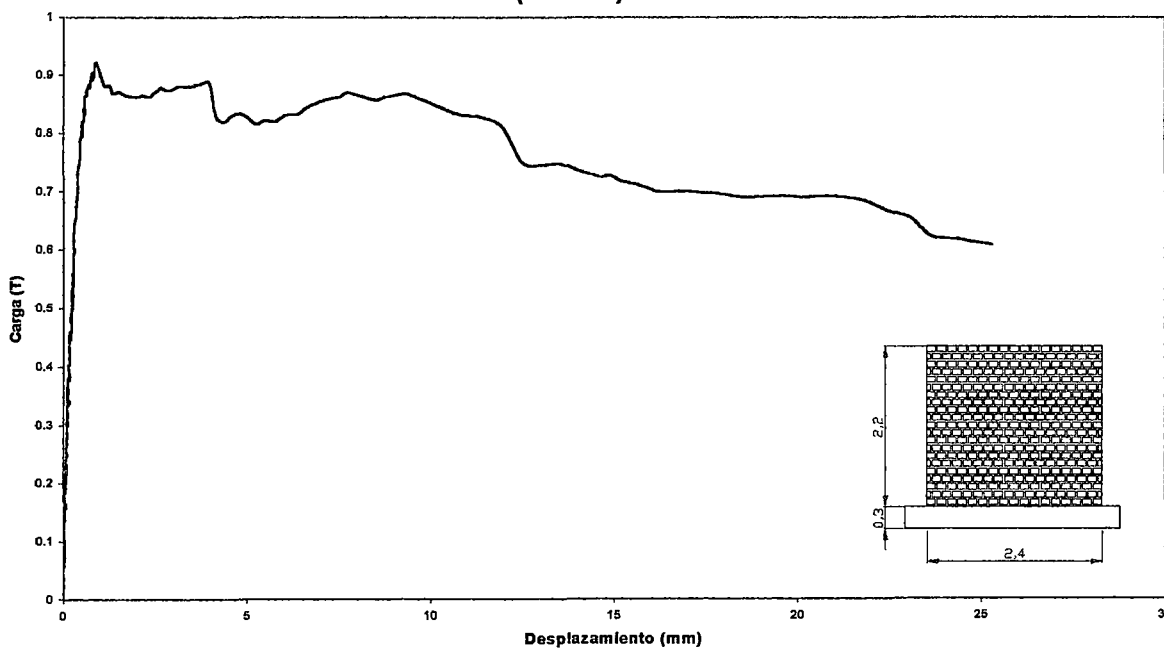
Una vez obtenida la respuesta del muro a través de los desplazamientos y la correspondiente fuerza aplicada se puede obtener la curva de comportamiento y la rigidez inicial. En los siguientes gráficos se muestran las correspondientes curvas de comportamiento del muro en función del desplazamiento y su esfuerzo de corte.

Cuadro N° VII08

Distorsión	Muro - 01		Muro - 02		Muro - 03	
	Dmáx. (mm)	Fmáx. (Tn)	Dmáx. (mm)	Fmáx. (Tn)	Dmáx. (mm)	Fmáx. (Tn)
1/5000	0.388	-0.694	0.430	-0.490	0.427	-0.607
1/2500	0.821	-0.904	0.827	-0.604	0.818	-0.794
1/1250	1.602	-0.868	1.651	-0.763	1.617	-1.045
1/800	2.542	-0.872	2.518	-0.898	2.490	-1.234
1/400	4.965	-0.830	5.000	-1.254	5.000	-1.244

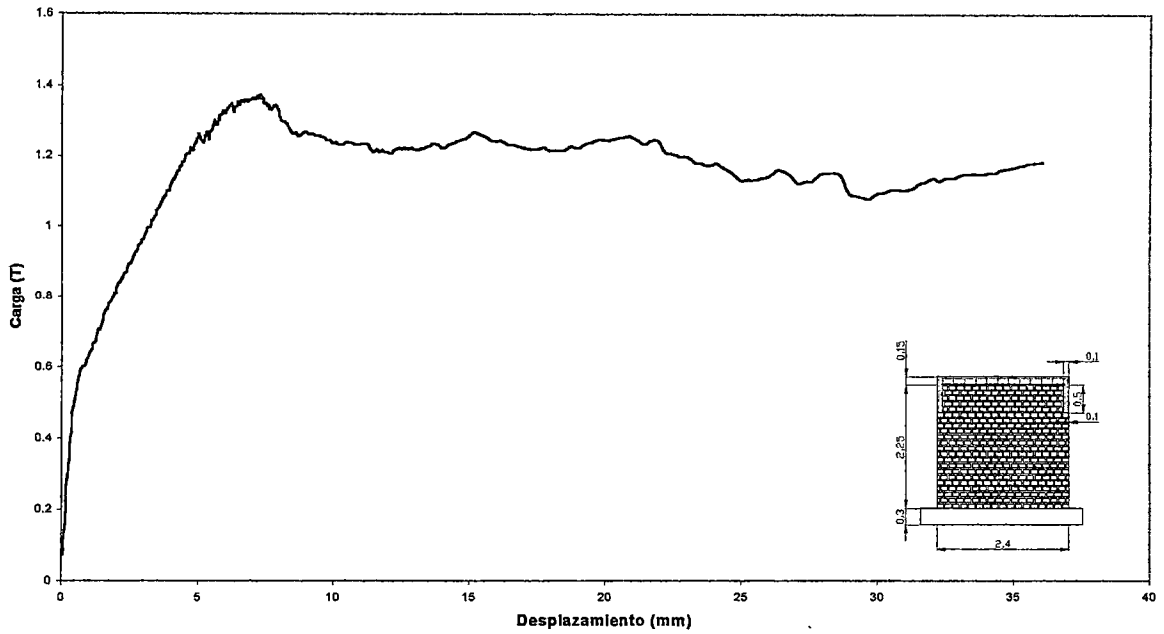
F-VII50

CURVA DE COMPORTAMIENTO DEL MURO-01 DE ADOBE (Ch-101)



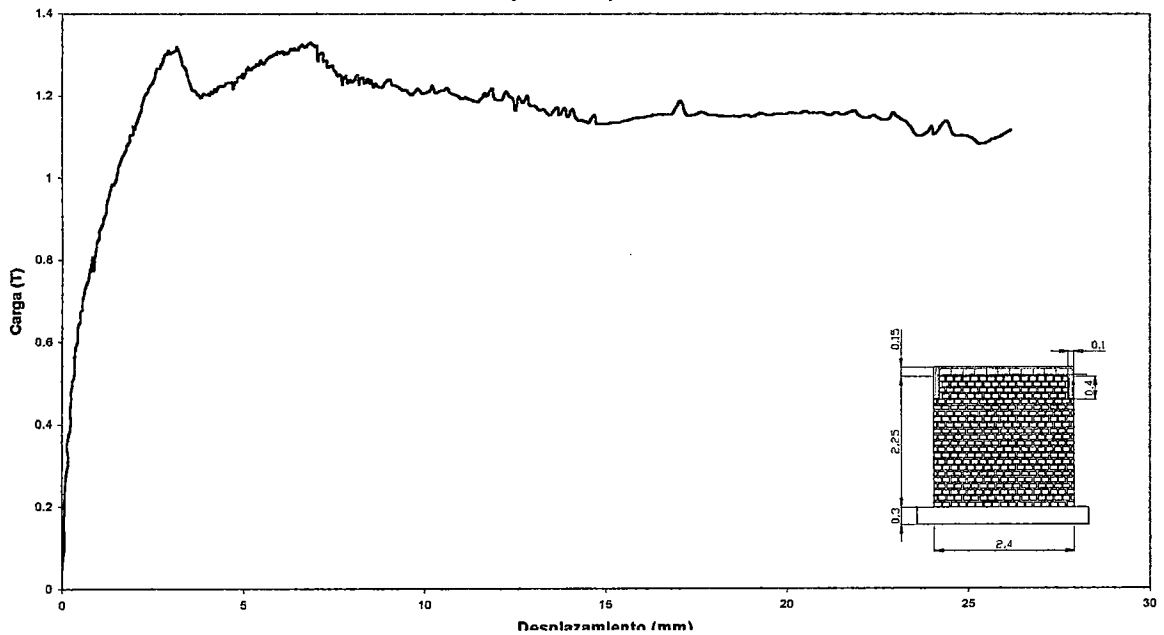
F-VII51

CURVA DE COMPORTAMIENTO DEL MURO-02 DE ADOBE (Ch-101)



F-VII52

CURVA DE COMPORTAMIENTO DEL MURO-03 DE ADOBE (Ch-101)



CAPITULO VII: ENSAYOS DE LABORATORIO EN LADRILLOS DE ARCILLA SIN COCER

En **F-VII50** que pertenece al muro-01 podemos apreciar que dicho muro alcanza una rigidez elástica muy definida de 1.10 Tn/mm en una distorsión de 1/2500 con un desplazamiento máximo de 0.821 mm y una carga de 0.904 Tn, esto se debe a que el muro no cuenta con ninguna clase de refuerzo fallando por falla diagonal.

En **F-VII51** que pertenece al muro-02 podemos apreciar dos líneas bien marcadas que pertenecen a una rigidez elástica inicial de 0.915 Tn/mm que alcanza con un desplazamiento de 0.632 mm y una carga de 0.578 Tn, y otra rigidez elástica de 0.138 Tn/mm que alcanza con un desplazamiento de 6.229 mm y una carga de 1.348 Tn. Este muro si contó con un refuerzo en la parte superior la cual influyo para que el muro sea más rígido.

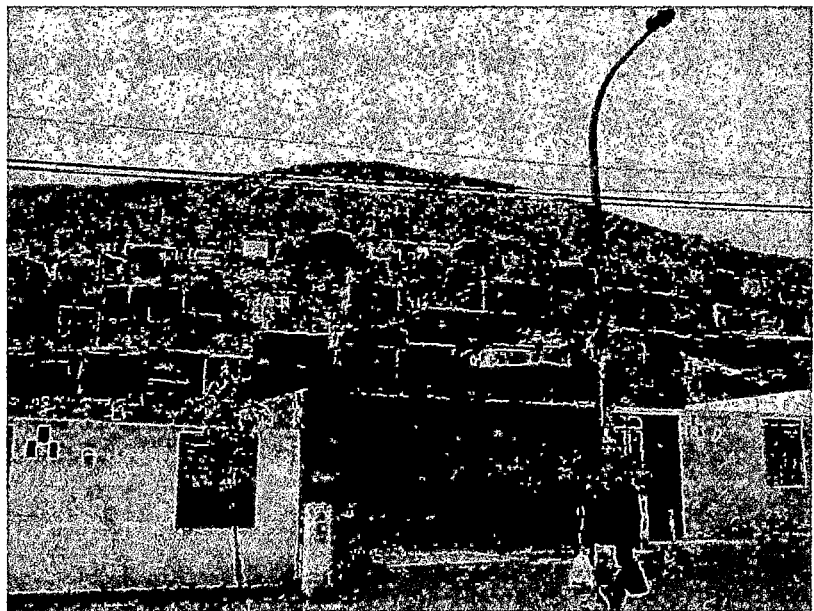
En **F-VII52** que pertenece al muro-03 podemos también apreciar dos líneas bien marcadas que pertenecen a una rigidez elástica inicial de 1.86 Tn/mm que alcanza con un desplazamiento de 0.269 mm y una carga de 0.50 Tn, y otra rigidez elástica de 0.298 Tn/mm que alcanza con un desplazamiento de 2.96 mm y una carga de 1.302 Tn. Este muro también contó con un refuerzo en la parte superior la cual influyo para que el muro sea más rígido.

El muro de adobe fue ensayado hasta un desplazamiento de 25 mm, en la cual el muro falló por deslizamiento, al no contar con columnas de confinamiento.



F-VIII01. AA.HH. Huáscar San Juan de Lurigancho – Debido a la tugurización de viviendas en zonas adecuadas para el crecimiento de las ciudades los pobladores optan por construir sus viviendas al pie de los cerros o en sus laderas cortando, rellenando los cerros sin ninguna asesoría técnica para la construcción de sus pircas.

La poca antigüedad de los asentamientos humanos asentados en los cerros aún no nos ha mostrado el comportamiento que puedan tener ante un evento sísmico.



F-VIII02. AA. HH. Huáscar – S.J.L. Otro factor que influye en el crecimiento sobre las laderas y uno de los más importantes es el bajo nivel económico de los pobladores, muchos de ellos inmigrantes del interior del país en busca de alcanzar mejoras en sus niveles de vida.

CAPITULO VIII: LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LOS MOVIMIENTOS SISMICOS

Este capítulo tiene por objetivo estudiar a los asentamientos humanos, ubicados en las faldas de los cerros y sobre ellos, y como podrían ser afectados por los movimientos sísmicos los cortes y rellenos realizados en los cerros para cimentar edificaciones, la estabilidad de los taludes y del material suelto que exista en el cerro. El fin de éste tema es dar el primer paso para que se continúe con el estudio a nivel de tema de investigación de tesis sobre la vulnerabilidad de los Asentamientos Humanos.

8.1 ANTECEDENTES

Debido a las migraciones internas desde las pequeñas y grandes ciudades de otros departamentos a la Capital de la República, surgieron los Asentamientos Humanos a principios de los años 60 en la modalidad de reubicación y luego como invasión de terrenos. Este proceso dinámico también se ha dado hacia las capitales de departamentos donde la gente supone obtener mejores condiciones de vida ubicándose en zonas no favorables para ser habitadas tales como quebradas, cauces naturales de torrenteras, los pies de cerros con rocas inestables y mucha pendiente, laderas de cerros inestables, zonas de material de relleno orgánico y desperdicios de construcción (desmontes), zonas de inundación, zonas pantanosas, etc.

San Juan de Lurigancho, un distrito limeño relativamente joven (fundado en 1967), además, uno de los más poblados y grandes de la Gran Metrópoli Limeña, no es una excepción a este problema, dado que muchos de estos Asentamientos Humanos (AA.HH.) surgieron luego de sobre poblar las zonas planas y se ubicaron en las faldas de los cerros y en sus laderas de taludes inestables y pendientes fuertes. La antigüedad promedio de los asentamientos es de unos 15 años.

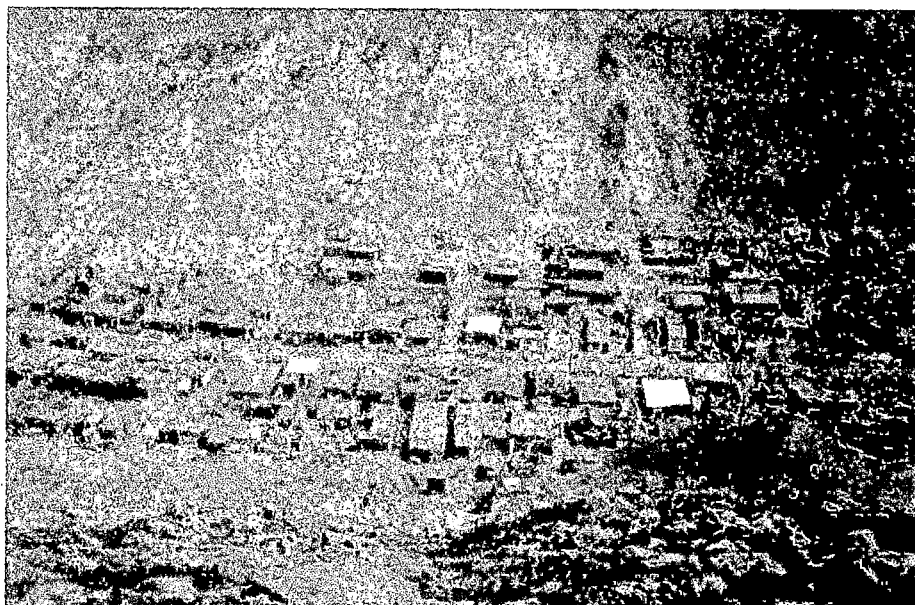
8.2 REMOCIÓN DE MASAS

Un problema latente es el peligro de derrumbe que puedan tener los rellenos realizados por los pobladores para cimentar sus viviendas debido a la poca estabilidad y poca resistencia que estos tienen por ser muchas veces tan sólo acumulación de rocas sobre rocas sin ningún criterio técnico para su diseño y construcción, siendo los más perjudicados los lotes ubicados en terrenos de suelos sueltos y rocas alteradas por el proceso de meteorización. Debido a su altitud y a la configuración topográfica de estas zonas se genera una concentración de humedad principalmente en épocas de invierno y con el fenómeno llamado "El Niño", ocasiona el crecimiento de pequeñas plantas durante la ocurrencia de estos. Este fenómeno llamado El Niño ha provocado lluvias y deslizamientos de lodos en muchas quebradas donde se ubican estos asentamientos humanos. Muchos de estos AA.HH. se ubican en zonas donde existen rocas sueltas que ante un movimiento sísmico pueden removerse, desplazarse y causar daños a los lotes ubicados en sus laderas.



F-VIII03. *Una ladera del AA. HH. Prolongación Santa María. Material rocoso suelto desde aproximadamente la zona media al tope del cerro y en la zona baja se encuentra asentada el AA. HH. En caso de un movimiento sísmico éste material dañaría las viviendas y causaría muchos heridos, muertos y pérdidas económicas.*

La inestabilidad de muchos de estos asentamientos se debe a que muchos de éstos se ubican en laderas cuyos taludes tienen una pendiente cercana a los 45° en muchos de los casos, como se aprecia en **F-VIII04**, debido a la cobertura de suelos residuales, rocas fracturadas y alteradas.



F-VIII04. AA. HH. Prolongación Santa María - San Juan de Lurigancho, los centros poblados crecen en quebradas con cerros cuyas pendientes son muy pronunciadas como se puede apreciar en esta vista fotográfica, note que en algunas zonas sólo existe una fila de viviendas en la ladera del cerro correspondiente, la que irá aumentando paulatinamente.

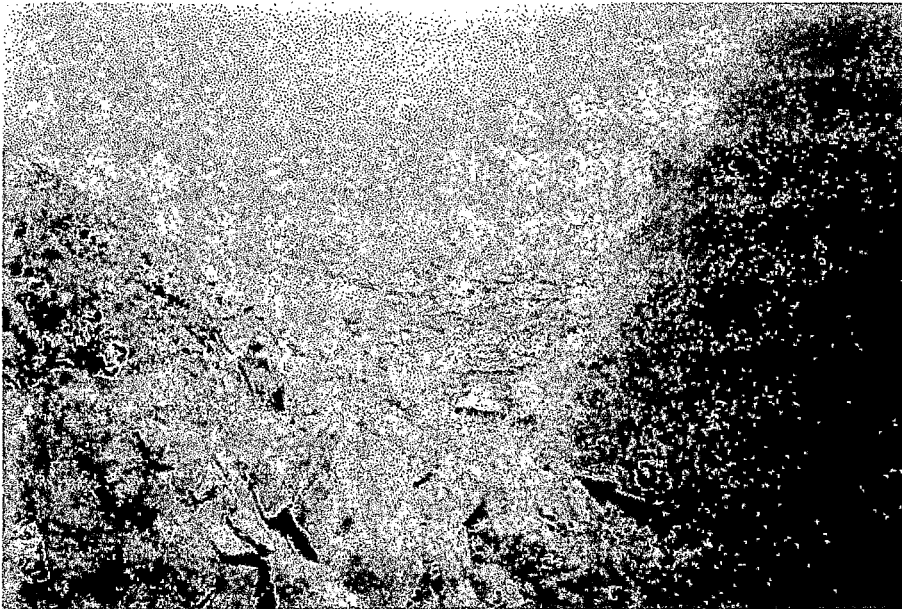
8.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VULNERABILIDAD Y PELIGROS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS

Muchas de las personas se han posicionado sobre estas tierras y no han tenido ni tienen las medidas ni los criterios necesarios para saber que su asentamiento sobre este tipo de terreno no es el más indicado, ni han tenido en cuenta las medidas de prevención necesarias que deben tomar ante la ocurrencia de un evento sísmico, por ello centramos nuestra preocupación en estas zonas tomando para ello como base del estudio algunos Asentamientos Humanos (AA.HH.) ubicados en las zonas de Huáscar y Prolongación Santa María, ambos en el Distrito de San Juan de Lurigancho.

CAPITULO VIII: LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LOS MOVIMIENTOS SISMICOS

La pobreza y la poca posibilidad económica de acceder a una vivienda en una mejor zona ha hecho que estas zonas, en las laderas de los cerros, sean ocupadas.

El emigrante al querer ganar espacio a estas laderas, corta los cerros y rellena otra parte formando terraplenes con pircas de roca y tierra suelta al estilo de su pueblo, para luego sobre ella edificar su vivienda; a un inicio provisionalmente con esteras, cartones, maderas, etc., para luego sobre este mismo terreno edificar construcciones de albañilería.



F-VIII05. *Vista general de la quebrada donde crece el AA. HH. Prolongación Santa María, es fácil de apreciar que los pobladores se han ubicado en la parte más baja, pero la necesidad hará que se vaya construyendo cada vez más sobre sus laderas.*

Generalmente estas pircas son construidas paulatinamente de acuerdo a la necesidad del poblador, de una manera rústica muchas veces usando el material de corte sin una previa selección del material para formar estas pircas, las cuales son inestables por tan sólo ser una ruma de piedras, unas sobre otras, sin ningún material ligante entre ellas, sin ningún tipo de reforzamiento que impida su deslizamiento o volteo ante un posible movimiento sísmico.

Otro problema que agrava la vulnerabilidad de estas edificaciones, es que muchos de estos centros poblados no cuentan con los servicios de agua y desagüe motivo por el cual el poblador que habita en estas zonas elimina sus aguas servidas alrededor de su propiedad en sus plataformas de relleno, lo que propicia la mala calidad de la construcción de sus pircas y los materiales de relleno usados, pudiendo provocar el desplome de la pirca de contención.

En asentamientos humanos de mayor antigüedad se pueden apreciar muchas construcciones en las cuales se han construido estos terraplenes y muros de contención con materiales mucho más resistentes, como es el concreto, sobre los cuales se han construido edificaciones de hasta de 2 pisos de altura, en muchos de los cuales no se conoce si la cimentación es enteramente de concreto o es un simple relleno recubierto por concreto lo que también acrecienta el nivel de vulnerabilidad sísmica debido a la inestabilidad de sus bases.

Algunas viviendas de albañilería se han cimentado directamente sobre el macizo rocoso, sin continuidad y uniformidad estructural en el conjunto, haciendo muchas veces rellenos para nivelar el terreno y muchas discontinuidades por donde es probable que se inicien las grietas y fisuras, así sea que muchas de éstas tengan zapatas o algún tipo de cimentación especial, cuando ocurra un movimiento sísmico de consideración en Lima.

8.4 DESCRIPCION DE LAS VIVIENDAS TIPICAS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS. CASO DEL AA. HH. PROLONGACIÓN SANTA MARIA

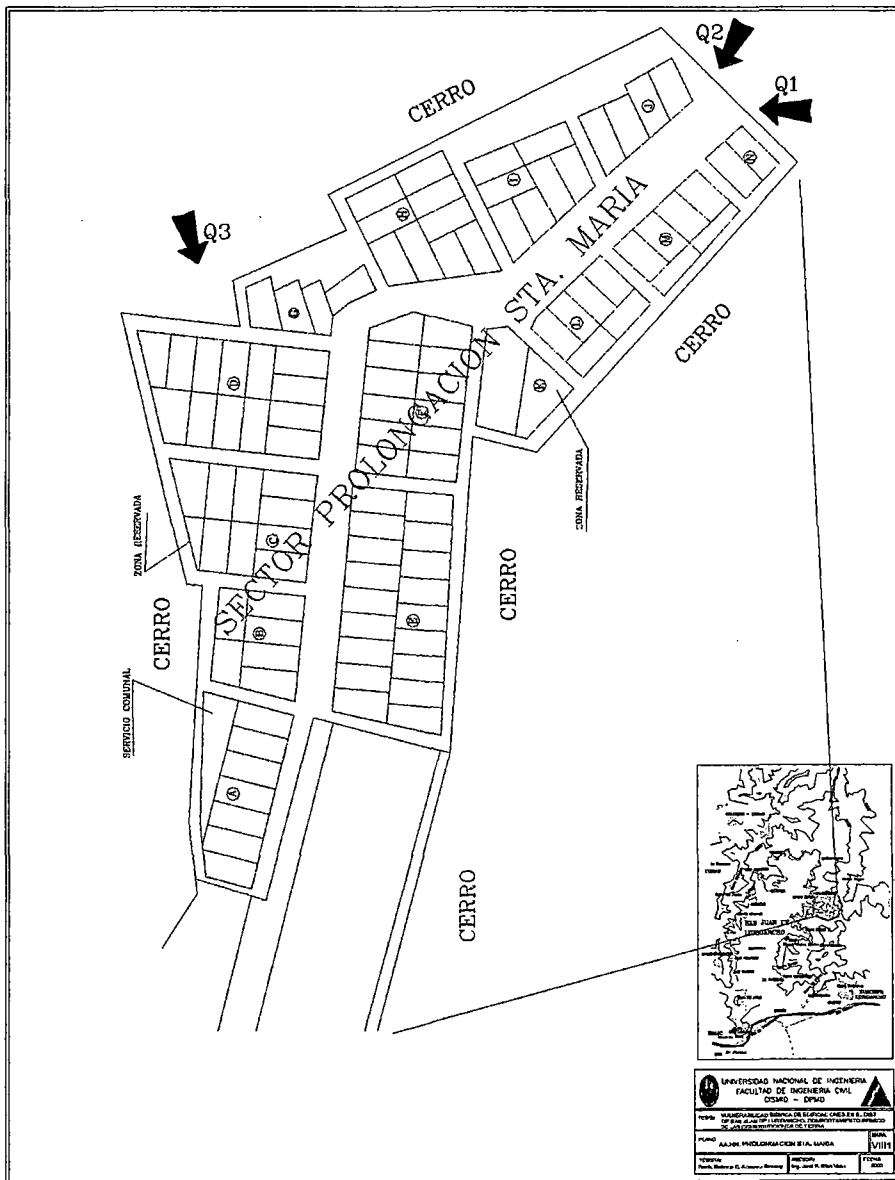
Hemos tomado como muestra 74 viviendas de un total de 104 que pertenecen al AA. HH. Prolongación Santa María por la facilidad que se tuvo para su estudio, debido a la participación desinteresada de sus pobladores, así como también de la información recolectada de estudios realizados por organismos no gubernamentales en 13 Asentamientos Humanos correspondientes al sector IX de Huáscar ubicados al extremo oeste del distrito de San Juan de Lurigancho.

CAPITULO VIII: LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y LOS MOVIMIENTOS SISMICOS

Las observaciones se pudieron realizar gracias al apoyo de miembros de Defensa Civil de San Juan de Lurigancho, que en ese entonces empadronaba a los damnificados por el deslizamiento de lodo de Enero del 2000 en este sector, para repartir la ayuda ofrecida por el Gobierno Central y la Segunda Región, como fueron: calaminas, plásticos y otros.

8.4.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las viviendas se encuentran sobre terraplenes construidos artesanal y rústicamente sin ningún criterio de seguridad y prevención ante deslizamientos o movimientos sísmicos, en laderas de pendientes mayores a 30° en muchos casos.



8.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VIVIENDAS EN EL AA. HH. PROLONGACIÓN SANTA MARIA

El AA. HH. Prolongación Santa María como su mismo nombre lo indica, se encuentra en la prolongación hacia los cerros de la invasión o AA. HH. Santa María, que se localiza en la zona este del distrito de San Juan de Lurigancho. Cabe resaltar que es muy importante conocer las características de las viviendas y dónde se encuentran asentadas éstas para poder realizar los estudios referentes a vulnerabilidad. Por ello, a continuación se describe detalladamente las características de la topología de las viviendas de esta zona.

CIMENTACIÓN

Más del 70% de las viviendas inspeccionadas no poseen cimiento ni sobrecimiento por ser viviendas temporales que con el correr de los años y las mejoras económicas que puedan alcanzar los pobladores, edificarán sus viviendas por medio de la autoconstrucción.

PISOS

- Pisos acabados, aproximadamente el 70% de las viviendas poseen pisos pulidos de cemento, y cemento con ocre.
- Pisos sin acabar, el 30% restante de las viviendas no poseen un piso en buenas condiciones: son por lo general de tierra apisonada.

PAREDES

Material empleado en su construcción:

- Esteras.
- Triplay.
- Maderba.
- Otros, cartones, tablonces de madera, plásticos, etc.



F-VIII06. *En la vista se pueden apreciar algunas viviendas construidas con esteras y listones de madera en la ladera de uno de los cerros que forman la quebrada.*

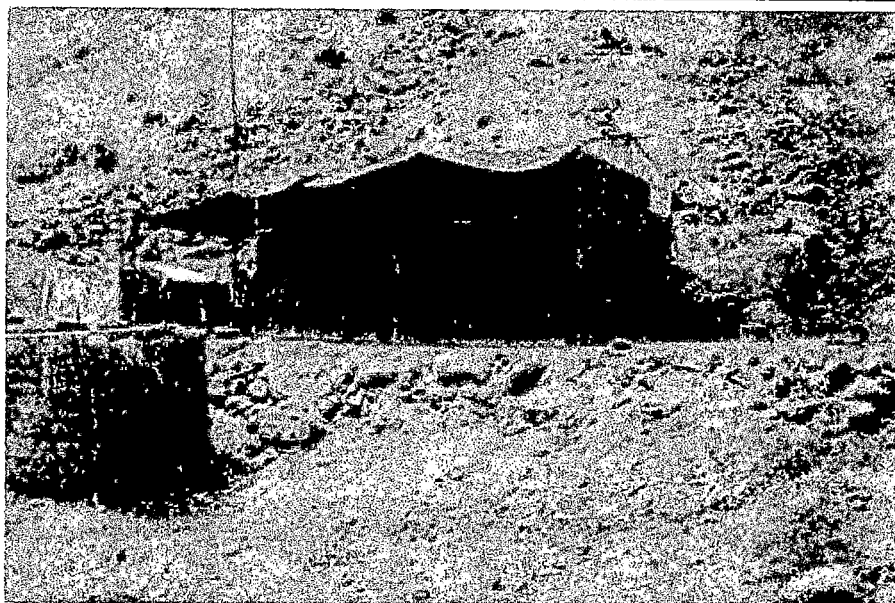
TECHOS

El material empleado para la construcción de sus techos es:

1. Esteras de caña, carrizo o caña bambú, principalmente.

La gran mayoría de las viviendas que se muestran en la zona de estudio muestran techos a dos aguas hechos con listones de madera que se apoyan en los muros y usan las esteras como material de cobertura previa a esta capa se ha colocado una tela plástica para evitar el paso del agua de las precipitaciones que se dan principalmente en las épocas invernales.

Las esteras usadas en los techos ya se encuentran totalmente desgastadas y en mal estado de conservación, ya que estas poseen aproximadamente unos siete años de vida en servicio.



F-VIII07. *La vista de arriba corresponde a una vivienda construida con paneles de triplay y cuyo techo se encuentra cubierto por esteras.*

2. Planchas de calaminas metálicas y de asbesto cemento.

Son pocas las viviendas que poseen este tipo de material como cobertura para sus techos, ya que las personas que residen en esta zona son de escasos recursos económicos.

Las contadas viviendas que poseen este tipo de material sobre sus techos, son escasamente afectadas por las precipitaciones de se dan en la ciudad, ya que además de reunir buenas condiciones de impermeabilidad, los propietarios han colocado plásticos que evitan el paso del agua.

En el empadronamiento realizado basándonos en 74 casas se determinó que:

- 48 poseían techos de esteras con plásticos como cobertura.
- 26 viviendas aproximadamente poseen techos con calaminas.

SERVICIOS BÁSICOS

Es notorio la carencia y ausencia de servicios básicos como el agua y el desagüe. Esto es sin duda alguna es un factor que genera un mayor impacto en la salubridad de los pobladores de esta zona por la falta de lugares adecuados para evacuar las aguas servidas y desechos sólidos y la carencia de silos o pozos escépticos. Las personas vierten sus desechos y aguas servidas en la periferia de sus viviendas convirtiéndose en un foco infeccioso que a la larga pueda traer consigo enfermedades principalmente en las épocas de verano. Mucho de esto se debe a la dejadez de los propios pobladores, ya que ellos esperan que sea el gobierno central quien solucione todos sus problemas.

Es notoria la pobreza de las personas que habitan los asentamientos humanos en el Distrito de San Juan de Lurigancho, reflejada en la mala calidad y precariedad de sus viviendas y situación social, el cual también es la imagen común de los demás asentamientos humanos de muchos distritos en la ciudad de Lima tales como Comas, Independencia, El Augustino, San Martín de Porres, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores y Villa El Salvador.

8.5 POSIBLES SOLUCIONES

Es necesario ampliar los estudios sobre este tema porque muchas de las nuevas poblaciones que emergen en las grandes ciudades del país se están asentado en las laderas de los cerros y sobre ellos, debido a que las zonas llanas y urbanizadas no están al alcance de las personas de escasos recursos económicos. Por ello nuestra preocupación de dar a conocer este tema como una nueva problemática y esperando su estudio daremos algunas recomendaciones que de alguna manera u otra, pueda reducir este problema.

1. El uso de los recursos propios, es decir, las rocas que puedan servir para la construcción de las pircas siempre se encuentran y se encontrarán en estas zonas.

2. Verificar la calidad de las rocas que vayan a ser usadas para la construcción de las pircas debiendo ser estas rocas extraídas recientemente que no se encuentren en contacto directo con el medio ambiente, es decir, deberán ser rocas de cantera. Siendo las más recomendables las rocas graníticas por ser más resistentes y menos afectadas por efectos medioambientales.
3. Las rocas de la base de las pircas deberán ser de mayor dimensión y suficientemente empotradas en el terreno para garantizar su estabilidad.
4. Las rocas a ser colocadas para formar toda la pirca deberán estar en contacto una con otras y dispuestas de tal manera que se eviten cavidades de grandes dimensiones para que se pueda lograr una buena fricción entre las rocas.
5. Los taludes a ser cortados deberán ser mayores a los de relleno, pues las zonas de corte tiene una resistencia propia mayor a las de las zonas de relleno, por estar constituidos por roca firme.
6. Los rellenos deberán ser hechos por materiales en los cuales se pueda logran una buena compactación como por ejemplo hormigón o arena gruesa y nunca material de desecho como escombros de viviendas.
7. No es recomendable ocultar o cubrir estas pircas con concreto.
8. Existen técnicas mucho más caras, pero de un mejor comportamiento, como son la construcción de muros de contención de concreto armado, lo cual sería una alternativa para aquellos pobladores que en un futuro deseen construir sobre sus terrenos, viviendas de albañilería de uno o más pisos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Sobre la zona de estudio generalidades

1. Algunos inmigrantes, luego de vivir en zonas tugurizadas del centro de la ciudad de Lima, optaron por trasladarse a otras zonas donde han podido acceder a una vivienda propia. Es el caso del distrito de San Juan de Lurigancho donde la gran mayoría de sus pobladores son inmigrantes de otras regiones del Perú, muchos de ellos de escasos medios económicos.
2. Han sido cuatro las fuerzas que actuaron en el crecimiento del distrito de San Juan de Lurigancho: la iniciativa privada, el Estado, los grupos invasores y las asociaciones de pobladores; las cuales han modelado su geografía urbana.
3. Es apreciable la heterogeneidad de las edificaciones para vivienda, las mismas que decrecen en calidad conforme se va adentrando más en el distrito de San Juan de Lurigancho y alejándose de las zonas céntricas hacia las laderas de los cerros donde se asientan muchos de los Asentamientos Humanos del distrito.

Zona de Estudio, Urb. Las Flores 78 – La Basilia, San Juan de Lurigancho

4. Los estudios de suelos realizados demuestran que los terrenos sobre los que se asientan las edificaciones estudiadas no son los más favorables, debido a que presentan limos, arenas medias y gravas hasta una profundidad de 20 metros aproximadamente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Se ha comprobado que no existe separación alguna entre edificaciones vecinas de diferentes niveles (alrededor de 66% del total de edificaciones estudiadas) lo que representa un gran problema al momento de ocurrir un movimiento sísmico, debido a que las estructuras necesitan estar separadas una distancia mínima de 3 cm para que puedan oscilar libremente al ocurrir un sismo.

6. Las edificaciones usadas para el comercio representan un 32% del total, esto hace que aumente el nivel de vulnerabilidad sísmica, debido a que éstos pueden generar otro tipo de problemas, durante y luego del evento sísmico, como son los incendios, que generalmente son los causantes de más daños, debido a la escasez de agua, escasez de grifos contra incendio y a la tardía respuesta de las autoridades locales responsables como los bomberos, Defensa Civil, la Cruz Roja entre otras.

7. Se ha comprobado que alrededor del 18.1% de las edificaciones evaluadas se encuentran en construcción y éstos a su vez no poseen techos en los niveles que aún faltan construir, lo que significa que el nivel no construido o en construcción, no constituyen un diafragma rígido, esto causaría desprendimientos, caída de muros y unidades de albañilería durante el movimiento sísmico causando daños a sus habitantes y al público que pueda estar transitando en el momento de ocurrir el sismo.

8. Del trabajo de campo usando las hojas de evaluación, del procesamiento de la información recolectada y del análisis de ésta información, se concluye que la zona de estudio, la Urb. Las Flores 78 – La Basilia, presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica Media, debido a que el 74% de las manzanas estudiadas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica media.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. De acuerdo al análisis de la información recolectada en, las principales características arquitectónicas y estructurales que influyeron en la determinación de los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones son las que se mencionan a continuación: edificaciones mayores a dos pisos con desigual altura de pisos, sin separación adecuada o nula entre edificaciones colindantes, mayor densidad de muros en la dirección perpendicular a la calle, con esbeltez en planta y elevación aceptable, con un alto porcentaje de edificaciones no simétricas en planta y elevación, gran porcentaje de edificaciones en construcción sin constituir diafragma rígido sus techos por no presentarlos, antigüedad de las edificaciones mayor a otras zonas dentro del mismo distrito, estado de conservación regular y el uso que le dan a las edificaciones.

10. La posible caída de postes y torres de alta tensión que pasan por la Avenida Próceres de la Independencia y la Avenida Los Postes como consecuencia de un movimiento sísmico, obstruirían estas vías importantes, ocasionando dificultades en la intervención de las autoridades competentes (bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja, etc.) para atender la emergencia. El pánico generará en los pobladores una mayor confusión.

11. Basándonos en los datos obtenidos en el estudio de campo se determina el porcentaje de moradores que quedarían sin hogar luego de producirse un desastre y con esto calcular el área necesaria para albergar a los damnificados, prestar la debida atención médica; para luego comparar el área requerida con el área disponible que vienen a ser los parques, plazuelas, playas de estacionamiento, etc. para así establecer si existe déficit o no de éstos, así como para ver su distribución y cercanía a los lugares de mayor riesgo y sus posibles modificaciones o arreglos.

12. Las avenidas que rodean a la zona de estudio y los parques que se encuentran dentro de esta zona de estudio (3 parques) son las únicas zonas de seguridad que se pueden encontrar y que pueden servir como zonas de refugio en caso de un evento sísmico.

Se ha estimado que son 4 las personas que habitan cada inmueble y un total de 39 manzanas que han sido estudiadas; lo que nos da un total de 4300 personas aproximadamente que al momento de ocurrir un evento sísmico necesitarán zonas donde poder refugiarse y que también a la vez sirvan para zonas de evacuación y de seguridad. En el **Plano IX01**, que se encuentra al final de éste capítulo, se muestra la ubicación de estas tres zonas de seguridad signadas con las letras S1, S2 y S3. Otras zonas serán las avenidas 13 de Enero, Los Postes, Próceres de la Independencia y Los Jardines Este.

Uso de la tierra como material de construcción tradicional de viviendas en el Perú

13. La fragilidad y poca resistencia de las edificaciones de tierra frente a desastres naturales (sismos e inundaciones) han quedado largamente demostradas en los registros de desastres ocurridos en el mundo entero. En el Perú, se ha registrado, en varias oportunidades, el colapso de edificaciones de tierra ante ocurrencia de estos fenómenos naturales comunes en nuestro país.
14. Desde hace diez años aproximadamente, una variación en la aplicación del adobe, lo constituye la construcción de viviendas de mampostería con ladrillo de tierra sin cocer, constituidas con una relación dada de arcilla-tierra y arena secadas al sol que no poseen las mismas características que los ladrillos de arcilla cocida. Sus dimensiones por lo general son de 22x12x9cm y variaciones de éstas. Dado que sus dimensiones son muy pequeñas al compararlos con los adobes tradicionales 40x40x10 y al no encontrarse estabilizados con algún

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

material que mejore su resistencia y estabilidad como es el uso de la paja en las unidades de adobe tradicionales, se concluye que su uso no es el más recomendable para la construcción de edificaciones.

15. Se ha incrementado la proliferación de edificaciones para vivienda de mampostería de tierra, sin cimentación o con cimentación precaria, con muros de tan solo 25 y 11 cms. de espesor, construidas con bloques de tierra cuyo proceso de fabricación es similar al de los adobes. El ladrillo artesanal (bloque cocido) puede alcanzar en el mercado precios hasta tres veces mayores a los del bloque sin cocer, es por ello que se ha difundido ampliamente su uso entre la población de escasos recursos económicos asentados principalmente en la costa del Perú.

16. La zona con mayor cantidad de edificaciones con ladrillos de arcilla sin cocer es "Campoy", debido a su cercanía a la localidad de Huachipa - Lurigancho donde la existencia de talleres de fabricación artesanal de ladrillos (sin cocer y cocidos) desde hace muchos años, hace que los pobladores que residen en sus alrededores y otras zonas de influencia construyan sus viviendas con ladrillos sin cocer, debido a su bajo costo que es aproximadamente un 40% menor que el costo de los ladrillos cocidos (Costo de un millar de ladrillos sin cocer: US \$ 12.00)

17. La cimentación de muchas de las edificaciones de Campoy construidas con ladrillos sin cocer es de bloques de ladrillo cocido colocados de cabeza sobre una superficie previamente apisonada y nivelada dependiendo de cada poblador que construye el número de filas necesarias para asentar sobre ellos los ladrillos sin cocer; estas varían desde unas 2 filas hasta aproximadamente 5 filas en casos muy excepcionales, este tipo de edificaciones no posee sobrecimiento o éste es escaso y algunas de estas edificaciones no poseen cimientto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

18. Muros construidos con ladrillos sin cocer en Campoy, cuyas dimensiones son de 22x12x9cm y otras, son colocados en amarres de cabeza en gran parte de las edificaciones lo que refleja que el poblador es conciente que de esta manera se logra una mayor capacidad resistente y mayor seguridad ante un movimiento sísmico, aunque esto involucre la utilización de una mayor cantidad de unidades. Otras tantas edificaciones son edificadas con ladrillos colocados en amarre de soga lo que hace a éstas edificaciones un poco más resistentes al sismo. Ambas formas de aparejo de los muros, de soga y de cabeza, usan un mortero de tierra arcillosa con un poco de arena para evitar su contracción con juntas de un espesor de 2 a 3 cm. El espesor de muros varía de acuerdo al tipo de aparejo o la manera de colocar los ladrillos sin cocer, es decir, de cabeza (aprox. 22cm) o soga (aprox. 12cm).

19. La gran mayoría de las edificaciones de ladrillos de arcilla sin cocer en Campoy poseen letrinas dentro del área del terreno, por lo general en la parte trasera o patio interior que son unos silos cilíndricos de una buena profundidad. El servicio de agua lo poseen pero no dentro de la vivienda, las instalaciones de luz se hacen sobre o a la vista sobre las paredes interiores lo que representa un gran riesgo en caso de un corto circuito debido al material inflamable que poseen dentro de las viviendas y por el tipo de techo que usan, por lo general caña guayaquil, esteras, plásticos, cartones, etc.

20. Otro de los graves problemas por los que atraviesa la ciudad de Lima, y que se ha venido acrecentando con el paso del tiempo, es el de las casonas antiguas. Esas edificaciones, construidas en su mayoría con adobe, se han convertido por efecto del paso del tiempo, dejadez de sus ocupantes, falta de mantenimiento y descuido de las autoridades, en vetustas casonas a punto de colapsar en cualquier momento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

21. Las casonas antiguas han pasado a ser un problema de seguridad, debido a que muchas de ellas se encuentran habitadas por muchas familias, que por no tener otro lugar donde vivir, ponen en grave riesgo sus vidas permaneciendo en los inmuebles que no garantizan ninguna seguridad.

El Sismo de Atico del 23 de Junio del 2001 y sus Efectos en las Viviendas de Adobe en la Ciudad de Moquegua

22. Las edificaciones de adobe o quincha de la ciudad de Moquegua sufrieron daños severos o colapsaron principalmente por su antigüedad (muchas de estas edificaciones datan de principios del siglo XX) por los eventos sísmicos que se dieron en el transcurso de sus existencias y por la fragilidad y poca resistencia del material en sí.
23. Construcciones de adobe ubicadas en la zona histórica de Moquegua son protegidas por las entidades encargadas de su conservación, integridad e intangibilidad como el Instituto Nacional de Cultura, UNESCO entre otros, por ser consideradas Patrimonio Histórico Nacional, lo que dificulta realizar trabajos de resane, reparación y/o reforzamiento por parte de los propietarios de estos inmuebles, por verse impedidos de realizar esos trabajos, por ser muy difícil conseguir el permiso o autorización para estas obras.
24. La aglomeración urbana en el centro de la ciudad, principalmente en la zona donde se asienta el centro histórico de Moquegua, la estrechez, no continuidad y fuerte pendiente de sus calles y avenidas, como también la antigüedad, falta de mantenimiento y mal estado de conservación de los inmuebles construidos con adobe (cerca de 400 en el Centro Histórico – Ref. Arq. Valdivia, G.) así como la de sus instalaciones de servicios básicos contribuyeron aun más en los efectos naturales del sismo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

25. En las edificaciones de albañilería se apreciaron diversa gravedad de daños desde leve a severo. Es natural que cualquier edificación presente daño leve o moderado luego de ocurrido un movimiento sísmico, lo que daría fe de que la edificación cumplió con lo mínimo que las Normas establecen desde el diseño hasta la construcción. Sin embargo, muchas edificaciones presentan daño severo que imposibilitan su habitad y encarecen su reparación o reforzamiento, debido a la falta de estudios de la capacidad portante del terreno de fundación, al mal diseño arquitectónico y estructural, el uso de materiales de construcción de mala calidad, la nula o deficiente supervisión de las obras durante la construcción, todo esto aunado a la falta de preparación de la población en caso de un evento sísmico puede provocar muertes.

26. Una de las principales causas de falla en edificaciones de albañilería es la inadecuada separación de los estribos en las columnas y el mal dimensionamiento de las mismas; y en edificaciones de sistema constructivo mixto la inadecuada separación de los muros de las columnas ocasiona la mayor cantidad de daños en las estructuras debido a que se presenta el problema más común que es el de la "columna corta" , que de acuerdo a la historia es la principal causa de colapso y falla de cualquier tipo de edificación.

27. Una de las principales deficiencias constructivas y de diseño que ha causado mucho más daños en eventos sísmicos anteriores y que aún se viene dando es la *columna corta*, generalmente provoca serios daños estructurales dejando no operativas las edificaciones y en riesgo de colapso, como ha quedado demostrado en el último sismo de Atico del 23 de Junio del 2001 que afectó principalmente la infraestructura educativa en las ciudades del sur del Perú.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

28. La autoconstrucción no toma en cuenta a los técnicos especializados para el diseño de la edificación y se limita al conocimiento adquirido de los maestros de obra para el diseño, él cual no toma en cuenta la configuración en planta y elevación de las edificaciones, que es también decisiva en el comportamiento que la edificación vaya a tener durante un movimiento sísmico, aún cuando los elementos resistentes se encuentren bien dimensionados según el criterio del maestro de obra, ocasionando serios daños en las edificaciones tal como se muestra en el capítulo VI.

Ensayos de Laboratorio en Ladrillos de Arcilla sin Cocer

29. De los ensayos en el Laboratorio Geotécnico hemos encontrado que si no podemos cambiar la proporción de finos en las unidades de albañilería de arcilla sin cocer, queda tan sólo variar la proporción de finos del mortero de asentado, haciendo que la proporción de este sea semejante al de las unidades de albañilería para lograr de esta manera una mayor y mejor adherencia entre las unidades y el mortero.
30. De acuerdo las propiedades del suelo para las unidades de albañilería de ladrillos de arcilla sin cocer y el mortero de asentado (L.L., L.P., I.P. y L.C.) obtenidas en el Laboratorio Geotécnico, se llega a la conclusión que los cambios volumétricos por efectos del agua, tanto en las unidades como en el mortero, no son considerables.
31. Debido al tipo de amarre, en éste caso el amarre fue en soga, para esbelteces usuales y evitando cualquier otro tipo de falla, la resistencia del muro a escala natural equivale al 70% del valor obtenido en los ensayos, por lo tanto la resistencia del muro a escala natural es de 1260.0 Kg/cm².

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

32. De los ensayos en el Laboratorio de Estructuras en especímenes sin refuerzo, con mano de obra calificada (técnicos en construcción) y otros con reforzamiento y con mano de obra local (albañil) con supervisión. Se pudo apreciar una diferencia marcada en los procesos constructivos y el acabado de los muros. La reutilización de unidades afectó directamente en sus resistencias máximas al ser ensayados y por ende en los desplazamientos máximos que puedan alcanzar.
33. Al no existir confinamiento vertical (columna u otro elemento resistente como caña de bambú o caña guayaquil) en los extremos de los muros hace que los muros fallen por deslizamiento de las unidades. En los muros ensayados se verificó un desplazamiento máximo de 25 mm.
34. La adición del refuerzo en los muros hace que éstos sean más rígidos y por tanto resistan una mayor sollicitación de cargas de corte evitando su colapso temprano, brindando un poco más de seguridad a las edificaciones construidas con este tipo de material y refuerzo, y un margen de tiempo un poco mayor comparado con las edificaciones no reforzadas para la evacuación de sus ocupantes en caso de un movimiento sísmico.
35. De los ensayos realizados en el Laboratorio de Estructuras se ha comprobado que el uso de las unidades de arcilla sin cocer en la construcción de edificaciones no es recomendable, debido a su poca resistencia y la alta fragilidad, especialmente al ser colocados en aparejos de sogas y sin reforzamiento.

Los Asentamientos Humanos y los Movimientos Sísmicos

36. Se ha verificado, por medio de este estudio la proliferación de grupos habitacionales asentados en zonas inadecuadas, propensas a inundaciones y deslizamientos de masas, así como lo limitado de las acciones de control en lo referente a delimitación de zonas adecuadas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

para expansión y crecimiento se refieren, por parte de los gobiernos locales.

37. Las edificaciones construidas en las laderas de los cerros, que generalmente son construcciones en invasiones o asentamientos humanos, no guardan las más mínimas normas de seguridad siendo la zona que ocupan no aptas para el crecimiento y expansión de cualquier ciudad en nuestro país.
38. Debido a la inestabilidad de las laderas y de los materiales sueltos que componen los cerros existe la posibilidad de remoción de masas ante la ocurrencia de un movimiento sísmico de regular magnitud dejando cuantiosos daños en las viviendas y sus ocupantes.
39. Es preciso realizar el estudio de estabilidad de taludes en los cerros donde se asientan muchos de los Asentamientos Humanos que representan más del 50% de la población en el distrito de San Juan de Lurigancho. Las pircas construidas artesanalmente sin ningún asesoramiento técnico, para soportar las edificaciones de los pobladores, no garantizan un adecuado comportamiento sísmico.
40. Lo angosto de las quebradas donde se encuentran asentados por lo general los Asentamientos Humanos no permiten una rápida acción de parte de los organismos correspondientes como son bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja, etc. en caso de cualquier tipo de fenómeno natural.
41. La ausencia de zonas de seguridad, de evacuación y refugio, como son los parques, campos deportivos, losas deportivas, playas de estacionamiento libres, empeora aún más la vulnerabilidad de los pobladores que habitan en la gran mayoría de asentamientos humanos y barrios populares de la gran Lima, en especial en la zona de San Juan de Lurigancho.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

42. La inadecuada ubicación geográfica de las edificaciones y la falta de estudios de microzonificación sísmica en la gran mayoría de distritos de Lima Metropolitana, hacen que el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se vea incrementada por efectos del terreno donde se asientan éstas edificaciones.

43. A través de la vulnerabilidad física de los asentamientos se afecta al hombre, porque pierde su cobijo, sus pertenencias o su vida, debido a los daños o destrucción de su vivienda y de las facilidades que existían a los alrededores de su vivienda.

44. La división socio - económica - territorial, crea condiciones extremas de vulnerabilidad en grandes sectores de la población, siendo vulnerable a sufrir una serie de desastres tales como: enfermedades, desnutrición, etc. Este desamparo económico se traduce social y culturalmente, siendo las personas discriminadas debido a sus bajos ingresos, bajo nivel educativo, al analfabetismo, etc. Esto constituye la vulnerabilidad económica, social y cultural lo cual influye directamente en la vulnerabilidad física. Esto hace que ciudades en zonas altamente sísmicas crezcan vertiginosamente urbana e industrialmente, por tanto, la población se encuentra sujeta a sufrir un desastre sísmico constante. Por lo tanto, los desastres sísmicos no ocurren por casualidad sino que son el producto de la vulnerabilidad del hombre y su vida urbana, es decir, que la situación socio – económica de la población, que no es estática sino que cambia continuamente, es también importante y no tan sólo el estudio en forma estática de los aspectos físicos que presentan los asentamientos urbanos.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario renovar constantemente la concepción del diseño y construcción de edificaciones que hasta hace poco se usaba, con diseños que refuercen la estabilidad de las obras hasta cierto valor que garantice que no colapsen ante sismos de magnitudes previsible por los datos obtenidos a la fecha, sin que estos signifiquen mayores gastos de inversión.
2. La labor del Ingeniero no está limitada a brindar seguridad a las edificaciones que deciden construirse en cualquier lugar, incluyendo los lugares inapropiados, sino que comienza en la selección adecuada de lugares de emplazamiento de estas edificaciones. Esta selección tiene dos enfoques según las proporciones sometidas a evaluación en su peligro sísmico, calidad de soporte y transmisión de las vibraciones sísmicas.
3. La zona de estudio escogida, deberá ser la representativa de la mayoría de las áreas críticas de una región, por lo menos en el sentido que contenga todos los tipos de edificaciones que se encuentran en áreas tugurizadas, con diferentes modalidades de tenencia y uso. Deberá ser un área suficientemente compacta para ser materia de investigación, a la vez que lo suficientemente grande para ser una muestra representativa.
4. Se recomiendan los estudios de microzonificación sísmica, que por medio de la combinación de los datos sísmicos con condiciones locales de geología y suelo permite determinar con cierto nivel de confianza las zonas donde se producirán mayor o menor intensidad sísmica, lo que nos ayudará a establecer las zonas favorables para ser habitadas y compo también las probables zonas de seguridad y refugio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Algunos criterios para aminorar el riesgo sísmico son:
 - a) Modificaciones en las áreas afectadas como:
 - Ensanchamiento de calles.
 - Reforzamiento de edificaciones afectadas.
 - Demolición de las edificaciones muy afectadas.
 - Apertura de nuevas vías.
 - Preservar, crear y dotar de seguridad a las áreas de refugio.
 - b) Con referencia a la emergencia.
 - Precauciones dentro del hogar para evitar el peligro (caída de muebles, incendios, etc.)
 - Definir un comportamiento correcto en caso de sismo (como evitar el pánico)
 - Delimitar zonas seguras e inseguras dentro y fuera de la vivienda, rutas de escape y evacuación.
 - Instruir a la población para enfrentar posibles desastres.
 - Definir las probables necesidades de vivienda, medicamentos, alimentos, etc., para el período de emergencia inmediatamente después del sismo.
6. Para una mejor atención a los damnificados así como a sus pertenencias, se debe disponer de un plan a nivel distrital que contemple:
 - a) El establecimiento de rutas de escape hacia lugares cercanos de refugio.
 - b) La ayuda inmediata de carpas y atención médica a los moradores.
 - c) La vigilia de las fuerzas del orden para evitar actos de pillaje.
7. Realizar un estricto control en las construcciones nuevas por parte de las comisiones técnicas de las municipalidades. También deben estar sujetas a este control las construcciones realizadas por entidades del estado, el Banco de Materiales, u otras entidades crediticias para de esta manera garantizar un mejor comportamiento de las edificaciones al momento de

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ocurrir un movimiento sísmico de consideración como se ha hecho en otros países.

8. El cumplimiento y la aplicación de las normas de diseño arquitectónico, diseño estructural, de suelos y cimentaciones, de construcción y de supervisión actuales y la revisión constante de éstas por técnicos especializados; una adecuada mano de obra y obligatoriedad del cumplimiento y aplicación de la reglamentación por parte de las municipalidades y ministerio de construcción, evitarán que futuras edificaciones presenten daños serios ante la ocurrencia de sismos de regular magnitud.
9. Se debe construir accesos adecuados a la topografía existente en cada zona de tal manera que el acceso de las unidades de emergencia en caso de una emergencia a una zona afectada sea el más conveniente, efectivo y fácil.
10. En relación al distrito de San Juan de Lurigancho, debe haber una reubicación de lotes en el AA. HH. Prolongación Santa María principalmente en aquellas zonas donde se compruebe que no sean aptas para su ocupación debido a las condiciones que presentan como se pudo comprobar en la mayoría de las quebradas que forman la quebrada principal donde se asienta éste.
11. No se recomiendan los aparejos de sogas para futuras edificaciones a construirse con ladrillos de arcilla sin cocer, debido a las características desfavorables que se han demostrado en los ensayos de laboratorio realizados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

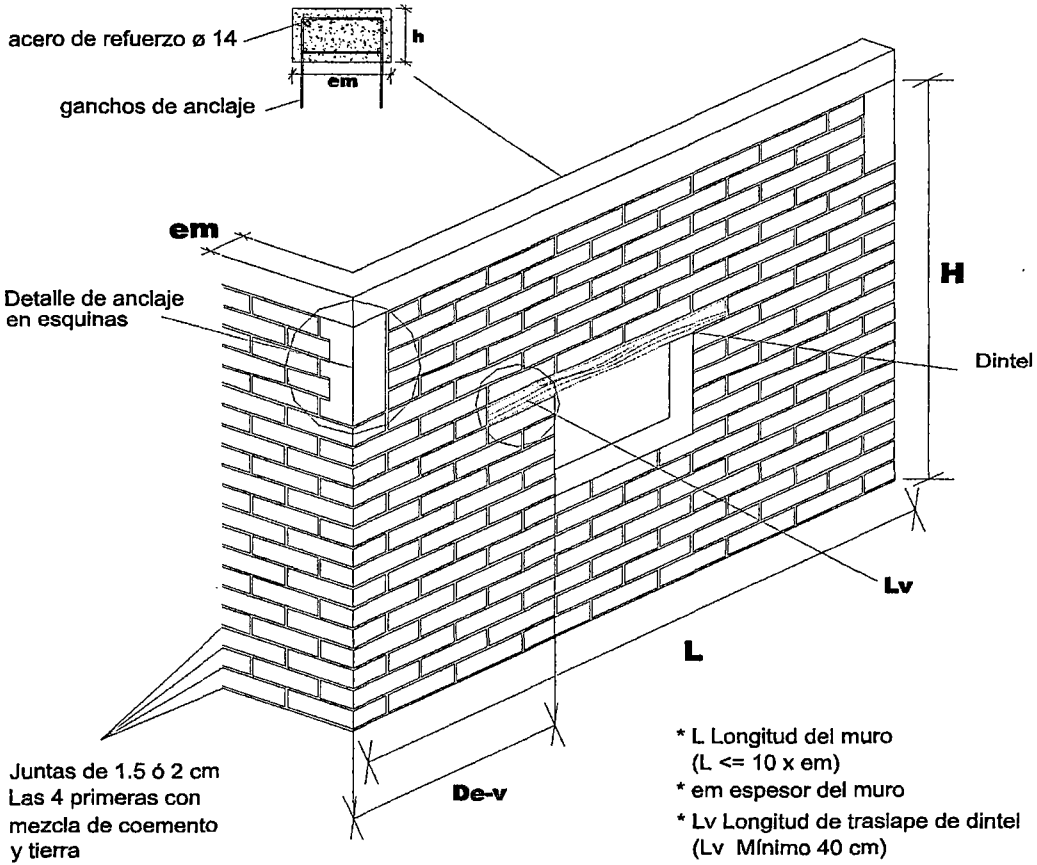
12. Es recomendable mejorar la resistencia y estabilidad de las unidades de adobe y de el mortero de asentado, añadiéndoles materiales de bajo costo a la mezcla de tierra (arcilla y arena). Una alternativa de bajo costo son las fibras naturales como la paja, ichu, las fibras de penca u otras fibras que sean propias de las zonas donde se vayan ha realizar las construcciones; o materiales como el asfalto, el cemento o la cal que aumentan los costos pero que son mejores que las fibras naturales.

13. En el **Plano IX01**, se recomienda el uso de la zona de seguridad **S1** para edificaciones ubicadas en las manzanas 3, 5, 8, 12,y 13; la zona de seguridad **S2** para las manzanas 19, 20, 21, 28 y 31; la zona de seguridad **S3** para las manzanas 26, 29, 30, 32 y 36, las pistas de la **Avenida Los Postes** servirá para las manzanas 1, 4, 5, 6 y 9; la **Avenida Próceres de la Independencia** para las manzanas 1, 2, 20, 21, 22 y 23; la **Avenida Los Jardines Este** para las manzanas 23, 27, 35, 37, 38 y 39 y la **Avenida 13 de Enero** a las manzanas 9, 10, 11, 17, 18, 19, 33, 34 y 35 también las manzanas 15, 16 y 31 que se encuentran más cerca de ésta avenida.

14. Se debe tener en cuenta para futuras construcciones en adobe las siguientes recomendaciones que se han esquematizado en las siguientes vistas **F-IX01**, **F-IX02** y **F-IX03**, y que deberían ser tomadas para garantizar un mejor comportamiento de las edificaciones de tierra ante la ocurrencia de movimientos sísmicos y de ésta manera poder garantizar también a sus ocupantes un mayor margen de tiempo para que puedan evacuar y poner a salvo sus vidas.

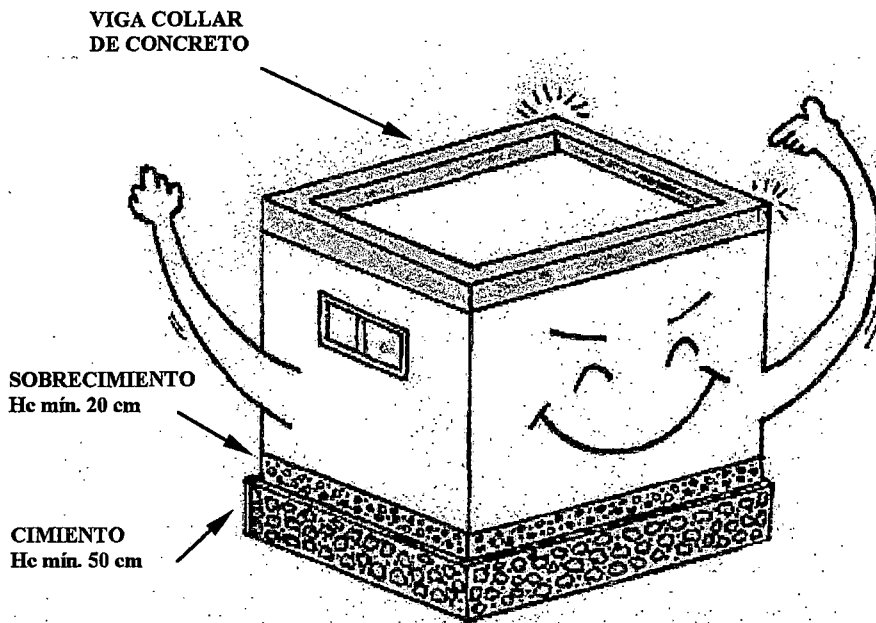
F-IX01

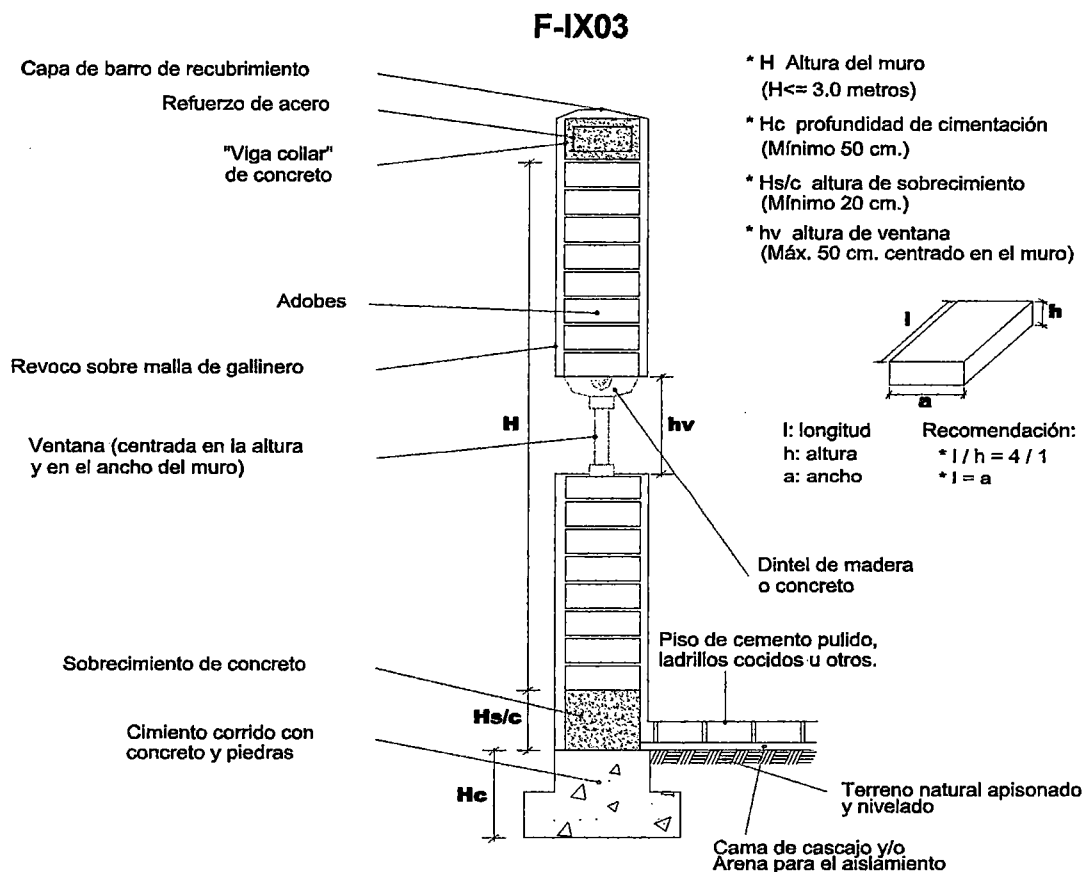
Sección de la viga collar de refuerzo



- * L Longitud del muro (L \leq 10 x em)
- * em espesor del muro
- * Lv Longitud de traslape de dintel (Lv Míximo 40 cm)
- * De-v Distancia de esquina a vano (De-v Míximo 90cm)

F-IX02





15. Se propone la continuación de las investigaciones en tierra como material de construcción de edificaciones mejorando las características de las unidades de albañilería y del mortero de asentado, diseñando y ensayando otros tipos de reforzamiento, que resulten económicos y beneficiosos a un gran sector de la población que opta por este tipo de construcciones debido a las limitaciones económicas que atraviesa la gran mayoría de los pobladores en nuestro país principalmente en las zonas rurales de la sierra y la costa.

16. Es necesario realizar estudios de Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones ubicadas en las laderas de los cerros a un nivel de tesis de investigación de tal manera que se pueda dar a conocer a los pobladores que habitan estas zonas los riesgos a los cuales están sujetos por malas técnicas constructivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. "Estudio de la vulnerabilidad y medidas de prevención sísmica en el Cercado de Lima"; Ríos V. José. Tesis Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú (1991)
2. "Vulnerabilidad, pobreza y desastres"; Prevención de Desastres - PREDES. Lima – Perú (2001)
3. "Diseño Sísmico de Construcciones de Adobe. Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe"; Morales Roberto, Torres Rafael, Irala Carlos. Lima – Perú
4. "Reglamento Nacional de Construcción"; Cámara Peruana de la Construcción. Lima – Perú (1993)
5. "Diseño Sismorresistente"; Norma Técnica de edificaciones E – 030, Segunda edición. Lima – Perú (1997)
6. "San Juan de Lurigancho: Su historia y su gente"; Jack Polanis; Instituto Francés de Estudios Andinos. Lima – Perú (1987)
7. "Se Busca Terrenos para Próxima Barriada"; Riofrío, Gustavo. Lima – Perú. DESCO (1978)
8. "Perú: Primeros Resultados del Censo de Población por Departamentos"; Censos Nacionales 1993 IX de Población IV de Vivienda - Dirección Nacional de Censos. Lima – Perú (1993)
9. "Aspectos sismológicos, Magnitudes, Aceleraciones, Intensidades, Efectos Geológicos y Efectos de Suelos de los terremotos de los años: 1942, 1966, 1974, 1993 y 2001"; Dr. Hernando Tavera. Instituto Geofísico del Perú. Lima – Perú

10. "Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban areas against Seismic Disasters RADIUS"; International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR 1990-2000) and United Nations. Geneva (1996)
11. "Evaluation of Seismic Safety and Guidelines on Seismic Retrofitting Design of Existing Reinforced Concrete Buildings"; Hirosawa M. Tokyo 1976.
12. "Evaluación de la Capacidad Sísmica de Edificios en la Ciudad de México"; Iglesias J. México 1986.
13. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards"; ATC (Report ATC-21). Redwood City - US 1988.
14. "Evaluación Cualitativa de la Vulnerabilidad Sísmica de los Institutos Educativos Ubicados en la Zona Metropolitana de Barquisimeto"; Mirielly J. Perdomo L. Karine T. Pérez Z. Eneida C. Torrealba S.
15. "Fundamentos para la Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud"; Organización Panamericana de la Salud. Washington DC – USA (1997)
16. "Lecciones Aprendidas en América Latina de Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud"; Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas, Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales. Washington DC – USA (1997)
17. "Seismic Fault – Induced Failures: Possible remedies for Damage to Urban Facilities"; Kazuo Konagai, Muneo Hori and Kimiro Meguro. Japan Society of Civil Engineering. Tokyo – Japón (2000)
18. "Informes de las Misiones de Reconocimiento de Daños causados por el Sismo de Arequipa del 23 de Junio del 2001"; UNI – CISMID. Lima – Perú (2001)

19. "Lecturas y Notas de Clases del Curso de Ingeniería Antisísmica"; Dr. Javier Pique del Pozo. Lima – Perú (1998)
20. "Estudio de la Vulnerabilidad de Edificaciones de Tierra"; Dirección de Investigación y Normalización – SENCICO. Ing. Francisco Ríos V , Inga. Gabriela Esparza R. Lima – Perú (1999)
21. "Software para el Control de los Actuadores del Laboratorio de Estructuras del CISMID"; Tesis Universidad Nacional de Ingeniería; Mónica Ramírez O. Lima – Perú (2001) Carlos Chunga
22. "Albañilería Estructural"; Colegio de Ingenieros del Perú; Hector Gallegos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú (1991)
23. "Estudio de Viviendas Tugurizadas en Lima"; INADUR. Lima – Perú (1989)
24. "Investigation into the failure mechanisms of brick masonry loaded in axial compression". Proceeding of international conference on masonry structural systems. Hillisdorf, H.K. Texas – USA (1969)
25. "Estudio Experimental de la Variación del Área Neta en ladrillos de Arcilla y su Influencia en el Comportamiento Sismorresistente de Muros Confinados". Tesis Universidad Nacional de Ingeniería; Mónica Ramírez O. Lima – Perú (2001)
26. "Ensayos Realizados en Muros de Albañilería Confinada"; Patricia, Gibu Y., César Serida M. Tesis Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú (1993)
27. "Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural"; Angel, San Bartolomé. Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú (1994)

28. "Reducción de Desastres Naturales. Viviendo en Armonía con la Naturaleza"; Julio Kuroiwa H. Lima – Perú (2002)
29. "Geology of Lima, Perú"; Moses Karakouzian, Mario Candia, Richard Wyman, Mervyn Watkins, and Nick Hudyma. Environmental & Engineering Geoscience, Vol. III, N°1, Spring 1997.
30. "Vulnerabilidad Pobreza y Desastres"; Revista del Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). Año 8, N° 14. Lima – Perú (2001)