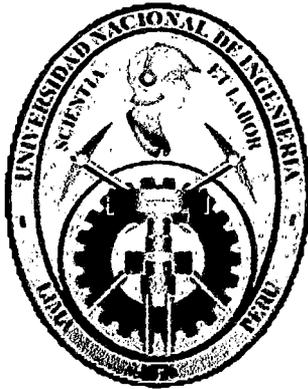


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS**  
**EDIFICACIONES DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO CIVIL**

**ALFREDO MANUEL RAMÍREZ MAGÁN**

**LIMA-PERÚ**  
**2002**

**Digitalizado por:**

Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse

*A mi mamá y mi papá María y Alfredo  
Quienes me brindan todo su apoyo y amor,  
ayudándome a poder obtener una superación  
Integral y una orientación en mi vida personal.*

*A mis hermanos Carlos y Paola  
Por su comprensión y apoyo.*

*A Mercedes por brindarme el apoyo y  
Darme el empuje para poder  
Concluir con mi trabajo de tesis.*

## **Agradecimientos**

Quiero expresar en primer lugar mi agradecimiento y respeto al profesor Dr. Carlos Zavala Toledo, por su valiosa asesoría y tiempo en la realización del presente trabajo de investigación. De igual forma al Ing. Francisco Ríos Vara quien también me apoyo en dicho trabajo de tesis. Al CISMID y todas las personas que laboran allí que de alguna forma u otra me apoyaron y colaboraron para la realización de dicho trabajo de tesis.

También mi agradecimiento a la Sra. Marina Sequeiros alcaldesa de la Municipalidad del Distrito de San Miguel, por el interés y la colaboración en el trabajo de tesis efectuado. De igual forma a la Arq. Carmen Kong Requeña; jefa de Oficina de Obras, al Arq. Iván Camac y al Sr. William que me ayudaron en una primera etapa; así como también al Arq. José Luis Vargas por su apoyo, a la Arq. Eliana Molina jefa de Catastro y a la Srta. Diana y finalmente al Sr. Jesús Huallparimachi por su gran apoyo.

*Muy agradecido por todo*

**EL AUTOR**

## ***SUMARIO***

Cubrir la necesidad de vivienda de la población ha constituido desde hace mucho tiempo un objetivo de todas las economías mundiales, especialmente de las de los países en desarrollo. Sin embargo, este objetivo no se cumple regularmente y por tanto el déficit habitacional crece año tras año, ocasionando bajos niveles de vida. En algunos países de América Latina se han concebido políticas y planes de vivienda que permiten cubrir la brecha de manera eficiente y sostenida. Sin embargo, en otros países sólo aflora la buena intención, mas no una solución que permita encarar el futuro con la seguridad de tener una vivienda propia.

Además de ello se suma la idea que el bajo costo supone el costo barato y no necesariamente el manejo eficiente, apropiado y trascendente de unos recursos escasos.

Hace ya casi un siglo que en el mundo occidental se empezó a experimentar este concepto moderno, la noción que lo económico en el campo constructivo presupone sobre todo el manejo inteligente de concepciones teóricas, mecanismos industriales e innovaciones logísticas, para poder producir la infraestructura en vivienda, copiosa pero eficientemente, confortable aunque sucinta, y digna, sin ser mezquina, del departamento o casa que en un mundo democrático, genuino y operante, tiene derecho a encontrar el ciudadano promedio. El Perú supo adquirir esa noción ejemplar, hace más de 60 años, cuando aun la arquitectura, la ingeniería y la industria que actuaban en el mercado de la infraestructura pública, produjeron la UV 3, Mirones y Barboncito, entre muchas otras obras, aquellas agrupaciones y unidades vecinales que arquitectos preparados, ingenieros competentes y políticos modernos, dignos y responsables, comenzaron a brindarle a un país necesitado de encontrar medios propicios para brindarle al obrero, profesional y empleado, una vivienda económica dentro de un entorno grato.

Por tanto, para que se presente baja vulnerabilidad sísmica en las edificaciones, se debe dar un empuje al desarrollo, que permita a la mayoría de la población, el acceso a condiciones de vida y actividades económicas seguras y estables. Bajo este enfoque, aumentar los ingresos, generar trabajo, redistribuir la tierra y mejorar la salud y la educación, que se convierten en actividades de mitigación tan válidas como construir edificaciones sismo-resistentes.

El siguiente proyecto de tesis, se centra en las características físico-habitacionales del Distrito de San Miguel, dentro de un procedimiento y metodología para poder obtener la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. A continuación se explicará brevemente el contenido de cada uno de los siete capítulos con que cuenta el trabajo de tesis:

En el *Capítulo I*: Se presenta los objetivos, metodología y alcances del trabajo realizado, así también las características físicas territoriales del distrito de San Miguel que constan de la ubicación geográfica, topografía, hidrogeología, características climatológicas y vientos. Finalmente se muestra la reseña histórica de dicho distrito.

En el *Capítulo II*: Se muestra la particularidad de la geología, geotécnica y sismicidad de la zona, a nivel de Lima provincia y específicamente al nivel del distrito en estudio. También se muestra las condiciones sísmicas del Perú, país de alto riesgo sísmico, como también la teoría de la tectónica de placas y la sismicidad histórica.

En el *Capítulo III*: Con información recogida de la municipalidad del distrito de San Miguel y fuentes del INEI, se puede ver la composición urbana del distrito, éstas divididas por zonas de acuerdo al uso del suelo sean estas del tipo residencial, comercial, industrial o recreacional. El número de edificaciones, áreas construidas, material predominante, estado de conservación y tipo de tenencia; así también como la infraestructura de

servicios con que cuentan, llámense estos, servicio de agua, desagüe, fluido eléctrico y servicio de teléfono.

En el *Capítulo IV*: Se presenta las características de la población del distrito de San Miguel (información recogida de la municipalidad e INEI), en número de habitantes por sexo, por nivel educativo, por oficio u profesión y por población económicamente activa.

En el *Capítulo V*: Se da el concepto de vulnerabilidad sísmica, así como los efectos que un determinado sismo ocasionaría a los diferentes tipos de viviendas que existen en el Perú. Se muestra uno de los tipos de análisis que se realizan para hallar la vulnerabilidad de las edificaciones y se cuantifica por medio de un ejemplo de aplicación.

En el *Capítulo VI*: Se evalúa la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, antes indicando el procedimiento empleado y la metodología de evaluación; para mostrarnos como resultado final la zonificación integral del distrito de la vulnerabilidad de sus edificaciones ante un sismo determinado.

En el *Capítulo VII*: Se muestra las conclusiones y recomendaciones, como base referencial bastante representativa, lo suficiente como para servir de aporte en los planes de prevención, zonificación y o reforzamiento de viviendas.

## INDICE

<b>1. Capítulo I: Aspectos Generales del Distrito.</b>	
<b>1.1. Generalidades</b>	
1.1.1. Objetivos.....	1
1.1.2. Metodología.....	1
1.1.3. Alcances.....	1
<b>1.2. Características Físicos Territoriales.</b>	
1.2.1. Ubicación Geográfica.....	3
1.2.2. Topografía.....	3
1.2.3. Hidrogeología.....	4
1.2.4. Características Climatológicas.....	5
1.2.5. Vientos.....	5
1.2. Reseña Histórica.....	5
<b>2. Capítulo II: Características Geológicas, Geotécnicas y Sísmicas de la Zona.</b>	
<b>2.1. Condiciones geológicas.</b>	
2.1.1. Lima. ....	8
2.1.2. Distrito de San Miguel. ....	10
<b>2.2. Condiciones geotécnicas.</b>	
2.2.1. Lima. ....	11
2.2.2. Distrito de San Miguel. ....	12
<b>2.3. Condiciones Sísmicas.</b>	
2.3.1. Perú: País de alto riesgo sísmico. ....	12
2.3.2. Tectónica de Placas. ....	14
2.3.3. Tectónica General. ....	18
2.3.4. Sismicidad Histórica. ....	22
<b>3. Capítulo III: Composición Urbana del Distrito</b>	
<b>3.1. División por zonas urbanas.</b>	
3.1.1. Zona Residencial. ....	25
3.1.2. Zona Comercial. ....	26
3.1.3. Zona Industrial. ....	26
3.1.4. Zona Recreacional. ....	26
<b>3.2. Infraestructura de Servicios.</b>	
3.2.1. Red de agua. ....	33
3.2.2. Red de desagüe. ....	34
3.2.3. Red de fluido eléctrico. ....	35
3.2.4. Servicio de teléfono. ....	35
<b>4. Capítulo IV: Población.</b>	
4.1. Número de habitantes. ....	38
4.2. Características de la Población.....	38
4.3. Empleo. ....	39
<b>5. Capítulo V: Vulnerabilidad Sísmica.</b>	
5.1. Vulnerabilidad.....	42
5.2. Efectos Sísmicos en Edificaciones.....	42

5.2.1.	Edificaciones con muros de albañilería sin reforzar, con techo flexible y ligero.....	43
5.2.1.1.	Recomendaciones para el Diseño de Edificaciones Tipos a y b.....	43
5.2.2.	Edificaciones de madera y/o caña.....	45
5.2.3.	Construcciones de albañilería con techo rígido y pesado.....	47
5.2.4.	Construcciones de concreto armado: Fallas de escuelas durante sismos.....	48
5.3.	Consideraciones para el Análisis de la Vulnerabilidad. ....	50
5.4.	Cuantificación de la Vulnerabilidad. ....	51
5.5.	Algunas Metodologías para la Evaluación de la Vulnerabilidad.	
5.5.1.	Método del índice de vulnerabilidad.....	53
5.5.2.	Simulación y calibración de funciones de vulnerabilidad.....	56
5.5.3.	Estudio probabilista y resultados de la simulación.....	58
5.5.4.	Aplicación de la Metodología al "Eixample" de Barcelona.....	62
6.	Capítulo VI: Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.	
6.1.	Procedimiento utilizado.....	66
6.1.1.	Herramienta Empleada-ArcView GIS.....	66
6.1.2.	Resultados Obtenidos con el Programa.....	66
6.2.	Metodología de evaluación.	
6.2.1.	Densidad Mínima de Muros.....	67
6.2.2.	Area Efectiva Mínima de Muros de Corte.....	68
6.3.	Identificación y Zonificación de Vulnerabilidad.	
6.3.1.	Por inspección.....	69
6.3.2.	Por resultados de densidad de muros.....	74
6.3.3.	Zonificación resultante.....	76
7.	Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones.....	77

ANEXOS  
BIBLIOGRAFÍA

# **CAPÍTULO I**

## ***ASPECTOS GENERALES DEL DISTRITO***

### **1.1. Generalidades**

#### **1.1.1. Objetivos**

El objetivo de dicho trabajo es realizar la zonificación de la vulnerabilidad de las edificaciones tipo vivienda en el distrito de San Miguel con el fin de poder visualizar las condiciones actuales y en un futuro implementar planes, medidas de prevención y reforzamiento (si estas lo ameritan) de las viviendas que existen en todo el distrito.

#### **1.1.2. Metodología**

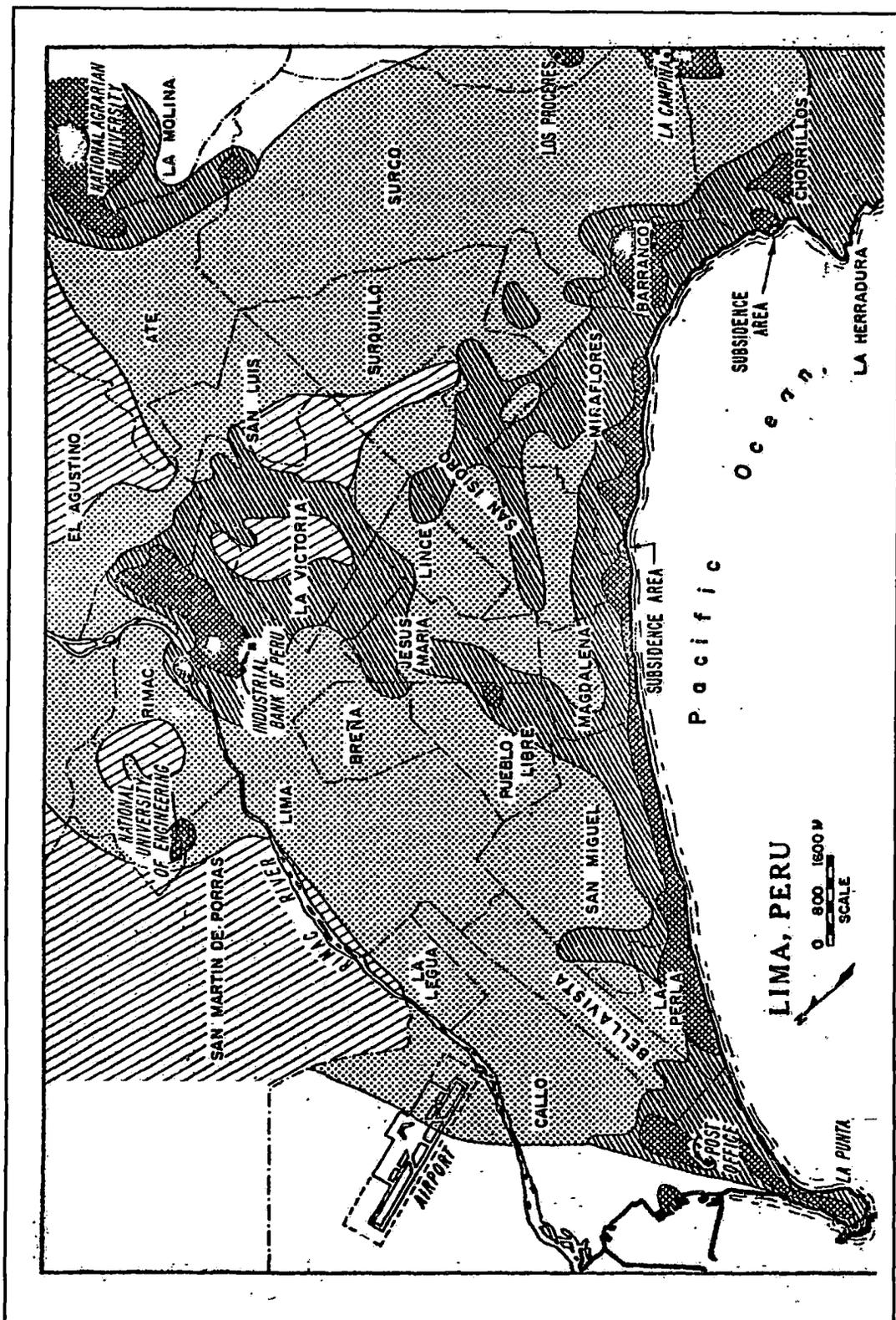
Para el presente estudio se utilizó un procedimiento simple para estimar la “densidad mínima de muros de corte de albañilería”, que puede ser utilizado para una evaluación de la capacidad sísmica debida a fuerzas cortantes en edificaciones existentes.

#### **1.1.3. Alcances**

El estudio está concentrado básicamente en la evaluación de edificaciones tipo vivienda de todo el distrito de San Miguel. Para alcanzar los objetivos propuestos anteriormente; se contó con información que proporcionó casi en su totalidad la municipalidad del distrito después de realizar una visualización y posterior selección de las viviendas típicas existentes en el distrito.

# DISTRITO DE SAN MIGUEL





PLANO DE UBICACIÓN DISTRITO DE SAN MIGUEL

## 1.2. Características Físico Territoriales

### 1.2.1. Ubicación Geográfica

El distrito de San Miguel está ubicado al Noroeste de la Provincia de Lima entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur: 12° (grados) 03' (min.) 23" (seg.)  
12° (grados) 05' (min.) 32" (seg.)

Longitud Oeste : 77° (grados) 04' (min.) 10" (seg.)  
77° (grados) 06' (min.) 33" (seg.)

Sus límites son los siguientes:

Por el Norte: Con los distritos de Lima y Bellavista ( Callao ).

Por el Sur: Con el Océano Pacífico.

Por el Este: Con los distritos de Pueblo Libre y Magdalena.

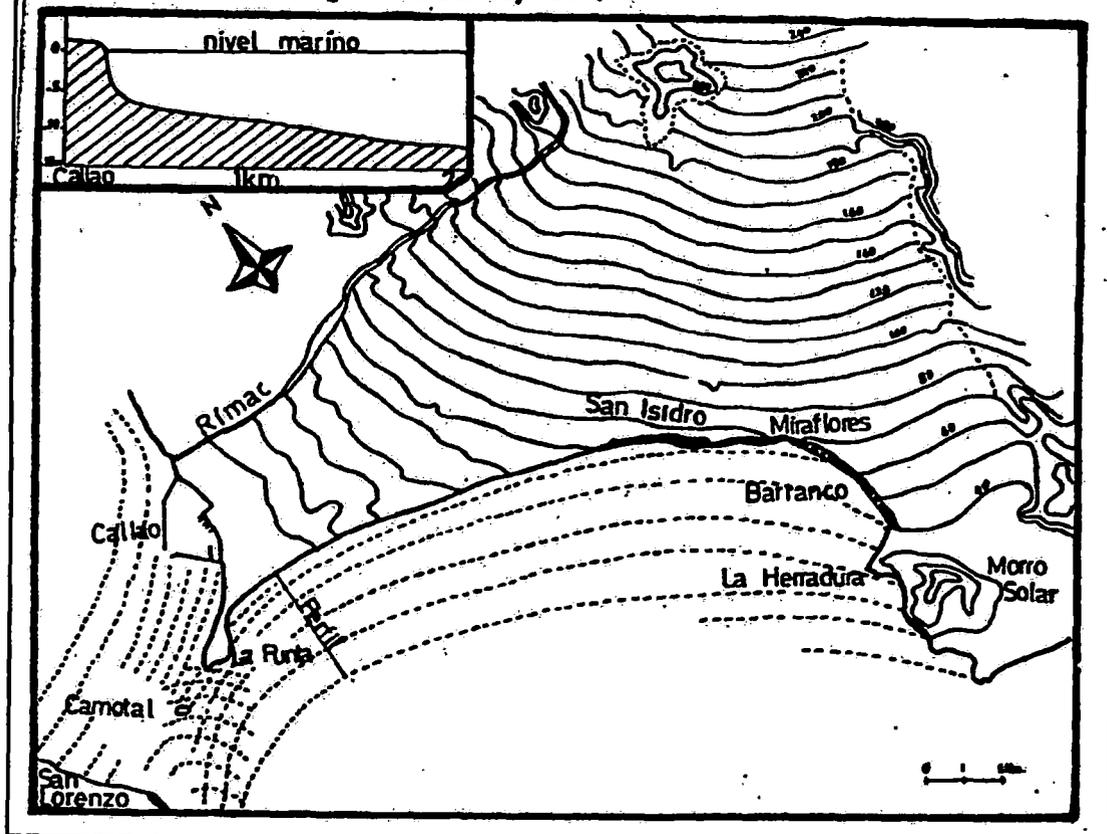
Por el Oeste: Con el distrito de la Perla (Callao ).

### 1.2.2. Topografía

El distrito presenta una topografía suave más o menos plana, es decir, tiene una altitud promedio de 50 metros sobre el nivel del mar. Sólo presenta una fuerte pendiente ( casi vertical ) al borde de los acantilados ( 25 a 30 m de altura). Comprende una extensión territorial de 10.50 km<sup>2</sup>.

## PLANO TOPOGRÁFICO PARCIAL DE LIMA

(Según DOLLFUS, 1965)



PLANO TOPOGRÁFICO DE LIMA

### 1.2.3. Hidrogeología

El sistema hídrico está relacionado principalmente a la presencia de aguas subterráneas. El distrito de San Miguel se encuentra sobre depósitos fluvio-aluvionales del relleno del Río Rímac, que además de su heterogeneidad, presentan una gran porosidad y permeabilidad; características que le han permitido constituir un acuífero, que actualmente abastece de agua a una pequeña parte de la población.

El nivel freático ( N.F. ) de este acuífero actualmente se encuentra a más de 95m. de profundidad ( según Plano del Acuífero de Lima del Ing. Aguirre Morales-1971 ). El principal alimentador de este acuífero son las infiltraciones de las aguas de lluvia en la sierra que llegan a través del Río Rímac.

#### 1.2.4. Características Climatológicas

Según la estación MAP-617/DRE-04 de SENAMHI en el distrito de San Miguel la temperatura obedece a un régimen normal con valores más altos en verano ( 23.5°C temperatura media mensual ), mientras que la humedad relativa sigue un ciclo inverso con valores más altos en invierno ( 86 % humedad relativa media mensual ).

#### 1.2.5. Vientos

Según las observaciones de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez ( 84628), la dirección predominante durante todo el año es de sur a norte y la velocidad se encuentra dentro del rango de 9.2 a 15.3 km/h.

### 1.3. Reseña Histórica

En épocas remotas el distrito estuvo poblado por la cultura Maranga. Hasta antes de su creación legal el distrito formaba parte del distrito de Magdalena, siendo hasta ese momento zona netamente agrícola, alejada de la zona urbana de Lima.

El distrito tiene origen legal el 10 de Mayo de 1920 por Ley N° 4101, instalándose el primer Concejo el 24 del mismo mes. Los límites acordados por la ley fueron los siguientes: El Océano Pacífico, las Huacas de San Miguel y Magdalena del Mar, el Camino Real que va de

**Magdalena a El Callao y los linderos de los fundos Pando, San Cayetano y Maranga.**

En esta época la zona poblada abarcaba aproximadamente un 10% de su territorio, comprendía las casas haciendas ubicadas cerca al Camino Real ( hoy Av. La Marina) y viviendas tipo solar, de un piso de adobe localizadas en el área comprendida entre las hoy avenidas Bertolotto y Arica ( Urb. San Miguel ).

Al año 1952 la zona urbana del distrito alcanzaba aproximadamente el 20% del área total, predominaba el uso agrícola. El crecimiento urbano de viviendas tipo corralón y callejón de un solo piso continua a lo largo de lo que hoy es la avenida La Paz ( en estas edificaciones básicamente residían la gente que trabajaba en los Fundos Maranga, San Cayetano, etc.) y se consolida la Urb. San Miguel.

El 7 de Enero de 1961 el distrito de San Miguel por Ley N° 13483 amplía sus límites a una extensión de 1,154.40 Ha. Para esta fecha el área urbana alcanzaba el 50% de su territorio y se extendía entre la Av. Costanera y Bertolotto hasta la Av. La Marina.

El distrito de San Miguel sufre un recorte distrital ( 100.4 Ha ) el 14 de Junio de 1985 por la Ley N° 24172.

Como se puede apreciar, la tendencia de crecimiento urbano en un primer momento se dio a lo largo de la Av. La Paz para posteriormente ir creciendo a lo largo del eje de la Av. La Marina ( ex Calle Real ). Actualmente no existe áreas de expansión urbana por lo cual su crecimiento futuro se dará a través de una mayor densificación del suelo urbano.

Actualmente casi todo el territorio del distrito se encuentra urbanizado; predominando las edificaciones de dos pisos, existen áreas turgurizadas ( faltando la titularidad de los inmuebles) en la zona más antigua ( área localizada entre las avenidas Costanera y Libertad) y áreas en proceso de consolidación ( deterioradas) ubicada entre el Parque de Las Leyendas y las Avenidas Venezuela y Riva Agüero. Por otro lado existen áreas que todavía son consideradas de carácter rural y pertenecen al Ministerio de Agricultura. (1)

## **CAPÍTULO II**

### *Características Geológicas, Geotécnicas y Sísmicas de la Zona*

#### **2.1. Condiciones Geológicas**

##### **2.1.1. Lima**

El plano geológico (fig. 2), nos indica una secuencia de rocas tanto ígneas, sedimentarias como metamórficas, con una potencia considerable de sedimentos no consolidados.

Las rocas constituyen parte de las estribaciones del batolito de la Costa; estas comprenden rocas ácidas, intermedias y básicas. Entre las principales tenemos: granitos, adamelitas, dioritas, gabros, etc. La edad de estos intrusivos se atribuye al Terciario Inferior-Cretáceo Superior.

Una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas afloran en los alrededores del área de Lima, comprenden un espesor de 1,800m medido en el área de Cerro Puente Piedra, la unidad estratigráfica más antigua se ha denominado formación Puente Piedra y se extiende al NW de Lima, comprende tres miembros Puente Piedra Inferior, constituido por rocas volcánicas, gris verdosa, porfiroides, pseudoestratificadas y que infrayecen a una secuencia de lutitas denominadas Puente Inga (contiene fósiles ammonites que han servido para datar este miembro como de edad Cretáceo Inferior, suprayace a Puente Inga otra potente secuencia de rocas volcánicas, con textura brechoide y porfirítica, denominada Puente Piedra Superior. Están ampliamente extendidas en el sector NW de Lima, están atravesados por numerosos diques y fallas, la presencia de numerosos sills es notoria y está vinculado con el sistema de fracturas.

En el área denominada Morro Solar de 80m de potencia y al NE de Lima afloran rocas sedimentarias que constituyen la formación Salto del

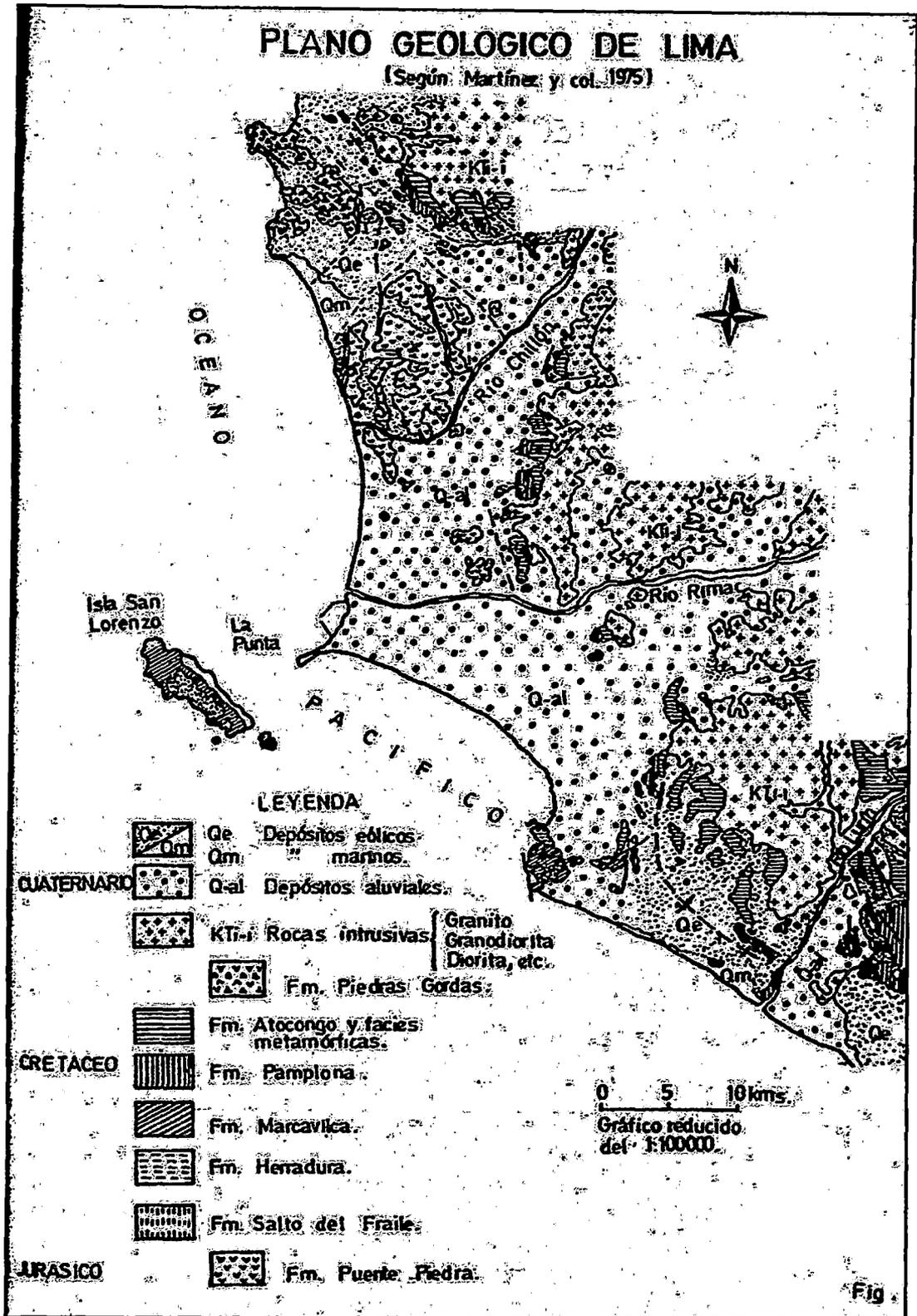


fig. 2 - PLANO GEOLÓGICO DE LIMA (Según Martínez y col. 1975)

Fraile que litológicamente están formados por bancos potentes de areniscas, cuarzos de colores claros, presentan estratificación cruzada y huellas de anélidos, el contacto con las lutitas del miembro La Virgen de la Formación Herradura de 120m de potencia es gradacional, suprayaciendo al miembro La Virgen se encuentra el miembro La Herradura que está formado por una secuencia intercalada de arenisca y lutitas en menor proporción, tanto la Formación Salto del Fraile como la Herradura están atravesados por numerosos diques de andesita, la presencia de sills concordantes a la estructura sedimentaria se manifiesta.

La Formación Marcavilca de 450m de potencia suprayace a la Herradura y es representada por las areniscas blancas en estratos potentes.

En la Formación Pamplona de 1,000m de potencia donde destacan las margas, lutitas y calizas intercaladas, infrayace a la formación Atocongo de calizas oscuras y compactas 400m de potencia. El buzamiento de los estratos en el Morro Solar y en la Isla San Lorenzo es 15 a 10° SW siguiendo un rumbo de NS 52°W a N 40°W en el SE y en Comas. Atocongo es de dirección NE, suprayace a las formaciones mencionadas rocas volcánicas con más de 2,600m de potencia como en Santa Clara, etc.(4)

### 2.1.2. Distrito de San Miguel

Específicamente el suelo del distrito de San Miguel geológicamente se caracteriza por ser un depósito conglomerático fluvio-aluvional, cuyo rasgo principal es su heterogeneidad, por lo que puede variar su comportamiento dinámico. Estos depósitos que constituyen el cono aluvial del río Rímac han sido formados durante el Cuaternario.

Particularmente en esta zona estos depósitos pleistocénicos, provenientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental, están constituidos por gravas, gravillas de buena clasificación, que evidencian el gran transporte que han sufrido y que litológicamente están constituidos por diferentes tipos de rocas especialmente intrusivas y lentes arenosos y arcillosos, que posteriormente por procesos de diagénesis se consolidaron en un conglomerado suelto en esta área.(1)

## 2.1. Condiciones Geotécnicas

### 2.1.2. Lima

Los suelos de Lima, han sido estudiados parcialmente por diferentes instituciones, universidades y profesionales, con documentación que se encuentra dispersa y a veces privada al análisis; aún no existe institución que lleve el catastro de estos estudios así como su control, única forma de poder conocer en el futuro las condiciones de los suelos de Lima por medio de los planos geotécnicos que sean de interés.

En base a diferentes estudios realizados se presenta un plano de suelos referencial de Lima (fig. 3).

Se adjunta una explicación general de la zonificación según leyenda del plano en referencia:

0. Cerros, rocas y suelos residuales.
1. Conglomerado + ó - compacto, con cobertura débil de limo-arcilla.
2. Conglomerado + ó - suelto, con cobertura de suelos arcillosos a limosos.
3. Conglomerado + ó - compacto, con cobertura débil de limo-arcilla.
4. Suelos totalmente heterogéneos y erráticos de la zona de contacto.

5. Suelos turbosos, arcillosos, limosos, arenas sueltas erráticas con
6. intercalaciones en el conglomerado.
7. Suelos arenosos de origen marino y eólico.
8. Conglomerado erosionado, con rellenos artificiales en el borde de los acantilados.

### 2.1.3. Distrito de San Miguel

El suelo del distrito de San Miguel, geológicamente se caracteriza por ser un depósito conglomerático fluvio-aluvional, cuyo rasgo principal es su heterogeneidad, por lo que puede variar su comportamiento dinámico. Estos depósitos que constituyen el cono aluvial del Río Rímac han sido formados durante el CUATERNARIO.

Particularmente en esta zona estos depósitos pleistocénicos, provenientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental, están constituidos por gravas, gravillas de buena clasificación, que evidencian el gran transporte que han sufrido y que litológicamente están constituidos por diferentes tipos de rocas especialmente intrusivas y volcánicas, con intercalaciones esporádicas de lentes arenosos y arcillosos, que posteriormente por procesos de diagénesis se consolidaron en un conglomerado suelto en esta área.

## 2.2. Condiciones Sísmicas

### 2.3.1. Perú: País de alto riesgo sísmico

El borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicamente más activas en el mundo. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada

# PLANO DE SUELOS DE LIMA

(Según Martínez, 1975)



Fig - 6

fig. 3 - PLANO GEOTÉCNICO DE LIMA (Según Martínez 1795)

Al proceso de subducción de la Placa de Nasca (oceánica) bajo la Placa Sudamericana (continental), generando frecuentemente terremotos de magnitud elevada. Un segundo tipo de sismicidad, es producida por las deformaciones corticales, presentes a lo largo de la Cordillera Andina, con terremotos menores en magnitud y frecuencia. La distribución y origen de los terremotos en Perú, han sido tema de diversos estudios utilizando datos telesísmicos y regionales a fin de estudiar la geometría de la subducción de la Placa de Nasca bajo la Sudamericana (Stauder, 1975; Barazangi y Isacks, 1976; Hasegawa y Isacks, 1981; Bevis y Isacks, 1984; Boyd et al, 1984; Grange et al 1984; Schneider y Sacks, 1987; Cahill y Isacks, 1992; Suarez et al, 1996; Tavera, 1995; Tavera y Buforn, 1998a; Tavera y Buforn, 1998b.) o bien para delinear las zonas de mayor deformación superficial en el interior del continente (Dorbath et al 1986; Doser, 1987; Deverchere et al 1989; Dorbath et al ,1990a; Dorbath et al, 1991; Lindo, 1993; Suarez et al, 1996; Tavera y Buforn 1998a, Tavera y Buforn 1998b; Tavera, 1998).

Por otro lado, el análisis de la sismicidad histórica ha permitido evaluar la periodicidad de ocurrencia de terremotos de magnitud elevada a lo largo de la costa peruana (Kelleher, 1972; Dewey y Spence, 1979; Beck y Ruff, 1989; Dorbath et al 1990b) y delinear las regiones de mayor potencial sísmico (McCann et al, 1979; Nishenko, 1991).

### 2.3.2. Tectónica de Placas

La teoría de la Tectónica de Placas ha integrado en un esquema unificado y relativamente simple, una gran variedad de observaciones geofísicas y geológicas. Desde el punto de vista geofísico, la unidad de comportamiento mecánico lo forma la Litósfera y no la corteza sola. La Litósfera esta formada por los primeros 100 km., incluyendo la corteza y parte del manto superior. El límite inferior de la Litósfera corresponde a una isoterma de 1300 °C aproximadamente.

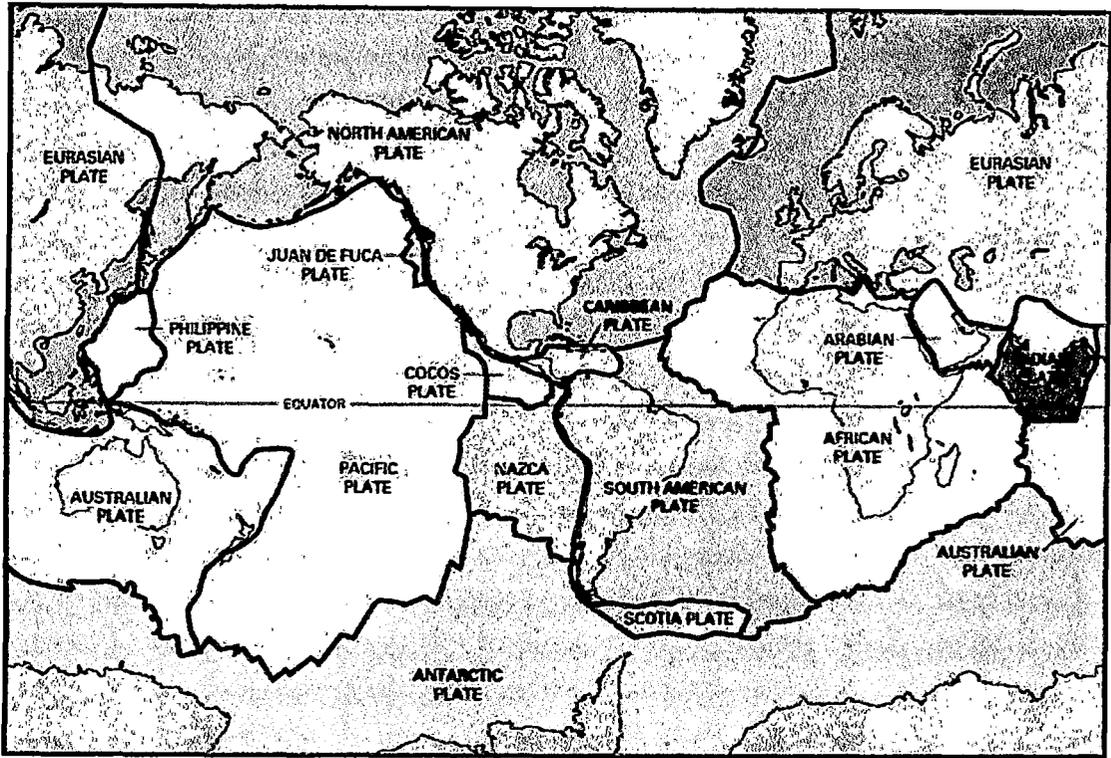


fig. 4 – TECTÓNICA DE PLACAS-LITOSFERA

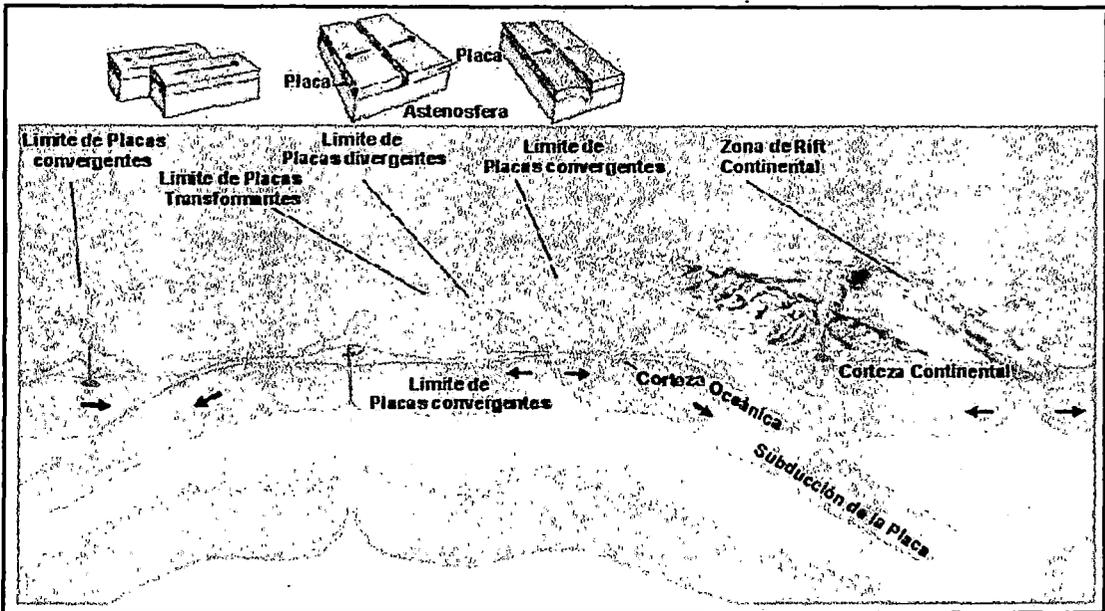


fig. 5 – TIPO DE CONTACTO O FRONTERAS ENTRE LAS PLACAS

La Litosfera se comporta como una unidad rígida en contraste con la capa subyacente, la Atmósfera, capa débil y en estado de semifusión.

Esta capa permite que la Litosfera se desplace sobre ella a velocidades que varían entre 2-10 cm/año. La Litosfera está dividida en una serie de placas que incluyen parte de corteza continental y oceánica, siendo 6 las más importantes (fig.4): Pacífico, América, Euroasia, Austria-India, Africa y Antártida. A estas últimas hay que añadir las placas menores de Nasca, Cocos, Filipinas, Caribe, Arabia, Somalia y Juan de Fuca. Algunos autores consideran, además, la existencia de subplacas que pueden no ser del todo independientes.

Aunque existe una gran variedad de placas, los tipos de contactos o fronteras entre ellas son únicamente tres: márgenes de extensión (divergencia), márgenes de subducción (convergencia) y márgenes de transformación (deslizamiento horizontal)(fig.5). En los márgenes de extensión, las placas se separan una de la otra, surgiendo en el espacio resultante, nueva Litosfera. En los márgenes de subducción, una placa se introduce en el manto por debajo de otra, produciéndose la destrucción de una de las placas. En los márgenes de fractura, las placas se deslizan horizontalmente, una con respecto a la otra sin que se produzca la destrucción de las mismas.

El movimiento de las placas se realiza por medio de rotaciones en torno a un eje o polo que pasa por centro de la Tierra. El problema geométrico del movimiento de las placas consiste en establecer los polos de rotación de cada una de ellas y su velocidad angular. La actual división de los continentes, es debida a una fracturación que se inicia hace unos doscientos millones de años (Triásico). Durante esta constante fracturación se produjeron las fases de Orogenia, presentes en los márgenes de las placas de colisión (convergencia), por plegamiento de

los sedimentos depositados en las plataformas continentales (ejemplo, Cordillera Andina) (fig.5).

**MARGENES DE EXTENSION (Divergencia) :** Lo constituyen las dorsales oceánicas como la Cordillera Centro-Atlántica, formada por una cadena montañosa de origen volcánico. El grosor de los sedimentos marinos aumenta en la función de la distancia al eje de la dorsal, así como su edad. Los márgenes de extensión actúan como centros a partir de los cuales se va generando la nueva Litósfera, se va generando en forma de lava la nueva Litósfera que al llegar a la superficie se enfría y se incorpora a la corteza.

**MARGENES DE SUBDUCCION (Convergencia) :** Márgenes en donde las placas convergen unas con otras. Este movimiento permite que una de las placas se introduzca debajo de la otra, siendo consumida por el manto. En este proceso se puede distinguir tres tipos de convergencia de placas: Continental - Continental (Placa de la India y Euroasia), Continental - Oceánica (Placa de Nasca y Sudamérica) y Oceánica - Oceánica (Placa de Nueva Guinea). El indicio más importante del contacto de placas, lo constituye la distribución del foco de los terremotos en profundidad. Estos focos se distribuyen en profundidad formando distintas geometrías para el contacto de las placas (desde la superficie hasta 700 km. de profundidad) con ángulos desde la horizontal del orden de 45° y que se denominan zonas de Benioff.

**MARGENES DE FRACTURA (Deslizamiento Horizontal) :** Formada por fallas con movimiento totalmente horizontal y cuyo ejemplo, más común, es la falla de San Andrés en California (EEUU). En este tipo de Fallas, el desplazamiento horizontal se termina súbitamente en los dos extremos de la misma, debido a que conectan zonas en extensión y subducción entre sí o unas con otras. Estas fallas son

necesarias para explicar el movimiento de las placas, que nos sería posible sin este tipo de margen. (fig.4).

Los terremotos producidos por este tipo de fallas suelen tener magnitudes grandes ( $M > 8$ ) como el terremoto de San Francisco en 1906, asociado a la falla de San Andrés, con una longitud de ruptura de 300 km. aproximadamente.

### 2.3.3. Tectónica General

Los Andes es un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. La Cordillera Andina se extiende a lo largo del continente sudamericano, desde Venezuela hasta el sur de Chile, con un ancho mínimo de 200 km. en la región Central de Perú y máximo de 500 km. en el límite entre Perú y Chile. La fig.6 muestra un esquema de las principales unidades estructurales formadas como resultado de la evolución de la Cordillera Andina: Zona Costera (Z.C.), Cordillera Occidental (C.OC.), Cordillera Oriental (C.OR.), Altiplano y la Zona Subandina (Audebaud et al, 1973; Dalmayrac et al, 1987).

**La Zona Costera (Z.C.)**- Zona estrecha de aproximadamente 40 km. de ancho que se extiende de norte a sur y esta constituida en su mayoría por suaves plegamientos volcánicos y rocas sedimentarias del Mesozoico. La zona sur está formada por basamentos de rocas cristalinas plegadas y sujetas a deformación desde el Precámbrico.

**La Cordillera Occidental (C.OC.)**- Es el batolito andino de mayor volumen que se extiende desde Venezuela hasta Tierra del Fuego en Chile. En el Perú se distribuye paralelo a la costa de norte a sur. La parte más elevada de esta Cordillera (4200-4500 m), esta formada por series del Mesozoico, más o menos plegadas y cubiertas de manera

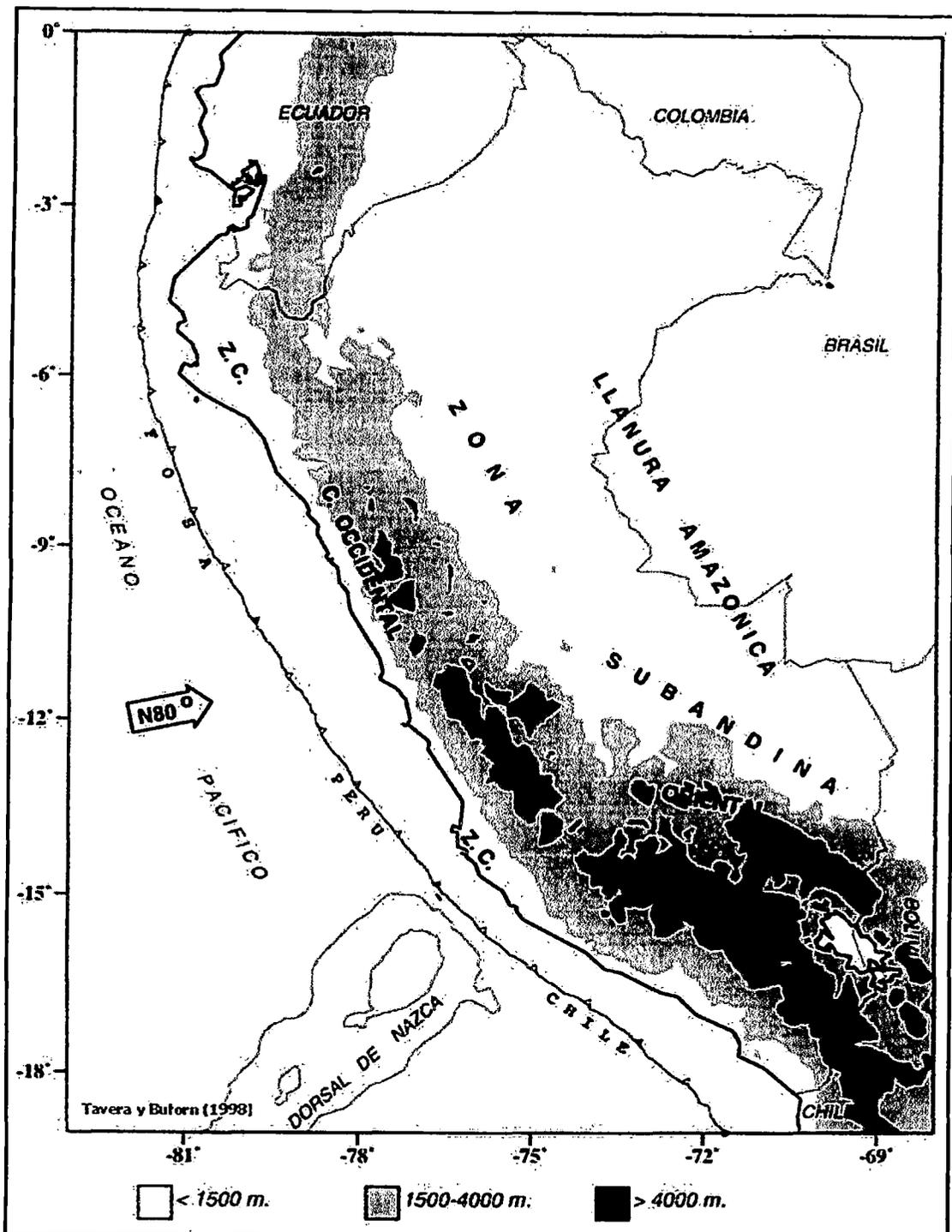


fig. 6 – PRINCIPALES UNIDADES ESTRUCTURALES-TECTÓNICA GENERAL

Heterogénea por capas volcánicas del Cenozoico. Esta Cordillera aumenta su anchura en la región sur del Perú.

**El Altiplano.-** Situada entre las Cordilleras Occidental y Oriental. En la región sur su anchura es de 200 km. y se extiende hacia el norte hasta los 9 °S, en donde alcanza un ancho de unos 50 km. y después desaparece. Esta unidad esta formada por una serie de cuencas intramontañosas del Cenozoico que se prolongan hacia el Altiplano, siendo la zona sur invadida por estructuras volcánicas activas del Terciario Superior.

**La Cordillera Oriental (C.OR.)-** Menos elevada que la Cordillera Occidental (3700-4000 m.) y corresponde a un extenso anticlinal formado por depósitos intrusivos del Precámbrico. En la región sur, la Cordillera se curva en dirección E-W para luego continuar paralela a las otras unidades.

**La Zona Subandina.-** Zona de anchura variable en donde se amortiguan las estructuras andinas. Esta zona se localiza entre la Cordillera Andina y la Llanura Amazónica y está formada por una cobertura de sedimentos del Mesozoico y Cenozoico con pliegues de gran longitud de onda.

Estas unidades se han formado como resultado de una tectónica activa cuya principal fuente de energía radica en el proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental (fig.4). En las regiones norte y centro del Perú (fig.7a) el proceso de subducción se realiza con un ángulo de 20°-30° hasta profundidades del orden de 100 km., a partir de la cual el contacto de placas es casi horizontal. En la región sur (fig.7b), el proceso de subducción se inicia con una ángulo de 30° constante hasta profundidades de 300 km. aproximadamente.

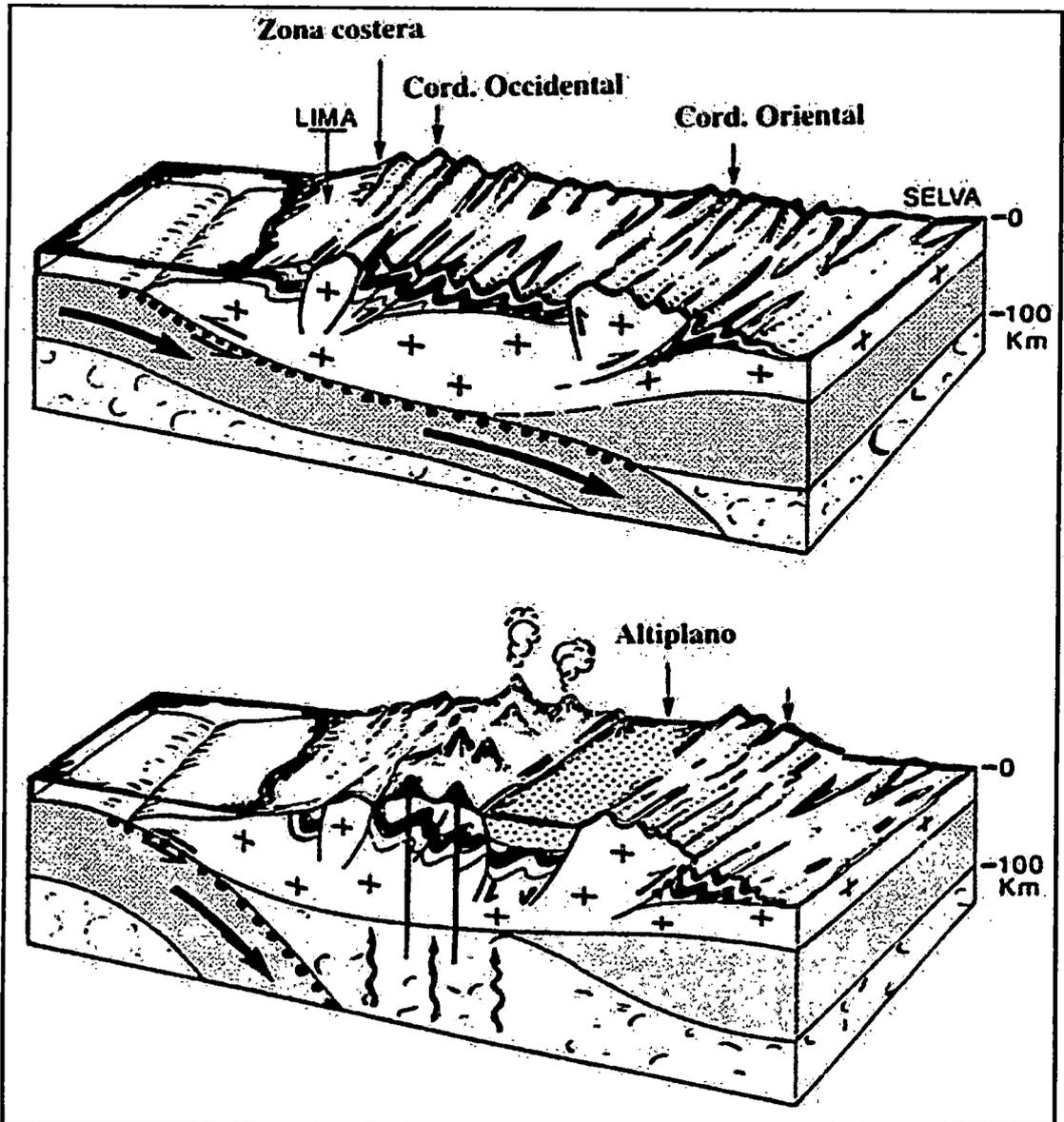


fig. 7.a. UNIDADES ESTRUCTURALES DEL NORTE Y CENTRO DEL PERÚ (vist. superior)

fig. 7.b. UNIDADES ESTRUCTURALES DEL SUR DEL PERÚ (vista inferior)

Asimismo, en la **fig.6**, se esquematiza la localización de las unidades estructurales descritas anteriormente.

#### 2.3.4. Sismicidad Histórica

La información sobre la actividad sísmica histórica de Perú se remonta a los años 1513 y la calidad de los datos dependerá de la distribución y densidad de las poblaciones en las regiones afectadas por los terremotos (Tavera y Buforn, 1998b). La recopilación más completa sobre esta sismicidad fue realizada por Silgado (1968, 1978, 1985) y Dorbath et al, (1990b). En la **fig.8** se observa que los terremotos con VIII MM para el periodo 1513-1959 se distribuyen únicamente a lo largo de la costa centro y sur, debido a que estas regiones eran las más pobladas y que luego se constituyeron en las ciudades más importantes después del siglo XVI. La mayoría de estos terremotos generaron maremotos de intensidad variable y produjeron daños a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica (Montessus de Ballore, 1911) y alrededor del Pacífico (Hatori, 1968). En el interior del país solo se localizan 3 terremotos, el de 1650 ocurrido en Cusco ( $I_0=X$  MM), 1946 en Ancash, ( $I_0=IX$  MM) y 1947 en Satipo, ( $I_0=VIII$  MM). Silgado (1978) estima los valores de magnitud de los terremotos a partir del área de Intensidad Máxima con el propósito de compararlos con sismos recientes ("Magnitud Silgado"). Así mismo, Dorbath et al, (1990b) realizaron una revisión de las intensidades y evaluaron los principales maremotos a fin de recalcular los valores de magnitud (Tabla 1). La profundidad estimada para todos estos terremotos, es aproximada.

Para la costa central de Perú, Silgado (1978) y Dorbath et al (1990b) indican que los terremotos mayores son los de 1586, 1687 y el de 1746 ( $I_0=X$  MM) que destruyó la ciudad de Lima y generó un maremoto con olas de 15-20 m. de altura. En la región sur, los terremotos más importantes son los de 1604, 1784 y 1868, este último mejor

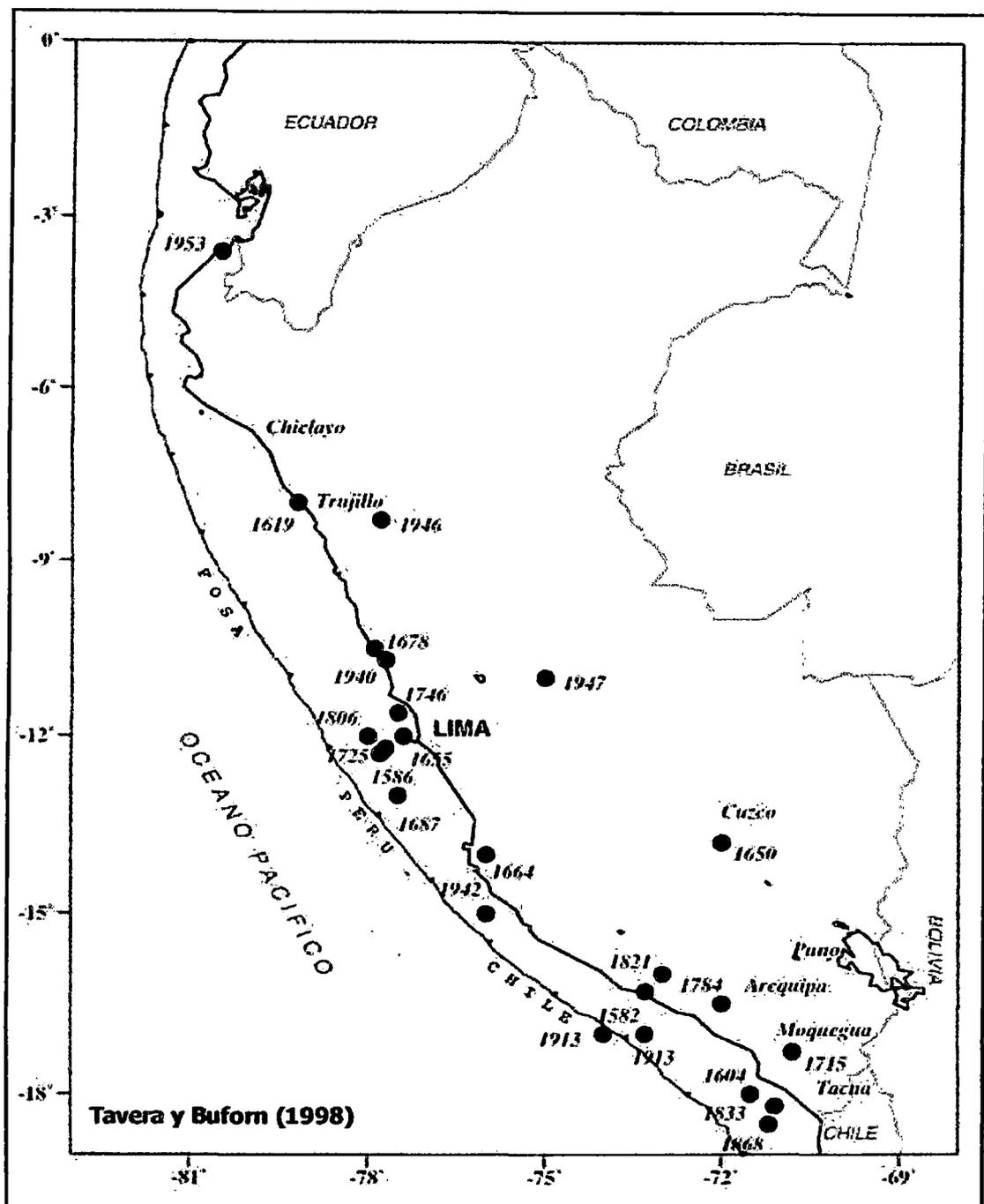


fig. 8. TERREMOTOS EN EL PERÚ 1513-1959 . REF. TAVERA Y BUFORN

documentado y descrito en detalle por Montessus de Ballore (1911) y Vargas (1922). Estos terremotos destruyeron las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y norte de Chile. El terremoto de 1868 ( $I_0=X$  MM) fue sentido desde Ecuador hasta Chile generando un maremoto con olas de 14 m. de altura (Silgado, 1978). En el interior del continente, el único terremoto documentado es el de 1650, que destruyó la ciudad del Cusco y fue sentido en Lima, Arequipa y La Paz (Bolivia). Para el periodo 1513-1959, no existe mayor información sobre terremotos ocurridos en la zona Andina y Subandina del norte y centro de Perú, pero actualmente se sabe que estas regiones son sísmicamente muy activas.

## **CAPÍTULO III**

### *Composición Urbana del Distrito*

#### **3.1. División por zonas urbanas**

##### **3.1.1. Zona Residencial**

De acuerdo al IV Censo de Vivienda de 1993 el distrito de San Miguel cuenta con un total de 24,504 viviendas particulares, de las cuales el 96.1% son viviendas ocupadas y el 3.9% son viviendas desocupadas. De las viviendas particulares con ocupantes presentes ( 22,852 ) la mayor parte corresponde a casas independientes ( 69.8% ) ; una menor proporción a departamentos en edificios ( 15.1% ), viviendas en quinta ( 5.8 % ), viviendas en casas de vecindad ( 7.5 %), viviendas improvisadas ( 0.7 % ) y viviendas en locales no destinados para habitación humana ( 1.1 %). Como vemos casi el 70% de las viviendas son casas independientes, lo cual indica un alto porcentaje de viviendas propias.

Al comparar el número de viviendas particulares ( 24,504) con el número de hogares en San Miguel ( 25,477 ), vemos que existe un déficit de vivienda para 973 hogares lo que equivale al 3.8% del total de hogares del distrito.

Las viviendas en el distrito de San Miguel tienen distintos materiales de construcción, predominando el ladrillo o bloques de cemento en un 84.3%, seguido de adobe o tapia en un 12.3%, el resto de viviendas han utilizado en su construcción otros materiales tales como piedra o sillar, quincha, madera, etc.

Asimismo, vemos que el 76.5% de las viviendas tienen techos de concreto armado aligerado y en menor porcentaje de otros materiales tales como madera, tejas, calamina, etc.

En cuanto al régimen de tenencia de la vivienda vemos que 4,417 viviendas se encuentran alquiladas ( 19.3%) mientras que 15,304 viviendas es decir el 67.0% son viviendas de propiedad de sus ocupantes; una mínima proporción, el 0.25% están ocupadas de hecho. De esto se desprenden que en San Miguel la mayor parte de las viviendas son de propiedad de sus ocupantes, si comparamos el 67.0% de viviendas de propiedad de sus ocupantes con el 70.0% que son casas independientes, podemos concluir que el problema de la tenencia de la vivienda en San Miguel es mínimo.

### 3.1.2. Zona Comercial

El área destinada al uso comercial es de 36.16 Has. que representa el 5.61% del total del distrito. Estas áreas se encuentran localizadas a lo largo de la Av. La Marina y la Av. E. Faucett. Asimismo, existen en el distrito 11 mercados con una capacidad total de 942 puestos, 12 tiendas y 5 kioscos.

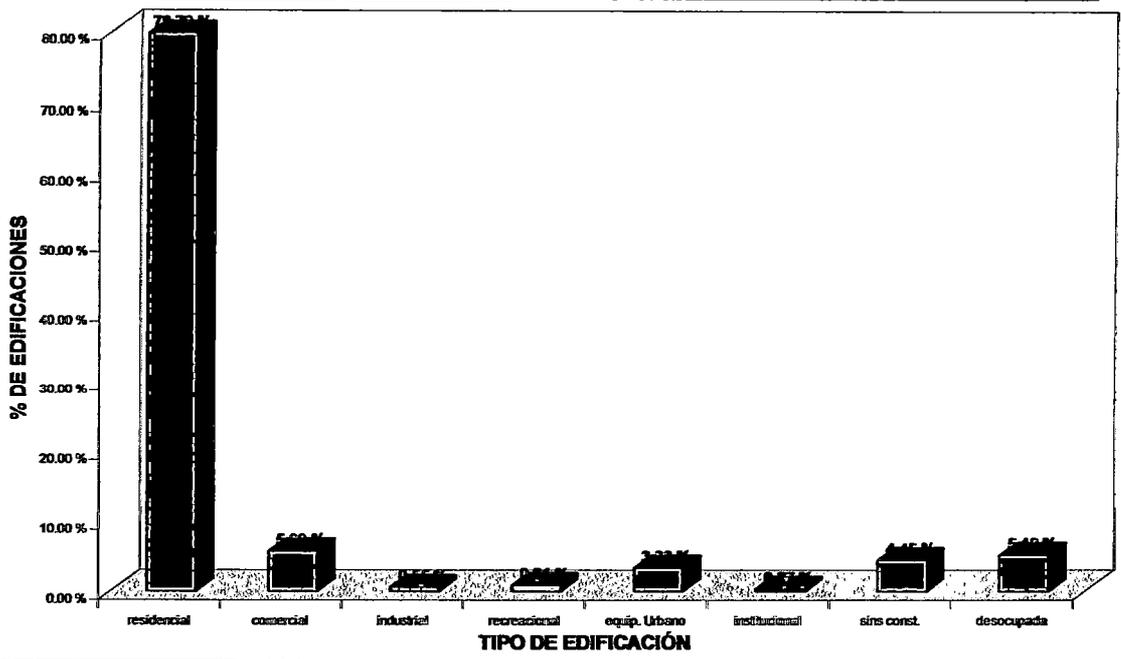
### 3.1.3. Zona Industrial

El uso industrial en el distrito de San Miguel representa sólo el 2.46% de su territorio, es decir ocupa un área de terreno de 15.88 Has. y se encuentra localizada a lo largo de la Av. La Paz. Predomina la industria ligera de metal-mecánica y de plásticos.

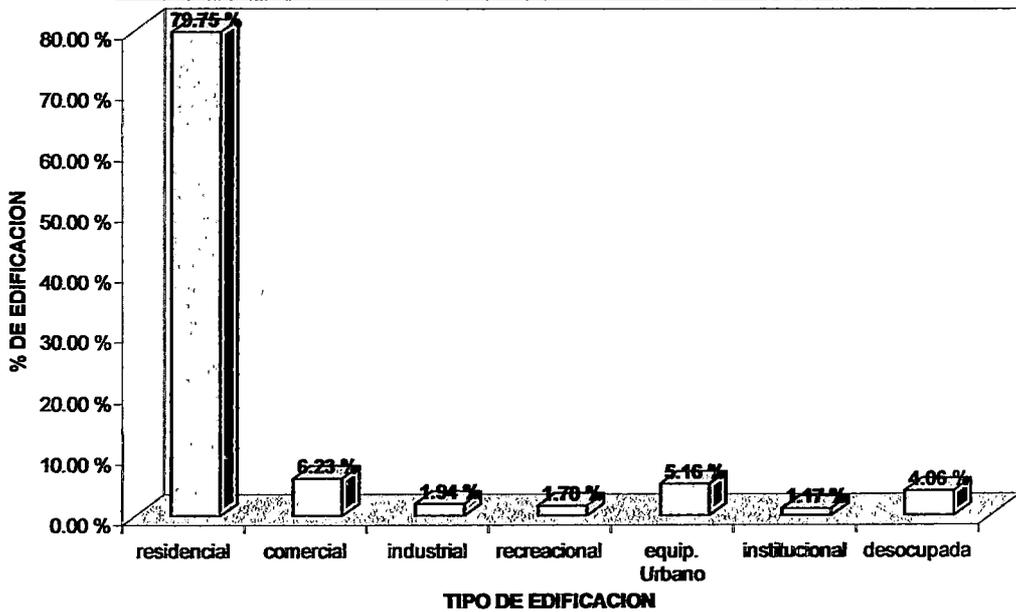
### 3.1.4. Zona Recreacional

El distrito de San Miguel cuenta con un gran porcentaje de áreas de terreno destinados al uso recreacional ( 26.02 %), pero esto se debe a la presencia del Parque de Las Leyendas que ocupa un área de 115.19 Has. ( es el 68.6 % del total del distrito). Existen en total de 97 parques que ocupan un área de 52.7 Has. que representan sólo el 31.4%. (1)

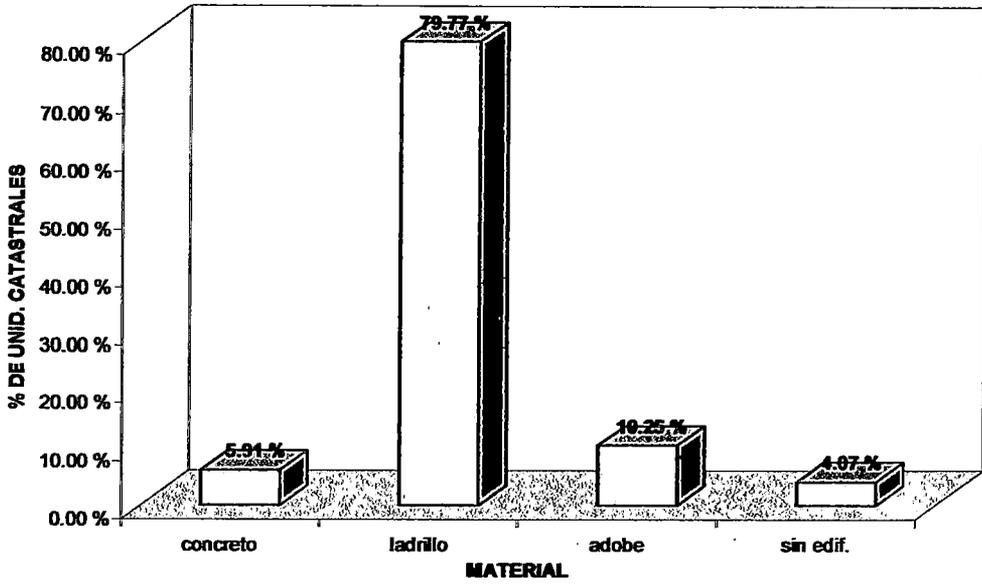
**EDIFICACIONES EXISTENTES**



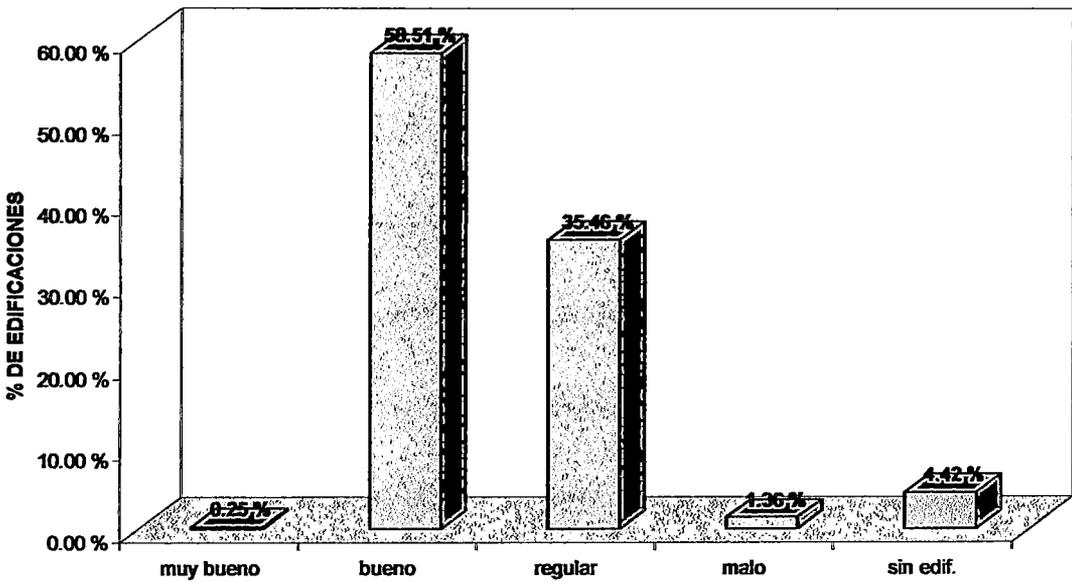
**AREA CONSTRUIDA**



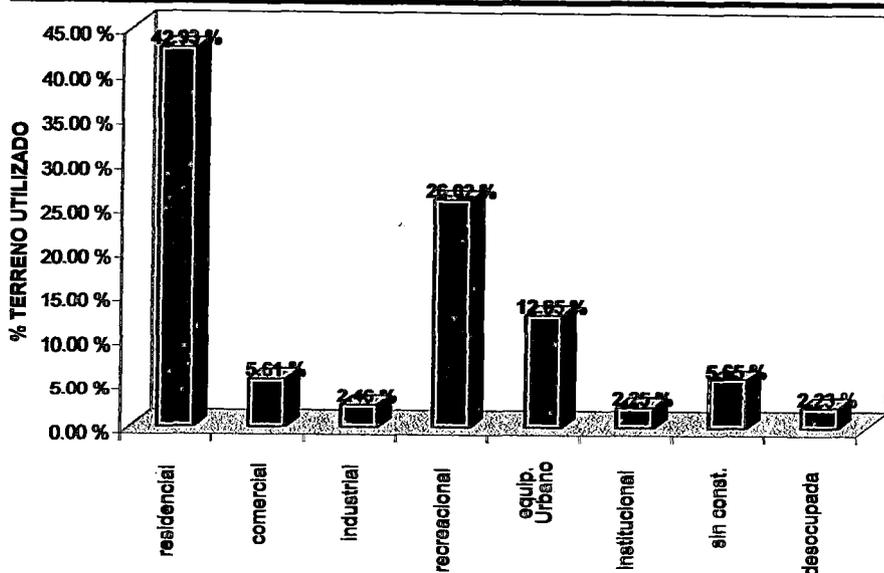
**MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE**



**ESTADO DE CONSERVACION**

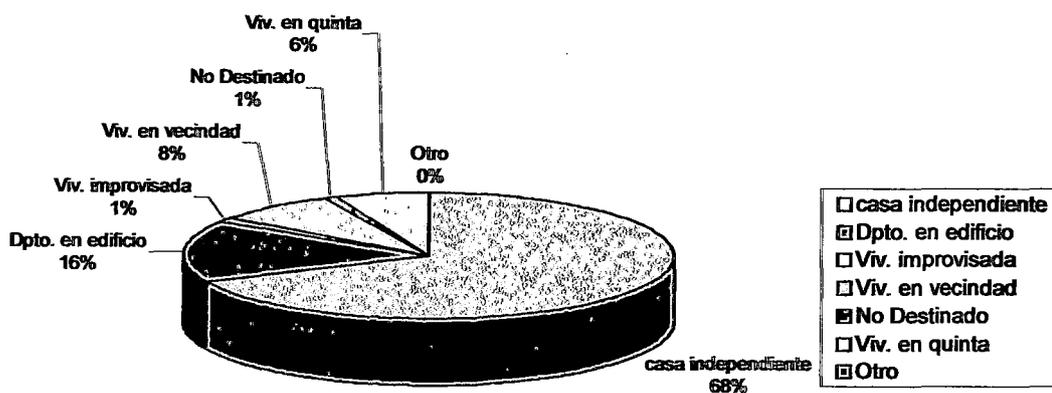


**USOS DEL SUELO**



Fuente: INEI (1993).

**San Miguel : Viviendas por tipo 1993**



Fuente: INEI (1993).

### San Miguel : Viviendas por régimen de tenencia 1993



Fuente: INEI (1993)

### Características-Zonas Urbanas

Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR REGIMEN DE TENENCIA, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA

TIPO DE VIVIENDA	Total	Regimen de Tenencia					
		Alquilada	Propia Comprando a Plazos	Propia Totalmente Pagada	Usada con Autoriz. Prop. Sin Pago	Ocupada de Hecho	Otra Forma
Dpto. Lima	1252664	199273	69152	726375	123125	98240	36499
Prov. Lima	1105975	182417	61920	640559	96885	91589	32605
<b>Distrito San Miguel</b>	<b>22852</b>	<b>4417</b>	<b>1351</b>	<b>13953</b>	<b>1995</b>	<b>58</b>	<b>1078</b>
Casa independiente	15941	1881	856	11052	1229	37	886
Departam. en Edificio	3445	718	395	2058	243	-	31
Vivienda en Quinta	1323	574	60	599	73	-	17
Vivienda en Vecindad	1728	1127	32	202	309	-	58
Vivienda Improvisada	158	32	1	17	54	16	38
Local No Destinado	250	83	7	25	86	5	44
Otro tipo	7	2	-	-	1	-	4

Fuente: INEI (1993)

### Características-Zonas Urbanas

Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR NÚMERO DE HOGARES, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA

TIPO DE VIVIENDA	Total	Número de Hogares						
		1	2	3	4	5	6	7 ó más
Dpto. Lima	1252664	796727	96043	98679	57175	148678	36889	18473
Prov. Lima	1105975	737133	88640	78718	36960	142987	7108	14429
<b>Distrito San Miguel</b>	<b>22847</b>	<b>20665</b>	<b>1489</b>	<b>373</b>	<b>95</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
Casa independiente	15941	14224	1298	318	77	16	8	-
Departam. en Edificio	3444	3350	67	19	8	-	-	-
Vivienda en Quinta	1323	1261	44	14	4	-	-	-
Vivienda en Vecindad	1731	1654	53	19	4	1	-	-
Vivienda Improvisada	158	144	12	-	2	-	-	-
Local No Destinado	250	232	15	3	-	-	-	-
Otro tipo	7	7	-	-	-	-	-	-

Fuente: INEI (1993)

### Características-Zonas Urbanas

Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES, POR CONDICIÓN DE OCUPACIÓN, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA

TIPO DE VIVIENDA	CONDICIÓN DE OCUPACIÓN								
	Total	Ocupada				Desocupada			
		Total	Con person. presentes	Con person. ausentes	De uso ocasional	Total	Alquiler o Venta	Reparación	Otra Forma
Dpto. Lima	1399530	1340057	1252664	66898	20495	50473	17421	9176	32876
Prov. Lima	1212638	1163698	1105975	47558	10165	48940	16940	8746	23254
<b>Distrito San Miguel</b>	<b>24504</b>	<b>23548</b>	<b>22852</b>	<b>589</b>	<b>107</b>	<b>956</b>	<b>380</b>	<b>122</b>	<b>454</b>
Casa independiente	16705	16283	15941	299	43	422	152	59	211
Departam. en Edificio	4000	3664	3445	182	37	336	174	25	137
Vivienda en Quinta	1468	1375	1323	45	7	93	31	21	41
Vivienda en Vecindad	1912	1808	1728	60	20	104	23	17	64
Vivienda Improvisada	162	161	158	3	-	1	-	-	1
Local No Destinado	250	250	250	-	-	-	-	-	-
Otro tipo	7	7	7	-	-	-	-	-	-

Fuente: INEI (1993)

### Características-Zonas Urbanas

Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL PREDOMINANTE, EN LAS PAREDES EXTERIORES, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA

TIPO DE VIVIENDA	Total	Material Predominante en la Paredes Exteriores							
		Ladrillo Bloque Cemento	Piedra o Sillar	Adobe o Tapia	Quincha	Piedra con Barro	Madera	Estera	Otro Material
Dpto. Lima	1252664	862169	7747	191063	21792	4691	40293	96730	28179
Prov. Lima	1105975	821804	6707	104999	15148	1830	39354	90503	25630
Distrito San Miguel	22852	19272	66	2808	91	12	266	69	268
Casa independiente	15941	14495	35	1066	40	6	111	-	188
Departam. en Edificio	3445	3430	6	6	-	-	3	-	-
Vivienda en Quinta	1323	820	6	473	18	-	6	-	-
Vivienda en Vecindad	1728	336	18	1239	31	6	88	-	10
Vivienda Improvisada	158	-	-	-	-	-	39	69	50
Local No Destinado	250	191	1	24	2	-	19	-	13
Otro tipo	7	-	-	-	-	-	-	-	7

Fuente: INEI (1993)

### Características-Zonas Urbanas

Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL PREDOMINANTE, EN LOS TECHOS, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA

TIPO DE VIVIENDA	Total	Material Predominante en los Techos						
		Concreto Armado	Madera	Tejas	Calamina, Fibra Cement., etc	Daja o Estera	Paja Hojas de Palmera	Otro Material
Dpto. Lima	1252664	598921	102204	13998	198129	222964	8678	107770
Prov. Lima	1105975	578309	96492	11568	161968	152708	4394	100536
Distrito San Miguel	22852	17484	1898	94	1191	1605	34	546
Casa independiente	15941	13299	849	49	672	654	18	400
Departam. en Edificio	3445	3378	21	1	45	-	-	-
Vivienda en Quinta	1323	858	379	5	101	180	-	-
Vivienda en Vecindad	1728	53	601	34	295	670	8	67
Vivienda Improvisada	158	-	25	-	12	72	4	45
Local No Destinado	250	96	23	5	59	29	4	34
Otro tipo	7	-	-	-	-	-	-	7

## 3.2. Infraestructura de Servicios

### 3.2.1. Red de agua.

En la zona urbanizada y consolidada, como por ejemplo, las urbanizaciones Pando, Maranga, etc, la red de matrices es de concreto pretensado, se encuentran en regular estado y tienen un promedio de 20 a 25 años de antigüedad. En toda esta zona existe instalaciones domiciliarias en regular y buen estado.

La zona antigua y deteriorada, que se encuentra ubicada cerca de los acantilados costaneros (adyacente a la Av. La Paz), se provee de agua mediante la matriz que corre paralela a la Av. Libertad, tiene un diámetro de 12”.

La matriz que corre paralela a la Av. La Paz y Av. Costanera desde la calle Echenique son de diámetros de 4” y 6” de A.C y FºFº clase A-10 hasta llegar a la calle Independencia cambiando de rumbo a la Av. Bertolotto y Av. Federico Gallesi respectivamente siguiendo con tuberías de diámetros de 12” , 10” , 6” y 4” de FºFº hasta la calle San Diego donde termina el distrito. Son en su mayoría de fierro fundido y un pequeño porcentaje de concreto pretensado en regular estado.

Las redes secundarias son las que tiene más de 30 años de antigüedad, son de fierro fundido, su fuente de abastecimiento en parte corresponde a la explotación del agua subterránea mediante pozos profundos y en otro gran porcentaje su fuente de abastecimiento es a través de las redes primarias y secundarias desde la Planta La Atarjea; en general el estado de la infraestructura es regular, observándose un mayor deterioro al interior de las viviendas.

El 92.6% de las viviendas en San Miguel se abastecen de agua potable de la red pública, 5.1% lo hacen mediante pilones de uso público,

el 1.0% se abastecen del camión cisterna y sólo el 0.4% lo hacen de pozo u otros.

La demanda de abastecimiento de agua se estima que crecerá acorde con el incremento de la población, es decir a una tasa del 1.1%.

### 3.2.2. Red de desagüe.

El sistema de colectores del distrito de San Miguel ha sido instalado en forma casi simultánea a las redes de matrices de agua, sin embargo los colectores tienen un período más largo de vida útil, aproximadamente unos 30 años.

Actualmente el distrito cuenta con el Colector la Marina, el Colector N°1, el Colector Maranga y el Colector Costanero, siendo el material predominante el concreto simple normalizado (CSN) y en contados casos el fierro fundido con concreto (HUME) y en la zona antigua aún subsisten los albañales, hechos en ladrillo y cemento. La antigüedad aproximada de los tres primeros es de 25 años y se encuentran en regular estado de conservación, asimismo, el Colector Costanero tiene una antigüedad aproximada entre 25 y 35 años, su estado de conservación se encuentra en regular y mal estado; tiene diámetros variables de 48" y 52".

El Colector Costanero constituye la troncal principal, recibiendo a los diversos colectores secundarios que bajan de los distritos de Miraflores, San Isidro, Magdalena y San Miguel, además hacia este colector se empalman el Colector La Marina, el Colector N°1 y el Colector Maranga. Este colector va paralelo a la Av. La Paz, dobla por el Jr. Aviación continuando por la Av. Costanera y a la altura de Jr. Echenique descarga al mar con un caudal máximo de 6m<sup>3</sup>/seg.

Se estima que la población residencial aporta al sistema de redes de desagüe el 90% del consumo de agua, es decir 202.5 lts/hab/día.

Los desagües del distrito son descargados a través del emisor Costanero, con un caudal actual de 4.5m<sup>3</sup>/seg. El emisor Marbella, con capacidad de 3.4m<sup>3</sup>/seg., y el emisor La Chira, con una capacidad de 5.6m<sup>3</sup>/seg.; también descargan en las playas de la Costa Verde.

En general el 92.2% de las viviendas tienen los servicios higiénicos conectados a la red pública.

### **3.2.3. Red de fluido eléctrico.**

En un gran porcentaje, el distrito cuenta con instalaciones eléctricas domiciliarias puestas por EDELNOR y se encuentra en regular y buen estado. Las redes de alumbrado público se encuentran en regular y buen estado, en la zona antigua existen en algunos lugares el tipo de alumbrado colgante.

En el distrito de San Miguel el 95.8% de las viviendas disponen de alumbrado eléctrico, lo cual indica que todavía existe una pequeña proporción de viviendas que carecen de este servicio.

### **3.2.4. Servicio de teléfono.**

El distrito cuenta con las series 52, 61 y 62 siendo las más antiguas y en consecuencia las más congestionadas y en mal estados las series 52 y 61.

Fuente: INEI (1993)

### Infraestructura de Servicios

**Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA**

TIPO DE VIVIENDA	Total	Tipo de Abastecimiento de Agua						
		Red pública dentro de la vivienda	Red pública fuera de viv. Dentro edif.	Piñón de uso público	Pozo	Camión sistema u otro	Río, acequia, manantial	Otro
Dpto. Lima	1252664	796727	96043	98679	57175	148678	36889	18473
Prov. Lima	1105975	737133	88640	78718	36960	142987	7108	14429
<b>Distrito San Miguel</b>	<b>22852</b>	<b>19416</b>	<b>1748</b>	<b>1159</b>	<b>89</b>	<b>237</b>	<b>2</b>	<b>201</b>
Casa independiente	15941	14748	-	807	83	178	1	124
Departam. en Edificio	3445	2773	672	-	-	-	-	-
Vivienda en Quinta	1323	1323	-	-	-	-	-	-
Vivienda en Vecindad	1728	358	1001	292	3	31	1	42
Vivienda Improvisada	158	25	41	44	2	22	-	24
Local No Destinado	250	189	34	12	1	4	-	10
Otro tipo	7	-	-	4	-	2	-	1

Fuente: INEI (1993)

### Infraestructura de Servicios

**Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIÉNICO, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA**

TIPO DE VIVIENDA	Total	Con servicio higiénico conectado a:				Sin Servicio Higiénico
		Red pública dentro de la vivienda	Red pública fuera de viv. Dentro edif.	Pozo negro o ciego	Sobre acequia o canal	
Dpto. Lima	1252664	754422	94826	214981	16596	171839
Prov. Lima	1105975	705478	87618	184943	10728	117208
<b>Distrito San Miguel</b>	<b>22852</b>	<b>19231</b>	<b>1844</b>	<b>918</b>	<b>129</b>	<b>730</b>
Casa independiente	15941	14660	36	733	95	417
Departam. en Edificio	3445	2763	682	-	-	-
Vivienda en Quinta	1323	1300	21	2	-	-
Vivienda en Vecindad	1728	311	1019	135	33	230
Vivienda Improvisada	158	22	39	35	1	61
Local No Destinado	250	175	47	9	-	19
Otro tipo	7	-	-	4	-	3

Fuente: INEI (1993)

## Infraestructura de Servicios

**Cuadro : VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR DISPONIBILIDAD DE SERVICIO HIGIÉNICO, SEGÚN TIPO DE VIVIENDA**

TIPO DE VIVIENDA	Total	Con servicio higiénico conectado a:	
		SI DISPONE	NO DISPONE
Dpto. Lima	1252664	1028123	224541
Prov. Lima	1105975	943881	162094
<b>Distrito San Miguel</b>	<b>22852</b>	<b>21902</b>	<b>950</b>
Casa independiente	15941	15340	601
Departam. en Edificio	3445	3415	30
Vivienda en Quinta	1323	1314	9
Vivienda en Vecindad	1728	1519	209
Vivienda Improvisada	158	83	75
Local No Destinado	250	228	22
Otro tipo	7	3	4

Fuente: INEI (1993)

## Análisis Socio-Económico

**Cuadro : CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA, RESUMEN ESTADÍSTICO**

<b>TOTAL DE VIVIENDAS PARTICULARES</b>	:	24504	<b>DISPONIBILIDAD DE ALUMBRADO ELECTRICO</b>	:	
Viviendas ocupadas	:	23548	Si dispone	:	21902
Con personas presentes	:	22852	No dispone	:	950
Viviendas desocupadas	:	956	Total de hogares	:	25477
<b>REGIMEN DE TENENCIA DE LA VIVIENDA</b>			<b>HOGARES CON ESPACIO PARA ACTIVIDAD ECONOMICA</b>		
Alquilada	:	4417	Si dispone	:	3055
Propia	:	15304	No dispone	:	21743
Ocupada de hecho	:	58	<b>EQUIPAMIENTO DEL HOGAR</b>		
<b>MATERIAL PREDOMINANTE EN LA VIVIENDA</b>			Radio	:	23045
Paredes (ladrillo o bloque)	:	19272	TV blanco y negro	:	12615
Techos (concreto armado)	:	17484	TV color	:	18385
Pisos (parquet o madera pulida)	:	12287	Equipo de sonido	:	13200
<b>SERVICIOS BÁSICOS DE LA VIVIENDA</b>			Videogradora	:	8571
Abastecimiento de Agua			Lavadora de ropa	:	11427
Red pública	:	21164	Refrigeradora	:	20103
Piñón de uso público	:	1159	Aspiradora	:	8753
Pozo	:	89	Lustradora	:	12496
Carnión sistema u otro	:	237	Maquina de coser	:	12552
Río, acequia, manantial	:	2	Maquina de tejer	:	934
Servicio Higiénico conectado a			Computadora	:	2595
Red pública	:	21075	Teléfono	:	11554
Pozo negro o ciego	:	918	<b>HOGARES QUE TIENEN MEDIOS DE LOCOMOCIÓN</b>		
Sobre acequia o canal	:	129	Automov. o camion. para uso	:	7755
Sin Servicio Higiénico	:	730	Automov. para trabajo	:	970
			Camioneta para trabajo	:	592
			Motocicleta	:	299
			bicicleta	:	7536
			Triciclo para trabajo	:	470

## **CAPÍTULO IV**

### *Población*

#### **4.1. Número de habitantes**

El distrito de San Miguel tiene una población de 117,488 hab. según el IX Censo de Población realizado en el año 1993, de la cual el 46.4% son hombres y el 53.6% son mujeres; siendo la población femenina ligeramente más numerosa que la masculina. Cabe señalar que la población del distrito de San Miguel constituye el 2.06% de la Población de la Provincia de Lima y el 1.8% del departamento de Lima.

En cuanto a la distribución por edades observamos que la población de San Miguel es mayoritariamente joven, pues la población de 0 a 29 años constituye el 55.0% de la población, estando la mayor concentración en el grupo de 15 a 19 años con 13,075 hab. Proyectando una población para el año 2000 de 128,700 hab. a una tasa de crecimiento de 1.1%.

De esta forma se descarta la posibilidad de un exceso crecimiento poblacional, esto debido a que se trata de un distrito consolidado, sin mayores áreas libres para expansión urbana e inclusive con migración de su población hacia otras zonas de Lima, como La Molina, Surco, etc.

Actualmente existe una propuesta de zonificación que está siendo revisada para su posterior aprobación; en la cual se contempla modificar la zonificación de San Miguel a R5 y R8 e incrementando así la población como consecuencia de un aprovechamiento intensivo del suelo urbano de San Miguel

#### **4.2. Características de la Población**

Con relación al nivel educativo de la población, 61,715 hab. sólo tienen educación de nivel básico regular ( 52.5%), el 22.4% tienen

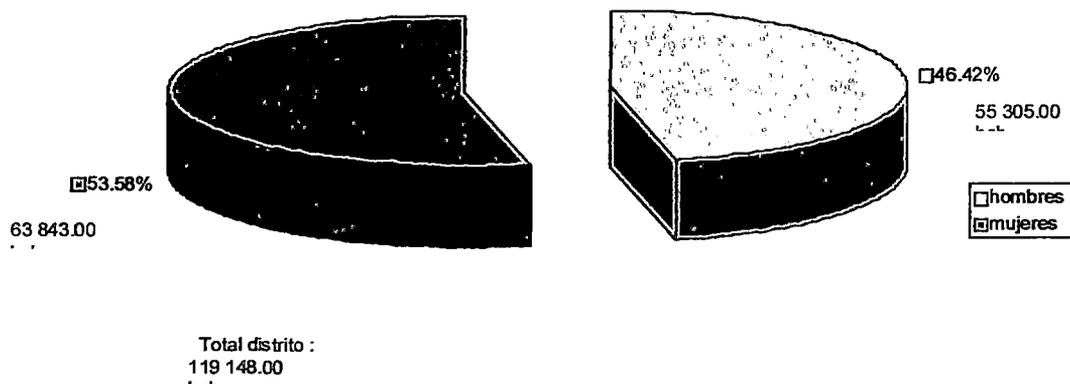
educación superior universitaria y el 14.3% tienen educación superior no universitaria.

### 4.3. Empleo

La población económicamente activa (PEA) asciende a 47,093 hab., es decir el 40.1% de la población total, de la cual el 58.0% son hombres y 42.0 % son mujeres. Según la clasificación de la población por profesión u oficio, en San Miguel 67,900 hab., es decir el 57.8% no tienen profesión u oficio, el 14.2% son profesionales, el 10.7% son técnicos y el 8.0% no tienen ningún oficio.(1)

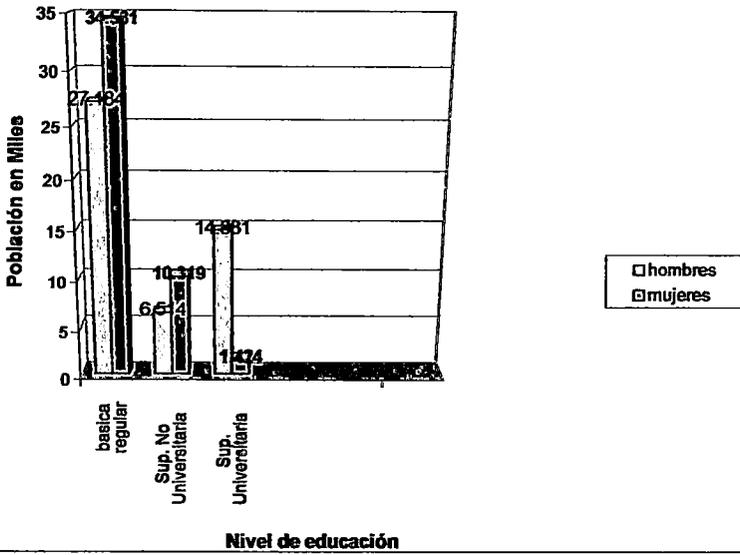
Fuente: INEI (1993).

**San Miguel : Población por sexo 1993**



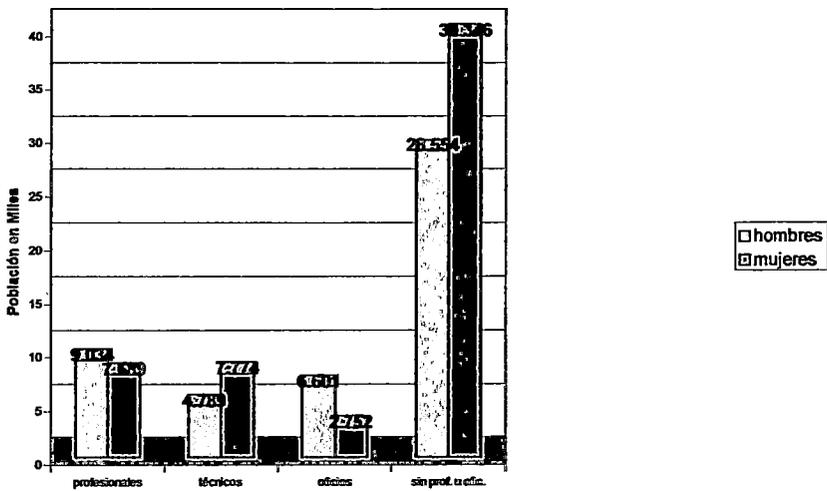
Fuente: INEI (1993).

**San Miguel : Población por nivel educativo y sexo 1993**



Fuente: INEI (1993).

**San Miguel : Población por profesión u oficio por sexos 1993**

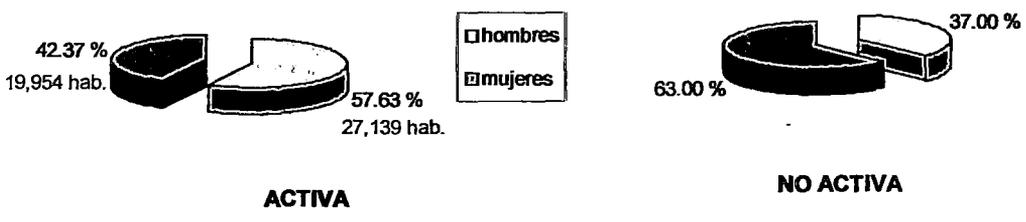


Fuente: INEI (1993).

**POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA Y NO ACTIVA POR SEXOS 1993**

---

---



## CAPÍTULO V

### *VULNERABILIDAD SÍSMICA*

#### 5.1. Vulnerabilidad

A partir de experiencias de terremotos pasados se ha observado que ciertos edificios, dentro de la misma tipología estructural, experimentan un daño más severo que otros, a pesar de estar ubicados en la misma zona. El grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características, se le denomina vulnerabilidad.

Por ello, a los edificios se les puede clasificar en "*más vulnerables*" o "*menos vulnerables*" frente a un mismo evento sísmico. (2)

#### 5.2. Efectos Sísmicos en Edificaciones

En el presente estudio se incluirá el comportamiento sísmico de las edificaciones más comunes que se construyen en el Perú:

##### 5.2.1 Edificaciones con muros de albañilería sin reforzar, con techo flexible y ligero

Es el tipo de construcción más común existente en el Perú, y también el más vulnerable en caso de sismos. Es el responsable de la gran mayoría de víctimas causadas por terremotos. Se pueden clasificar en dos grupos:

- a) Construcciones con muros de adobe, tapial o piedra y barro con techo ligero.

Consiste en:

- Muros de adobe contruidos con piezas moldeadas de barro secadas al sol, de 0.30 a 0.40m de espesor.

- Tapial, que son grandes bloques de tierra húmeda de 0.60 a 0.80m. de espesor compacta in situ en moldes de madera.
- Bloques de piedra de diferente tamaño y forma unida con barro.

El techo está conformado por vigas de madera o troncos rústicos, horizontales o inclinadas a 1 ó 2 aguas, con cobertura de caña y barro, planchas onduladas de asbesto-cemento o de zinc, hojas de palmas o ramas de árboles.

- b) Edificaciones con muros de ladrillos o de piedras con mortero de arena-cemento, sin refuerzos de concreto armado y con techos ligeros y flexibles.

Aunque un poco más resistentes que las anteriores, su respuesta a los sismos es igual.

#### 5.2.1.1 Recomendaciones para el Diseño de Edificaciones Tipos a y b

Debido a que los techos pesan poco y son flexibles, la parte superior de los muros vibran como un borde libre, parecido a una caja de zapatos sin su tapa.

Durante las vibraciones sísmicas, las grietas más profundas se producen en las esquinas, y menos severas en la parte central de los muros. Estas grietas se inician en la parte superior de los muros y se desplazan hacia abajo (2). Eventualmente, los muros quedan separados entre sí y colapsan.

Por las razones indicadas, el refuerzo más efectivo consiste en una viga collar continua colocada a la altura de los

dinteles de puertas y ventanas. Dicha viga puede ser con suelo-cemento reforzada con madera. Esta última, similar a una escalera echada.

También puede ser de concreto reforzado, del mismo ancho que el muro y 0.20m de altura con dos varillas de acero de 3/8", y estribos en forma de S. La continuación de los muros más allá de las cruces, a manera de contrafuertes, aparte de incrementar la estabilidad de las paredes, permiten fijar mejor los refuerzos de la viga collar.

Otra medida que reduce la posibilidad de daños, es que los muros no sean innecesariamente altos. En general, unos 3m. de altura es suficiente. Mientras que las antiguas construcciones tenían unos 4m. de altura por piso.

Con estas precauciones, las edificaciones de adobe incrementan su resistencia sísmica en 200 a 300%. Tan importante como colocarle a la edificación una viga collar, continua y contrafuertes, es escoger cuidadosamente su ubicación. Las construcciones de adobe no deben localizarse:

- Sobre suelos húmedos y sueltos, porque las ondas sísmicas se amplifican grandemente.
- Sobre arena suelta fina, con agua en el subsuelo cerca de la superficie, porque puede ocurrir licuación.
- Al borde de un barranco o al pie de terrenos con altas pendientes que pueden deslizarse.
- En el fondo de los ríos y quebradas, pues por allí bajará agua que provocará inundaciones o huaicos.

En síntesis, un buen lugar para hacer construcciones de adobe, es un terreno plano o con poca pendiente, suelo compacto y seco, lejos de sitios que puedan deslizarse y por encima de los niveles de inundación.

El tapial o adobón es la construcción más débil conjuntamente con las edificaciones de piedra unidas con barro, y deberían proscribirse.

En lo que se refiere a las edificaciones de albañilería con techo ligero, es decir, con muros de ladrillo cocido o bloques de concreto unidos con mortero-arena y cemento; y las construcciones con bloques de piedra unidas con el mismo material; se hacen sismoresistentes mediante la incorporación de columnas de refuerzo en las esquinas y vigas collar continuas de concreto reforzado.

### 5.2.2 Edificaciones de madera y/o caña

En las construcciones ligeras el efecto sísmico es menor, debido a que las fuerzas de inercia generadas por las vibraciones sísmicas son proporcionales a sus pesos. Son construcciones ligeras:

- Las de madera.
- Las de caña tejida con postes y vigas, constituida por 4 cañas gruesas amarradas que se le llama quincha; construcción habitual en las áreas rurales de algunos valles de la costa y la ceja de selva.
- La quincha de la Lima antigua, que es una combinación de postes y viguetas de madera, tejidas con caña y con mortero de barro y paja, y recubiertos con yeso; lo que le da un buen acabado.

El techo es también ligero, de madera o similares a uno de los techos de las construcciones tipo "a".

En inspecciones realizadas en zonas devastadas por terremotos, donde las construcciones de tierra, adobe o tapial habían colapsado causando numerosas víctimas, las construcciones de madera y/o quincha permanecían de pie y con poco daño, por las razones antes indicada. Sin embargo, la madera se debilita por la acción de los hongos e insectos o por que se pudre si se somete a largos períodos de humedad. En estos casos las construcciones de madera fallan durante los terremotos.

Para evitar que ello ocurra, es necesario:

- Tratar con preservante a la madera, es decir, "curarla"; y
- Protegerlas con aleros para que la lluvia no las moje, y evitar que estén en contacto con suelo húmedo.

Considerando que la quincha es un método tradicional de construcción en el Perú, que por su poco peso, es sismorresistente, y que el mortero de barro y paja hace que los muros de quincha aíslen bien los ambientes interiores de los cambios bruscos de temperatura y de ruidos, se desarrolló en el Perú un método de construcción con este material.

Este método agregó a las ventajas anteriores, las siguientes:

- Construcción modular con paneles prefabricados de 1.20m. de ancho y 2.40m. de alto con pisos sobre un "sobrecimiento" de 10cm. de altura, con pocos tipos de módulos: estándar, puerta y ventana .
- Control de calidad en "planta", que sólo requiere del equipamiento propio de una carpintería.
- Producción masiva y por lo tanto, reducción de costos, que desde ya son baratos, en zonas donde abunda madera y caña, como en la ceja de selva.
- División del proceso constructivo en etapas simples de realizar, de tal manera que pueda participar mano de obra no

calificada. Esto hace el método adecuado para sistema de autoconstrucción o para programas de reconstrucción después de un desastre.

- **Buen diseño.** Con lo que se ha logrado viviendas atractivas, baratas, confortables y seguras contra terremotos

Centros poblados enteros, como por ejemplo, un campamento minero, se puede diseñar y prefabricar íntegramente en los sitios donde abunda madera (tornillo es la más adecuada) y caña, como en la ceja de selva, transportarlo al centro minero y armarlo como un mecano.

### **5.2.3 Construcciones de albañilería con techo rígido y pesado**

Estas edificaciones tienen muros de ladrillo rojo cocido, bloquetas de concreto o piedra unida con mortero de cemento y arena y techos de losas de concreto o tipo aligerado con ladrillos huecos incorporados. Es el tipo de construcción más común en las áreas residenciales a lo largo y ancho del Perú.

En este tipo de construcción, el techo rígido y pesado distribuye la fuerza sísmica horizontal entre los muros, que son los elementos que unen el techo y la cimentación. Como el techo se desplaza horizontalmente con todo el peso que hay encima del mismo, los muros tienden a fallar, presentándose la clásica Cruz de San Andrés o grietas en forma de "x" sobre los muros.

En general, las construcciones hechas sobre lotes angostos y largos, es muy resistente en la dirección "Y", donde hay muchos muros resistentes en esa dirección (sólo se le considera resistente sísmicamente en su dirección horizontal); pero hay muy pocos muros en la dirección "X"; y éstos son los que fallan.

Hay un método sencillo, desarrollado después del terremoto de Ancash de 1970, para determinar su calidad sismorresistente.

Se sabía por experiencia en el Japón, que los daños dependían de la densidad de muros. Se pudo comprobar que también era cierto para el Perú, y los valores se calibraron para las condiciones locales. La densidad de muros, se define como la longitud total de muro en la dirección considerada, dividida entre el área total de la construcción. Se hacen las siguientes aclaraciones:

- Como espesor unitario de muro se considera el muro de "cabeza" de 0.25m.
- Para muros de "soga" de 0.15m. de espesor, esta se reduce por el factor  $0.15/0.25=0.60$ .
- Cuando se mide la longitud de muros, se descuentan los vanos correspondientes a puertas y ventanas.
- El área considerada, es el área de construcción acumulada de arriba hacia abajo.

Una conclusión importantísima a que se llegó, después de estudiar cientos de edificaciones de este tipo dañadas y no dañadas, es que las columnas de refuerzo de concreto armado son muy efectivas para incrementar la resistencia sísmica.

Si la densidad de muros es mayor que unos  $8\text{cm}/\text{cm}^2$  y tiene columnas de refuerzo, la construcción puede considerarse sismorresistente.

#### 5.2.4 Construcciones de concreto armado: Fallas de escuelas durante sismos

Es el tipo de construcciones más común usado en edificios. Consiste en vigas y columnas de concreto armado y techo tipo aligerado.

Generalmente, va rellena con muros de ladrillo, lo que provoca la formación de puntos críticos en caso de sismos como las columnas cortas, si el muro no llega hasta el techo dejando un espacio de poca altura.

Durante el terremoto de Ancash del 31 de mayo de 1970, prácticamente no quedaron locales escolares sin daño a causa de las columnas cortas.

Debido a la necesidad de tener buena iluminación y ventilación en las aulas y privacidad con respecto al corredor, se abren grandes ventanales hacia el jardín, quedando entre ellas columnas de altura intermedia, y hacia el corredor ventanas altas, por encima del muro de 2.10m. de altura. Entre estas ventanas altas, quedan atrapadas las columnas cortas como quedando al otro lado del pasadizo columnas libres en toda su altura.

Si asumimos que la columna larga tiene altura unitaria, la intermedia  $1/2$ , la corta  $1/4$ . En caso de sismos, la larga tomaría como 1, la intermedia como 8, y la corta como 64, es decir que prácticamente toda la cortante sísmica se concentra en las columnas cortas y fallan. Esto es un error de concepción que debe eliminarse en el proyecto inicial para escuelas nuevas.

Para locales escolares existentes, este defecto puede eliminarse colocando muros de concreto reforzado en la dirección débil, es decir, en la dirección "X". Una alternativa muy económica, aunque puede disminuir un poco la circulación de aire, consiste en rellenar la ventana alta con ladrillos unidos con mortero de arena y cemento.

### 5.3. Consideraciones para el Análisis de la Vulnerabilidad

Un análisis de la vulnerabilidad toma en consideración a la población, a las estructuras, a los trabajos de ingeniería y otras instalaciones de riesgo en áreas propensas al peligro. Los análisis de la vulnerabilidad, como las identificaciones del peligro, frecuentemente pueden llevarse a cabo sin inversiones costosas para obtener una nueva información actualizada.

Gran parte de los datos que se necesitan para las evaluaciones de la vulnerabilidad están disponibles en la información histórica sobre pérdidas humanas y sobre el comportamiento de las estructuras durante desastres pasados.

La evaluación de la vulnerabilidad debe ser actualizada periódicamente. La vulnerabilidad de una comunidad cambia continuamente con las fluctuaciones de la población y la construcción de nuevas viviendas, carreteras, instalaciones industriales y otra infraestructura. Además, la información obtenida después de la ocurrencia de los desastres naturales deberá ser usada para actualizar las evaluaciones de la vulnerabilidad.

La identificación del peligro y el análisis de la vulnerabilidad proveen información sobre el riesgo que una comunidad enfrenta en el tiempo.

Con esta información, los agentes de decisión pueden determinar el nivel de recursos a emplear en la prevención, en la preparación y en las medidas de respuesta a la emergencia, y pueden identificar la combinación más apropiada de medidas a tomar. Sin la información prevista por la evaluación del riesgo, los beneficios y costos de las medidas para la reducción de los desastres, son difíciles de evaluar. (11)

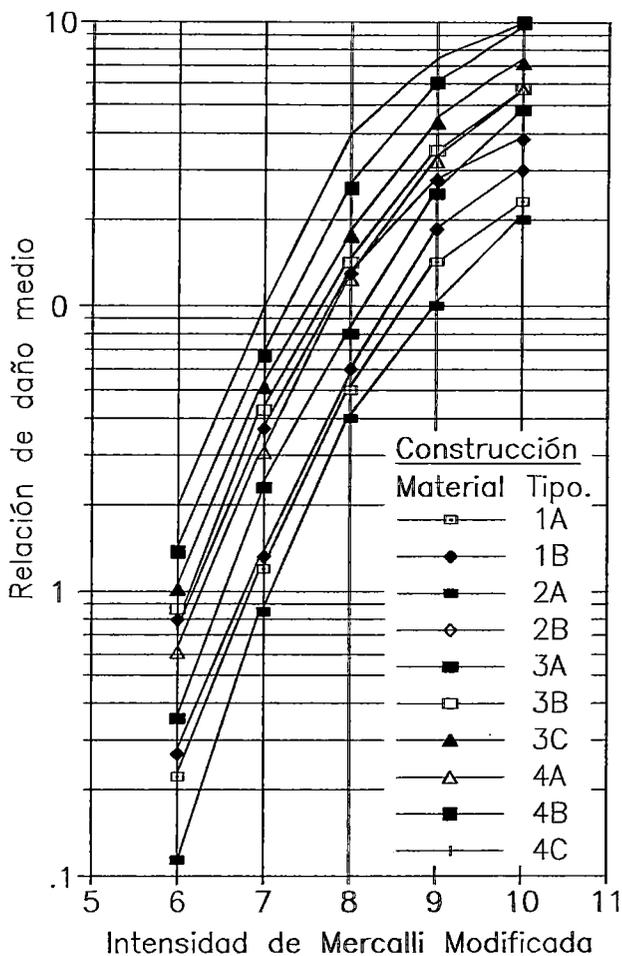
#### 5.4. Cuantificación de la Vulnerabilidad.

No existe metodología estándar para estimar la vulnerabilidad de las estructuras y, en particular, de los edificios.

El resultado de los estudios de vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza globalmente la degradación que sufriría una estructura de una tipología dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características. Dicho resultado puede expresarse de dos maneras, mediante las denominadas matrices de probabilidad de daño, o en forma de funciones de vulnerabilidad. Las matrices de probabilidad de daño expresan en forma discreta la probabilidad condicional  $P[D=j|i]$  de obtener un nivel de daño igual a  $j$ , dado un sismo de tamaño  $i$ . Las funciones de vulnerabilidad son relaciones gráficas o matemáticas que expresan en forma continua la vulnerabilidad en función de algún parámetro que describa el tamaño del sismo. Ejemplos de funciones de vulnerabilidad pueden verse en la fig.5.1, en el cual se recopila datos proporcionados por diferentes estudios post-terremoto para diferentes tipologías de estructura. Las curvas 1A y 1B representan estructuras de madera, 2A y 2B estructuras de acero, 3A, 3B y 3C estructuras de concreto armado con o sin muros de corte y 4A, 4B y 4C estructuras de mampostería reforzada y no reforzada.

Es importante recalcar la influencia que tiene el así denominado “factor país”, en las funciones de la fig.5.1. Las mencionadas funciones no pueden ser aplicadas directamente a cualquier región del mundo, sino que deben adecuarse factores locales que incidan en la forma de las curvas. Sin embargo, lo más útil sería disponer de funciones de vulnerabilidad para las diferentes regiones donde se requieran estudios de riesgo sísmico.

La obtención de matrices de probabilidad de daño, como de funciones de vulnerabilidad, puede realizarse, por una parte, mediante levantamientos de daños producidos por sismos seguidos de estudios estadísticos -vulnerabilidad observada- y, por otra, mediante la simulación de resultados basada en modelos matemáticos y mecánicos de estructuras -vulnerabilidad calculada-. (2)



**Fig.5.1.** Funciones de vulnerabilidad para diversas tipología estructurales

## 5.5. Algunas Metodologías para la Evaluación de la Vulnerabilidad.

### 5.5.1 Método del índice de vulnerabilidad

Se ha escogido el método del índice de vulnerabilidad, desarrollado y ampliamente aplicado en diversas zonas de Italia como método de evaluación sísmica de las estructuras. Dicho método identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en un edificio frente a acciones sísmicas, los cuales son calificados individualmente en una escala numérica afectada por un factor de peso  $W_i$ , que trata de resaltar la importancia de un parámetro respecto al resto. En la tabla 1 pueden verse los once parámetros considerados en el análisis y sus correspondientes calificaciones  $K_i$  de acuerdo con las condiciones de calidad: desde A -óptima- hasta D -mala-. En la misma tabla se han incluido los valores iniciales atribuidos a los pesos  $W_i$ . A partir de estas características se realiza una calificación global de la estructura mediante el índice de vulnerabilidad del edificio ( $I_v$ ), que se define mediante la ecuación:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i \quad \text{.....(I)}$$

Donde el sumatorio se efectúa sobre los once parámetros mencionados. Para los valores de la tabla 1, el índice de vulnerabilidad  $I_v$  toma valores entre 0 y 382.5. Utilizando funciones de vulnerabilidad, es posible relacionar el índice  $I_v$  con el índice de daño  $D$  del edificio cuyo valor, expresado en porcentaje, está comprendido entre 0 y 100.

Después de los sismos ocurridos el 23 de diciembre de 1993 y 4 de enero de 1994 en una amplia zona del sur de España, se ha realizado un estudio post-terremoto. Los epicentros de los sismos se localizaron en la provincia de Almería; el primero cerca de las poblaciones de San Roque y

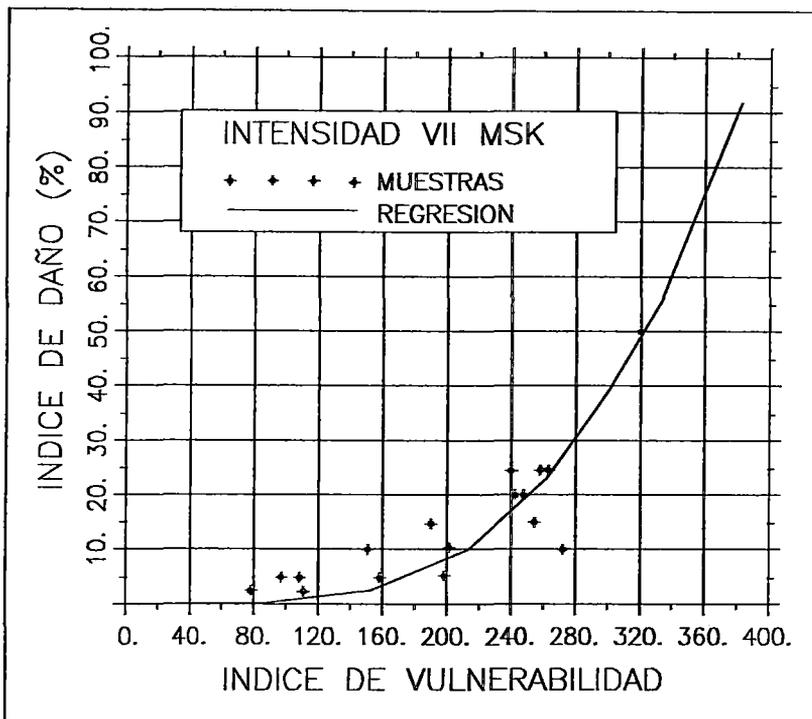
Num	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Peso Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

**Tabla 1.** Escala numérica del índice de vulnerabilidad (Iv). A,B,C y D describen las condiciones de calidad de los diferentes parámetros.

Berja y el segundo a unos 20 km de la costa, frente a las localidades de Almerimar y Baños. La profundidad focal fue de 10-15 km. La intensidad máxima evaluada en los sitios más críticos alcanzó el grado VII en la escala MSK, resultando seriamente afectadas ciertas estructuras, tanto de mampostería como de hormigón armado. El procedimiento se inició con un levantamiento de los datos de cada edificio estudiado; a la vez que se examinó su vulnerabilidad, se realizó una evaluación del daño que sufrieron. Disponiéndose de los índices de vulnerabilidad y de daño de cada edificio se obtuvo, mediante un análisis estadístico, la función de vulnerabilidad correspondiente al nivel de intensidad del terremoto ocurrido en el lugar (fig.5.2), siendo ésta la primera función de vulnerabilidad observada obtenida a partir de un estudio post-terremoto en España.

Un primer objetivo de este ejemplo es el de simular funciones de vulnerabilidad y de calibrar dichas funciones a partir de la mencionada función de vulnerabilidad observada; luego, mediante un análisis

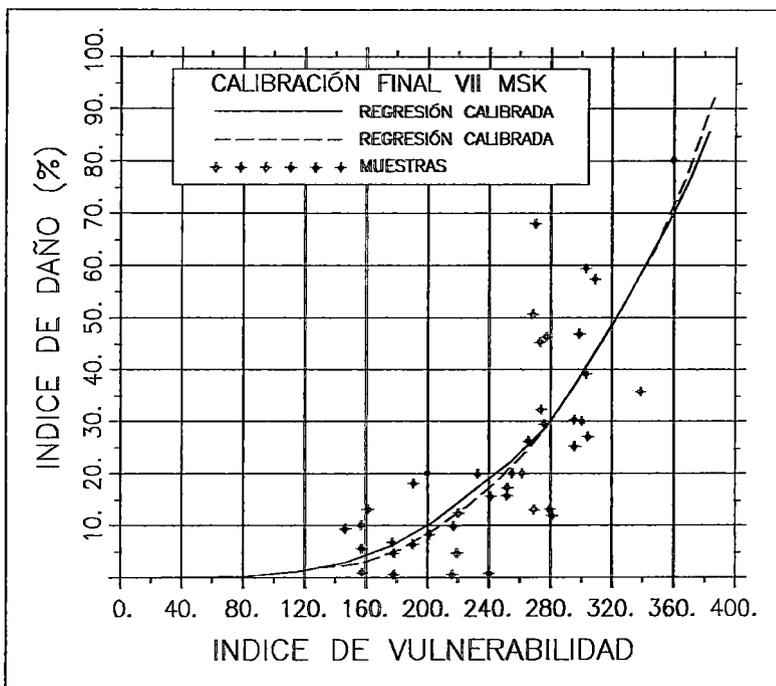
probabilista, se derivan matrices de probabilidad de daño. Finalmente, se aplica el método del índice de vulnerabilidad para establecer posibles escenarios de daño en un sector de Barcelona. Los desarrollos que se describen a continuación se han llevado a cabo para edificios de mampostería no reforzada. Sin embargo, se ha considerado que es importante incluirlos, debido a su carácter informativo y debido a que sus fundamentos son válidos también en el caso de estructuras de concreto armado.



**Fig.5.2.** Función de la vulnerabilidad observada en España, para un nivel de intensidad VII MSK

### 5.5.2 Simulación y calibración de funciones de vulnerabilidad.

Se ha escogido el modelo de Abrams, el cual refleja adecuadamente el comportamiento inelástico de los edificios de mampostería no reforzada y sus modos de fallo, tanto a flexocompresión como a cortante. Dicho modelo ha sido aplicado a las estructuras modelizadas como edificios a cortante. Se evaluó la capacidad máxima de los muros de resistir cargas sísmicas, lo cual permitió calcular un índice de daño de la estructura mediante la relación entre la sollicitación y los estados inicial y de máxima fisuración, previos al colapso. Debido a la falta de resolución característica de los estudios de peligrosidad sísmica, así como de requerimientos del modelo de Abrams, se optó por definir la acción sísmica mediante espectros de respuesta de las normativas sismo-resistentes españolas.

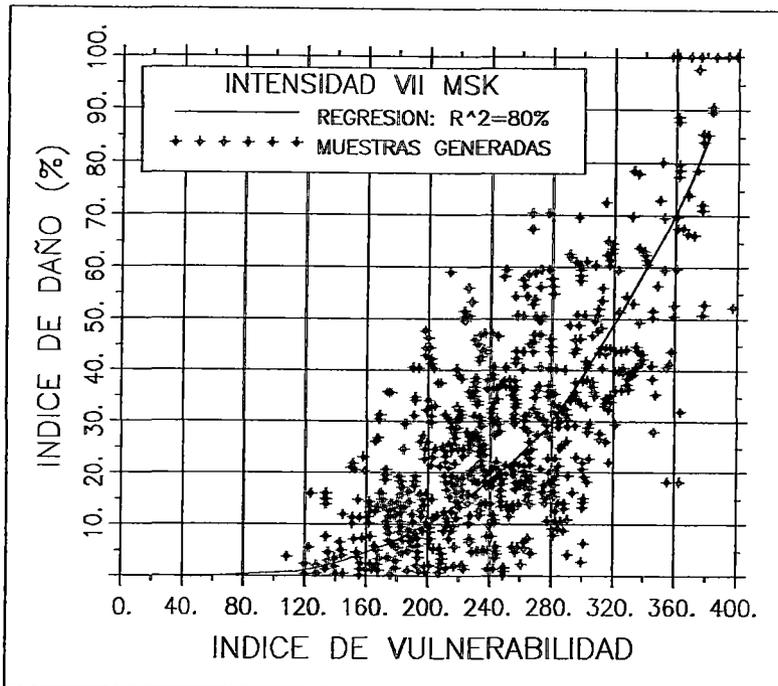


**Fig.5.3.** Simulación de edificios para intensidad VII y comparación con la función observada.

Se efectuó primeramente la simulación para la intensidad VII correspondiente a la función de vulnerabilidad observada (fig 5.2.) y se realizó un análisis regresional a fin de calibrar la curva observada. La estrategia utilizada ha consistido en variar los pesos  $W_i$ , pero manteniendo la relación de proporción entre ellos, puesto que el método italiano jerarquiza los parámetros que tiene mayor influencia en el daño esperado en un edificio mediante los mencionados pesos. La calibración se realizó "llevando" la curva simulada hacia la observada mediante una búsqueda de las raíces de los polinomios de regresión, una inversión generalizada condicional del sistema de ecuaciones generado por ( I ) y mediante un nuevo análisis polinomial regresional. Al final de un proceso iterativo se obtuvo tanto la curva simulada calibrada a la observada ( fig 5.3), como los nuevos valores de  $W_i$  (tabla 2) aplicables a la región.

**Tabla 2.** Valores de  $W_i$  de la referencia y obtenidos del proceso iterativo.

Peso $W_i$	Benedetti	Iter 1	Iter n
1	1.00	1.015	1.095
2	0.25	0.254	0.274
3	1.50	1.523	1.643
4	0.75	0.762	0.821
5	1.00	1.015	1.095
6	0.50	0.508	0.548
7	1.00	1.015	1.095
8	0.25	0.254	0.274
9	1.00	1.015	1.095
10	0.25	0.254	0.274
11	1.00	1.015	1.095



**Fig.5.4.** Simulación final de edificios y regresión polinómica para intensidad VII MSK.

Una vez realizada la calibración, se generaron unos 2000 para los que se realizaron los cálculos y se efectuó el análisis regresional, obteniéndose la forma final de la función de vulnerabilidad simulada (fig.5.4).

### 5.5.3 Estudio probabilista y resultados de la simulación

Utilizando el método del índice de vulnerabilidad, la expresión probabilística para el cálculo del riesgo sísmico específico se describe:

$$F(d) = \int_0^d \int_0^{Iv \max} \int_0^{I \max} f(d | Iv, I) f(Iv) f(I) dI dIv dd \dots (II)$$

Donde  $F(d)$  es la función de distribución de daño acumulada para  $d=d$ . La expresión  $f(d|Iv,I)$  es la función de densidad de daño condicionada sobre el índice de vulnerabilidad y la intensidad del sismo, mientras que las funciones  $f(Iv)$  y  $f(I)$  son las funciones de densidad del  $Iv$  y de la intensidad del terremoto  $I$ . Nótese que el riesgo específico  $S$  viene expresado por la ecuación :

$$S= F(d_{max})$$

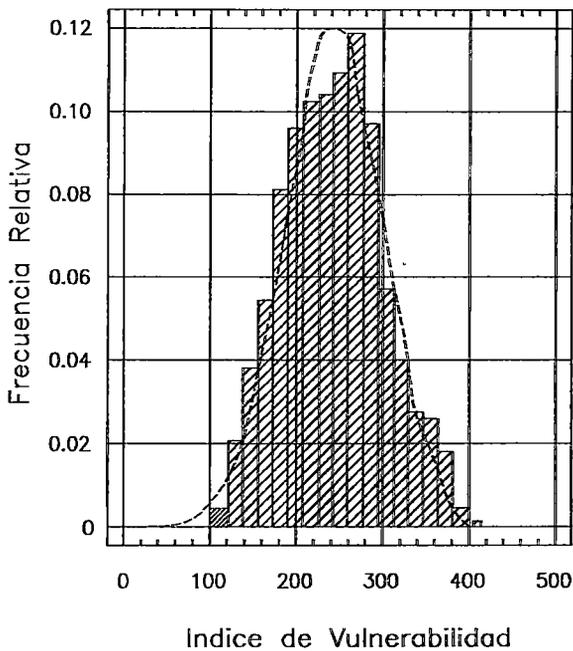
El proceso de simulación se realizó luego para el resto de intensidades sísmicas consideradas, utilizando siempre los nuevos valores  $W_i$ . Se aplicó la técnica de simulación por Montecarlo, que consiste en simular mediante un proceso determinista los resultados de muchos experimentos repetitivos a partir de datos de entrada obtenidos de manera probabilista, construir el histograma de dichos resultados y buscar la ley de distribución de probabilidad que se le ajusta. Se realizaron histogramas de los resultados y se ajustaron modelos probabilistas utilizando niveles de significancia de 5% o 10% como, por ejemplo, en las figuras 5.5 y 5.6. De esta manera puede definirse las funciones  $f(Iv)$  y  $f(d|Iv,I)$ . La función  $f(I)$  se obtiene a partir de los estudios de peligrosidad sísmica. La ecuación (II) puede discretizarse y, de esta manera, obtener la probabilidad condicional de daño  $P[d|\Delta Iv, \Delta I]$ , en forma de matriz de probabilidad en tres dimensiones:

$$P[d_i < d < d_{i+1}] = \sum \sum P[d_i < d < d_{i+1} | Iv_j < Iv < Iv_{j+1}, Ik < I < Ik+1] \\ \times P[ Iv_j < Iv < Iv_{j+1}] \times P[ Ik < I < Ik+1] \dots\dots(III)$$

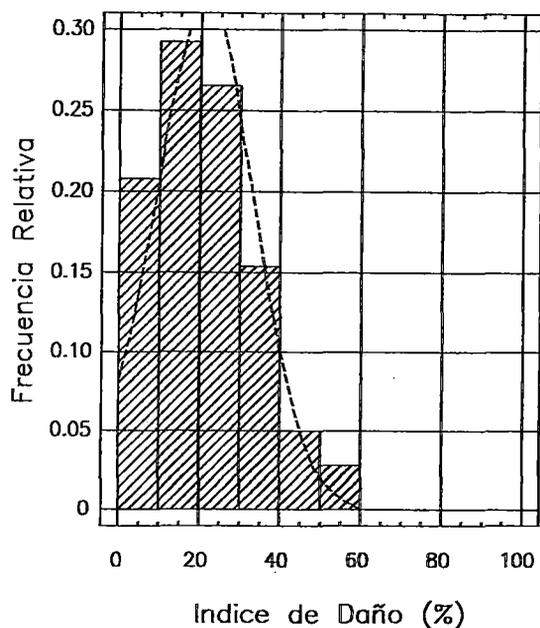
Donde  $P[d_i < d < d_{i+1}]$  es la probabilidad de obtener un grado de daño entre los valores  $d_i$  y  $d_{i+1}$ . El primer factor del miembro derecho es la probabilidad de daño condicionada sobre el índice de vulnerabilidad  $Iv$  y

la intensidad I. Los otros dos son las probabilidades totales para el índice de vulnerabilidad y para la intensidad, comprendidas entre los rangos indicados; m es el número total de intervalos  $\Delta I_v$  y n el número total de intervalos de  $\Delta I$ .

Como resultado final de la simulación se obtiene funciones de vulnerabilidad para distintas intensidades (figura 5.7.) y de la discretización se pueden desarrollar matrices de probabilidad de daño del tipo descrito anteriormente como la presentada en la tabla 3.



**Fig.5.5.** Histograma y distribución normal del índice de vulnerabilidad  $f(I_v)$ .



**Fig.5.6.** Histograma y distribución normal del daño.  $I_v \in [200,250]$ ,  $I=VII$  MSK.

$f(d   I_v, I)$	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
0-100	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-150	0.838	0.008	0.000	0.000	0.000
150-200	0.660	0.257	0.004	0.000	0.000
200-250	0.413	0.473	0.068	0.001	0.000
250-300	0.183	0.455	0.293	0.048	0.002
300-350	0.005	0.344	0.467	0.149	0.029
>350	0.000	0.000	0.015	0.276	0.467

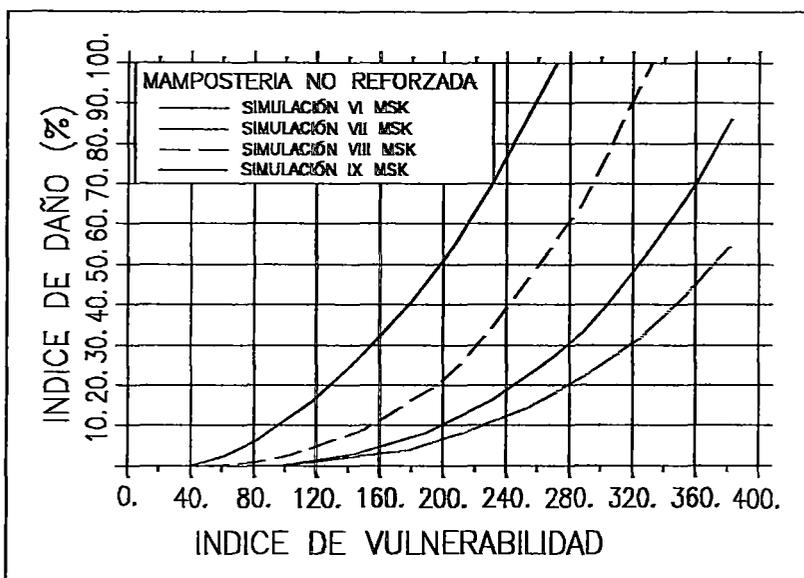
**Tabla 3.** Valores de  $f(d | I_v, I)$  discretizados del modelo ajustado a los datos simulados  $I=VII$  MSK.

#### 5.5.4 Aplicación de la Metodología al "Eixample" de Barcelona

Se ha escogido una muestra de edificios de la zona del "Eixample" de Barcelona, organizándola de manera aleatoria en manzanas similares a las reales. Además de los planos de construcción disponibles en los archivos históricos de la ciudad se han obtenido características estructurales que facilitaron la labor del levantamiento. De la inspección de cada uno de los edificios escogidos se llegó a la determinación

completa de todos los parámetros requeridos por la metodología. Finalmente, se calculó el índice de vulnerabilidad de cada edificio y se estimó el índice de daño correspondiente al nivel de intensidad macrosísmica considerada en la zona simulada, mediante las funciones de vulnerabilidad anteriormente obtenidas.

En la figura 5.8 se observa la disposición de los edificios de mampostería no reforzada ubicados en las manzanas simuladas y los valores del índice de vulnerabilidad obtenidos, que son medios y altos

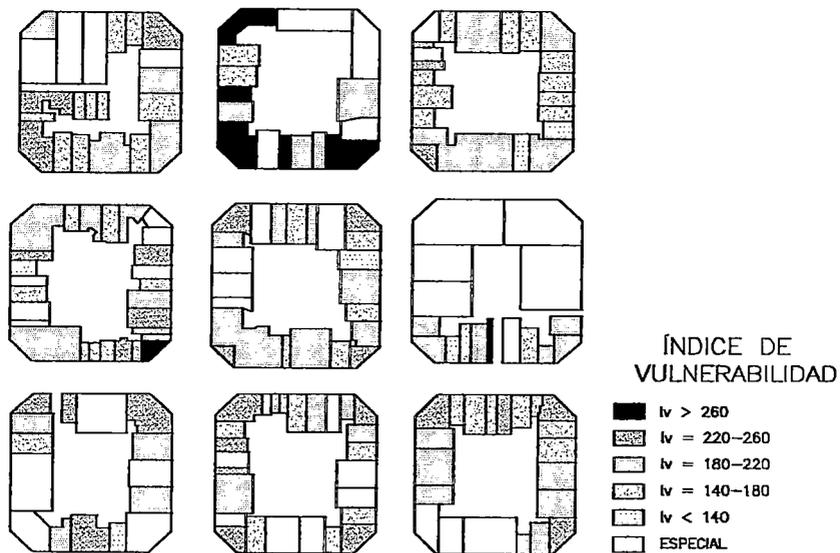


**Fig.5.7.** Funciones de vulnerabilidad obtenidos por simulación para mampostería no reforzada y diferentes escalas de intensidad MSK.

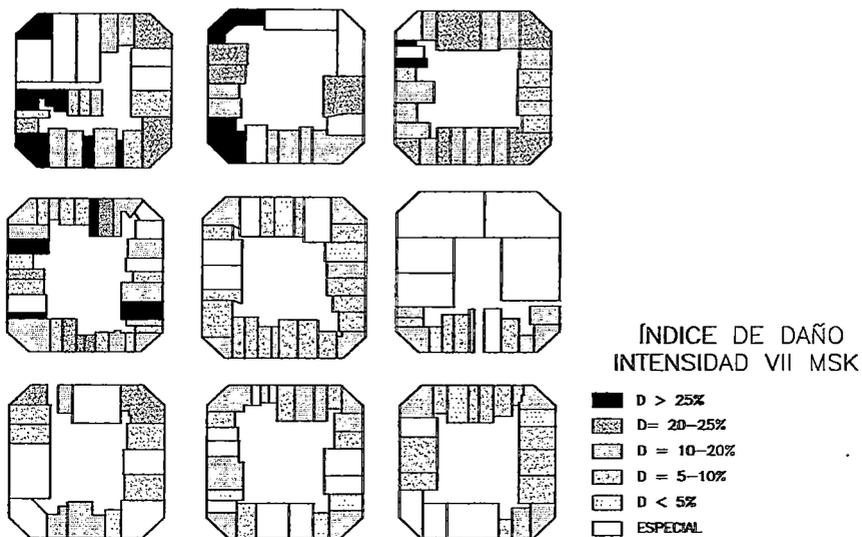
principalmente. Aquellos que no están identificados son edificios de hormigón armado y especiales, para los cuales no puede aplicarse la presente metodología. Los valores altos responden a la baja calidad de los materiales y al estado medio-bajo de conservación de los edificios, en contraposición con la buena semi-regularidad en planta y en altura que presentan los mismos.

En la figura 5.9 se muestra el escenario de daño para una intensidad VII, la cual es la considerada por los diseños actuales en Barcelona. La mayoría de los edificios sufren daños entre el 10% y el 20% y un 5% de ellos tendrán un daño entre el 20% y el 30%. Solamente el 8% de los edificios sufriría un daño muy leve, de hasta un 5%. La figura 5.10 es el escenario para intensidad VIII, observándose daños ya importantes, la mayoría de ellos entre 20% y 40%, con focos superiores al 40%. Si llega a producirse un sismo de estas características, las pérdidas serían graves y bastante generalizadas en toda la zona. Para la intensidad IX (figura 1.20) el daño es muy grave, pues el 72% de los edificios muestran un daño superior al 40% con predominancia entre el 50% y el 60%, lo que requeriría realizar un estudio detallado y profundo del coste de reparación con relación al coste de reparación excesivamente alto.

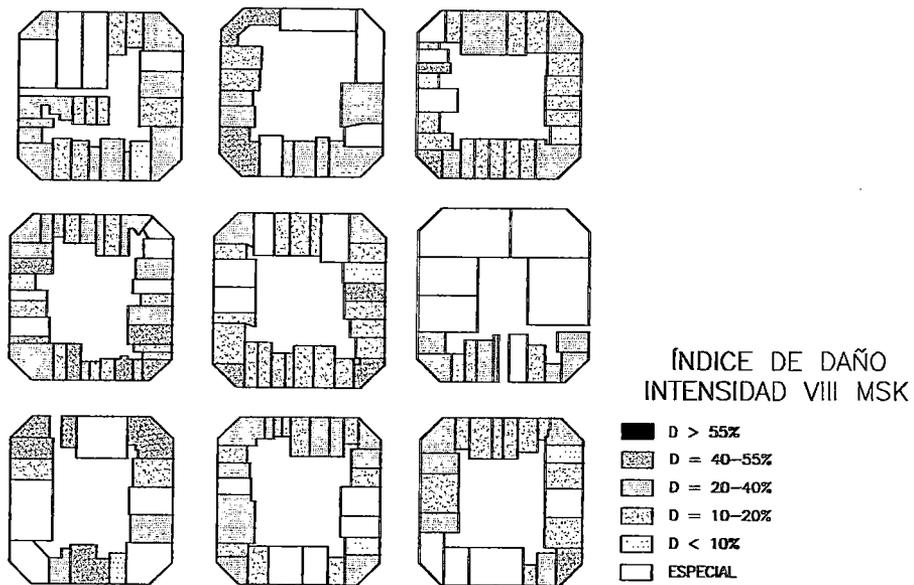
La metodología desarrollada se muestra adecuada para analizar zonas urbanas a gran escala, pues proporciona una estimación suficiente del comportamiento sísmico de los edificios, con miras a la toma de decisiones en planes de mitigación de desastres. Los resultados obtenidos para el "Eixample" muestra una vulnerabilidad media-alta de los edificios, lo que parece correcto dado el estado en el que se encuentran. La simulación por ordenador ha reemplazado parcialmente la información que debiera obtenerse de los estudios post-terremoto; sin embargo, cabe anotar que siempre serán necesarios levantamiento de los daños después de un sismo, tanto para calibrar como para verificar la calibración que se realice en estudios de tipo analítico.(2)



**Fig.5.8.** Mapa de vulnerabilidad del sector estudiado.



**Fig.5.9.** Escenario de daño para un sismo de intensidad VII MSK.



**Fig.5.10.** Escenario de daño para un sismo de intensidad VIII MSK..

## **CAPÍTULO VI**

### *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica*

#### **6.1. Procedimiento utilizado**

El primer paso que se efectuó para realizar dicha evaluación fue un recorrido por todo el distrito de San Miguel, con el fin de identificar visualmente el estado actual y las características tipológicas de las edificaciones de uso vivienda. Debido a la gran variedad de tipos de viviendas, éstas fueron agrupadas en función a la urbanización a la que pertenecen y a partir de allí se tomaron muestras representativas de cada urbanización. Fue necesario la utilización de información digitalizada en AutoCad para poder sectorizar la totalidad del distrito al nivel de sus urbanizaciones.

##### **6.1.1. Herramienta Empleada-ArcView GIS**

ArcView GIS es un programa con aplicación GIS (geographic information system), de fácil uso y con interfaces gráfica. Posee herramientas para visualización, exploración, búsquedas, ediciones y análisis de información geográfica con ubicaciones de coordenadas.

La particularidad de este programa es que cada entidad creada (sean estos puntos, líneas o polígonos) es una base de datos, las cuales pueden ordenarse, clasificarse y agruparse de acuerdo a las necesidades requeridas.

La utilización de dicho programa en el desarrollo del trabajo de tesis fue muy útil e interesante, ya que permitió manejar la información en forma fácil usando un entorno de visualización gráfica muy agradable.

##### **6.1.2. Resultados Obtenidos con el Programa**

Los datos digitalizados en AutoCad del distrito fueron importados al programa (como entidades que pueden ser punto, líneas o polígonos); creándose automáticamente los temas, los cuales fueron seleccionados,

editados y preparados en una primera lámina en donde se muestra al distrito con las urbanizaciones que lo conforman. Cada urbanización se encuentra designada como una entidad polígono, siendo esta una pequeña base de datos, que contiene información del nombre, código, perímetro y área aproximada de cada urbanización.

Luego se pasó a identificar las diferentes edificaciones para fotografiar las más representativas por cada urbanización. El resultado fue la toma de setenta y cuatro fotografías que muestran las características generales de las edificaciones de dicho distrito los cuales fueron ubicados y editados con el programa cuyo resultado es la lámina que a continuación se muestra.

De acuerdo a lo observado se seleccionaron catorce viviendas que por sus características y número son las más representativas de todo el distrito. Se buscó información respecto a las viviendas seleccionadas, encontrándose en la municipalidad los expedientes de sólo ocho de ellas las cuales fueron evaluadas usando la metodología de densidad mínima de muros.

## 6.2. Metodología de Evaluación

### 6.2.1. Densidad Mínima de Muros

En la práctica es útil disponer de un procedimiento simple para estimar la “densidad mínima de muros de corte de albañilería”, que puede utilizarse como un criterio de predimensionamiento para edificaciones nuevas o para evaluación simple de la capacidad sísmica debida fuerzas cortantes en edificaciones existentes.

Se presenta un procedimiento para estimar la densidad mínima de muros de corte considerando una fuerza cortante sísmica de acuerdo al Código Peruano de Diseño Sismo-Resistente un factor global de corte.

Asimismo se presenta un procedimiento para evaluar el área efectiva disponible de muros de corte basado en la definición de la

Urbanizaciones-1.shp

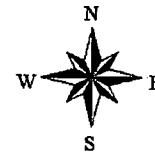
- 1\_FUNDO\_SANMIGUEL
- 10\_TORRESSANMIGUELITO
- 11\_STAFLORENCIA
- 12\_SANMIGUELITO
- 13\_PERSHING
- 14\_BARTOLOMEHERRERA
- 15\_ELCAPILLO
- 16\_PANDO1ET
- 17\_PANDO2ET
- 18\_PANDO2AMPLIAC
- 19\_PANDO4ET
- 2\_GRUPOT
- 20\_PANDO8ET
- 21\_PANDO7ET
- 22\_PANDO8ET
- 23\_RIGEL
- 24\_AAHUUACAPANDO
- 25\_EXFUNDOPANDO
- 26\_MIRAMAR
- 27\_AGRUPACIONLAPAZ
- 28\_RESIDENCIALASFLORES
- 29\_CIUDEPAPEL
- 3\_SANMIGUEL
- 30\_HOGARDELAMADRE
- 31\_MARANGA1ET
- 32\_MARANGA2ET
- 33\_MARANGA3ET
- 34\_MARANGA4ET
- 35\_MARANGA5ET
- 36\_MARANGA6ET
- 37\_MARANGA7ET
- 38\_LASLEYENDAS
- 39\_RESIDENCIALCALLAO
- 4\_UDIMA\_LIBERTAD
- 40\_ELTRIANGULO
- 41\_VILLALVA
- 42\_LUISGERMANASTETE
- 43\_COOPERATICARDOESCARDO
- 44\_CAPEBCO
- 45\_COOPERATISTAELISA
- 46\_ARBOLEDADEMARANGA
- 47\_STAROSA
- 48\_SRDELUREN
- 49\_SANJUANMASIAS
- 5\_LAMACARENA
- 50\_CHEPEN
- 51\_NOURBANIZADO
- 52\_PANDO5ET
- 6\_CHJCTELLO
- 7\_YAMILE
- 8\_PABLOVI
- 9\_STAEULALIA

Limite-distrital.shp

▲ Polyline

DISTRITO DE BELLAVISTA

DISTRITO DE LA PERLA



DISTRITO DE PUEBLO LIBRE

OCEANO PACÍFICO

DISTRITO DE MAGDALENA

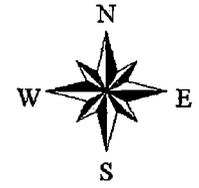
0 0.4 Kilometros



DISTRITO DE BELLAVISTA

DISTRITO DE LA PERLA

DISTRITO DE PUEBLO LIBRE

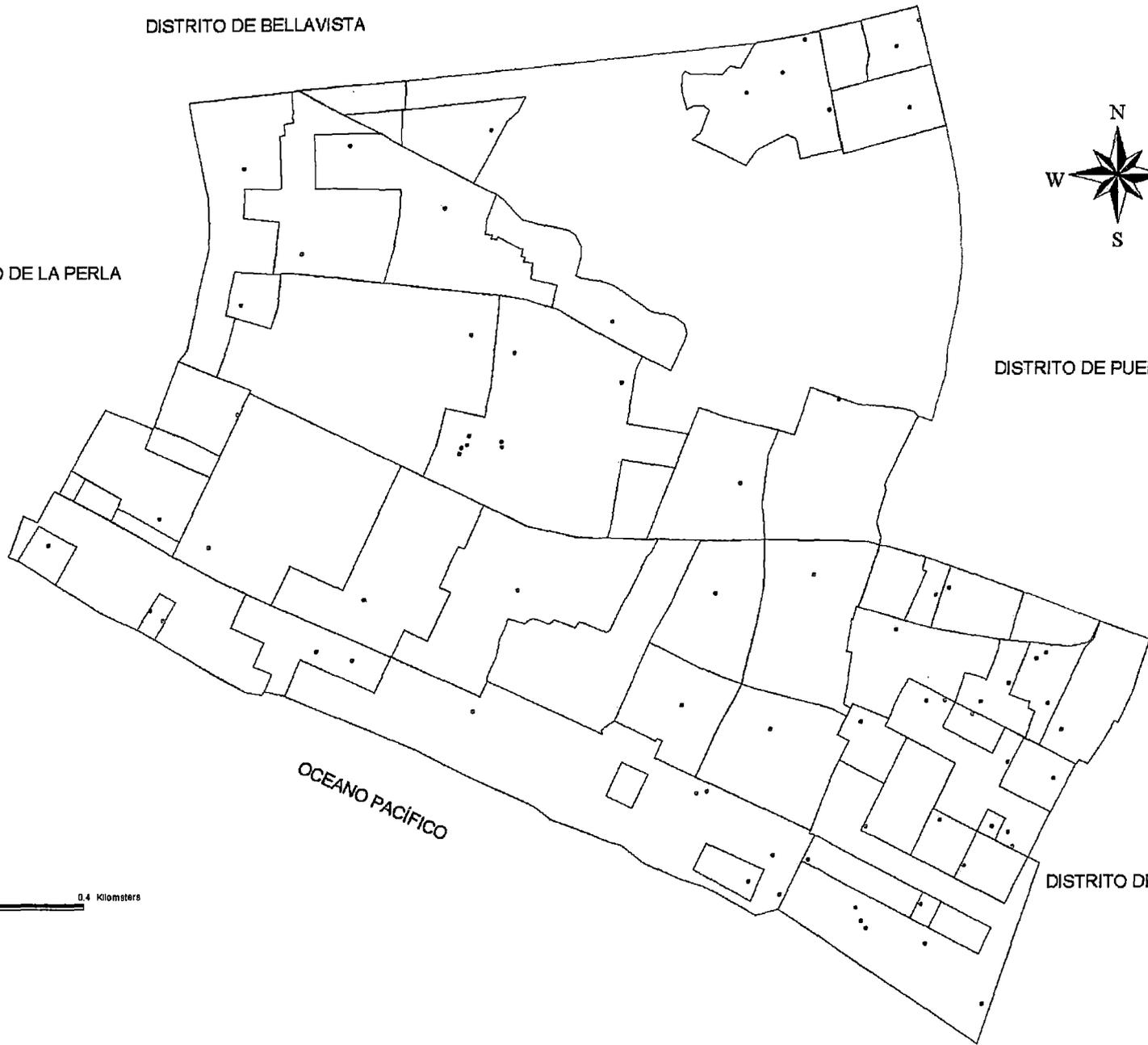


- Fotos.shp
- Limite-urbanizaciones-1.shp
- ▲ Polyline
- Limite-distrital.shp
- ▲ Polyline

OCEANO PACÍFICO

DISTRITO DE MAGDALENA

0.4 0 0.4 Kilometers



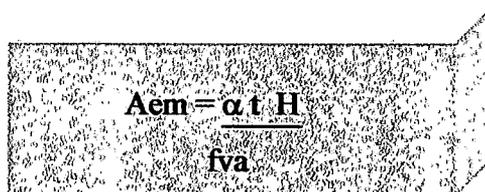
“longitud efectiva de muro” que tiene el significado de una rigidez lateral relativa del muro de corte.

Por consiguiente una condición de conformidad para el análisis de fuerza cortante sísmica en la dirección de análisis es que el “área efectiva disponible” de muros de corte de albañilería sea igual o mayor que el “área efectiva mínima” necesaria.

### 6.2.2. Área Efectiva Mínima de Muros de Corte

Se define como “área efectiva mínima” necesaria de muros de albañilería al área horizontal en planta efectiva de los muros de albañilería en una dirección principal de análisis  $A_{em}$  para resistir una fuerza cortante sísmica  $H$ .

El “área efectiva mínima” esta dado por la siguiente expresión.


$$A_{em} = \frac{\alpha \cdot t \cdot H}{f_{va}}$$

Donde:

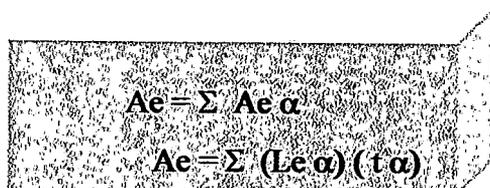
$\alpha \cdot t$  = factor global de amplificación por torsión.

$f_{va}$  = esfuerzo admisible global de corte.

Para edificaciones que tienen muros perimetrales se puede adoptar el valor de  $\alpha \cdot t = 1.15$  .

Se define el “área efectiva de muros de albañilería” como la sumación de las áreas afectivas correspondientes a todos los muros estructurales en la dirección de análisis.

El área efectiva de muros está dada por la siguiente expresión:



A diagram of a rectangular wall with a stippled texture. Inside the wall, the following formulas are written:

$$A_e = \sum A_{e\alpha}$$

$$A_e = \sum (L_{e\alpha}) (t_{\alpha})$$

Donde:

$A_{e\alpha}$  = área efectiva del muro  $\alpha$ .

$L_{e\alpha}$  = longitud efectiva del muro  $\alpha$ .

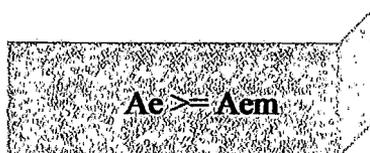
$t_{\alpha}$  = espesor del muro  $\alpha$ .

Si los muros en la dirección de análisis son del mismo espesor, se tiene:

$$A_e = t \sum (L_{e\alpha})$$

donde  $t$  = espesor de los muros en la dirección de análisis.

Por lo tanto debe cumplirse la siguiente relación:



A diagram of a rectangular wall with a stippled texture. Inside the wall, the following inequality is written:

$$A_e \geq A_{em}$$

Esta última expresión nos muestra una condición de conformidad para el análisis de fuerza cortante sísmica en el plano de los muros en la dirección de análisis que puede utilizarse como un criterio práctico de densidad mínima de muros de corte para un pre-dimensionamiento en edificaciones nuevas o para una evaluación simple de la capacidad sísmica a fuerza cortante de edificaciones existentes de albañilería.

### **6.3. Identificación y Zonificación de Vulnerabilidad**

Para trazar el plano de zonificación de la vulnerabilidad del distrito de San Miguel se utilizaron los resultados de dos metodologías: por inspección ocular y por los resultados obtenidos de la evaluación de densidad mínima de muros.

#### **6.3.1. Por inspección**

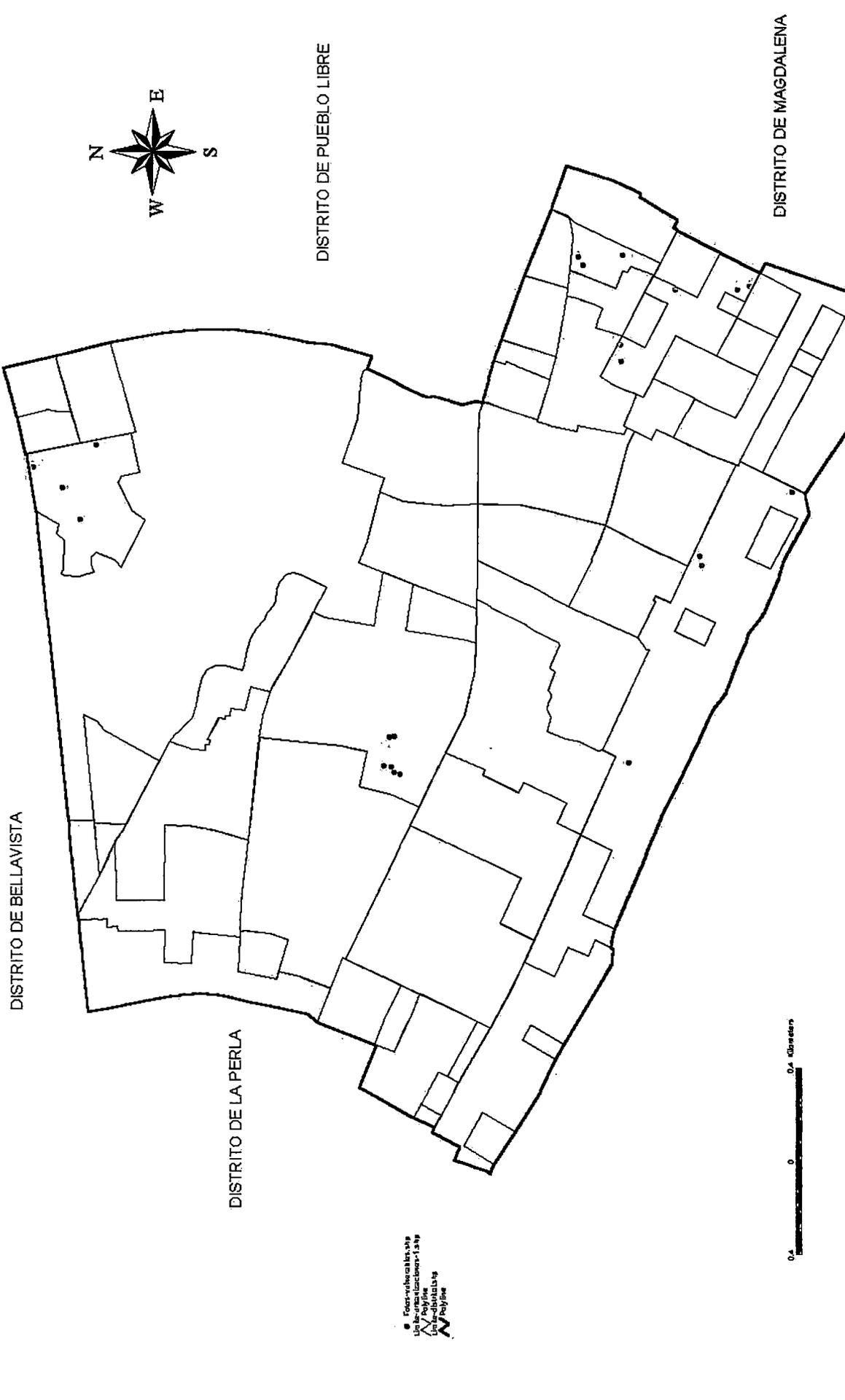
La primera identificación de vulnerabilidad que se realizó a las edificaciones tipo vivienda fue por medio de la inspección ocular que se realizó en todo el distrito, identificándose edificaciones consideradas altamente vulnerables, cuyas características son:

- ◆ Mal estado de conservación de la edificación.
- ◆ Ubicación en su gran mayoría en zonas no urbanizadas (invasiones); en algunos de los casos no contando con los servicios básicos.
- ◆ Materiales altamente vulnerables como el adobe, con defectos en aspectos constructivos.
- ◆ Mal uso de los materiales de construcción, que no garantizan un buen comportamiento de las estructuras portantes.
- ◆ Edificaciones auto construidas con mampostería de ladrillo, sin criterios de configuración estructural.
- ◆ Bajo nivel socio-económico de los pobladores.

A todas estas viviendas se les ha dado una clasificación en el plano de zonificación como Grado 'D' de vulnerabilidad. A continuación se muestra la ubicación de las viviendas identificadas como vulnerables en el plano del distrito de San Miguel.

Algunas fotografías de las edificaciones anteriormente mencionadas:

# DISTRITO DE SAN MIGUEL-UBICACION DE VIVIENDAS VULNERABLES

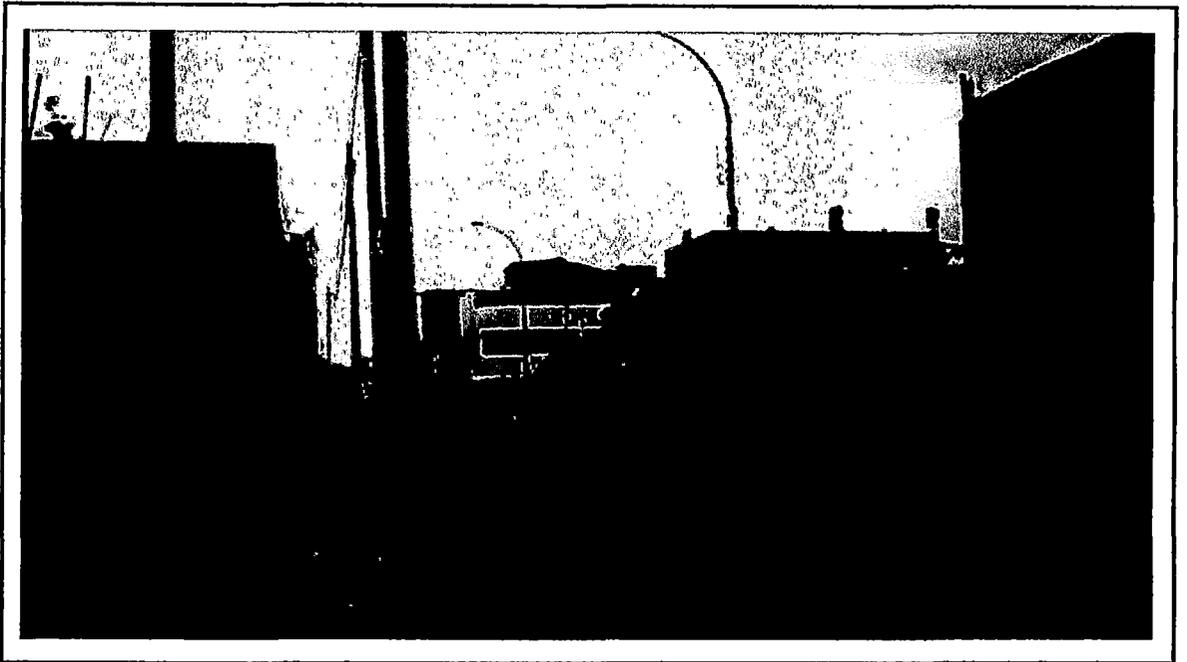


● Vivienda vulnerable  
— Línea de agua  
— Carretera  
— Calle

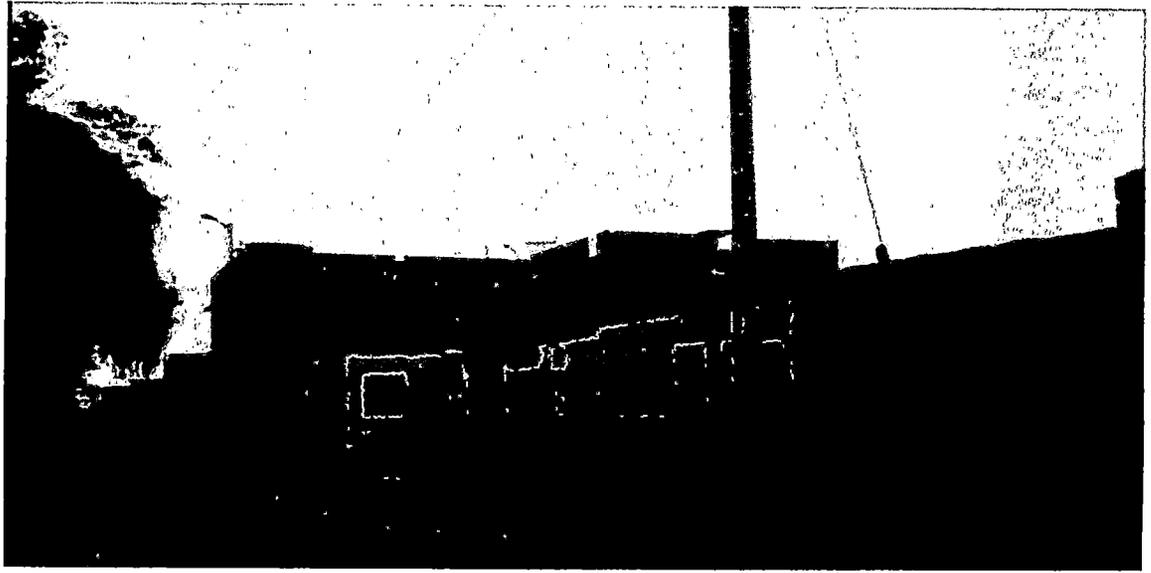
0.4 0 0.4 Kilómetros



f06. Calle Santa Ana



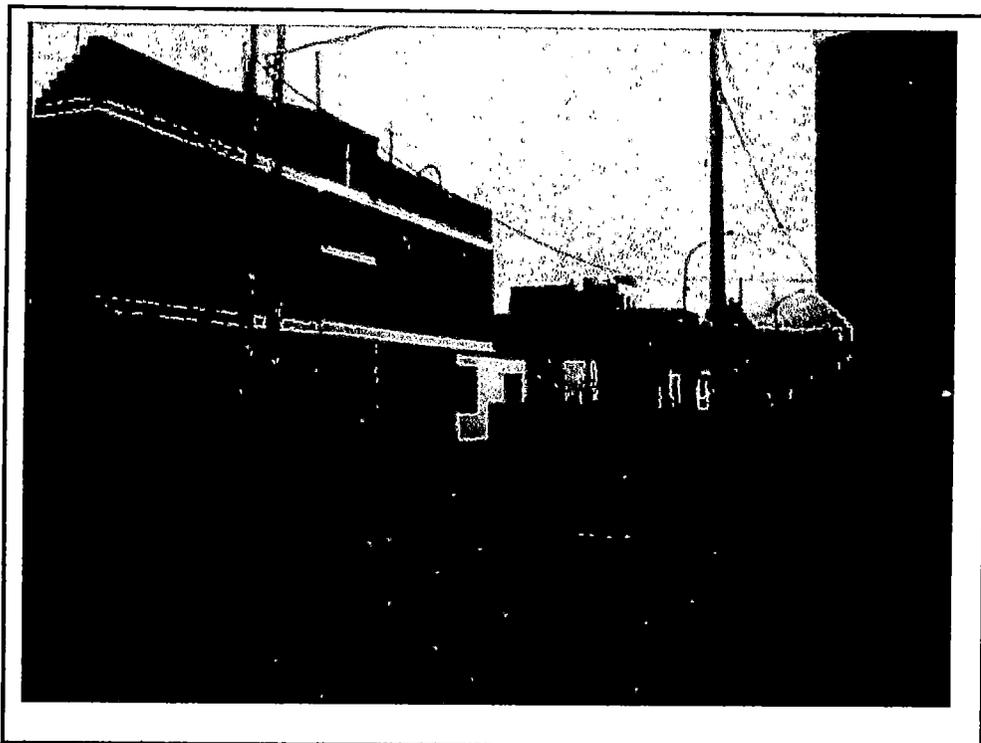
f10. Calle San Miguelito-Calle Medina



f11. Pasaje Santa Justina



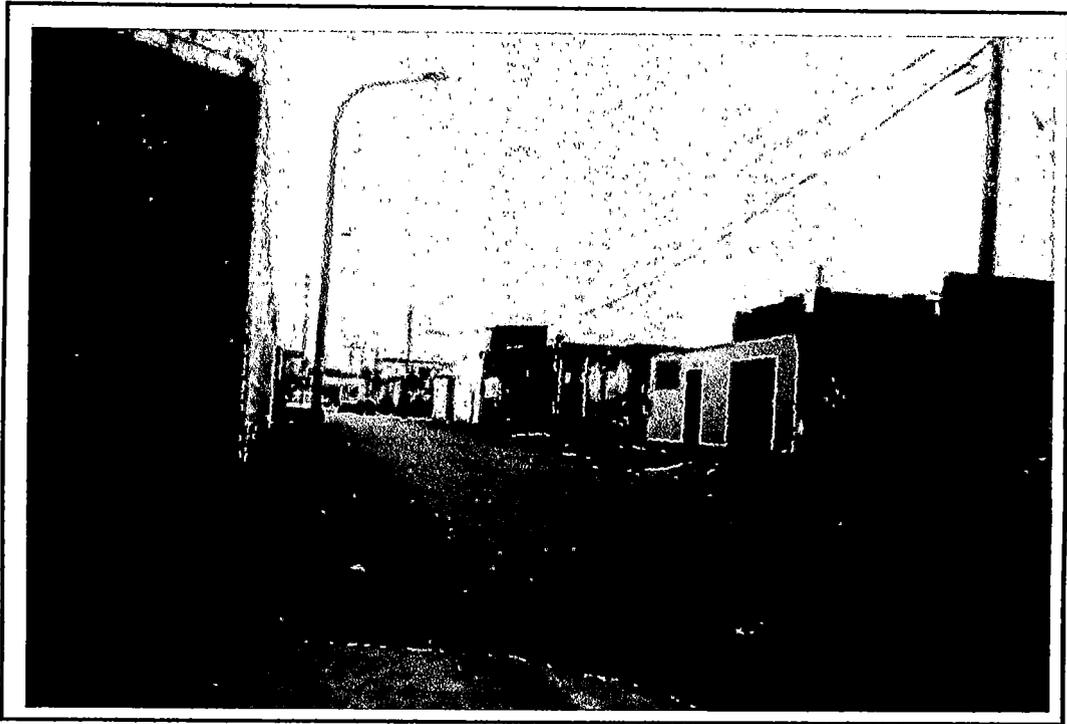
f26. Av. Ayacucho cdra. 6



f37.Jr. Los Pioneros



f59. Calle Independencia



f62. Calle Alcedo-Av. La Paz



f71. Calle Los Cedros-Calle Los Pinos

### 6.3.2. Por resultados de densidad de muros.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo-Resistente vigente se ha considerado la aceleración espectral de diseño con dos niveles de aceleraciones máximas correspondientes a sismos con periodo de retorno de 50 y 100 años. Estos corresponden a aceleraciones máximas de 250 y 350 gals, las que se han relacionado con sismos de intensidad VI a VII, y VIII MM, respectivamente, que han sido consideradas en opinión de investigadores involucrados en el proyecto de las normas de diseño sismorresistente.

Con la información obtenida (de los ocho planos de las edificaciones seleccionadas), se realiza la evaluación de la capacidad sísmica a fuerza cortante de las edificaciones de albañilería; para tres condiciones: Aceleración espectral, para sismo moderado ( $a=250\text{gals}$ ) y para sismo severo ( $a=350\text{gals}$ ).

La ubicación de las viviendas evaluadas se muestran en el siguiente plano, que más adelante nos servirá para poder trazar el plano de vulnerabilidad del distrito de San Miguel

A continuación la relación de tablas que se presentan para la evaluación de cada edificación:

- ◆ Tabla de metrados.
- ◆ Distribución de fuerzas cortantes por sismo de diseño.
- ◆ Distribución de fuerzas cortantes para sismo moderado.
- ◆ Distribución de fuerzas cortantes para sismo severo.
- ◆ Densidad de muros para el primer piso.
- ◆ Densidad de muros para el segundo piso.

Las edificaciones a evaluar corresponden a las siguientes urbanizaciones:

1. Urb. La Macarena.
2. Urb. Residencial Callao.
3. Urb. Maranga 7ma. Etapa.
4. Urb. German Astete.
5. Urb. San Miguelito.
6. Urb. Pando 5ta. Etapa.
7. Urb. Pando 7ma. Etapa.
8. Urb. Yamile.

Estos a su vez están clasificados por los siguientes expedientes respectivamente encontrados en la municipalidad del distrito que son:

1. EXP. 5461-72
2. EXP. 5222-74
3. EXP. 5218-72
4. EXP. 1135-75
5. EXP. 10492-83
6. EXP. 11979-88
7. EXP. 12633-89
8. EXP. 6104-73

## ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.7750 m	3.1950 m	--
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3250 m	6.8200 m	--
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.2000 m	6.8200 m	--
Y4-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.6250 m	10.695 m	--
Y5-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.2250 m	10.695 m	--
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	6.2000 m	16.177 m	--
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.7500 m	20.052 m	--
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.6250 m	20.052 m	--
Y4-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	6.0500 m	23.927 m	--
Y5-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.6500 m	23.927 m	--

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	7.3595 m	10.3730 m	59.2844 m <sup>2</sup>	20.150 m
2	20.6142 m	10.4191 m	64.0375 m <sup>2</sup>	22.275 m

# METRADOS

## INDICAR

Allgerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa =2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda
sobrecarga=	0.20 tn/m2
	0.10 tn/m2
	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S / C	S / C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. ( m )	Altura ( m )	Espesor ( m )	Carga ( t )	Area ( m2 )	Carga ( t )	% ( t )	100% ( t )	Caract.	( t )	( t )	100% s/c ( t )	muerto ( t )
1	20.15	2.4	0.25	21.76	59.2844	17.79	2.96	11.86	regular	5.93	48.44	57.33	45.48
2	22.275	2.4	0.25	24.06	64.0375	19.21	1.60	6.40	regular	6.40	51.27	56.08	49.67
											99.71	113.41	95.15

Longitud edificio en x =	8.00 m2
Longitud edificio en y =	8.70 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona = 3  
 Categoría = c  
 Tipo de Suelo = s2  
 R ( albañilería ) = 6  
 Regular(1), Irregul(2) = 1  
 Altura edificación = 4.80 m  
 Ct en x ( 1, 2, 3 ) = 3  
 Ct en y ( 1, 2, 3 ) = 3

Z = 0.4  
 U = 1  
 S = 1.2  
 Tp = 0.6

Ct x = 60      Tx = 0.08  
 Ct y = 60      Ty = 0.08

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (T_p / T)^{1.00}$   
 y  $C \leq 2.5$

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Peso total edifi. (P) = 99.71 tn

Hx = 19.94 tn = 0.2000 P  
 Hy = 19.94 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70$   $F_a = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70$   $F_a = 0$   
 $F_i = P_i h_i (V - F_a) / \sum P_i h_i$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	48.44	116.26	6.40	19.94
2	2.40	4.80	51.27	246.11	13.54	13.54
				362.37		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	48.44	116.26	6.40	19.94
2	2.40	4.80	51.27	246.11	13.54	13.54
				362.37		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos moderados  $g_i = k g$   
 $g_i = 250 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$   
 $k = 0.255$

Peso total edifi. **99.71 tn**

$H_x = 25.43 \text{ tn} = 0.255 \cdot P$   
 $H_y = 25.43 \text{ tn} = 0.255 \cdot P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	48.44	116.26	8.16	25.43
2	2.40	4.80	51.27	246.11	17.27	17.27
				362.37		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	48.44	116.26	8.16	25.43
2	2.40	4.80	51.27	246.11	17.27	17.27
				362.37		



# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lel (m)
y1	0.23	5.78	11.30	0.0023	0.013	0.149	0.23
y2	0.23	3.33	7.00	0.0023	0.008	0.053	0.13
y3	0.23	2.20	13.09	0.0023	0.005	0.066	0.09
y4	0.23	5.63	8.15	0.0023	0.013	0.105	0.22
y5	0.23	3.23	12.42	0.0023	0.007	0.091	0.13

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lel (m)
y1	5.78	0.23	3.20	0.2709	1.565	4.999	5.78
y2	3.33	0.23	6.82	0.1967	0.654	4.460	1.39
y3	2.20	0.23	6.82	0.1289	0.283	1.933	0.40
y4	5.63	0.23	10.70	0.2682	1.509	16.136	5.42
y5	3.23	0.23	10.70	0.1917	0.618	6.614	1.27

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm2
F'm =	40 kg/cm2
Em =	20 tn/cm2
Ec =	198 tn/cm2
Alt. Entrep. =	2.40 m
<b>Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)</b>	
Em1 =	2100 tn/cm2

$$\Sigma L = 1.15$$

$$\Sigma Lel = 0.80$$

$$\Sigma Kx*Y = 0.46$$

$$\Sigma Kx = 0.046$$

$$Kri \text{ máx} = 0.013$$

$$Xr = 7.38$$

centro geométrico	Xcg =	7.36
	Ycg =	10.37

$$\Sigma L = 20.15$$

$$\Sigma L = 14.26$$

$$\Sigma Ky*X = 34.14$$

$$\Sigma Ky = 4.63$$

$$Kri \text{ máx} = 1.565$$

$$Yr = 10.09$$

ex =	0.02
ey =	-0.29

espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	359.73 tn/m2
1	Fd y =	20.53 tn/m2
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm2	= 1.80 kg/cm2
Fva y =	2.17 kg/cm2	= 2.17 kg/cm2
Aemín x =	1.27 m2	Para aceler. de diseño
Aemín y =	1.06 m2	
Aemín x =	1.62 m2	Para a=250 gals
Aemín y =	1.35 m2	
Aemín x =	2.27 m2	Para a=350 gals
Aemín y =	1.89 m2	
Am x =	0.18 m2	Por resistencia
Am y =	3.28 m2	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lel (m)
y1	0.23	6.20	11.51	0.0023	0.014	0.163	0.23
y2	0.23	3.75	6.79	0.0023	0.009	0.058	0.14
y3	0.23	2.63	13.30	0.0023	0.006	0.080	0.10
y4	0.23	6.05	7.94	0.0023	0.014	0.110	0.22
y5	0.23	3.65	12.67	0.0023	0.008	0.105	0.14

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lel (m)
y1	6.20	0.23	16.18	0.2778	1.723	27.865	6.20
y2	3.75	0.23	20.05	0.2156	0.808	16.211	1.76
y3	2.63	0.23	20.05	0.1576	0.414	8.297	0.63
y4	6.05	0.23	23.93	0.2755	1.667	39.884	5.85
y5	3.65	0.23	23.93	0.2114	0.772	18.466	1.84

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
<b>Muro con E y t diferente ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)</b>	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

$\Sigma =$	1.15	$\Sigma$ Lel =	0.83
		$\Sigma$ Kx*Y =	0.52
<b>Kri máx. =</b>	0.014	$\Sigma$ Kx =	0.05

**Xr = 20.57**

centro geométrico	Xcg =	20.61
	Ycg =	10.42

$\Sigma =$	22.28	$\Sigma =$	16.08
		$\Sigma$ Ky*X =	110.72
<b>Kri máx. =</b>	1.723	$\Sigma$ Ky =	5.38

**Yr = 10.15**

ex =	-0.05
ey =	-0.27

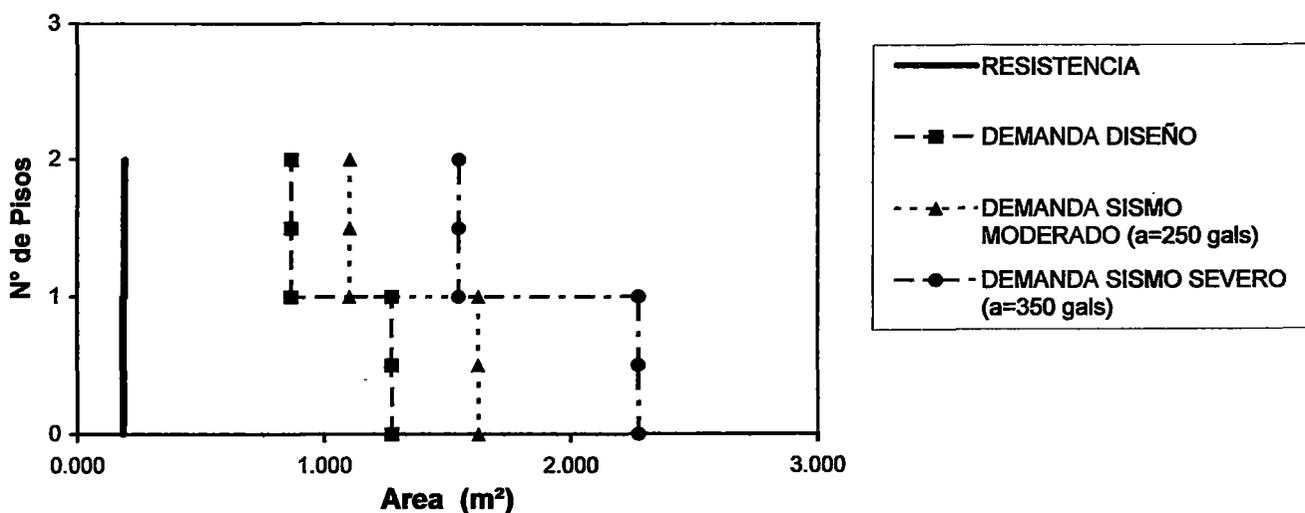
espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	187.80 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	9.70 tn/m <sup>2</sup>
	Apoyo en:	y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	1.97 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.97 kg/cm <sup>2</sup>
Aemín x =	0.87 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemín y =	0.79 m <sup>2</sup>	
Aemín x =	1.10 m <sup>2</sup>	Para
Aemín y =	1.01 m <sup>2</sup>	a=250 gals
Aemín x =	1.54 m <sup>2</sup>	Para
Aemín y =	1.41 m <sup>2</sup>	a=350 gals
Am x =	0.19 m <sup>2</sup>	Por
Am y =	3.70 m <sup>2</sup>	resistencia

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - URBANIZACIÓN LA MACARENA

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
	X-X	Y-Y	Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
			X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	0.185	3.280	1.274	1.057	1.624	1.348	2.274	1.887
2	0.190	3.699	0.865	0.789	1.103	1.006	1.545	1.408

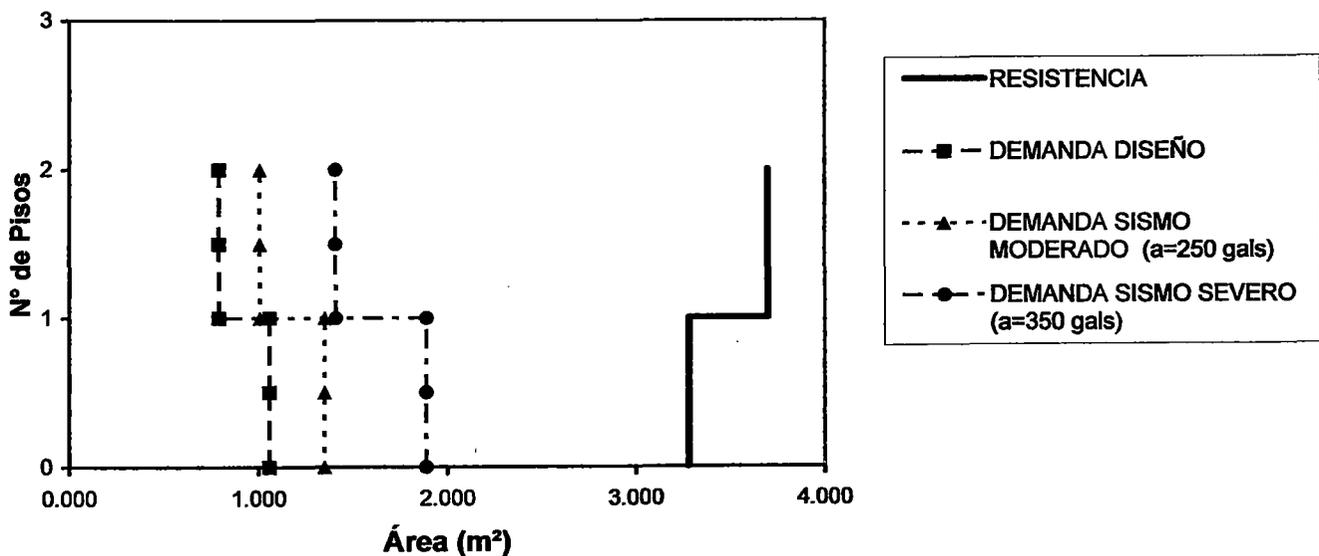
## ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección X-X



## ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección Y-Y



## ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.4500 m	3.6036 m	--
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.6800 m	7.0036 m	--
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.5300 m	9.6036 m	--
Y4-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.0500 m	9.6036 m	--
Y5-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3150 m	14.353 m	--
Y6-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3150 m	14.353 m	--
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.4500 m	22.597 m	--
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.1300 m	25.997 m	--
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.7800 m	28.597 m	--
Y4-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.4500 m	28.597 m	--
Y5-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.7650 m	33.347 m	--
Y6-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3150 m	33.347 m	--

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	9.5334 m	10.6715 m	65.5180 m <sup>2</sup>	19.34 m
2	28.5902 m	10.4834 m	68.9380 m <sup>2</sup>	21.34 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa = 2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda		
sobrecarga=	0.20 tn/m2	0.10 tn/m2	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S/C	S/C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. (m)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (t)	Area (m2)	Carga (t)	% (t)	100% (t)	Caract.	(t)	(t)	100% s/c (t)	muerto (t)
1	19.34	2.4	0.25	20.89	59.2844	17.79	2.96	11.86	regular	5.93	47.57	56.46	44.60
2	21.34	2.4	0.25	23.05	64.0375	19.21	1.60	6.40	regular	6.40	50.26	55.07	48.66
											97.83	111.52	93.26

Longitud edificio en x =	11.00 m2
Longitud edificio en y =	6.40 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona = 3  
 Categoría = c  
 Tipo de Suelo = s2  
 R ( albañilería ) = 6  
 Regular(1),Irregul(2) = 1  
 Altura edificación = 4.80 m  
 Ct en x ( 1, 2, 3 ) = 3  
 Ct en y ( 1, 2, 3 ) = 3

Z = 0.4  
 U = 1  
 S = 1.2  
 Tp = 0.6

Ct x = 60      Tx = 0.08  
 Ct y = 60      Ty = 0.08

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (Tp / T)^{1.00}$   
 y  $C \leq 2.5$

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Peso total edifi. (P) = 97.83 tn

Hx = 19.57 tn = 0.2000 P  
 Hy = 19.57 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70$   $Fa = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70$   $Fa = 0$   
 $Fi = Pi hi (V - Fa) / \sum Pi hi$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	47.57	114.16	6.28	19.57
2	2.40	4.80	50.26	241.26	13.28	13.28
				355.42		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	47.57	114.16	6.28	19.57
2	2.40	4.80	50.26	241.26	13.28	13.28
				355.42		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos moderados  $g_i = k g$

$g_i = 250 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$

$k = 0.255$

Peso total edifi. **97.83 tn**

$H_x = 24.95 \text{ tn} = 0.255 P$

$H_y = 24.95 \text{ tn} = 0.255 P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	47.57	114.16	8.01	24.95
0	2.40	4.80	50.26	241.26	16.93	16.93
				<b>355.42</b>		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	47.57	114.16	8.01	24.95
0	2.40	4.80	50.26	241.26	16.93	16.93
				<b>355.42</b>		



# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
y1	0.23	4.45	11.51	0.0023	0.010	0.117	0.23
y2	0.23	4.13	9.17	0.0023	0.009	0.086	0.21
y3	0.23	2.78	8.49	0.0023	0.006	0.054	0.14
y4	0.23	2.45	12.91	0.0023	0.008	0.072	0.13
y5	0.23	3.77	8.99	0.0023	0.009	0.077	0.19
y6	0.23	3.32	11.92	0.0023	0.008	0.090	0.17
<b>Σ =</b>				<b>1.38</b>	<b>Σ Lei =</b>		<b>1.08</b>
<b>Σ Kx*Y =</b>				<b>0.50</b>			
<b>Σ Kx =</b>				<b>0.048</b>			
<b>Kri máx =</b>				<b>0.010</b>			

**Xr = 8.97**

centro geométrico	X cg = 7.36	Y cg = 10.37
-------------------	-------------	--------------

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	4.45	0.23	3.60	0.2402	1.069	3.852	4.45
y2	3.68	0.23	7.00	0.2127	0.783	5.482	2.70
y3	2.53	0.23	9.60	0.1515	0.383	3.682	0.91
y4	2.05	0.23	9.04	0.1179	0.242	2.184	0.46
y5	3.32	0.23	14.35	0.1962	0.650	9.336	2.02
y6	3.32	0.23	14.35	0.1962	0.650	9.336	2.02
<b>Σ =</b>				<b>19.34</b>	<b>Σ =</b>		<b>12.55</b>
<b>Σ Ky*X =</b>				<b>33.87</b>			
<b>Σ Ky =</b>				<b>3.78</b>			
<b>Kri máx =</b>				<b>1.069</b>			

**Yr = 10.42**

ex = 1.61	ey = 0.05
-----------	-----------

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
<b>Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)</b>	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

espesor promed. de muros t = 0.23

con cal (1)	Fd x = 293.83 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y = 20.97 tn/m <sup>2</sup>

Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	2.18 kg/cm <sup>2</sup>	= 2.18 kg/cm <sup>2</sup>
Aemín x =	1.25 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemín y =	1.03 m <sup>2</sup>	
Aemín x =	1.59 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemín y =	1.32 m <sup>2</sup>	
Aemín x =	2.23 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemín y =	1.84 m <sup>2</sup>	
Am x =	0.25 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	2.89 m <sup>2</sup>	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lel (m)
y1	0.23	4.45	11.51	0.0023	0.010	0.117	0.23
y2	0.23	4.13	8.72	0.0023	0.009	0.082	0.21
y3	0.23	2.78	8.04	0.0023	0.006	0.051	0.14
y4	0.23	2.45	12.51	0.0023	0.006	0.070	0.13
y5	0.23	3.77	8.54	0.0023	0.009	0.073	0.19
y6	0.23	3.32	11.96	0.0023	0.008	0.090	0.17

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lel (m)
y1	4.45	0.23	22.60	0.2402	1.069	24.152	4.45
y2	4.13	0.23	26.00	0.2298	0.949	24.678	3.67
y3	2.78	0.23	28.60	0.1672	0.465	13.292	1.21
y4	2.45	0.23	28.60	0.1462	0.358	10.245	0.82
y5	3.77	0.23	33.35	0.2162	0.814	27.144	2.87
y6	3.32	0.23	33.35	0.1962	0.650	21.690	2.02

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm2
F'm =	40 kg/cm2
Em =	20 tn/cm2
Ec =	198 tn/cm2
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm2

Σ = 1.38      Σ Lel = 1.08

Σ Kx\*Y = 0.48

Kri máx = 0.010

Σ Kx = 0.05

Xr = 28.15

Σ = 20.89      Σ = 15.03

Σ Ky\*X = 121.20

Kri máx = 1.069

Σ Ky = 4.31

Yr = 10.15

centro geométrico      Xcg = 20.61      Ycg = 10.42

ex = 7.54      ey = -0.27

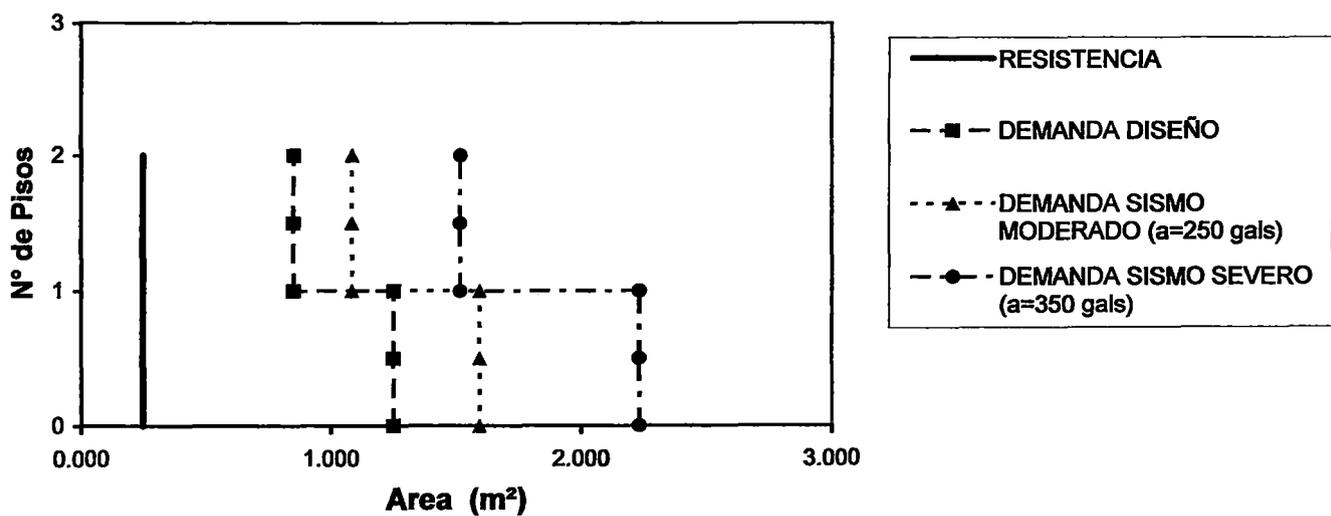
espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	153.32 tn/m2
1	Fd y =	10.13 tn/m2
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm2	= 1.80 kg/cm2
Fva y =	1.98 kg/cm2	= 1.98 kg/cm2
Aemin x =	0.85 m2	Para aceler. de diseño
Aemin y =	0.77 m2	
Aemin x =	1.08 m2	Para a=250 gals
Aemin y =	0.98 m2	
Aemin x =	1.51 m2	Para a=350 gals
Aemin y =	1.38 m2	
Am x =	0.25 m2	Por resistencia
Am y =	3.46 m2	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - URBANIZACIÓN RESIDENCIAL CALLAO

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
	X-X	Y-Y	Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
			X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	0.248	2.887	1.250	1.033	1.594	1.318	2.231	1.845
2	0.248	3.458	0.849	0.770	1.082	0.982	1.515	1.375

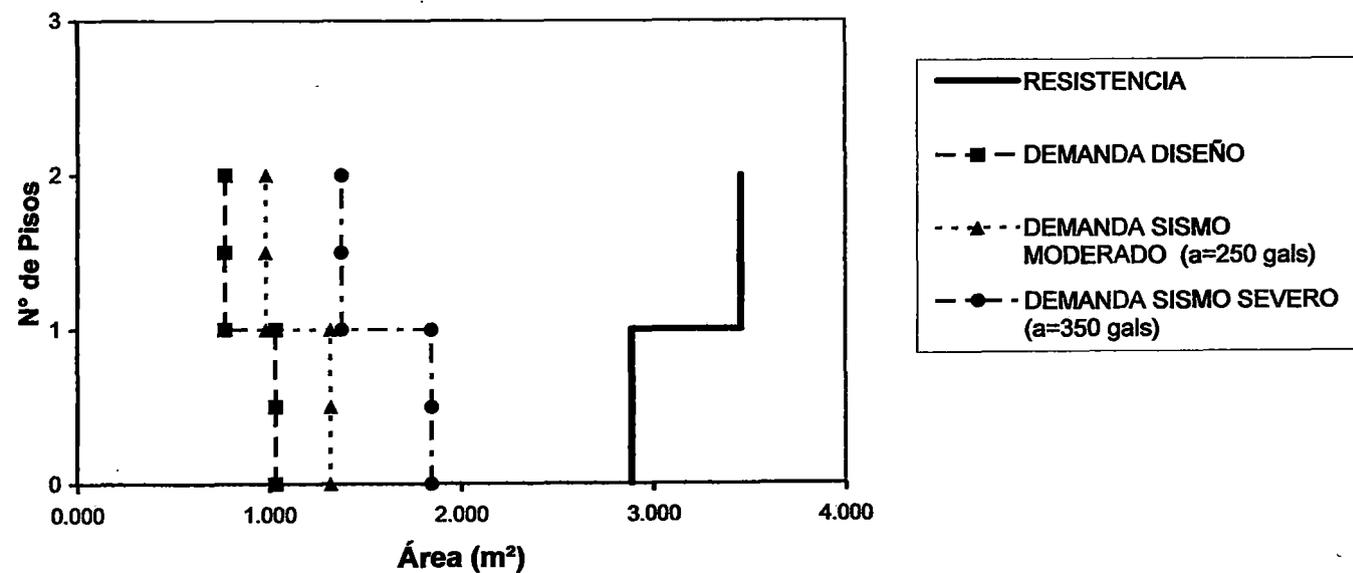
## ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección X-X



## ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección Y-Y



## ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.3750 m	2.8403 m	--
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.8070 m	2.8403 m	--
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.1500 m	6.6403 m	--
Y4-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.9500 m	6.6403 m	--
Y5-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.0000 m	6.6403 m	--
Y6-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.3750 m	10.590 m	--
Y7-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.8250 m	10.590 m	--
X1-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	2.9000 m	--	10.588 m
X2-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	1.4000 m	--	14.388 m
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.8750 m	15.968 m	--
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.6750 m	15.968 m	--
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.6496 m	19.768 m	--
Y4-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.8000 m	19.768 m	--
Y5-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.8750 m	23.718 m	--
Y6-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.6750 m	23.718 m	--
X1-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	2.9000 m	--	10.588 m
X2-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	3.0500 m	--	10.588 m

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	6.8403 m	9.9376 m	73.6000 m <sup>2</sup>	29.7820 m
2	19.9676 m	10.1126 m	84.4000 m <sup>2</sup>	35.4996 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa =2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda
sobrecarga=	0.20 tn/m2
0.10 tn/m2	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S/C	S/C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. ( m )	Altura ( m )	Espesor ( m )	Carga ( t )	Area ( m2 )	Carga ( t )	% ( t )	100% ( t )	Caract.	( t )	( t )	100% s/c ( t )	muerto ( t )
1	29.782	2.4	0.25	32.16	73.6	22.08	3.68	14.72	regular	7.36	65.28	76.32	61.60
2	35.4996	2.4	0.25	38.34	84.4	25.32	2.11	8.44	regular	8.44	74.21	80.54	72.10
											139.49	156.86	133.70

Longitud edificio en x =	8.00 m2
Longitud edificio en y =	6.05 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona	=	3	Z =	0.4	
Categoría	=	c	U =	1	
Tipo de Suelo	=	s2	S =	1.2	
R ( albañilería )	=	6	TP =	0.6	
Regular(1), Irregul(2)	=	1			
Altura edificación	=	4.80 m			
Ct en x ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct x =	60	T x = 0.08
Ct en y ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct y =	60	T y = 0.08

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (T_p / T)^{1.00}$   
 y  $C \leq 2.5$

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Peso total edifi. (P) = 139.49 tn

Hx = 27.90 tn = 0.2000 P  
 Hy = 27.90 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70$   $F_a = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70$   $F_a = 0$   
 $F_i = P_i h_i (V - F_a) / \sum P_i h_i$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	65.28	156.68	8.52	27.90
2	2.40	4.80	74.21	356.21	19.38	19.38
				512.89		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	65.28	156.68	8.52	27.90
2	2.40	4.80	74.21	356.21	19.38	19.38
				512.89		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos moderados  $g_i = k g$   
 $g_i = 250 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$   
 $k = 0.255$

Peso total edifi. **139.49 tn**                       $H_x = 35.57 \text{ tn} = 0.255 P$   
 $H_y = 35.57 \text{ tn} = 0.255 P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	65.28	156.68	10.87	35.57
0	2.40	4.80	74.21	356.21	24.70	24.70
				512.89		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	65.28	156.68	10.87	35.57
0	2.40	4.80	74.21	356.21	24.70	24.70
				512.89		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos severos  $g_i = k g$   
 $g_i = 350 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$   
 $k = 0.357$

Peso total edifi. **139.49 tn**

$H_x = 49.80 \text{ tn} = 0.357 P$   
 $H_y = 49.80 \text{ tn} = 0.357 P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	65.28	156.68	15.21	49.80
0	2.40	4.80	74.21	356.21	34.59	34.59
				512.89		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	65.28	156.68	15.21	49.80
0	2.40	4.80	74.21	356.21	34.59	34.59
				512.89		

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
x1	2.90	0.13	10.59	0.1742	0.286	3.024	2.90
x2	1.40	0.13	14.39	0.0678	0.054	0.772	0.26
y1	0.23	5.38	8.03	0.0023	0.012	0.098	0.01
y2	0.23	3.81	12.53	0.0023	0.009	0.109	0.01
y3	0.23	3.15	6.91	0.0023	0.007	0.050	0.01
y4	0.23	2.95	11.16	0.0023	0.007	0.075	0.01
y5	0.23	1.00	14.04	0.0023	0.002	0.032	0.00
y6	0.23	5.38	8.03	0.0023	0.012	0.098	0.01
y7	0.23	3.83	12.54	0.0023	0.009	0.109	0.01

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	5.38	0.23	2.84	0.2633	1.415	4.020	5.38
y2	3.81	0.23	2.84	0.2179	0.829	2.356	2.23
y3	3.15	0.23	6.64	0.1879	0.592	3.930	1.32
y4	2.95	0.23	6.64	0.1771	0.522	3.469	1.09
y5	1.00	0.23	6.64	0.0384	0.038	0.255	0.03
y6	5.38	0.23	10.59	0.2633	1.415	14.989	5.38
y7	3.83	0.23	10.59	0.2186	0.836	8.854	2.26

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

Σ =	5.91
Σ Lei =	3.21
Σ Kx*Y =	4.37
Σ Kx =	0.397
Kri máx =	0.286

Σ =	25.48
Σ =	17.67
Σ Ky*X =	37.87
Σ Ky =	5.65
Kri máx =	1.415

$X_r = 6.70$

$Y_r = 10.99$

centro geométrico	X cg =	7.36
	Y cg =	10.37

ex =	-0.66
ey =	0.62

espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	98.36 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	22.81 tn/m <sup>2</sup>
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	2.21 kg/cm <sup>2</sup>	= 2.21 kg/cm <sup>2</sup>
Aemín x =	1.78 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemín y =	1.45 m <sup>2</sup>	
Aemín x =	2.27 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemín y =	1.85 m <sup>2</sup>	
Aemín x =	3.18 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemín y =	2.59 m <sup>2</sup>	
Am x =	0.74 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	4.06 m <sup>2</sup>	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Knl	Kri	Kx*Y	Lel (m)
x1	2.90	0.12	10.59	0.1742	0.264	2.791	2.63
x2	3.05	0.12	10.59	0.1826	0.291	3.076	3.05
y1	0.23	5.88	7.78	0.0023	0.013	0.104	0.01
y2	0.23	4.68	12.95	0.0023	0.011	0.138	0.01
y3	0.23	3.65	6.66	0.0023	0.008	0.055	0.01
y4	0.23	4.80	12.99	0.0023	0.011	0.142	0.01
y5	0.23	5.88	7.80	0.0023	0.013	0.104	0.01
y6	0.23	4.68	12.93	0.0023	0.011	0.138	0.01

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Knl	Kri	Ky*X	Lel (m)
y1	5.88	0.23	15.97	0.2727	1.602	25.579	5.88
y2	4.68	0.23	15.97	0.2467	1.153	18.413	3.37
y3	3.65	0.23	19.77	0.2114	0.772	15.253	1.76
y4	4.80	0.23	19.77	0.2500	1.200	23.722	3.60
y5	5.88	0.23	23.72	0.2727	1.602	37.994	5.88
y6	4.68	0.23	23.72	0.2467	1.153	27.350	3.37

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Eml =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

espesor promed. t = 0.23  
de muros

con cal (1)	Fd x =	Fd y =
1	42.77 tn/m <sup>2</sup>	10.61 tn/m <sup>2</sup>

Apoyo en: y

Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	1.99 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.99 kg/cm <sup>2</sup>

Aemln x =	1.24 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemln y =	1.12 m <sup>2</sup>	

Aemln x =	1.58 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemln y =	1.43 m <sup>2</sup>	

Aemln x =	2.21 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemln y =	2.00 m <sup>2</sup>	

Am x =	1.32 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	5.48 m <sup>2</sup>	

Σ =	7.33	Σ Lel =	6.73
		Σ Kx*Y =	6.55
Kri.máx =	0.291	Σ Kx =	0.62

Xr = 19.82

centro geométrico	Xcg =	20.61
	Ycg =	10.42

Σ =	29.55	Σ =	23.83
		Σ Ky*X =	148.31
Kri.máx =	1.602	Σ Ky =	7.48

Yr = 10.54

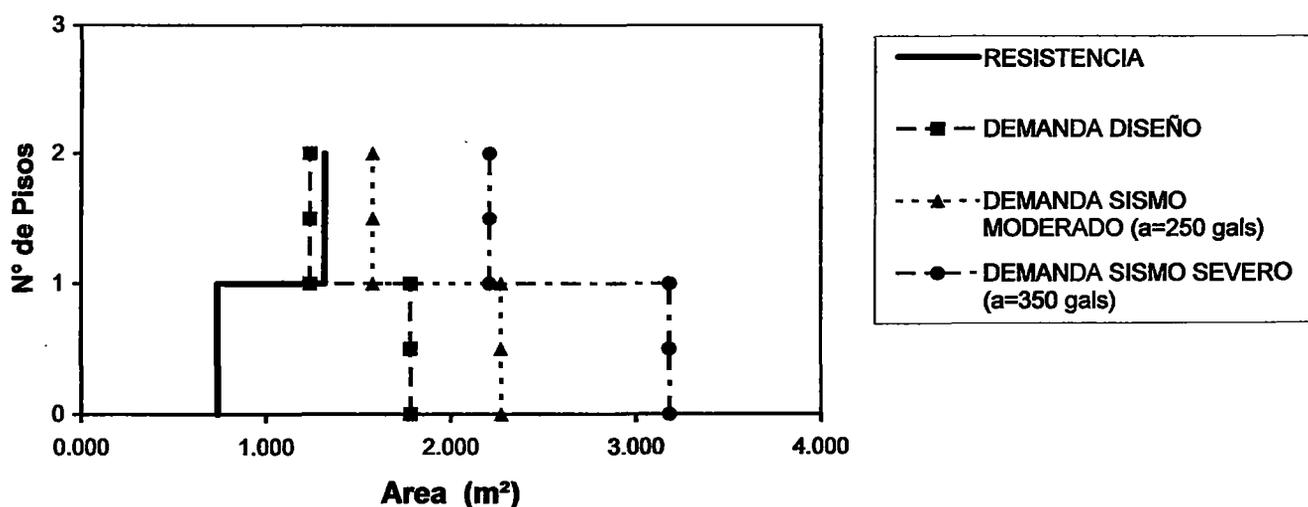
ex =	-0.79
ey =	0.12

## DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - URBANIZACIÓN MARANGA 7ma ETAPA

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
			Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	0.738	4.065	1.782	1.451	2.273	1.850	3.182	2.591
2	1.319	5.482	1.238	1.119	1.578	1.427	2.210	1.998

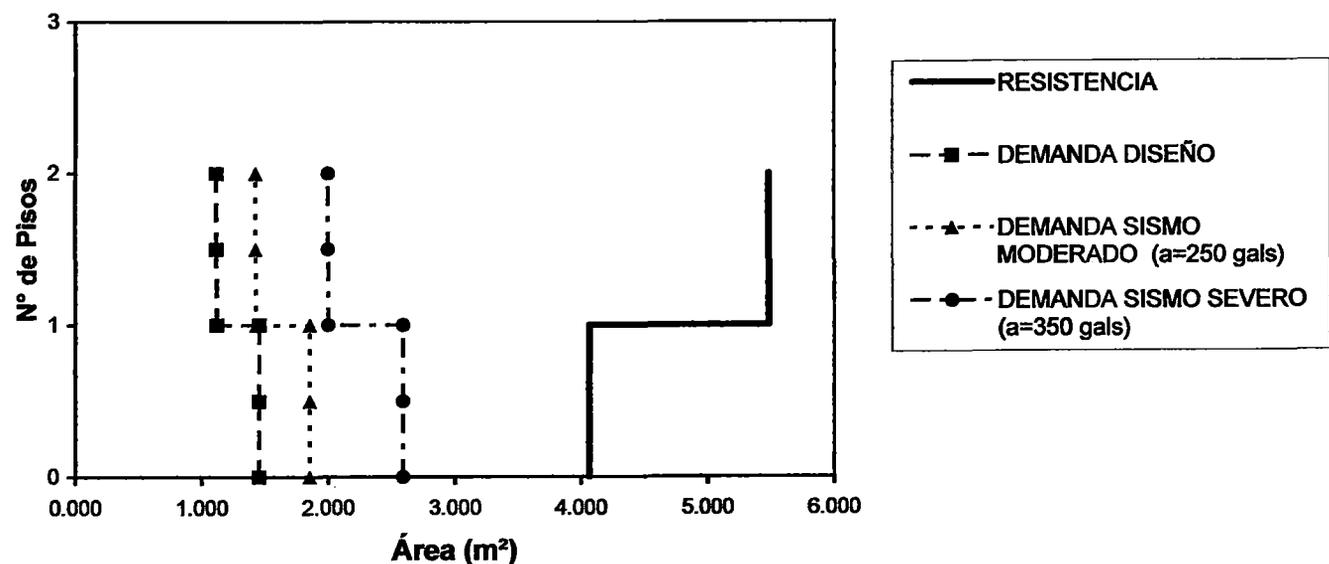
### ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección X-X



### ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección Y-Y



# ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.8750 m	3.0791 m	--
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.5000 m	3.0791 m	--
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.1250 m	3.0791 m	--
Y4-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.0000 m	6.5791 m	--
Y5-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.3750 m	6.5791 m	--
Y6-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.0250 m	6.5791 m	--
Y7-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.2500 m	6.5791 m	--
Y8-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.6750 m	9.8291 m	--
Y9-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.5000 m	9.8291 m	--
Y10-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.1250 m	9.8291 m	--
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.1750 m	16.390 m	--
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.5000 m	16.390 m	--
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.1250 m	16.390 m	--
Y4-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.3000 m	19.890 m	--
Y5-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.2500 m	19.890 m	--
Y6-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.6750 m	23.140 m	--
Y7-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.5000 m	23.140 m	--
Y8-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	4.1250 m	23.140 m	--
X1-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	2.6000 m	--	10.488 m
X2-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	2.6000 m	--	13.888 m

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	6.5651 m	11.9336 m	86.8500 m <sup>2</sup>	34.45 m
2	19.8557 m	11.8512 m	87.9750 m <sup>2</sup>	38.85 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25		0.30 tn/m2
Losa =2		0.2		

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda		
sobrecarga=	0.20 tn/m2	0.10 tn/m2	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S / C	S / C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. ( m )	Altura ( m )	Espesor ( m )	Carga ( t )	Area ( m2 )	Carga ( t )	% ( t )	100% ( t )	Caract.	( t )	( t )	100% s/c ( t )	muerto ( t )
1	34.45	2.4	0.25	37.21	86.85	26.06	4.34	17.37	regular	8.69	76.29	89.32	71.95
2	38.85	2.4	0.25	41.96	87.975	26.39	2.20	8.80	regular	8.80	79.35	85.95	77.15
											155.64	175.26	149.09

Longitud edificio en x =	8.00 m2
Longitud edificio en y =	6.05 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona =	3	Z =	0.4		
Categoría =	c	U =	1		
Tipo de Suelo =	s2	S =	1.2		
R ( albañilería ) =	6	Tp =	0.6		
Regular(1), Irregul(2) =	1				
Altura edificación =	4.80 m				
Ct en x ( 1, 2, 3 ) =	3	Ct x =	60	T x = 0.08	
Ct en y ( 1, 2, 3 ) =	3	Ct y =	60	T y = 0.08	

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (T_p / T)^{1.00}$   
y  $C \leq 2.5$

Cx = 18.75 = 2.50  
Cy = 18.75 = 2.50

Peso total edifi. (P) = 155.64 tn

Hx = 31.13 tn = 0.2000 P  
Hy = 31.13 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70$   $F_a = 0.070TV \leq 0.15V$   
si  $T < 0.70$   $F_a = 0$   
 $F_i = P_i h_i (V - F_a) / \sum P_i h_i$

Fa x = 0  
Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	76.29	183.09	10.11	31.13
2	2.40	4.80	79.35	380.87	21.02	21.02
				563.96		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	76.29	183.09	10.11	31.13
2	2.40	4.80	79.35	380.87	21.02	21.02
				563.96		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos moderados  $g_i = k g$

$g_i = 250 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$

$g_i = 0.255$

Peso total edifi. **155.64 tn**

$H_x = 39.69 \text{ tn} = 0.255 P$

$H_y = 39.69 \text{ tn} = 0.255 P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	76.29	183.09	12.88	39.69
0	2.40	4.80	79.35	380.87	26.80	26.80
				563.96		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	76.29	183.09	12.88	39.69
0	2.40	4.80	79.35	380.87	26.80	26.80
				563.96		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos severos  $g_i = k g$   
 $g_i = 350 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$   
 $g_i = 0.357$

Peso total edifi. **155.64 tn**

$H_x = 55.56 \text{ tn} = 0.357 P$   
 $H_y = 55.56 \text{ tn} = 0.357 P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	76.29	183.09	18.04	55.56
0	2.40	4.80	79.35	380.87	37.52	37.52
				<b>563.96</b>		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
0	2.40	2.40	76.29	183.09	18.04	55.56
0	2.40	4.80	79.35	380.87	37.52	37.52
				<b>563.96</b>		

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
y1	0.23	4.88	8.08	0.0023	0.011	0.090	0.23
y2	0.23	3.50	12.14	0.0023	0.008	0.097	0.17
y3	0.23	4.13	15.97	0.0023	0.009	0.150	0.19
y4	0.23	4.00	7.64	0.0023	0.009	0.070	0.19
y5	0.23	2.38	12.83	0.0023	0.005	0.069	0.11
y6	0.23	2.03	15.03	0.0023	0.005	0.069	0.10
y7	0.23	1.25	17.51	0.0023	0.003	0.050	0.06
y8	0.23	3.68	7.68	0.0023	0.008	0.064	0.17
y9	0.23	4.50	11.84	0.0023	0.010	0.122	0.21
y10	0.23	4.13	16.06	0.0023	0.009	0.151	0.19

$\Sigma L =$	2.30	$\Sigma Lei =$	1.63
$\Sigma Kx*Y =$	0.93	$\Sigma Kx =$	0.079
<b>Kri máx =</b>	<b>0.011</b>		

**Xr = 6.44**

centro geométrico	X cg =	7.36
	Ycg =	10.37

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	4.88	0.23	3.08	0.2519	1.228	3.782	4.88
y2	3.50	0.23	3.08	0.2049	0.717	2.208	2.04
y3	4.13	0.23	3.08	0.2297	0.947	2.917	3.18
y4	4.00	0.23	6.58	0.2252	0.901	5.927	2.93
y5	2.38	0.23	6.58	0.1412	0.335	2.206	0.65
y6	2.03	0.23	6.58	0.1160	0.235	1.546	0.39
y7	1.25	0.23	6.58	0.0564	0.070	0.463	0.07
y8	3.68	0.23	9.83	0.2125	0.781	7.676	2.34
y9	4.50	0.23	9.83	0.2417	1.088	10.690	3.98
y10	4.13	0.23	9.83	0.2297	0.947	9.312	3.18

$\Sigma L =$	34.45	$\Sigma =$	23.65
$\Sigma Ky*X =$	46.73	$\Sigma Ky =$	7.25
<b>Kri máx =</b>	<b>1.228</b>		

**Yr = 11.87**

ex =	-0.91
ey =	1.49

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
<b>Muro con E y t diferente</b> ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	261.84 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	18.82 tn/m <sup>2</sup>
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	2.14 kg/cm <sup>2</sup>	= 2.14 kg/cm <sup>2</sup>
Aemin x =	1.99 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemin y =	1.67 m <sup>2</sup>	
Aemin x =	2.54 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemin y =	2.13 m <sup>2</sup>	
Aemin x =	3.55 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemin y =	2.99 m <sup>2</sup>	
Am x =	0.37 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	5.44 m <sup>2</sup>	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
x1	2.60	0.13	10.49	0.1560	0.229	2.405	2.60
x2	2.60	0.13	13.89	0.1560	0.229	3.185	2.60
y1	0.23	5.88	8.28	0.0023	0.013	0.111	0.01
y2	0.23	4.68	12.83	0.0023	0.011	0.137	0.01
y3	0.23	3.65	15.86	0.0023	0.008	0.132	0.01
y4	0.23	4.80	7.74	0.0023	0.011	0.085	0.01
y5	0.23	5.88	16.83	0.0023	0.013	0.225	0.01
y6	0.23	4.68	8.18	0.0023	0.011	0.087	0.01
y7	0.23	4.68	11.83	0.0023	0.011	0.126	0.01
y8	0.23	4.68	16.33	0.0023	0.011	0.174	0.01

$\Sigma = 7.04$

$\Sigma Lei = 5.29$

$\Sigma Kx*Y = 6.67$

$\Sigma Kx = 0.55$

$Kri \text{ máx} = 0.229$

$Xr = 20.74$

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	5.88	0.23	15.97	0.2727	1.602	25.579	5.88
y2	4.68	0.23	15.97	0.2467	1.153	18.413	3.37
y3	3.65	0.23	19.77	0.2114	0.772	15.253	1.76
y4	4.80	0.23	19.77	0.2500	1.200	23.722	3.60
y5	5.88	0.23	23.72	0.2727	1.602	37.994	5.88
y6	4.68	0.23	23.72	0.2467	1.153	27.350	3.37
y7	4.68	0.23	23.72	0.2467	1.153	27.350	3.37
y8	4.68	0.23	23.72	0.2467	1.153	27.350	3.37

$\Sigma = 38.90$

$\Sigma = 30.56$

$\Sigma Ky*X = 203.01$

$\Sigma Ky = 9.79$

$Kri \text{ máx} = 1.602$

$Yr = 12.18$

centro geométrico  $X_{cg} = 20.61$   
 $Y_{cg} = 10.42$

$ex = 0.13$   
 $ey = 1.76$

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

espesor promed. de muros  $t = 0.23$

con cal (1)	Fd x =	Fd y =
1	47.65 tn/m <sup>2</sup>	8.62 tn/m <sup>2</sup>

Apoyo en: y

Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	1.96 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.96 kg/cm <sup>2</sup>

Aemin x =	1.34 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemin y =	1.24 m <sup>2</sup>	

Aemin x =	1.71 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemin y =	1.58 m <sup>2</sup>	

Aemin x =	2.40 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemin y =	2.21 m <sup>2</sup>	

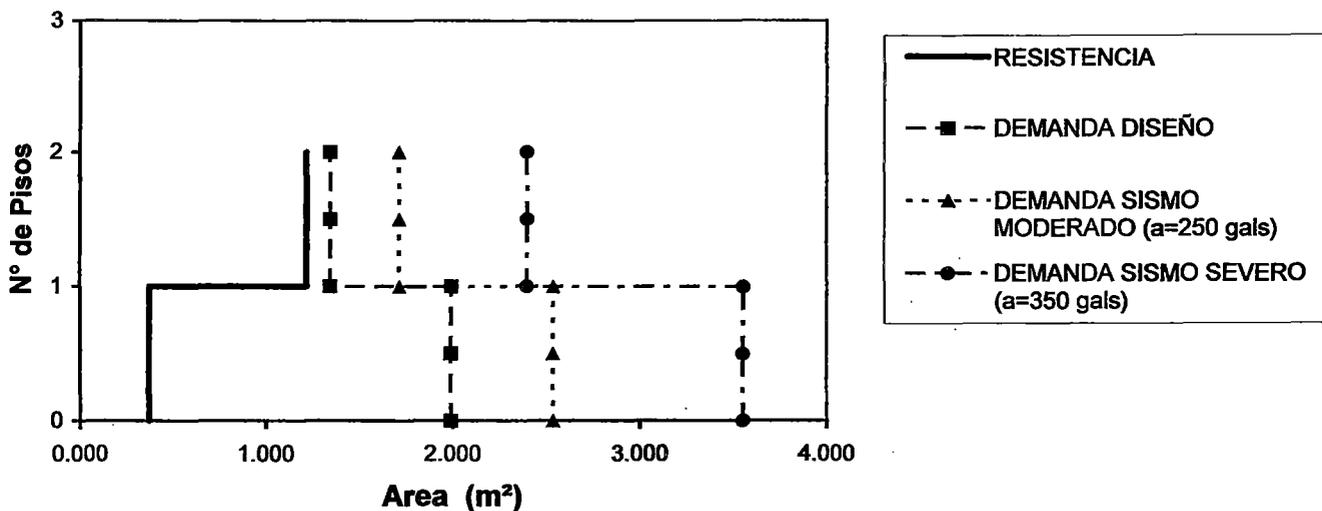
Am x =	1.22 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	7.03 m <sup>2</sup>	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - GERMAN ASTETE

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
			Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	0.374	5.439	1.989	1.674	2.536	2.134	3.550	2.988
2	1.216	7.030	1.343	1.236	1.712	1.576	2.397	2.207

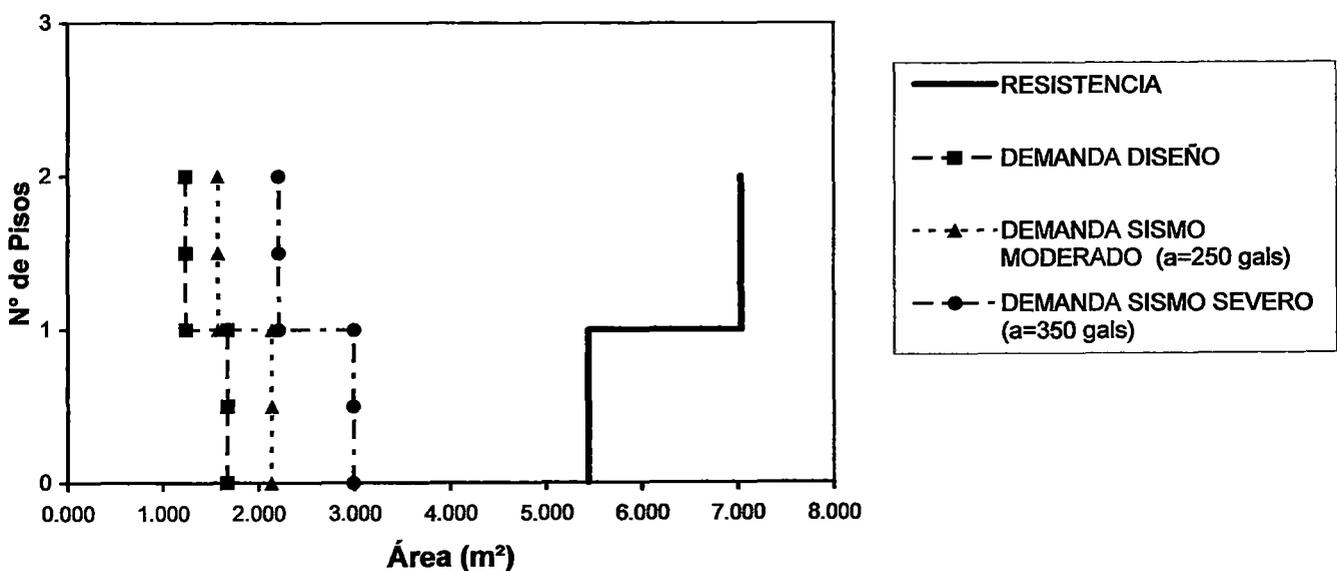
## ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección X-X



## ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección Y-Y



## ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.0750 m	3.2385 m	---
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.2750 m	3.2385 m	---
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.1500 m	7.0885 m	---
Y4-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.0500 m	7.0885 m	---
Y5-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.2500 m	7.0885 m	---
Y6-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.6750 m	10.989 m	---
Y7-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.2750 m	10.989 m	---
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	5.0750 m	16.460 m	---
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.2750 m	16.460 m	---
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.7500 m	20.310 m	---
Y4-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3491 m	20.310 m	---
Y5-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.6750 m	24.210 m	---
Y6-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.2750 m	24.210 m	---
X1-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	4.1500 m	---	10.438 m

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	6.7970 m	9.9912 m	56.9400 m <sup>2</sup>	19.75 m
2	20.0187 m	9.9912 m	56.9400 m <sup>2</sup>	23.55 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa =2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda
sobrecarga=	0.20 tn/m2
0.10 tn/m2	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S/C	S/C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. (m)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (t)	Area (m2)	Carga (t)	% (t)	100% (t)	Caract.	(t)	(t)	100% s/c (t)	muerto (t)
1	19.75	2.4	0.25	21.33	56.94	17.08	2.85	11.39	regular	5.69	46.95	55.49	44.11
2	23.55	2.4	0.25	25.43	56.94	17.08	1.42	5.69	regular	5.69	49.63	53.90	48.21
											96.59	109.40	92.32

Longitud edificio en x =	8.00 m2
Longitud edificio en y =	8.35 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona	=	3	Z =	0.4	
Categoría	=	c	U =	1	
Tipo de Suelo	=	s2	S =	1.2	
R ( albañilería )	=	6	TP =	0.6	
Regular(1), Irregul(2)	=	1			
Altura edificación	=	4.80 m			
Ct en x ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct x =	60	Tx = 0.08
Ct en y ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct y =	60	Ty = 0.08

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (T_p / T)^{1.00}$   
 y  $C \leq 2.5$

Peso total edifi. (P) = 96.59 tn

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Hx = 19.32 tn = 0.2000 P  
 Hy = 19.32 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70$   $F_a = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70$   $F_a = 0$   
 $F_i = P_i h_i (V - F_a) / \sum P_i h_i$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	46.95	112.69	6.20	19.32
2	2.40	4.80	49.63	238.24	13.11	13.11
				350.93		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	46.95	112.69	6.20	19.32
2	2.40	4.80	49.63	238.24	13.11	13.11
				350.93		





# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1° PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Knl	Krl	Kx*Y	Lel (m)
y1	0.23	5.08	7.93	0.0023	0.012	0.092	0.23
y2	0.23	3.28	12.11	0.0023	0.007	0.090	0.15
y3	0.23	3.15	9.11	0.0023	0.007	0.065	0.14
y4	0.23	1.05	10.11	0.0023	0.002	0.024	0.05
y5	0.23	2.25	12.61	0.0023	0.005	0.065	0.10
y6	0.23	1.68	9.63	0.0023	0.004	0.037	0.08
y7	0.23	3.28	12.11	0.0023	0.007	0.090	0.15

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Knl	Krl	Ky*X	Lel (m)
y1	5.08	0.23	3.24	0.2568	1.303	4.220	5.08
y2	3.28	0.23	3.24	0.1942	0.636	2.060	1.60
y3	3.15	0.23	7.09	0.1879	0.592	4.196	1.43
y4	1.05	0.23	7.09	0.0418	0.044	0.311	0.04
y5	2.25	0.23	7.09	0.1324	0.298	2.112	0.51
y6	1.68	0.23	10.99	0.0892	0.149	1.642	0.19
y7	3.28	0.23	10.99	0.1942	0.636	6.991	1.80

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Krl)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

$\Sigma L =$	1.61
$\Sigma Lel =$	0.90
$\Sigma Kx*Y =$	0.46
$\Sigma Kx =$	0.045
Krl máx =	0.012

$\Sigma L =$	19.75
$\Sigma Lel =$	10.45
$\Sigma Ky*X =$	21.53
$\Sigma Ky =$	3.66
Krl máx =	1.303

espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	249.30 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	20.32 tn/m <sup>2</sup>
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	2.17 kg/cm <sup>2</sup>	= 2.17 kg/cm <sup>2</sup>
Aemln x =	1.23 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemln y =	1.03 m <sup>2</sup>	
Aemln x =	1.57 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemln y =	1.31 m <sup>2</sup>	
Aemln x =	2.20 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemln y =	1.83 m <sup>2</sup>	
Am x =	0.21 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	2.40 m <sup>2</sup>	

Xr = 5.89

Yr = 10.30

centro geométrico Xcg = 7.36  
Ycg = 10.37

ex = -1.47  
ey = -0.08

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
x1	2.60	0.13	10.49	0.1560	0.229	2.405	2.60
y1	0.23	5.08	7.93	0.0023	0.012	0.092	0.01
y2	0.23	3.28	11.99	0.0023	0.007	0.090	0.01
y3	0.23	2.75	7.89	0.0023	0.008	0.049	0.01
y4	0.23	3.35	12.26	0.0023	0.008	0.094	0.01
y5	0.23	1.68	9.63	0.0023	0.004	0.037	0.00
y6	0.23	3.28	12.23	0.0023	0.007	0.091	0.01

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	5.08	0.23	16.46	0.2568	1.303	21.449	5.08
y2	3.28	0.23	16.46	0.1942	0.636	10.471	1.60
y3	2.75	0.23	20.31	0.1654	0.455	9.237	0.96
y4	3.35	0.23	20.31	0.1979	0.663	13.458	1.70
y5	1.68	0.23	24.21	0.0892	0.149	3.617	0.19
y6	3.28	0.23	24.21	0.1942	0.636	15.401	1.60

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

espesor promed. de muros		t = 0.23
con cal (1)	Fd x =	52.67 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	10.61 tn/m <sup>2</sup>
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	1.99 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.99 kg/cm <sup>2</sup>
Aemin x =	0.84 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemin y =	0.76 m <sup>2</sup>	
Aemin x =	1.07 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemin y =	0.96 m <sup>2</sup>	
Aemin x =	1.50 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemin y =	1.35 m <sup>2</sup>	
Am x =	0.61 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	2.56 m <sup>2</sup>	

Σ =	3.98	Σ Lei =	2.64
Kri máx =	0.229	Σ Kx*Y =	2.86
		Σ Kx =	0.27

Σ =	19.40	Σ =	11.13
Kri máx =	1.303	Σ Ky*X =	73.63
		Σ Ky =	3.84

Xr = 19.16

Yr = 10.45

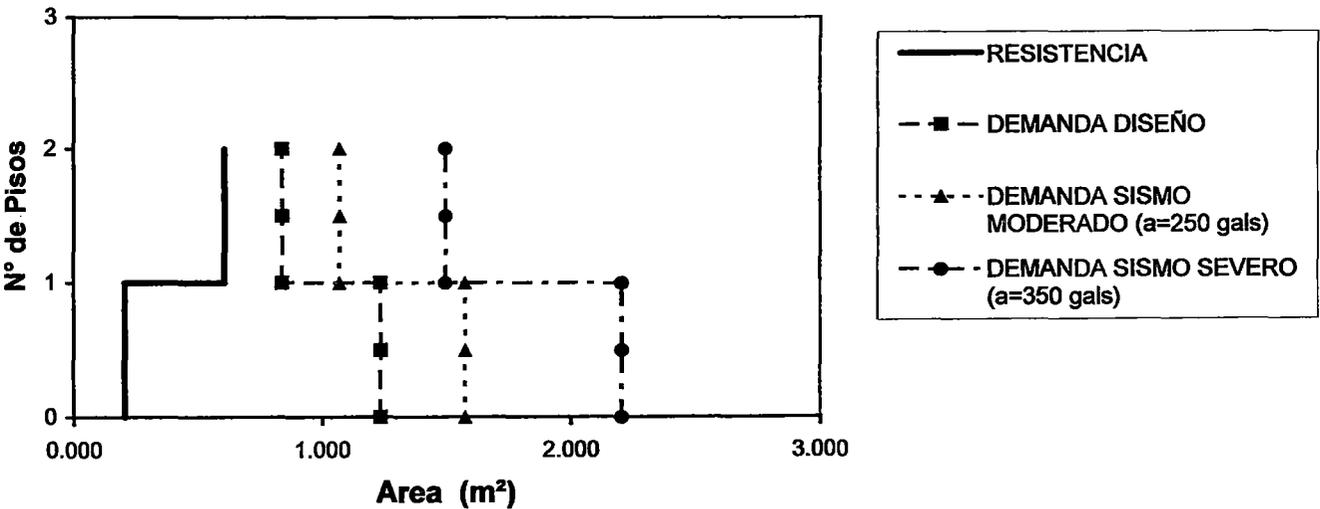
centro geométrico	Xcg =	20.61
	Ycg =	10.42

ex =	-1.45
ey =	0.03

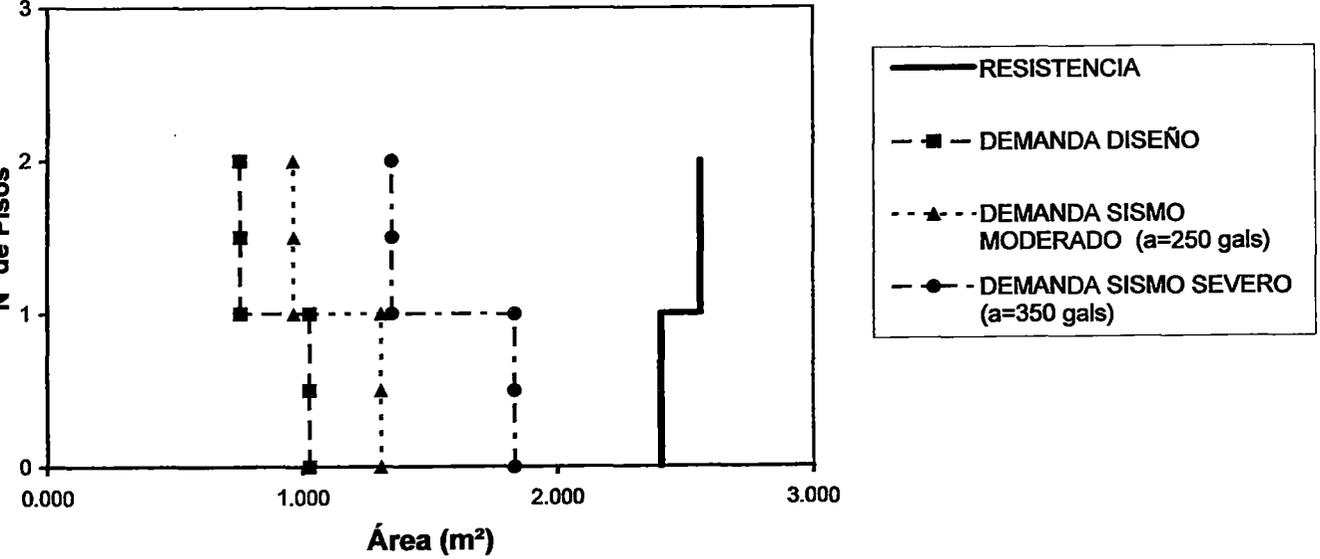
**DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - SAN MIGUELITO**

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
	X-X	Y-Y	Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
			X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	0.206	2.402	1.234	1.026	1.574	1.308	2.203	1.831
2	0.608	2.559	0.838	0.756	1.068	0.964	1.496	1.350

**ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)**  
SISMO Dirección X-X



**ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)**  
SISMO Dirección Y-Y



## ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.7750 m	2.6364 m	--
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3750 m	2.6364 m	--
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.6000 m	5.8614 m	--
Y4-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	0.9500 m	5.8614 m	--
Y5-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	3.8000 m	10.486 m	--
X1-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.8750 m	--	12.988 m
X2-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	0.8250 m	--	16.338 m
X3-1	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.3450 m	--	16.338 m
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.7750 m	15.811 m	--
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3750 m	15.811 m	--
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.8000 m	19.036 m	--
Y4-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	1.8500 m	19.036 m	--
Y5-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	3.8000 m	23.661 m	--
X1-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	2.2500 m	--	9.4376 m
X2-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.2892 m	--	9.4376 m
X3-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	0.6750 m	--	12.988 m
X4-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	3.3000 m	--	12.988 m
X5-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	1.6850 m	--	16.338 m
X6-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	0.6750 m	--	16.338 m
X7-2	ALBAÑILERIA	0.25 m	1.6100 m	--	16.338 m

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	6.5580 m	13.0233 m	50.4100 m <sup>2</sup>	18.545 m
2	19.7323 m	13.0233 m	50.4100 m <sup>2</sup>	25.084 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa = 2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda
sobrecarga=	0.20 tn/m2
	0.10 tn/m2   TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S / C	S / C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. ( m )	Altura ( m )	Espesor ( m )	Carga ( t )	Area ( m2 )	Carga ( t )	% ( t )	100% ( t )	Caract.	( t )	( t )	100% s/c ( t )	muerto ( t )
1	18.545	2.4	0.25	20.03	50.41	15.12	2.52	10.08	regular	5.04	42.71	50.27	40.19
2	25.084	2.4	0.25	27.09	50.41	15.12	1.26	5.04	regular	5.04	48.51	52.30	47.25
											91.23	102.57	87.45

Longitud edificio en x =	8.00 m2
Longitud edificio en y =	7.05 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona	=	3	Z =	0.4	
Categoría	=	c	U =	1	
Tipo de Suelo	=	s2	S =	1.2	
R ( albañilería )	=	6	TP =	0.6	
Regular(1), Irregul(2)	=	1			
Altura edificación	=	4.80 m			
Ct en x ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct x =	60	T x = 0.08
Ct en y ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct y =	60	T y = 0.08

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (T_p / T)^{1.00}$   
 $y \quad C \leq 2.5$

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Peso total edifi. (P) = 91.23 tn

Hx = 18.25 tn = 0.2000 P  
 Hy = 18.25 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70 \quad Fa = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70 \quad Fa = 0$   
 $Fi = Pi hi (V - Fa) / \sum Pi hi$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	42.71	102.51	5.58	18.25
2	2.40	4.80	48.51	232.87	12.67	12.67
				335.38		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	42.71	102.51	5.58	18.25
2	2.40	4.80	48.51	232.87	12.67	12.67
				335.38		





# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
x1	2.88	0.23	12.99	0.1728	0.497	6.452	2.88
x2	0.83	0.13	16.34	0.0271	0.013	0.207	0.02
x3	2.35	0.23	16.34	0.1391	0.326	5.329	1.54
y1	0.23	2.78	11.73	0.0023	0.006	0.074	0.00
y2	0.23	3.38	14.78	0.0023	0.008	0.114	0.00
y3	0.23	1.60	10.24	0.0023	0.004	0.037	0.00
y4	0.23	0.95	16.01	0.0023	0.002	0.035	0.00
y5	0.23	3.80	11.34	0.0023	0.009	0.098	0.00

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	2.78	0.23	2.64	0.1669	0.463	1.221	1.55
y2	3.38	0.23	2.64	0.1991	0.672	1.772	2.74
y3	1.60	0.23	5.86	0.0833	0.133	0.782	0.26
y4	0.95	0.23	5.86	0.0351	0.033	0.195	0.04
y5	3.80	0.23	10.49	0.2176	0.827	8.671	3.80

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

$\Sigma = 7.20$

$\Sigma Lei = 4.45$

Kri máx = 0.497

$\Sigma Kx*Y = 12.35$

$\Sigma Kx = 0.864$

$Xr = 5.94$

centro geométrico	X cg =	7.36
	Y cg =	10.37

$\Sigma = 12.50$

Kri máx = 0.827

$\Sigma = 8.39$

$\Sigma Ky*X = 12.64$

$\Sigma Ky = 2.13$

$Yr = 14.29$

ex =	-1.42
ey =	3.91

espesor promed. de muros t = 0.23

con cal (1)	Fd x =	52.64 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	30.42 tn/m <sup>2</sup>

Apoyo en: y

Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	2.35 kg/cm <sup>2</sup>	= 2.35 kg/cm <sup>2</sup>

Aemín x =	1.17 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemín y =	0.89 m <sup>2</sup>	

Aemín x =	1.49 m <sup>2</sup>	Para
Aemín y =	1.14 m <sup>2</sup>	a=250 gals

Aemín x =	2.08 m <sup>2</sup>	Para
Aemín y =	1.60 m <sup>2</sup>	a=350 gals

Am.x =	1.02 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am.y =	1.93 m <sup>2</sup>	

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lel (m)
x1	2.25	0.23	9.44	0.1324	0.298	2.812	1.04
x2	1.29	0.23	9.44	0.0593	0.076	0.722	0.15
x3	0.68	0.23	12.99	0.0187	0.013	0.164	0.01
x4	3.30	0.23	12.99	0.1955	0.645	8.378	3.30
x5	1.69	0.13	16.34	0.0900	0.086	1.400	0.22
x6	0.68	0.23	16.34	0.0187	0.013	0.206	0.01
x7	1.61	0.23	16.34	0.0841	0.135	2.213	0.34
y1	0.23	2.78	11.73	0.0023	0.006	0.074	0.00
y2	0.23	3.38	14.78	0.0023	0.008	0.114	0.00
y3	0.23	1.80	10.34	0.0023	0.004	0.042	0.00
y4	0.23	1.85	13.91	0.0023	0.004	0.059	0.00
y5	0.23	3.80	11.34	0.0023	0.009	0.098	0.00
<b>Σ =</b>	<b>12.63</b>				<b>Σ Lel =</b>	<b>16.28</b>	<b>5.09</b>

**Kri máx = 0.645**

**Σ Kx\*Y = 16.28**  
**Σ Kx = 1.30**

**Xr = 19.11**

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lel (m)
y1	2.78	0.23	15.81	0.1669	0.463	7.322	1.55
y2	3.38	0.23	15.81	0.1991	0.672	10.624	2.74
y3	1.80	0.23	19.04	0.0989	0.178	3.389	0.39
y4	1.85	0.23	19.04	0.1028	0.190	3.619	0.43
y5	3.80	0.23	23.66	0.2176	0.827	19.565	3.80
<b>Σ =</b>	<b>13.60</b>				<b>Σ =</b>	<b>44.52</b>	<b>8.91</b>

**Kri máx = 0.827**

**Σ = 8.91**  
**Σ Ky\*X = 44.52**  
**Σ Ky = 2.33**

**Yr = 12.55**

centro geométrico Xcg = 20.61  
Ycg = 10.42

ex = -1.51  
ey = 2.14

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm2
F'm =	40 kg/cm2
Em =	20 tn/cm2
Ec =	198 tn/cm2
Alt. Entrep. =	2.40 m
<b>Muro con E y t diferente</b> ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm2

espesor promed. de muros t = 0.23

con cal (1)	Fd x =	Fd y =
1	16.26 tn/m2	15.11 tn/m2

Apoyo en: y

Fva x =	1.80 kg/cm2	= 1.80 kg/cm2
Fva y =	2.07 kg/cm2	= 2.07 kg/cm2

Aemín x =	0.81 m2	Para aceler. de diseño
Aemín y =	0.70 m2	

Aemín x =	1.03 m2	Para a=250 gals
Aemín y =	0.90 m2	

Aemín x =	1.44 m2	Para a=350 gals
Aemín y =	1.26 m2	

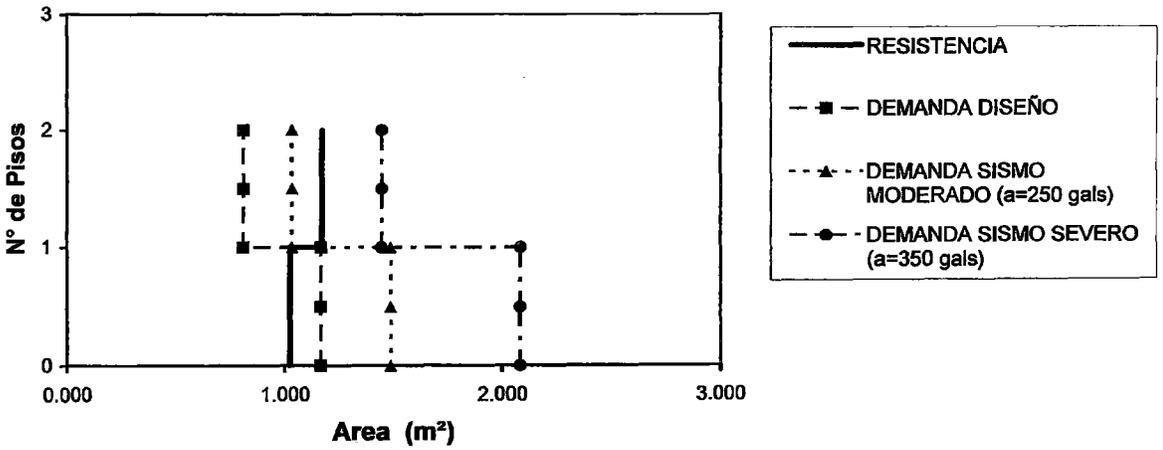
Am x =	1.17 m2	Por resistencia
Am y =	2.05 m2	

**DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - PANDO 5ta ETAPA**

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
			Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	1.023	1.930	1.166	0.894	1.486	1.140	2.081	1.595
2	1.171	2.049	0.809	0.703	1.032	0.897	1.445	1.255

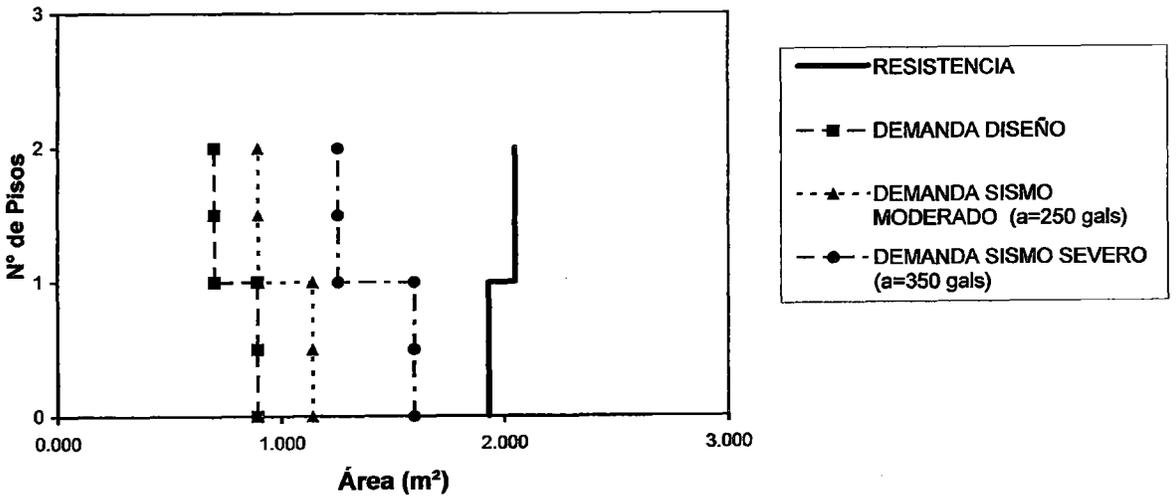
**ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)**

SISMO Dirección X-X



**ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)**

SISMO Dirección Y-Y



## ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBANILERIA	0.15 m	2.6750 m	3.0300 m	---
Y2-1	ALBANILERIA	0.15 m	2.7500 m	3.0300 m	---
Y3-1	ALBANILERIA	0.15 m	3.5750 m	3.0300 m	---
Y4-1	ALBANILERIA	0.25 m	2.8000 m	7.1050 m	---
Y5-1	ALBANILERIA	0.25 m	2.7400 m	7.1050 m	---
Y6-1	ALBANILERIA	0.15 m	2.6750 m	10.880 m	---
Y7-1	ALBANILERIA	0.15 m	2.7500 m	10.880 m	---
Y8-1	ALBANILERIA	0.15 m	3.5750 m	10.880 m	---
X1-1	ALBANILERIA	0.15 m	1.0750 m	---	9.4176 m
X2-1	ALBANILERIA	0.15 m	1.3000 m	---	9.4176 m
X3-1	CONCRETO	0.15 m	1.1000 m	---	18.268 m
X4-1	ALBANILERIA	0.15 m	1.2000 m	---	18.268 m
Y1-2	ALBANILERIA	0.15 m	3.1750 m	16.247 m	---
Y2-2	ALBANILERIA	0.15 m	2.7500 m	16.247 m	---
Y3-2	ALBANILERIA	0.15 m	3.5750 m	16.247 m	---
Y4-2	ALBANILERIA	0.25 m	3.3000 m	20.322 m	---
Y5-2	ALBANILERIA	0.25 m	2.4500 m	20.322 m	---
Y6-2	ALBANILERIA	0.15 m	3.3000 m	24.097 m	---
Y7-2	ALBANILERIA	0.15 m	2.4500 m	24.097 m	---
X1-2	ALBANILERIA	0.15 m	0.9000 m	---	12.068 m
X2-2	ALBANILERIA	0.15 m	2.7444 m	---	12.068 m
X3-2	ALBANILERIA	0.15 m	3.7500 m	---	13.118 m
X4-2	ALBANILERIA	0.15 m	3.7500 m	---	14.768 m
X5-2	ALBANILERIA	0.15 m	2.7767 m	---	15.968 m
X6-2	CONCRETO	0.15 m	1.1000 m	---	18.268 m
X7-2	ALBANILERIA	0.15 m	2.8618 m	---	18.268 m
X8-2	ALBANILERIA	0.15 m	1.0382 m	---	18.268 m

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	Σ L
	X	Y		
1	6.8873 m	13.9392 m	69.1512 m	28.215 m
2	20.0534 m	13.6438 m	71.9688 m	39.921 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa =2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda
sobrecarga=	0.20 tn/m2
	0.10 tn/m2
	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S/C	S/C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. (m)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (t)	Area (m2)	Carga (t)	% (t)	100% (t)	Caract.	(t)	(t)	100% s/c (t)	muerto (t)
1	28.215	2.4	0.25	30.47	69.1512	20.75	3.48	13.83	regular	6.92	61.59	71.96	58.13
2	39.921	2.4	0.25	43.11	71.9688	21.59	1.80	7.20	regular	7.20	73.70	79.10	71.90
											135.29	151.06	130.03

Longitud edificio en x =	8.00 m2
Longitud edificio en y =	9.50 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona	=	3	Z =	0.4		
Categoría	=	c	U =	1		
Tipo de Suelo	=	s2	S =	1.2		
R ( albañilería )	=	6	Tp =	0.6		
Regular(1),Irregul(2)	=	1				
Altura edificación	=	4.80 m				
Ct en x ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct x =	60	T x = 0.08	
Ct en y ( 1, 2, 3 )	=	3	Ct y =	60	T y = 0.08	

Se sabe que:  $C = 2.5 \times ( T_p / T )^{1.00}$   
 $y \quad C \leq 2.5$

Peso total edifi. (P) = 135.29 tn

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Hx = 27.06 tn = 0.2000 P  
 Hy = 27.06 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70 \quad Fa = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70 \quad Fa = 0$   
 $Fi = Pi hi (V - Fa) / \sum Pi hi$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	61.59	147.82	7.97	27.06
2	2.40	4.80	73.70	353.77	19.08	19.08
				501.58		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	61.59	147.82	7.97	27.06
2	2.40	4.80	73.70	353.77	19.08	19.08
				501.58		





# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Knl	Krl	Kx*Y	Lei (m)
x1	1.08	0.13	9.42	0.0436	0.047	0.441	0.84
x2	1.30	0.13	9.42	0.0601	0.078	0.736	1.30
x3	1.10	0.13	18.27	0.0454	1	5.240	95.727
x4	1.20	0.13	18.27	0.0526	0.063	1.154	0.97
y1	0.13	2.68	10.76	0.0007	0.002	0.021	0.00
y2	0.13	2.75	13.49	0.0007	0.002	0.027	0.00
y3	0.13	3.58	16.64	0.0007	0.003	0.044	0.00
y4	0.23	2.80	10.82	0.0023	0.011	0.122	0.03
y5	0.23	2.74	17.05	0.0023	0.011	0.188	0.03
y6	0.13	2.68	10.76	0.0007	0.002	0.021	0.00
y7	0.13	2.75	13.49	0.0007	0.002	0.027	0.00
y8	0.13	3.58	16.57	0.0007	0.003	0.043	0.00

$\Sigma =$	5.92	$\Sigma Lei =$	76.75
		$\Sigma Kx*Y =$	98.55
Krl máx =	0.078	$\Sigma Ky =$	5.464

$Xr = 7.01$

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Knl	Krl	Ky*X	Lei (m)
y1	2.68	0.13	3.03	0.1608	0.430	1.303	1.38
y2	2.75	0.13	3.03	0.1654	0.455	1.378	1.50
y3	3.58	0.13	3.03	0.2082	0.744	2.255	3.19
y4	2.80	0.23	7.11	0.1684	0.834	5.927	2.80
y5	2.74	0.23	7.11	0.1648	0.799	5.675	2.62
y6	2.68	0.13	10.88	0.1608	0.430	4.679	1.38
y7	2.75	0.13	10.88	0.1654	0.455	4.948	1.50
y8	3.58	0.13	10.88	0.2082	0.744	8.099	3.19

$\Sigma =$	23.54	$\Sigma =$	17.56
		$\Sigma Ky*X =$	34.26
Krl máx =	0.834	$\Sigma Ky =$	4.89

$Yr = 18.04$

centro geométrico	Xcg =	7.36
	Ycg =	10.37

ex =	-0.35
ey =	7.66

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm2
F'm =	40 kg/cm2
Em =	20 tn/cm2
Ec =	198 tn/cm2
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Krl)	
Em1 =	2100 tn/cm2

espesor promed. de muros  $t = 0.13$

con cal (1)	Fd x =	169.11 tn/m2
1	Fd y =	42.49 tn/m2

Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm2	= 1.80 kg/cm2
Fva y =	2.56 kg/cm2	= 2.56 kg/cm2

Aemín x = 1.73 m2  
Aemín y = 1.21 m2  
Para aceler. de diseño

Aemín x = 2.20 m2  
Aemín y = 1.55 m2  
Para a=250 gals

Aemín x = 3.09 m2  
Aemín y = 2.17 m2  
Para a=350 gals

Am x = 9.98 m2  
Am y = 2.28 m2  
Por resistencia

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
x1	0.90	0.13	12.07	0.0318	0.029	0.345	0.03
x2	2.74	0.13	12.07	0.1650	0.453	5.464	1.54
x3	3.75	0.13	13.12	0.2156	0.808	10.605	3.75
x4	3.75	0.13	14.77	0.2156	0.808	11.939	3.75
x5	2.78	0.13	15.97	0.1670	0.464	7.404	1.59
x6	1.10	0.13	18.27	0.0454	1 5.240	95.727	7.13
x7	2.86	0.13	18.27	0.1720	0.492	8.993	1.74
x8	1.04	0.13	18.27	0.0410	0.043	0.778	0.05
y1	0.13	3.18	11.01	0.0007	0.002	0.026	0.00
y2	0.13	2.75	13.49	0.0007	0.002	0.027	0.00
y3	0.13	3.58	16.64	0.0007	0.003	0.044	0.00
y4	0.23	3.30	11.07	0.0023	0.013	0.147	0.00
y5	0.23	2.45	16.90	0.0023	0.010	0.167	0.00
y6	0.13	3.30	11.07	0.0007	0.002	0.027	0.00
y7	0.13	2.45	17.19	0.0007	0.002	0.031	0.00
<b>Σ =</b>	<b>20.03</b>				<b>Σ Lei =</b>	<b>19.60</b>	

**Kri máx = 0.808**

**Σ Kx\*Y = 141.73**

**Σ Kx = 8.37**

**Xr = 19.55**

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	3.18	0.13	16.25	0.1892	0.601	9.759	1.67
y2	2.75	0.13	16.25	0.1654	0.455	7.389	1.10
y3	3.58	0.13	16.25	0.2082	0.744	12.094	2.33
y4	3.30	0.23	20.32	0.1955	1.141	23.193	3.30
y5	2.45	0.23	20.32	0.1462	0.634	12.881	1.36
y6	3.30	0.13	24.10	0.1955	0.645	15.544	1.87
y7	2.45	0.13	24.10	0.1462	0.358	8.633	0.77
<b>Σ =</b>	<b>21.00</b>				<b>Σ =</b>	<b>12.39</b>	

**Kri máx = 1.141**

**Σ Ky\*X = 89.49**

**Σ Ky = 4.58**

**Yr = 16.93**

centro geométrico Xcg = 20.61  
Ycg = 10.42

ex = -1.07  
ey = 6.51

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm2
F'm =	40 kg/cm2
Em =	20 tn/cm2
Ec =	198 tn/cm2
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm2

espesor promed. de muros t = 0.13

con cal (1)	Fd x =	Fd y =
1	27.61 tn/m2	26.34 tn/m2

Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm2	= 1.80 kg/cm2
Fva y =	2.27 kg/cm2	= 2.27 kg/cm2

Aemín x =	1.22 m2	Para aceler. de diseño
Aemín y =	0.97 m2	

Aemín x =	1.55 m2	Para a=250 gals
Aemín y =	1.23 m2	

Aemín x =	2.18 m2	Para a=350 gals
Aemín y =	1.72 m2	

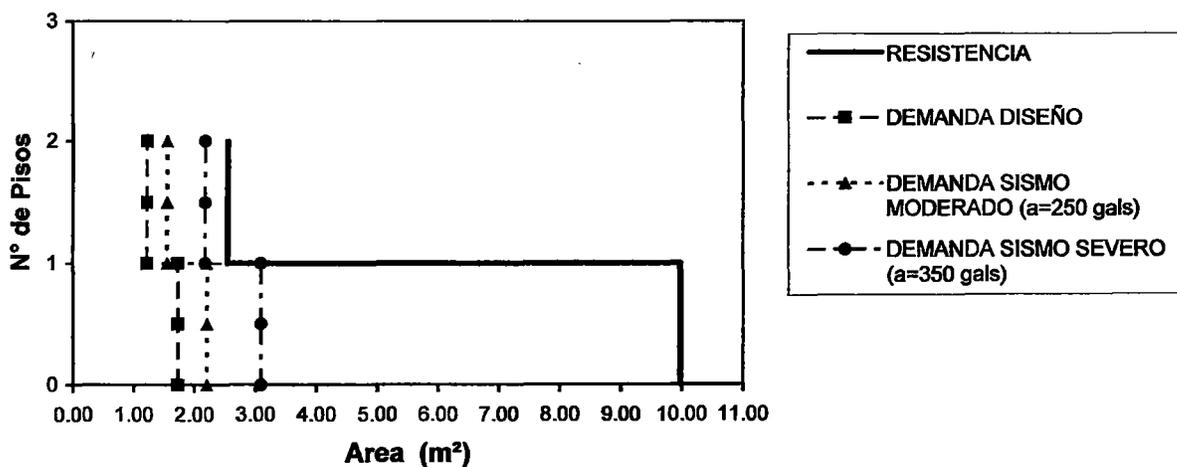
Am x =	2.55 m2	Por resistencia
Am y =	1.61 m2	

## DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - PANDO 7ma ETAPA

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
	X-X	Y-Y	Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
			X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	9.978	2.283	1.729	1.213	2.204	1.547	3.086	2.166
2	2.548	1.611	1.219	0.965	1.555	1.230	2.176	1.723

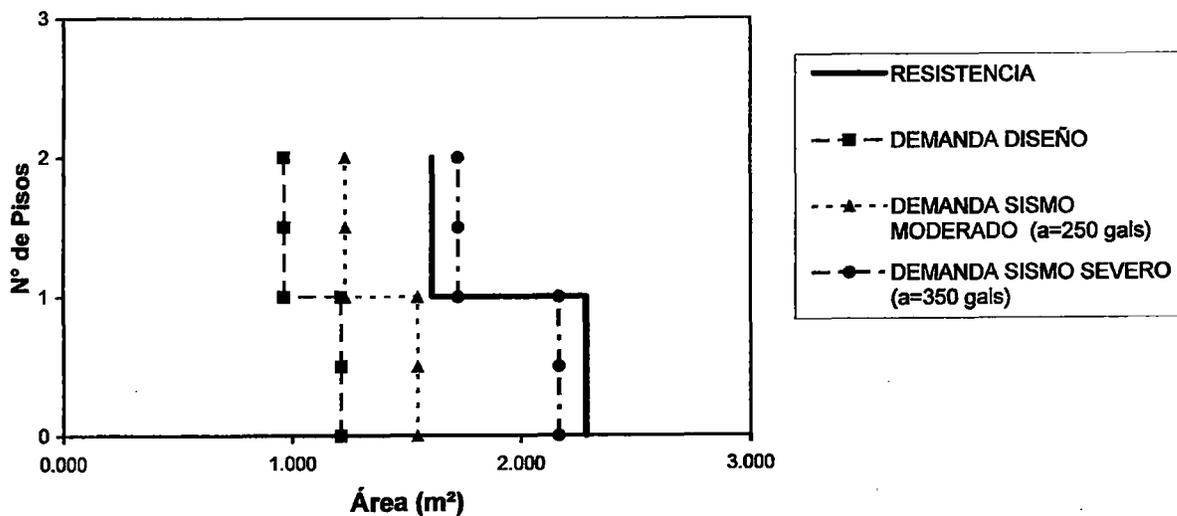
### ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección X-X



### ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección Y-Y



# ELEMENTOS PORTANTES

MURO	MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	COORDENAS	
				X	Y
Y1-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	2.6250 m	6.8236 m	--
YP1-1	CONCRETO	0.25 m	2.6250 m/2C	6.8236 m	--
Y2-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	4.3250 m	14.174 m	--
Y3-1	ALBAÑILERIA	0.15 m	4.0250 m	14.174 m	--
XP1-1	CONCRETO	0.40 m	4.9000 m/1C	--	5.1347 m
XP2-1	CONCRETO	0.40 m	3.8942 m/1C	--	9.3347 m
XP3-1	CONCRETO	0.40 m	7.5000 m/2C	--	13.235 m
Y1-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	2.6250 m	25.788 m	--
YP1-2	CONCRETO	0.25 m	2.6250 m/2C	25.788 m	--
Y2-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	4.3250 m	33.138 m	--
Y3-2	ALBAÑILERIA	0.15 m	4.0250 m	33.138 m	--
XP1-2	CONCRETO	0.40 m	4.9000 m/1C	--	5.1347 m
XP2-2	CONCRETO	0.40 m	3.8942 m/1C	--	9.3347 m
XP3-2	CONCRETO	0.40 m	7.5000 m/2C	--	13.235 m

N PISO	COORDENADA C.M.		AREA	ΣL
	X	Y		
1	10.5736 m	9.3097 m	62.6250 m <sup>2</sup>	29.8942 m
2	29.4642 m	9.2229 m	67.0000 m <sup>2</sup>	29.8942 m

# METRADOS

## INDICAR

Aligerado = 1	1	INDICAR h=.17, .20, .25	0.30 tn/m2
Losa =2		0.2	

p. esp. concreto (t/m3) =	2.4
p. esp. albañilería (t/m3) =	1.8

Categoría =	c
% c. viva =	0.25

uso =	vivienda
sobrecarga=	0.20 tn/m2
	0.10 tn/m2
	TECHO

# PISOS	MUROS				TECHO		S/C	S/C	TABIQUERIA		Peso x piso	Peso x piso	solo peso
	Longit. ( m )	Altura ( m )	Espesor (m)	Carga ( t )	Area ( m2 )	Carga ( t )	% ( t )	100% ( t )	Caract.	( t )	( t )	100% s/c ( t )	muerto ( t )
1	29.8942	2.4	0.25	32.29	62.625	18.79	3.13	12.53	regular	6.26	60.47	69.86	57.34
2	29.8942	2.4	0.25	32.29	67.000	20.10	3.35	13.40	regular	6.70	62.44	72.49	59.09
											122.90	142.35	116.42

Longitud edificio en x =	7.50 m2
Longitud edificio en y =	8.35 m2

# H = Z U S C P / R

## DATOS

Zona = 3  
 Categoría = c  
 Tipo de Suelo = s2  
 R ( albañilería ) = 6  
 Regular(1), Irregul(2) = 1  
 Altura edificación = 4.80 m  
 Ct en x ( 1, 2, 3 ) = 3  
 Ct en y ( 1, 2, 3 ) = 3

Z = 0.4  
 U = 1  
 S = 1.2  
 Tp = 0.6

Ct x = 60      Tx = 0.08  
 Ct y = 60      Ty = 0.08

Se sabe que:  $C = 2.5 \times (Tp / T)^{1.00}$   
 y  $C \leq 2.5$

Cx = 18.75 = 2.50  
 Cy = 18.75 = 2.50

Peso total edifi. (P) = 122.90 tn

Hx = 24.58 tn = 0.2000 P  
 Hy = 24.58 tn = 0.2000 P

## DISTRIBUCIÓN DEL CORTANTE BASAL

si  $T > 0.70$   $Fa = 0.070TV \leq 0.15V$   
 si  $T < 0.70$   $Fa = 0$   
 $Fi = Pi hi (V - Fa) / \sum Pi hi$

Fa x = 0  
 Fa y = 0

### EN DIRECCIÓN X

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	60.47	145.12	8.02	24.58
2	2.40	4.80	62.44	299.69	16.56	16.56
				444.81		

### EN DIRECCIÓN Y

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	60.47	145.12	8.02	24.58
2	2.40	4.80	62.44	299.69	16.56	16.56
				444.81		

$$g_i = (Z U S C / R) g$$

**DATOS**

Para sismos moderados  $g_i = k g$   
 $g_i = 250 \text{ gals}$

donde :  $g = 980$   
 $g_i = 0.255$

Peso total edifi. **122.90 tn**

$H_x = 31.34 \text{ tn} = 0.255 P$   
 $H_y = 31.34 \text{ tn} = 0.255 P$

**EN DIRECCIÓN X**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	60.47	145.12	10.22	31.34
2	2.40	4.80	62.44	299.69	21.12	21.12
				444.81		

**EN DIRECCIÓN Y**

# PISOS	ALTURA ENTREPI	hi	Pi	Pi hi	Fi	Vi
1	2.40	2.40	60.47	145.12	10.22	31.34
2	2.40	4.80	62.44	299.69	21.12	21.12
				444.81		



# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 1º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)	
xp1	4.90	0.40	5.13	0.2526	3.8077	19.551	2.76	
xp2	3.89	0.40	9.33	0.2213	2.6513	24.749	1.53	
xp3	7.50	0.40	13.24	0.2933	6.7682	89.577	7.50	
$\Sigma =$				16.29				$\Sigma Lei =$ 11.78

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)	
y1	2.63	0.13	6.82	0.1576	0.4138	2.824	0.85	
yp1	2.63	0.40	6.82	0.1576	1.2732	8.688	2.63	
y2	4.33	0.13	14.17	0.2363	1.0220	14.486	3.47	
y3	4.03	0.13	14.17	0.2261	0.9102	12.901	2.88	
$\Sigma =$				13.60				$\Sigma =$ 9.83

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm <sup>2</sup>
F'm =	40 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	20 tn/cm <sup>2</sup>
Ec =	198 tn/cm <sup>2</sup>
Alt. Entrep. =	2.40 m
Muro con E y t diferente ( para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm <sup>2</sup>

espesor promed. de muros		t = 0.13
con cal (1)	Fd x =	54.96 tn/m <sup>2</sup>
1	Fd y =	65.85 tn/m <sup>2</sup>
Apoyo en:		y
Fva x =	1.80 kg/cm <sup>2</sup>	= 1.80 kg/cm <sup>2</sup>
Fva y =	2.99 kg/cm <sup>2</sup>	= 2.99 kg/cm <sup>2</sup>
Aemin x =	1.57 m <sup>2</sup>	Para aceler. de diseño
Aemin y =	0.95 m <sup>2</sup>	
Aemin x =	2.00 m <sup>2</sup>	Para a=250 gals
Aemin y =	1.21 m <sup>2</sup>	
Aemin x =	2.80 m <sup>2</sup>	Para a=350 gals
Aemin y =	1.69 m <sup>2</sup>	
Am x =	4.71 m <sup>2</sup>	Por resistencia
Am y =	1.28 m <sup>2</sup>	

Kri máx = 6.768

$\Sigma Kx*Y =$  133.88  
 $\Sigma Kx =$  13.227

Xr = 10.75

Kri máx = 1.273

$\Sigma Ky*X =$  38.90  
 $\Sigma Ky =$  3.62

Yr = 10.12

centro geométrico	X cg = 10.57
	Y cg = 9.31

ex = 0.17
ey = 0.81

# DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS EN 2º PISO

MURO (X)	L (X)	t (m)	Y (m)	Kni	Kri	Kx*Y	Lei (m)
xp1	4.90	0.40	5.13	0.2526	3.808	19.551	2.76
xp2	3.89	0.40	9.33	0.2213	2.651	24.749	1.53
xp3	7.50	0.40	13.24	0.2933	6.768	89.577	7.50

MURO (Y)	L (Y)	t (m)	X (m)	Kni	Kri	Ky*X	Lei (m)
y1	2.63	0.13	25.79	0.1576	0.414	10.671	1.19
yp1	2.63	0.40	25.79	0.1576	1.273	32.834	3.67
y2	4.33	0.13	33.14	0.2363	1.022	33.869	4.86
y3	4.03	0.13	33.14	0.2261	0.910	30.162	4.03

Propiedades	
Ladrillo	IV
Mortero	P2
F'c =	175 kg/cm2
F'm =	40 kg/cm2
Em =	20 tn/cm2
Ec =	198 tn/cm2
Alt. Entrep. =	2.40 m
<b>Muro con E y t diferente</b> (para muros de concreto colocar 1 al costado de Kri)	
Em1 =	2100 tn/cm2

espesor promed. de muros t = 0.13

con cal (1)	Fd x =	33.94 tn/m2
1	Fd y =	40.67 tn/m2
	Apoyo en:	y

Fva x =	1.80 kg/cm2	= 1.80 kg/cm2
Fva y =	2.53 kg/cm2	= 2.53 kg/cm2

Aemin x =	1.22 m2	Para aceler. de diseño
Aemin y =	0.87 m2	

Aemin x =	1.55 m2	Para a=250 gals
Aemin y =	1.11 m2	

Aemin x =	2.18 m2	Para a=350 gals
Aemin y =	1.55 m2	

Am x =	4.71 m2	Por resistencia
Am y =	1.79 m2	

Σ = 16.29      Σ Lei = 14.78

Kri máx = 6.768

Σ Kx\*Y = 133.88

Σ Kx = 13.23

Xr = 29.71

Σ = 13.60      Σ = 13.75

Kri máx = 0.910

Σ Ky\*X = 107.54

Σ Ky = 3.62

Yr = 10.12

centro geométrico      Xcg = 20.61      Ycg = 10.42

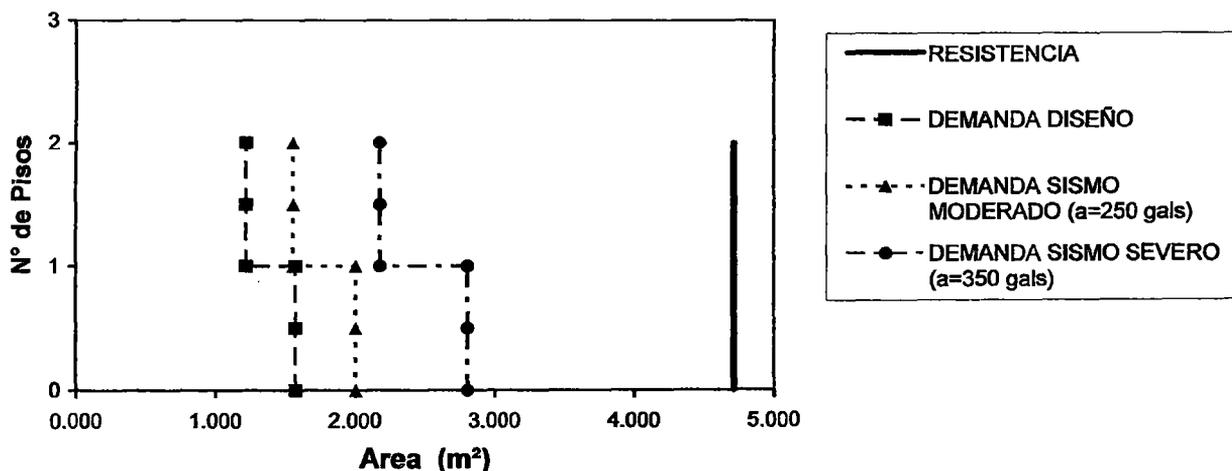
ex = 9.10      ey = -0.30

## DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS - URBANIZACIÓN YAMILE

PISOS	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )		DEMANDA (m <sup>2</sup> )					
			Diseño		Sismos Moderados		Sismos Severos	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	4.713	1.278	1.570	0.947	2.002	1.207	2.803	1.690
2	4.713	1.787	1.219	0.867	1.555	1.105	2.176	1.547

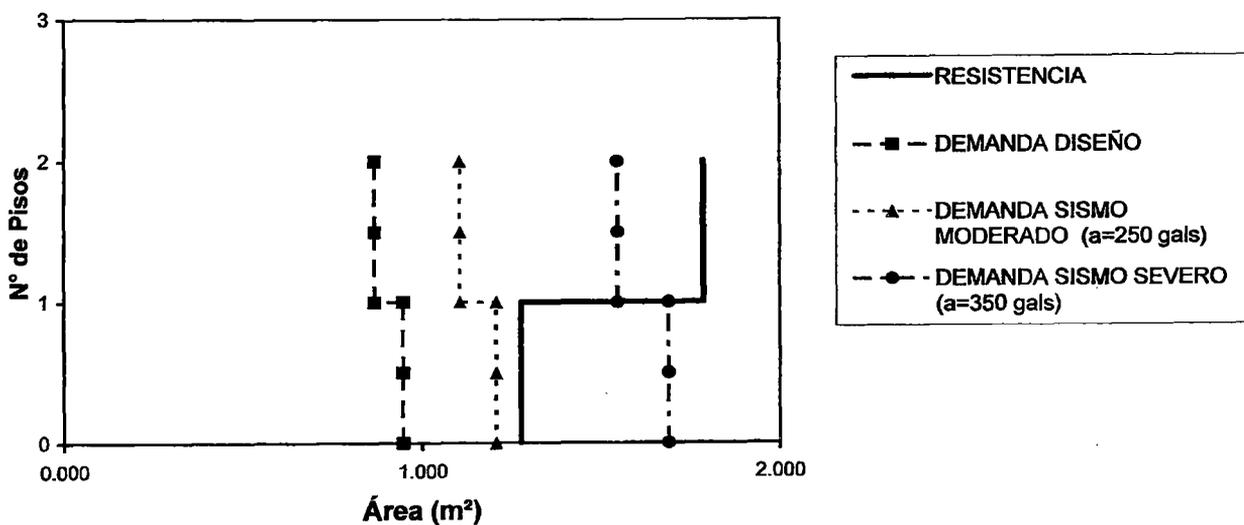
### ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección X-X



### ÁREA DE MUROS DE CORTE (m<sup>2</sup>)

SISMO Dirección Y-Y



## RESULTADOS DE EVALUACIÓN POR DENSIDAD MÍNIMA DE MUROS

EXP. URBANIZACION	RESISTENCIA (m <sup>2</sup> )				DEMANDA (m <sup>2</sup> )											
					DISEÑO				SISMOS MODERADOS				SISMOS SEVEROS			
	1er P.	1er P.	2do P.	2do P.	1er P.	1er P.	2do P.	2do P.	1er P.	1er P.	2do P.	2do P.	1er P.	1er P.	2do P.	2do P.
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
La Macarena	0.185	3.280	0.190	3.699	1.274	1.057	0.865	0.789	1.624	1.348	1.103	1.006	2.274	1.887	1.545	1.408
Residencial Callao	0.248	2.887	0.248	3.458	1.250	1.033	0.849	0.770	1.594	1.318	1.082	0.982	2.231	1.845	1.515	1.375
Maranga 7ma Etapa	0.738	4.065	1.319	5.482	1.782	1.451	1.238	1.119	2.273	1.850	1.578	1.427	3.182	2.591	2.210	1.998
German Astete	0.374	5.439	1.216	7.030	1.989	1.674	1.343	1.236	2.536	2.134	1.712	1.576	3.550	2.988	2.397	2.207
San Miguelito	0.206	2.402	0.608	2.559	1.234	1.026	0.838	0.756	1.574	1.308	1.068	0.964	2.203	1.831	1.496	1.350
Pando 5ta Etapa	1.023	1.930	1.171	2.049	1.166	0.894	0.809	0.703	1.486	1.140	1.032	0.897	2.081	1.595	1.445	1.255
Pando 7ma Etapa	9.978	2.283	2.548	1.611	1.729	1.213	1.219	0.965	2.204	1.547	1.550	1.230	3.086	2.166	2.176	1.723
Yamile	4.713	1.278	4.713	1.787	1.570	0.947	1.219	0.867	2.002	1.207	1.555	1.105	2.803	1.690	2.176	1.547

### 6.3.3. Zonificación Resultante.

De los dos procesos utilizados anteriormente ( inspección y evaluación por densidad de muros); se pasa a realizar la zonificación de la vulnerabilidad de las edificaciones tipo vivienda en el Distrito de San Miguel.

Para esto se realiza la siguiente clasificación cualitativa:

TIPO	CARACTERÍSTICA
✓ 'A'	: NO VULNERABLES.
✓ 'B'	: BAJA VULNERABILIDAD.
✓ 'C'	: MEDIANA VULNERABILIDAD.
✓ 'D'	: ALTA VULNERABILIDAD.

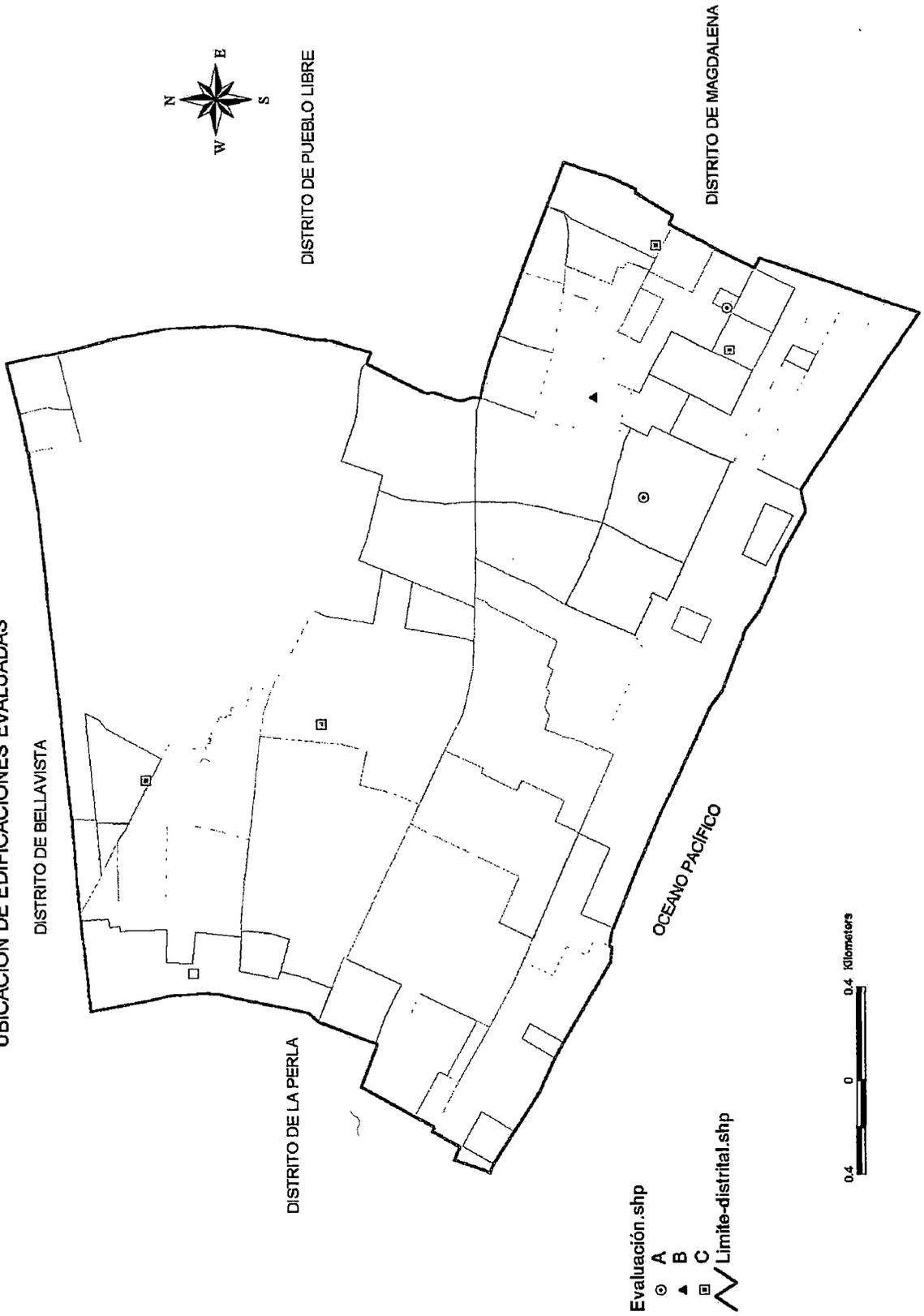
Donde:

- A : Cumplen con la totalidad de la norma actual.
- B : Cumple con ciertos requisitos de la norma actual.
- C: Defectos de estructuración con norma actual.
- D: Autoconstrucción, sin ninguna dirección técnica.

Donde todas las edificaciones clasificadas como 'D' de alta vulnerabilidad, son todas aquellas edificaciones que han sido identificadas visualmente reuniendo todas las características anteriormente descritas en 6.3.1.

Los otros tres tipos de clasificación están en función a los resultados obtenidos de la densidad mínima de muros realizado. A continuación se muestra un cuadro en donde se muestra si cumplen las edificaciones con la mínima densidad de muros para las tres demandas requeridas y la clasificación correspondiente:

# UBICACION DE EDIFICACIONES EVALUADAS



Evaluación.shp

- A
- ▲ B
- C

Limite-districtal.shp

0.4 0 0.4 Kilometers

EXP. URBANIZACION	COMPROBACIÓN												CLASIFICACIÓN
	DISEÑO				SISMOS MODERADOS				SISMOS SEVEROS				
	1er P.	1er P.	2er P.	2er P.	1er P.	1er P.	2er P.	2er P.	1er P.	1er P.	2er P.	2er P.	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	
La Macarena	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	C
Residencial Callao	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	C
Maranga 7ma Etapa	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	C
German Astete	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	C
San Miguelito	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	C
Pando 5ta Etapa	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	B
Pando 7ma Etapa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	A
Yamile	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	A

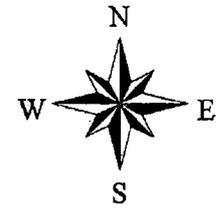
Utilizando el plano de urbanizaciones del distrito y los resultados de la clasificación, se pasa a realizar la zonificación del Distrito de San Miguel. A continuación se presenta el plano de vulnerabilidad:

# ZONIFICACION DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

DISTRITO DE BELLAVISTA

DISTRITO DE LA PERLA

DISTRITO DE PUEBLO LIBRE

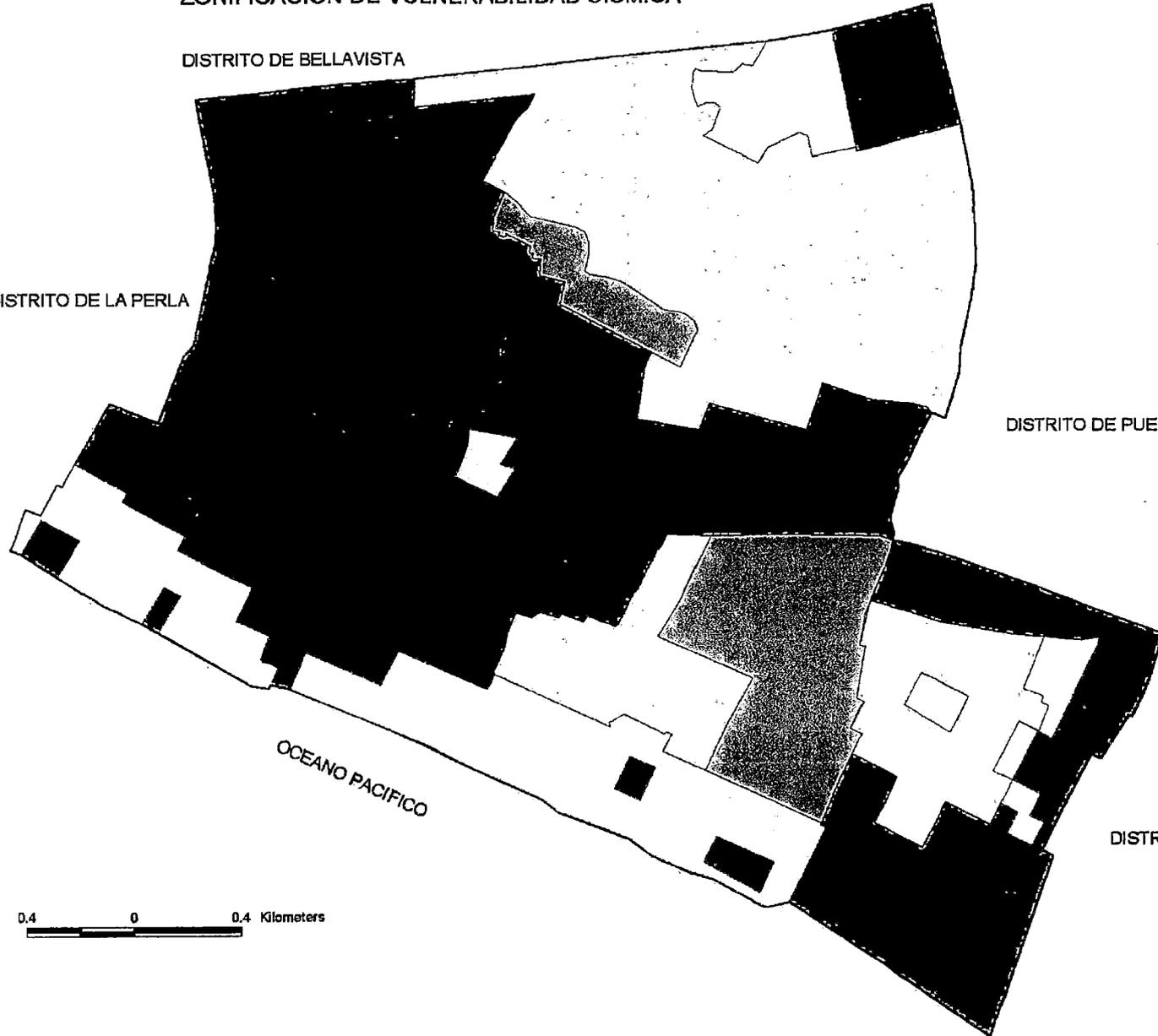


- Limite-vulnerabilidad.shp
- △ Polyline
- Evaluación-vulnerabilidad.shp
- A
- B
- C
- D
- OU
- △ Limite-distrital.shp

OCEANO PACIFICO

DISTRITO DE MAGDALENA

0.4 0 0.4 Kilometers



## **CAPÍTULO VII**

### *Conclusiones y Recomendaciones*

#### **7.1. Conclusiones**

- ✓ La zona con alta vulnerabilidad sísmica representa el 21% del Distrito de San Miguel y está comprendida casi en su totalidad por las urbanizaciones de Miramar, además en sectores no urbanizados ubicados en la Zona de San Miguel Antiguo, que limita con las urbanizaciones de Sta. Eulalia, Yamile, San Miguelito y las Torres de San Miguelito; un sector perteneciente al Ex. Fundo Maranga ubicado dentro de la urbanización Maranga 4ta. Etapa y el Ex. Fundo Pando.
  
- ✓ La zona de mediana vulnerabilidad sísmica representa el 58% del Distrito de San Miguel comprendiendo varios sectores del distrito, donde las edificaciones sólo presentan elementos portantes en el sentido longitudinal a la edificación.
  
- ✓ La zona de baja vulnerabilidad sísmica representa el 7% del Distrito de San Miguel; y estas edificaciones comprenden a un sector no muy antiguo de la población. Estas edificaciones poseen elementos portantes en sentido transversales a la edificación pero, no son suficientes para absorber la totalidad de los esfuerzos de corte por sismo.
  
- ✓ La zona que no presenta vulnerabilidad sísmica representa el 14% del Distrito de San Miguel y corresponde a las urbanizaciones de: Las Leyendas, Pando 2da-4ta. y 7ma. Etapa, cuya particularidad es que son edificaciones relativamente nuevas.

- ✓ La característica predominante de las edificaciones pertenecientes a la zona de alta vulnerabilidad sísmica es que presentan baja calidad de los elementos estructurales, pobre estado de conservación, un defectuoso sistema de configuración estructural ( muchas son auto construidas sin dirección técnica), los habitantes pertenecen a un estrato socio-económico bajo y las edificaciones están ubicadas por lo general en zonas no urbanizadas (no habilitadas).
- ✓ La característica resaltante de las edificaciones que pertenecen a la zona de mediana vulnerabilidad sísmica, es que de acuerdo a su configuración y posterior evaluación por densidad mínima de muros, estos adolecen de elementos resistentes ubicados perpendicularmente a los muros laterales que son los longitudinales de la edificación.
- ✓ Las edificaciones que pertenecen a la zona de baja vulnerabilidad sísmica son aquellos que en su configuración estructural contemplan elementos resistentes en ambos sentidos pero después de evaluar por densidad mínima de muros, estos no son suficientes para poder absorber los esfuerzos de corte ante los sismos considerados.
- ✓ Las edificaciones que pertenecen a la zona no vulnerable son aquellas que son relativamente nuevas en su construcción, y en su configuración estructural posee la cantidad de elementos resistentes capaces de absorber los esfuerzos de corte para los sismos considerados.
- ✓ Los resultados están basados en un nivel de demanda sísmica definida por la norma vigente y que su valor corresponde a un 20% de la aceleración de la gravedad para todos los casos. Así

también se usaron dos niveles más de demanda que corresponde a una aceleración de 250gals que correspondería a un sismo moderado y para una aceleración de 350gals que correspondería a un sismo severo, relacionados a una intensidad de VII MM y VIII MM respectivamente (propuesto por Deza et al 1982).

- ✓ El valor de 250gals corresponde a un período de retorno de 50 años y el valor de 350gals corresponde a un período de retorno de 100 años.
- ✓ La metodología utilizada para la evaluación, densidad mínima de muros de corte de albañilería, puede utilizarse como un criterio de predimensionamiento para edificaciones nuevas o para una evaluación simple de la capacidad sísmica debida a fuerzas cortantes en edificaciones existentes, como es el caso de dicho trabajo de tesis.
- ✓ Es muy importante resaltar que la delimitación realizada en cada zona, corresponden a las edificaciones que predominan en dichos sectores. Sus características están básicamente relacionadas a la similitud en cuanto a su configuración estructural, materiales que los constituyen, y a su estado actual de conservación.

## 7.2.Recomendaciones

Es importante destacar que el estudio realizado en dicho distrito es el único, sin embargo, todavía quedan puntos sobre los cuales se debe continuar trabajando:

- Sería muy importante ampliar la *data* con que ha contado dicho estudio, con el propósito de poder obtener con mayor precisión la delineación y zonificación de los sectores vulnerables.
- Otro factor muy importante que debe considerarse y formar parte como parámetro para la evaluación es el tipo de suelo que existe en el sector del distrito. Y poder ver el comportamiento suelo-estructura ante los sismos considerados.
- Una vez ampliada la *data*, sería conveniente realizar modelos matemáticos que representen las tipologías características de las viviendas en los diferentes sectores para poder observar sus comportamientos dinámicos, características de resistencia, rigidez y disipación de energía inelástica de dichas edificaciones ante los sismos considerados.
- Mediante un acto administrativo se debe llevar a cabo un proyecto para proceder a reforzar todas las viviendas existentes que tengan una inadecuada configuración estructural.
- Teniendo en cuenta las estimaciones de daños, pérdidas y en general de las consecuencias de un sismo moderado o fuerte en el distrito, deben elaborarse planes de emergencia y contingencia para la atención de la población.
- Es necesario iniciar un programa de información pública y educativa a través de medios de comunicación, que sin alarmar socialice la información y la forma de actuar en caso de terremotos. Este programa deber ser sostenible y continuo para que sea efectivo.

# ANEXOS

**FOTOGRAFIAS**  
**( 74 TOMAS )**



(1) URB. GRUPO 'T' \ AV. TACNA-JR. GRAU



(2) URB. HUERTIZACION FUNDO SAN MIGUEL \ JR. SUCRE-AV. GALLES



(3) URB. HUERTIZACION FUNDO SAN MIGUEL \ AV. BERTOLOTTI-JR DIEGO  
DE AGÜERO



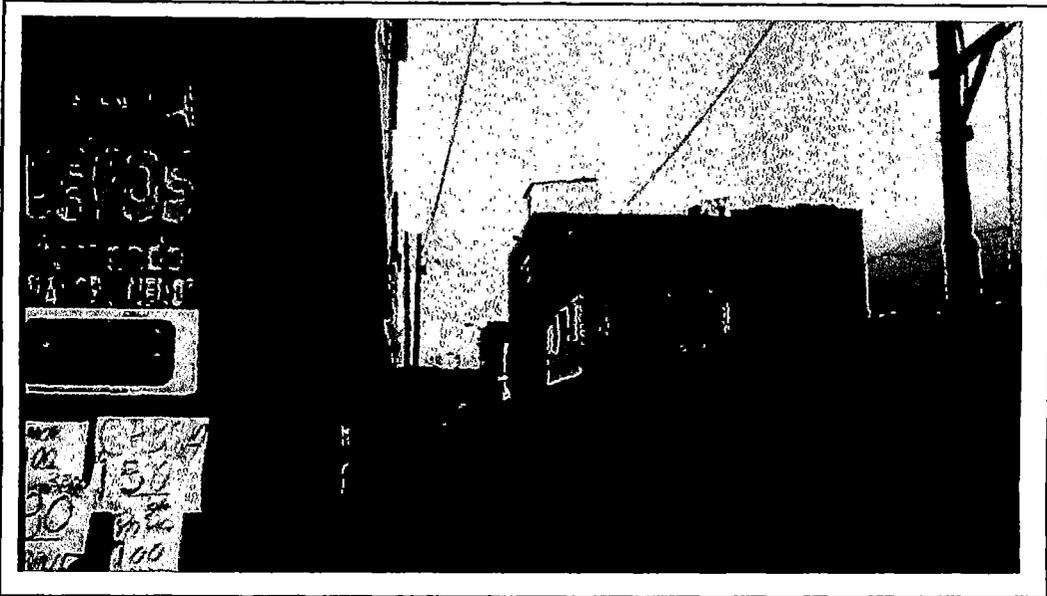
(4) URB. UDIMA Y LIBERTAD \ JR. SUCRE-AV. LIMA



(5) URB. YAMILE \ CALLE YAMILE



(6) NO URBANIZADO \ CALLE STA. ANA



(7) NO URBANIZADO \ PSJE. STA. ANA



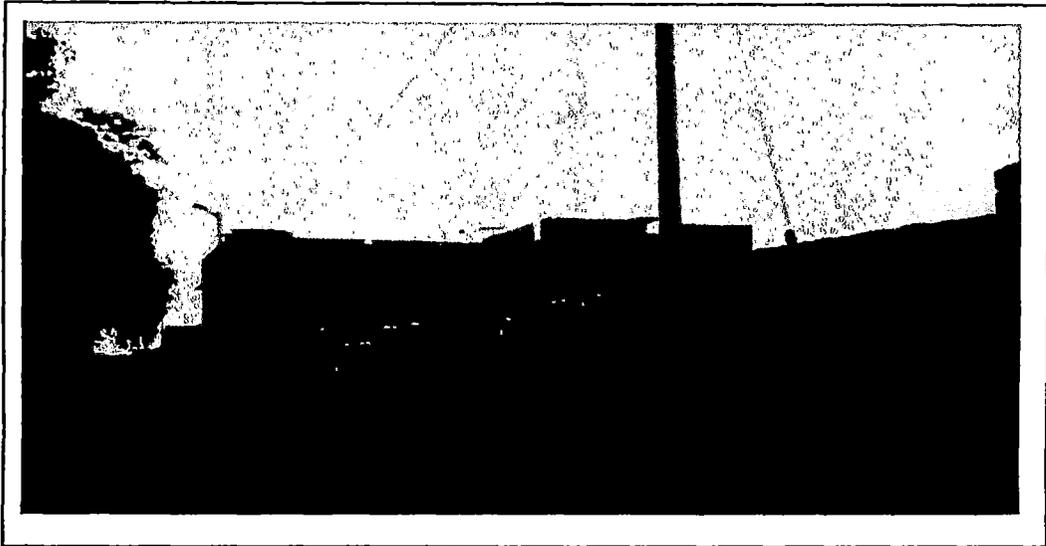
(8) URB. STA EULALIA \ CALLE AUSTINA-CALLE MARCAPOMACOA



(9) URB. SAN MIGUELITO \ CALLE UMACHIRI



(10) NO URBANIZADO \ CALLE SAN MIGUELITO-CALLE MEDINA



(11) NO URBANIZADO \ PSJE. STA. JUSTINA



(12) NO URBANIZADO \ CALLE SAN JOSE CARLOS



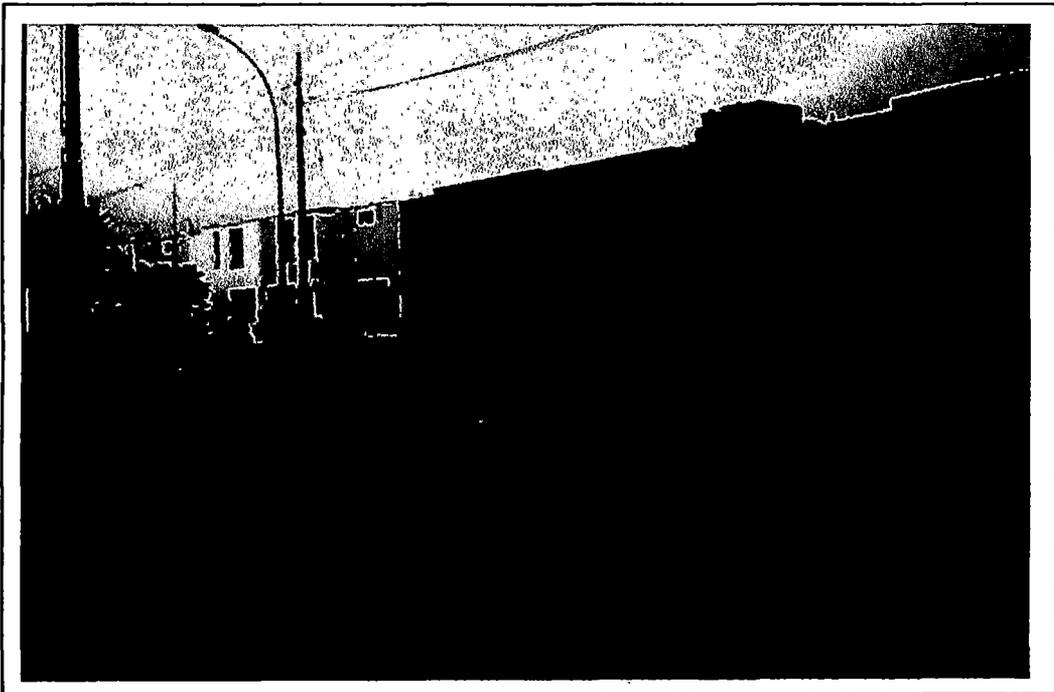
(13) URB. STA. FLORENCIA \ CALLE SAN GUIDO



(14) URB. STA. FLORENCIA \ AV. HUNAMUNO-CALLE SAN BRUNO



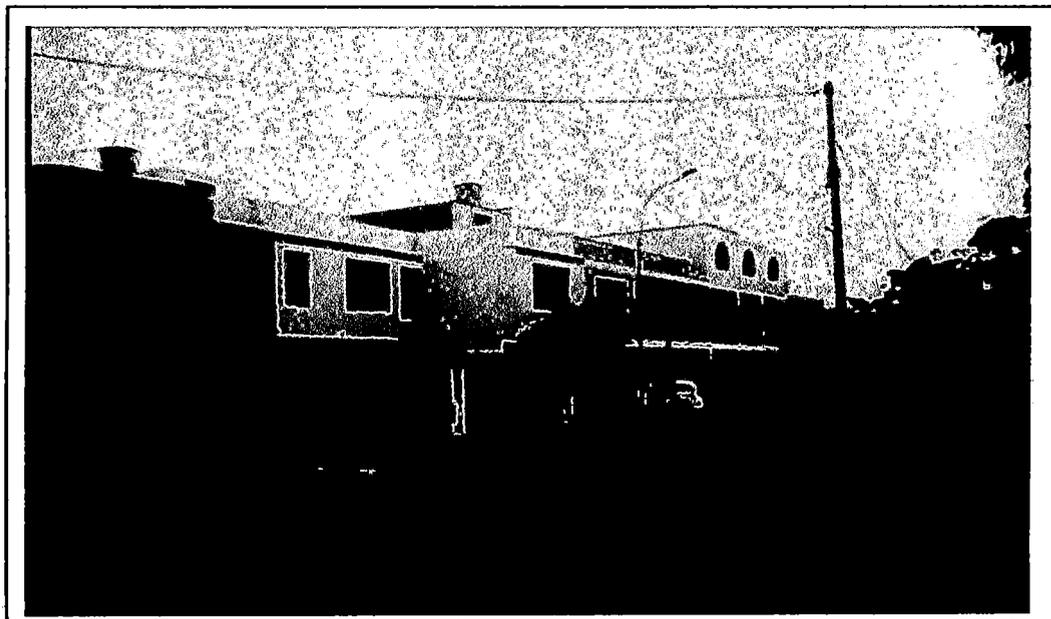
(15) URB. PERSHING \ JR. DE LA BARCA



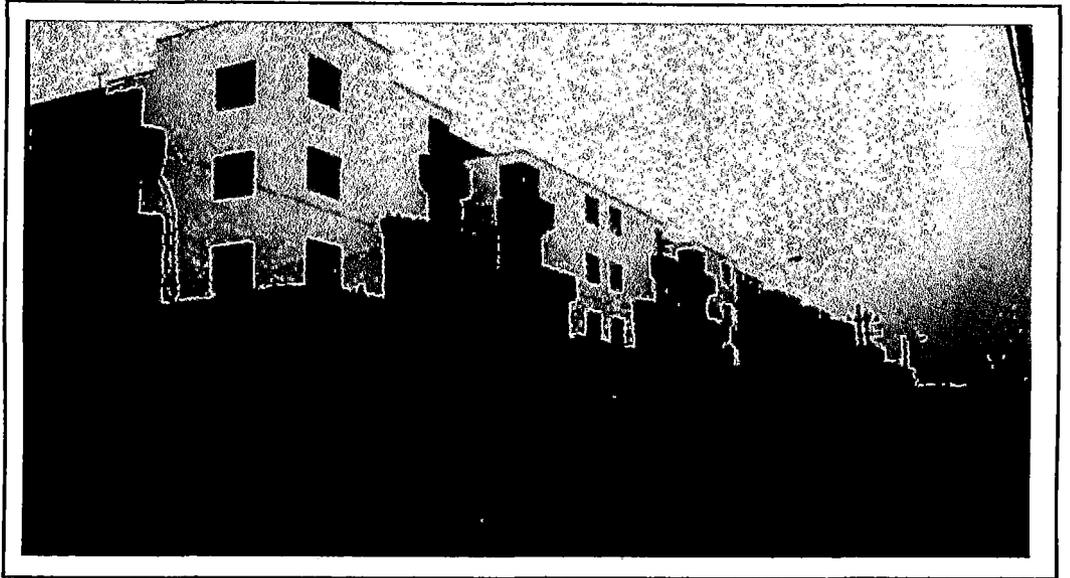
(16) URB. PANDO 5TA ETAPA \ JR INDEPENDENCIA



**(17) URB. PANDO 5TA ETAPA**



**(18) URB. BARTOLOME HERRERA \ CALLE B**



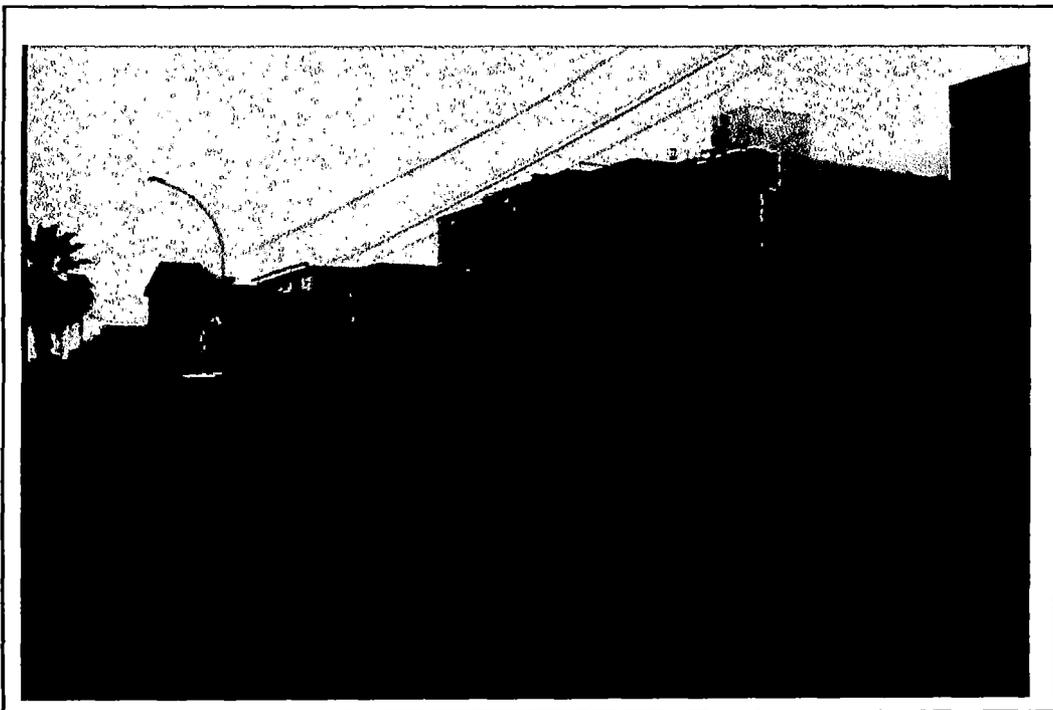
(19) URB. HUERTIZACION FUNDO SAN MIGUEL \ AV. GALLESII-JR.  
BOLOGNESI



(20) URB. SAN MIGUEL \ AV. ARICA-JR. LA MAR



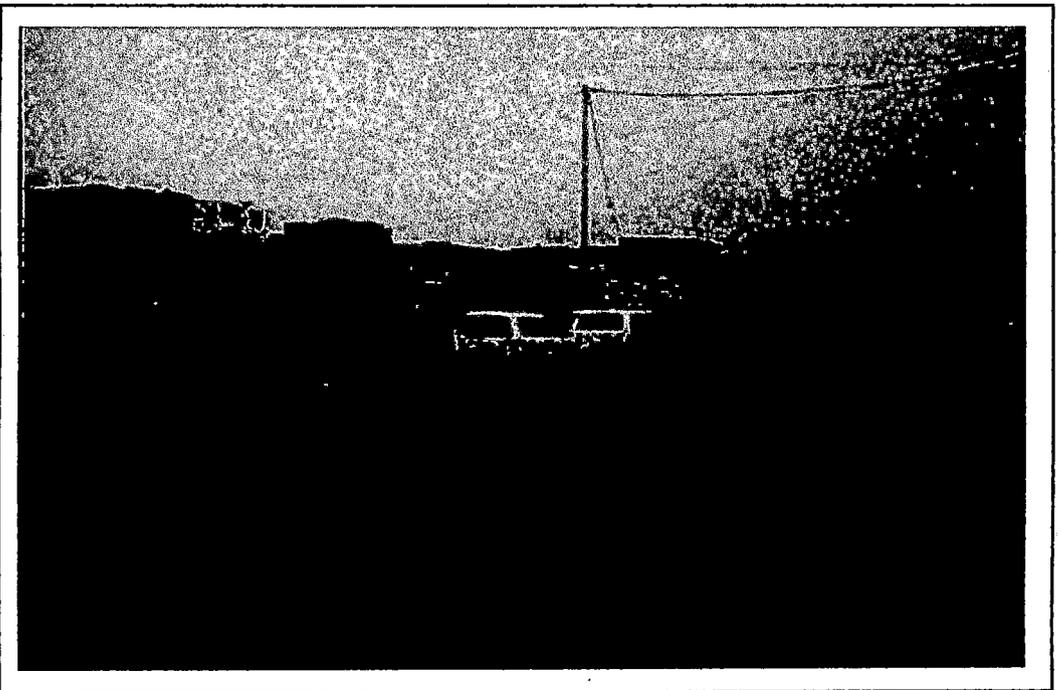
(21) URB. C.H. J.C. TELLO \ AV. LIMA-JR. CASTILLA



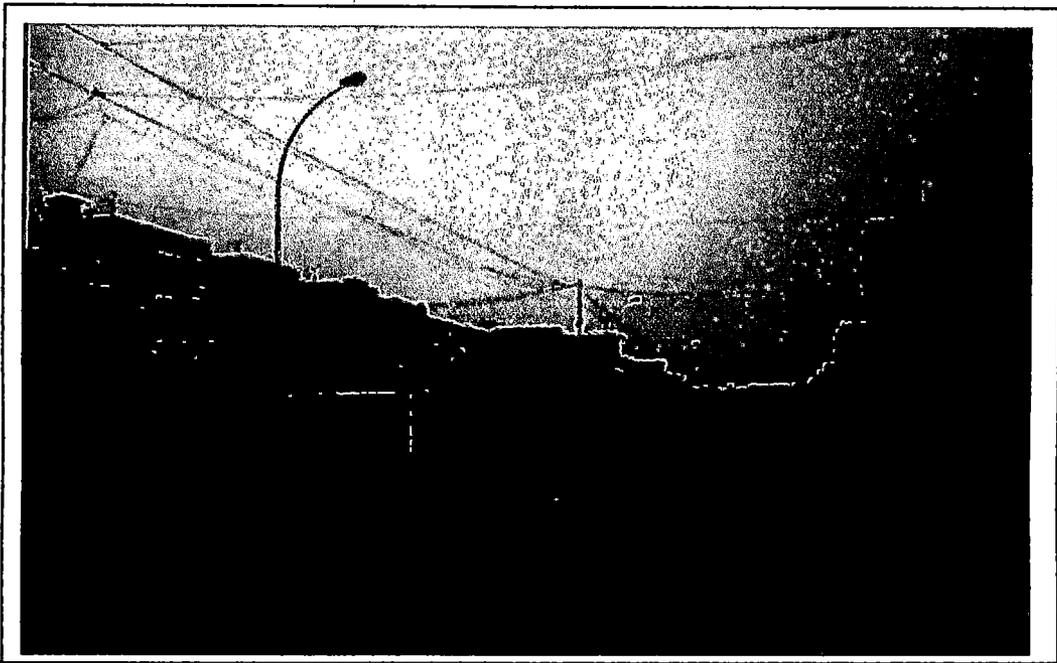
(22) URB. LA MACARENA \ JR. LA MADRILEÑA



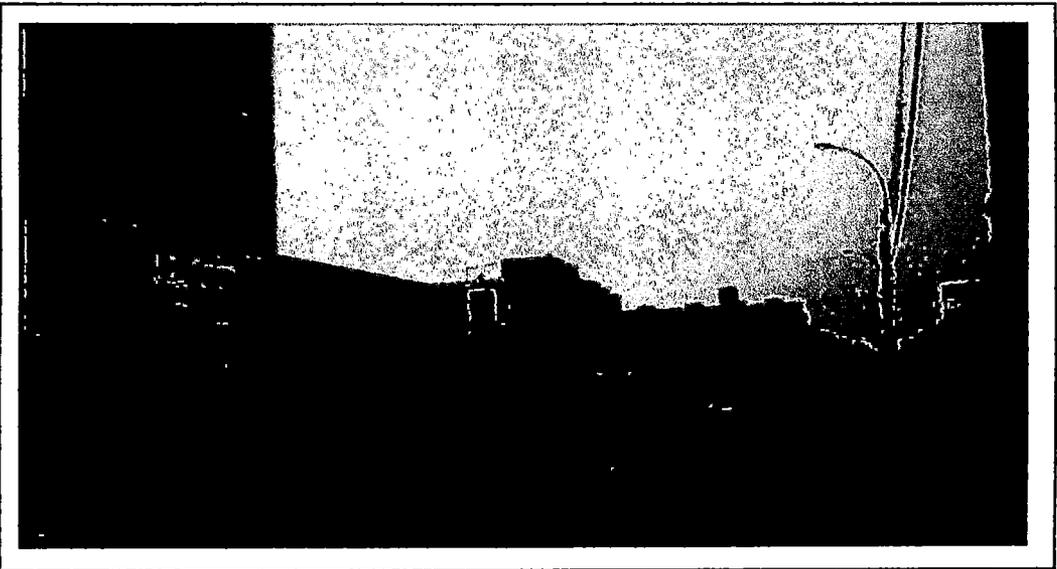
(23) URB. TORRES DE SAN MIGUELITO \ JR. BOLOGNESI-PROL. AYACUCHO



(24) NO URBANIZADO \ JR. SUCRE-CALLE YANACOTO



(25) URB. PABLO VI \ JR. INDEPENDENCIA-PROL. CUZCO



(26) NO URBANIZADO \ JR. CASTILLA-AV. AYACUCHO



(27) NO URBANIZADO \ AV. AYACUCHO CDRA 6



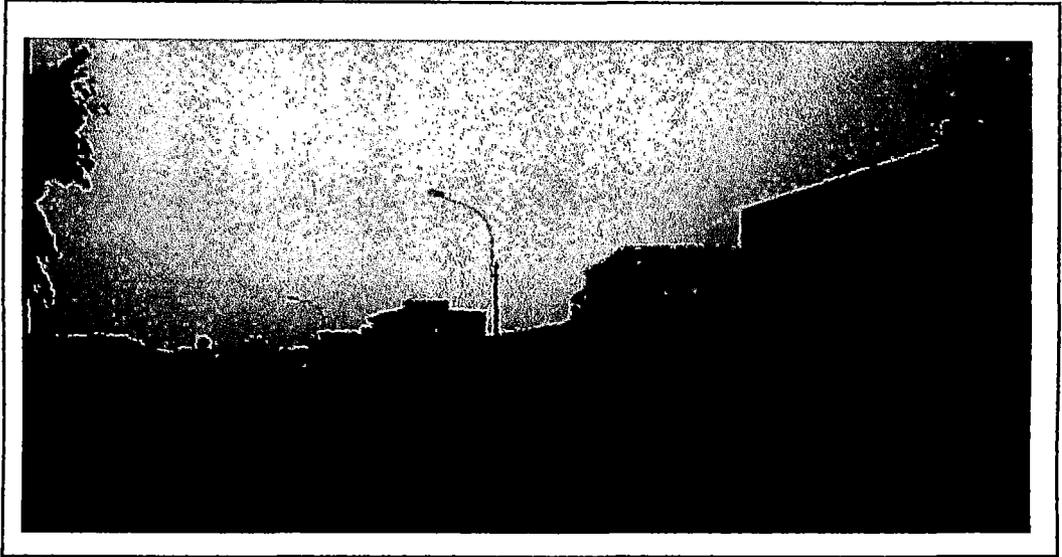
(28) URB. PANDO 4TA ETAPA \ CALLE MARIA ESCOBAR



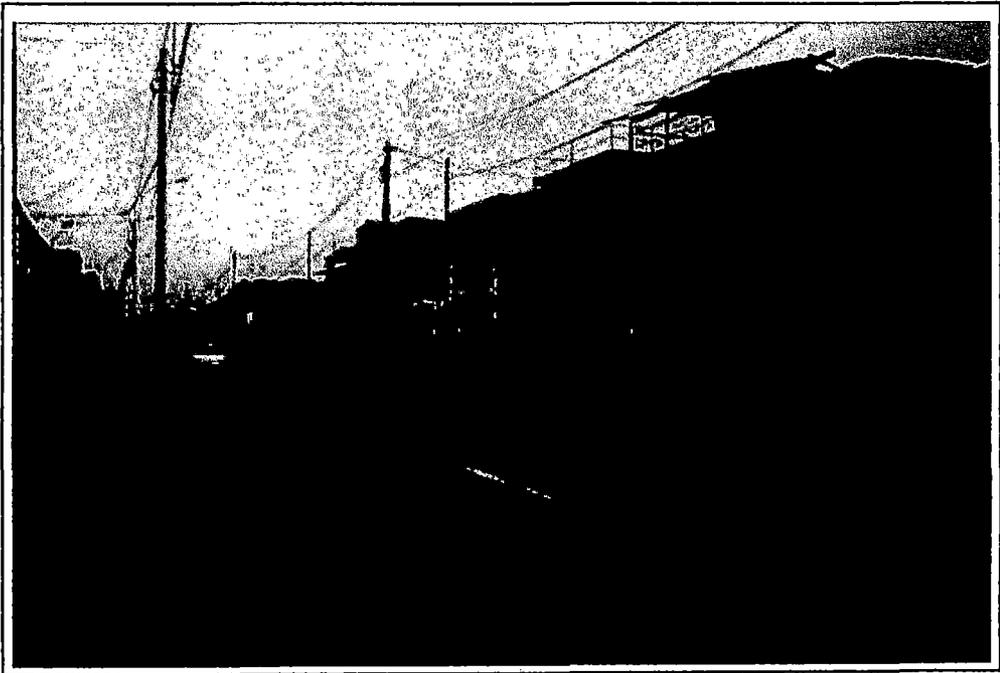
(29) URB. PANDO 2DA ETAPA \ CALLE MIROQUEZADA



(30) URB. PANDO 2DA ETAPA \ CALLE JUANA ARA



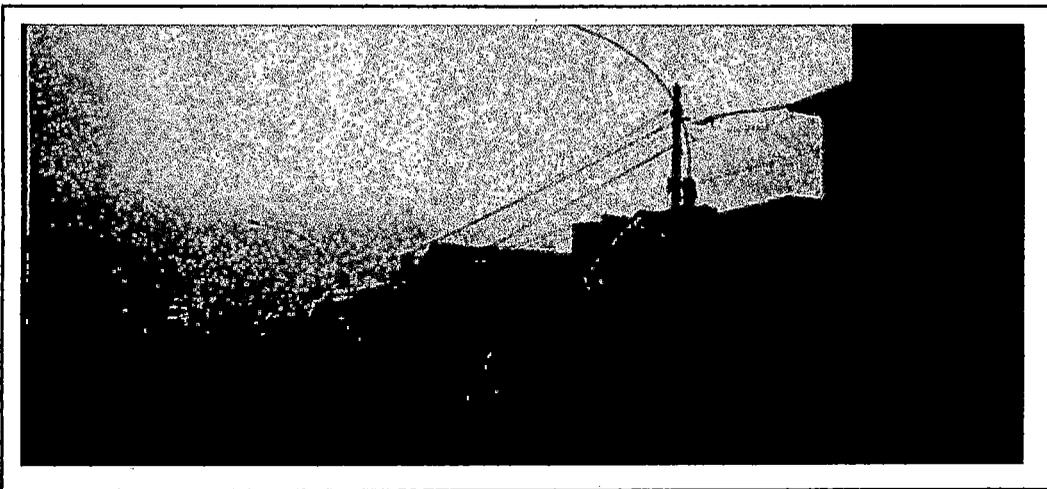
(31) URB. PANDO 7MA ETAPA \ CALLE BADANI



(32) URB. MIRAMAR \ JR. LEONCIO PRADO



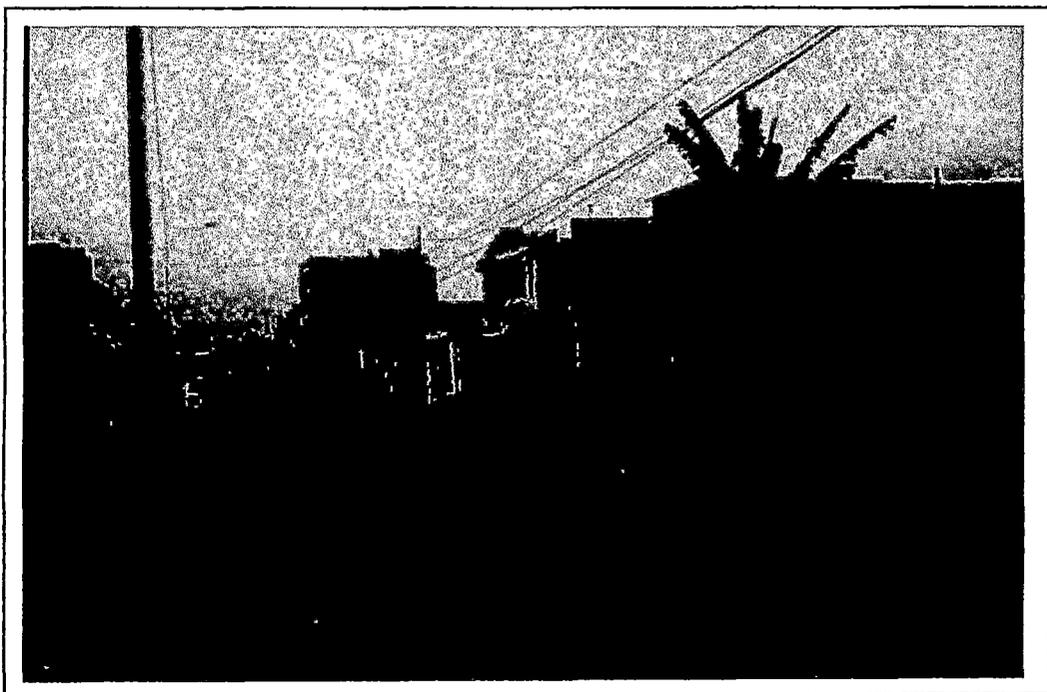
(33) URB. RESIDENCIAL LAS FLORES \ PSJ. LAS ROSAS



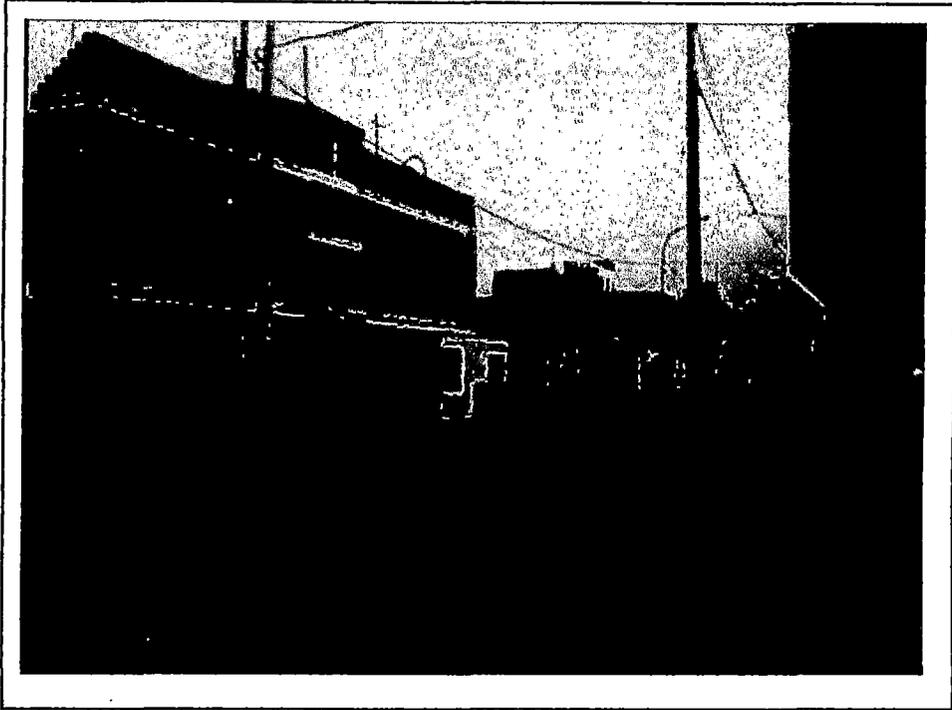
(34) URB. PANDO 6TA ETAPA \ JR. URUBAMBA



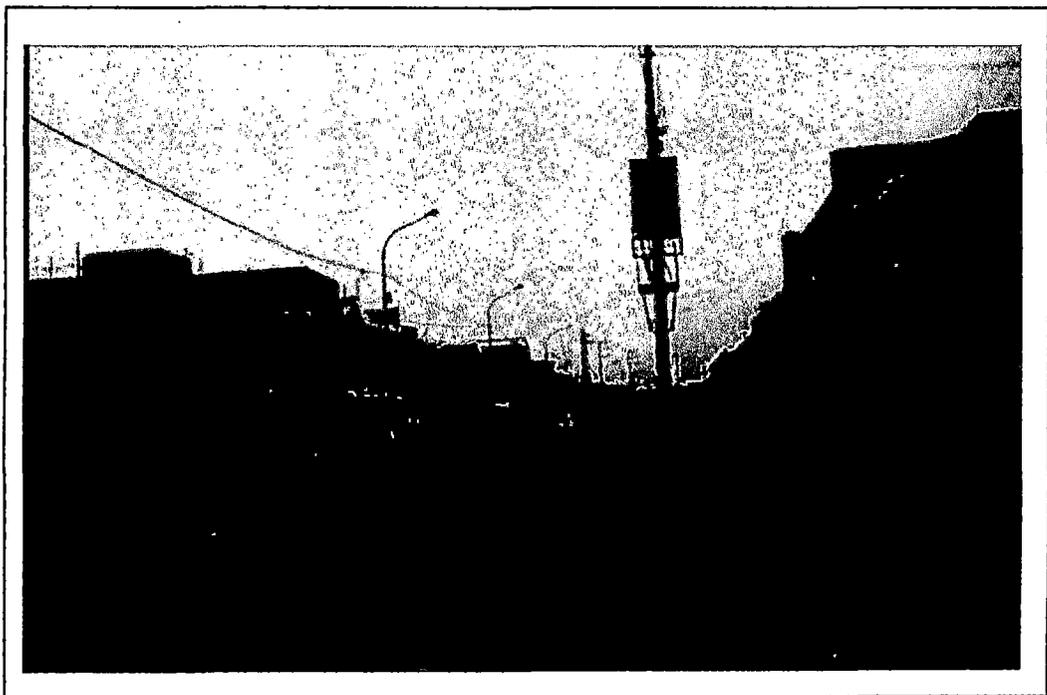
(35) URB. PANDO 1RA ETAPA \ JR PABLO RAMIREZ



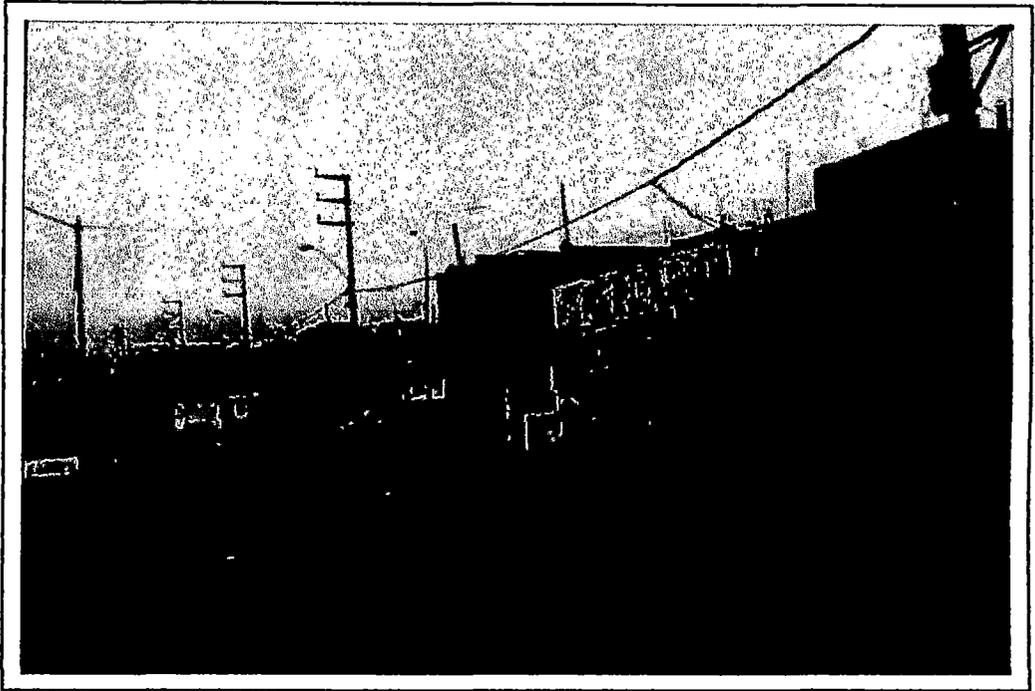
(36) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. RENAN ELIAS



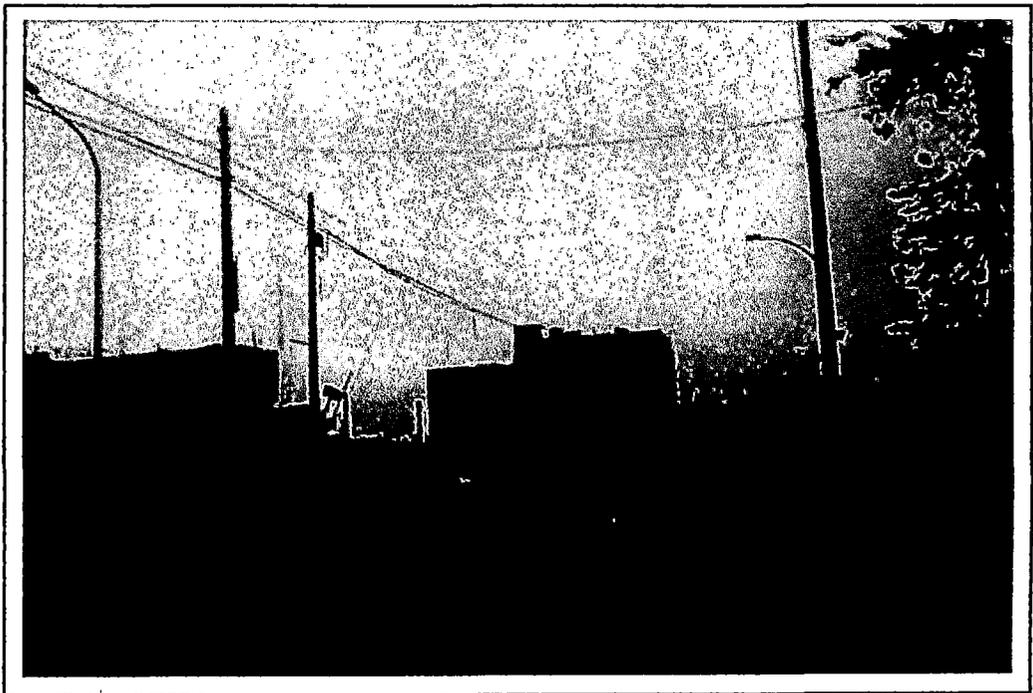
(37) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. LOS PIONEROS



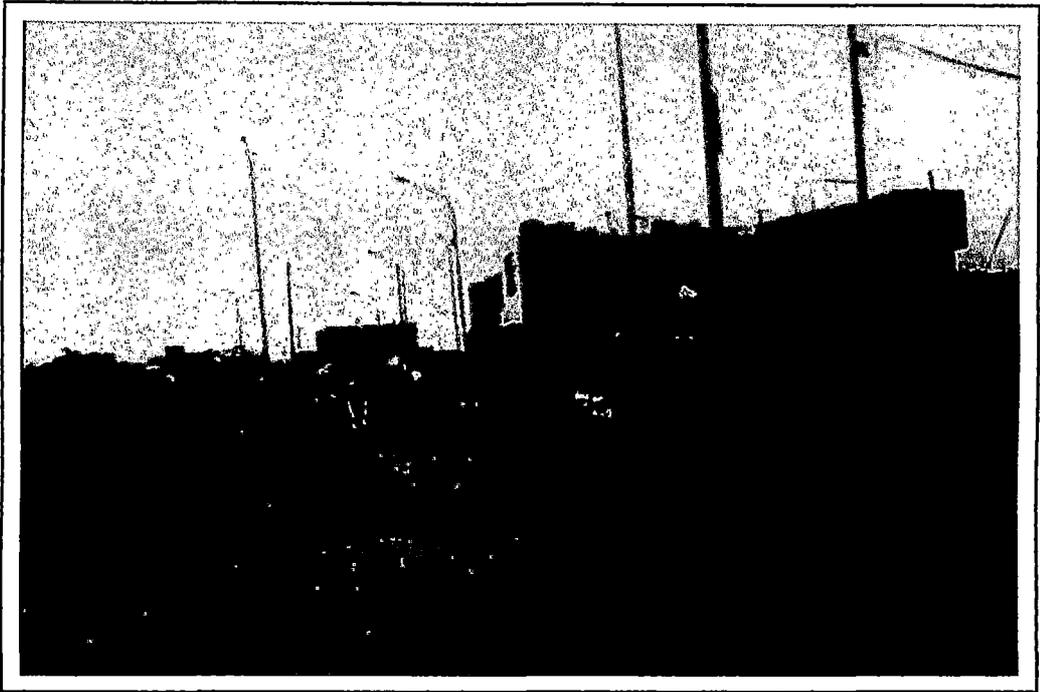
(38) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. PEDRO CANGA



(39) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. PEDRO CANGA



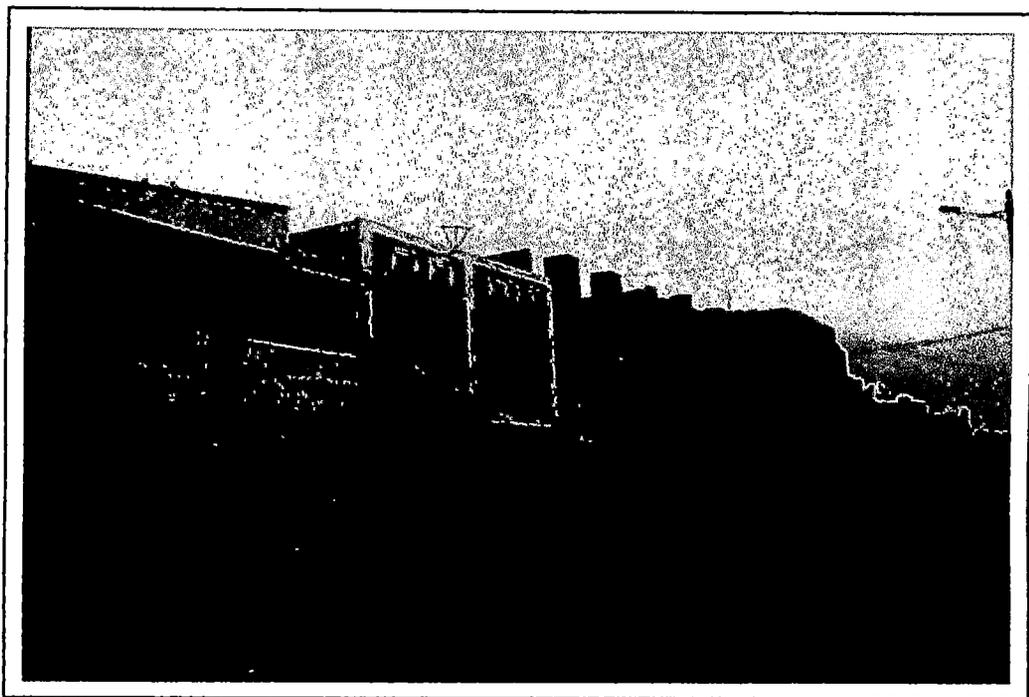
(40) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. ENRIQUE ELIAS



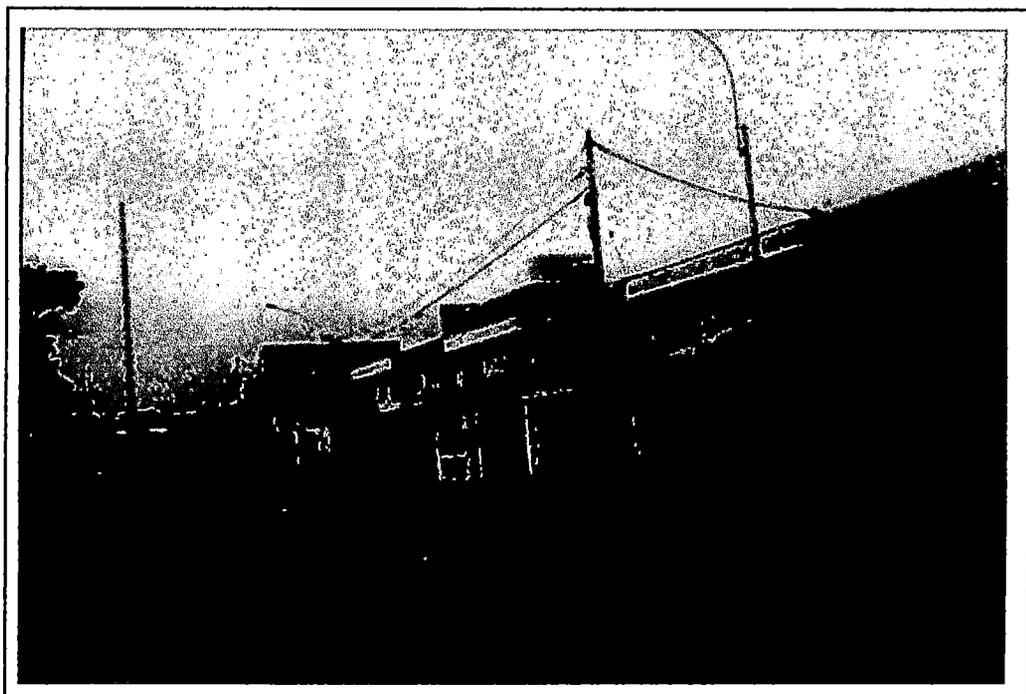
(41) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. VALLADARES



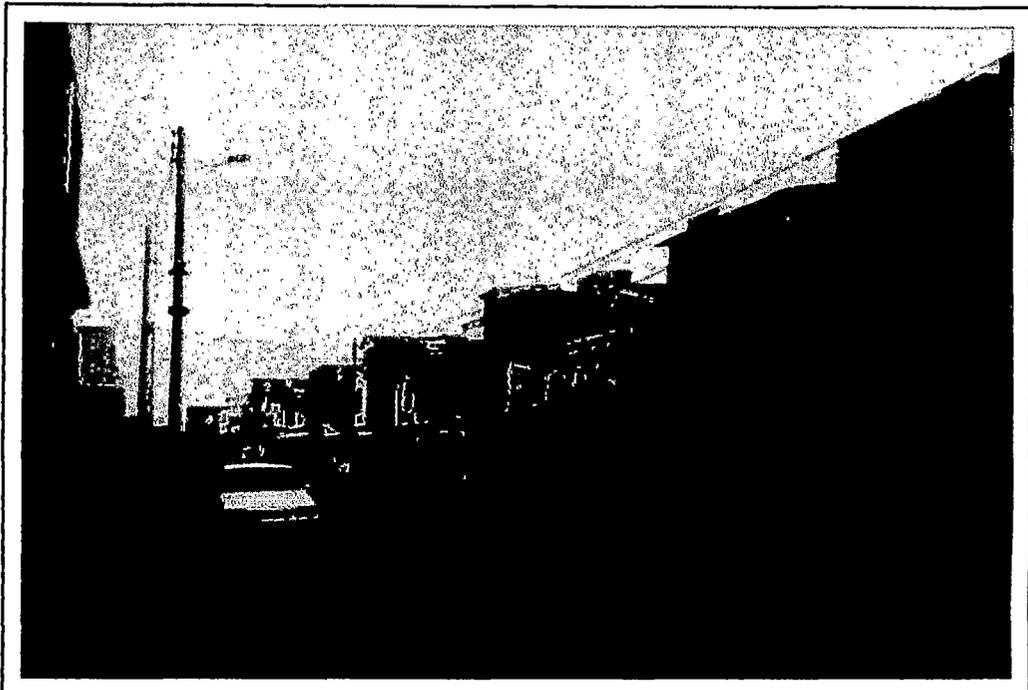
(42) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. VALLADARES



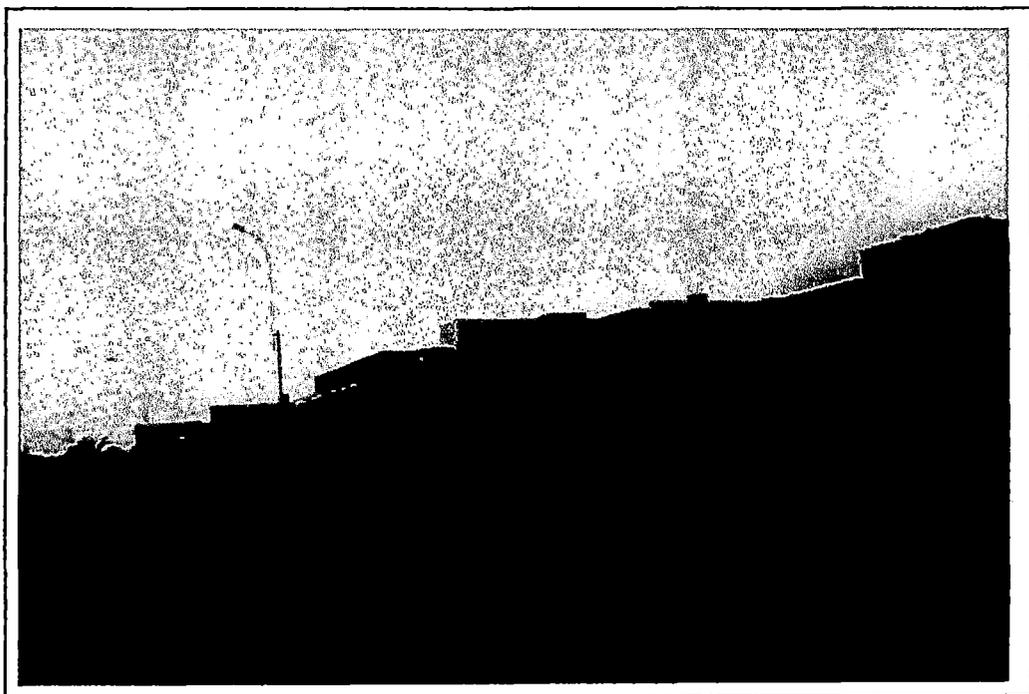
(43) URB. MARANGA 4TA ETAPA \ JR. CAYRUCACHI



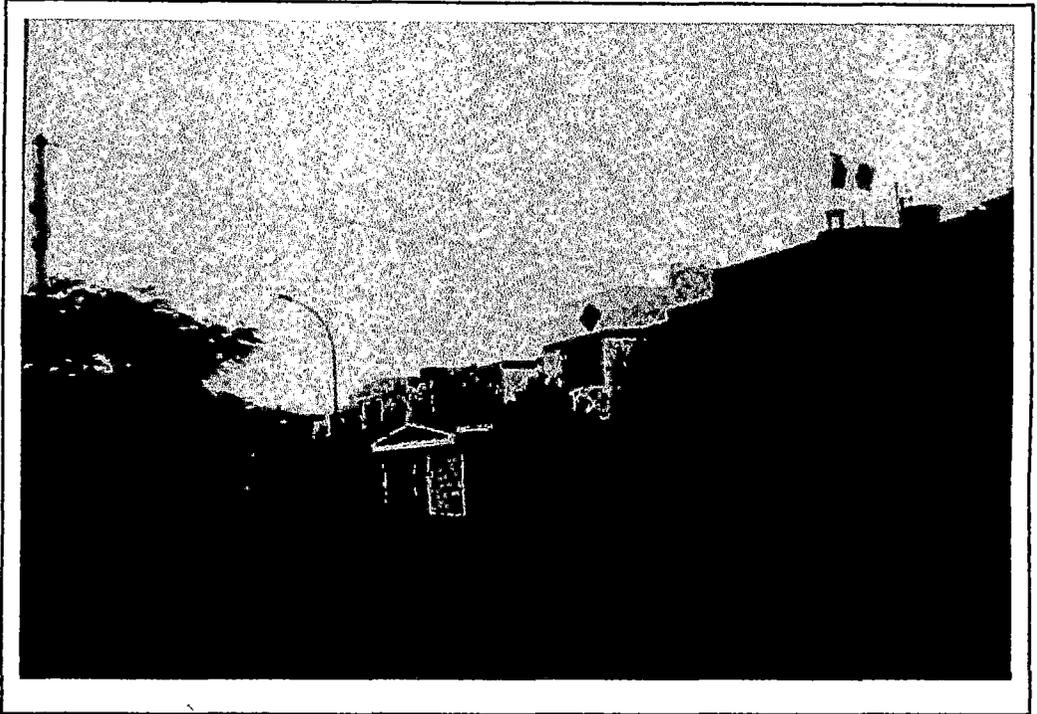
(44) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. LUIS GARCIA



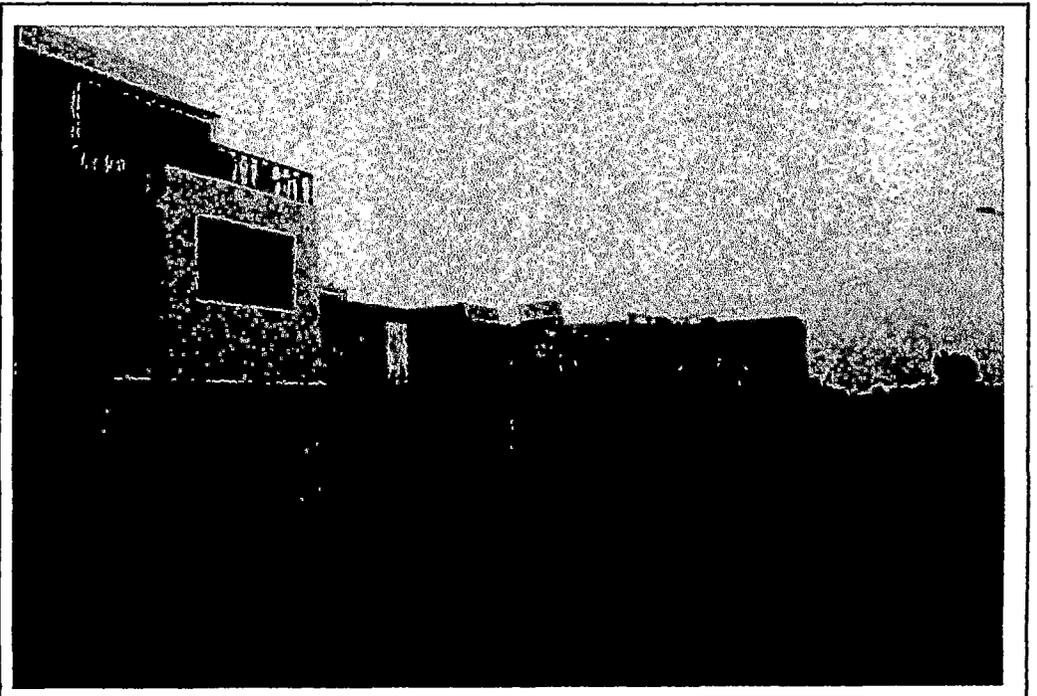
(45) URB. MARANGA 7MA ETAPA \ JR. HIPOLITO UNANUE



(46) URB. MARANGA 5TA ETAPA \ JR. PUMACURCO



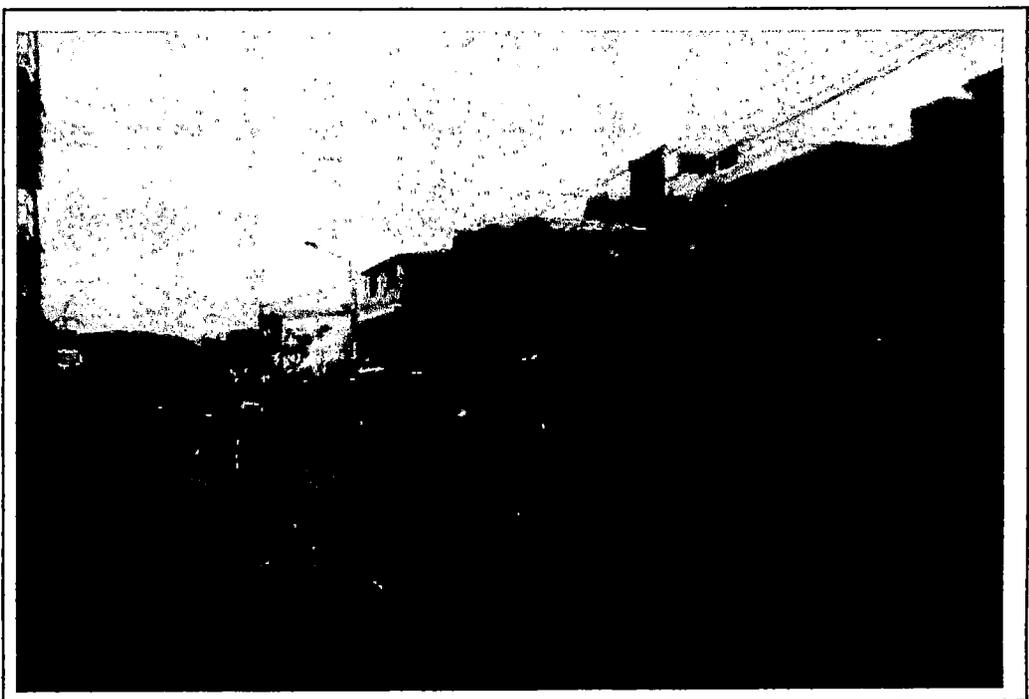
(47) URB. RESIDENCIAL CALLAO \ JR. ESTOCOLMO



(48) URB. GERMAN ASTETE \ PSJ. CAPITAN C. CARRILLO



(49) URB. MARANGA 5TA ETAPA \ JR. MIGUEL HIDALGO



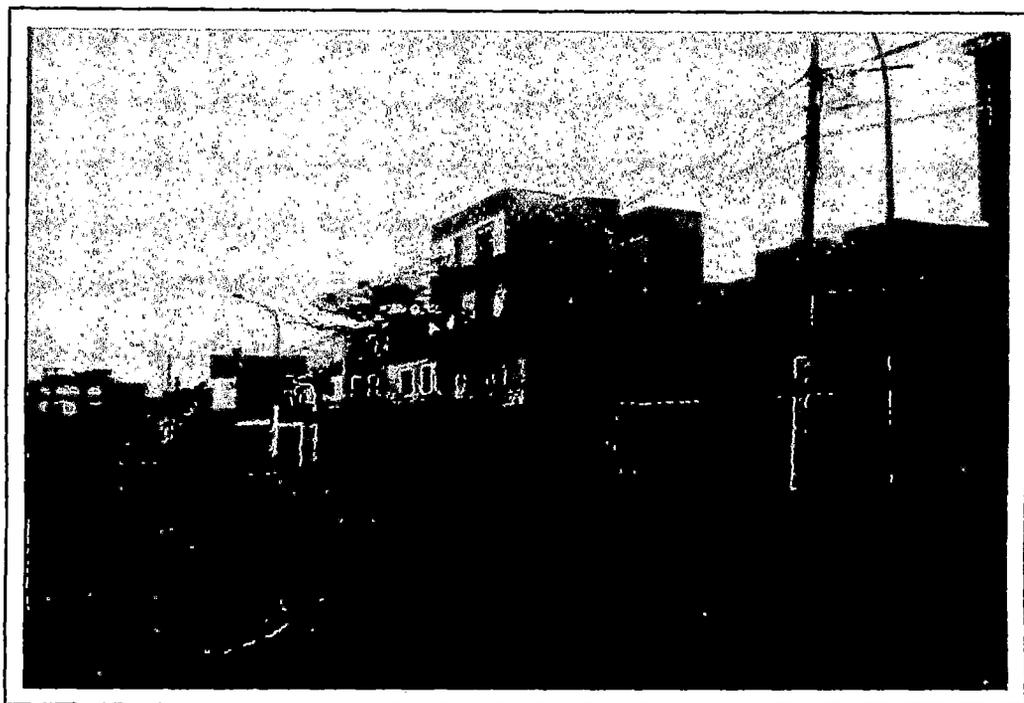
(50) MARANGA 6TA ETAPA \ JR. CHACHANI



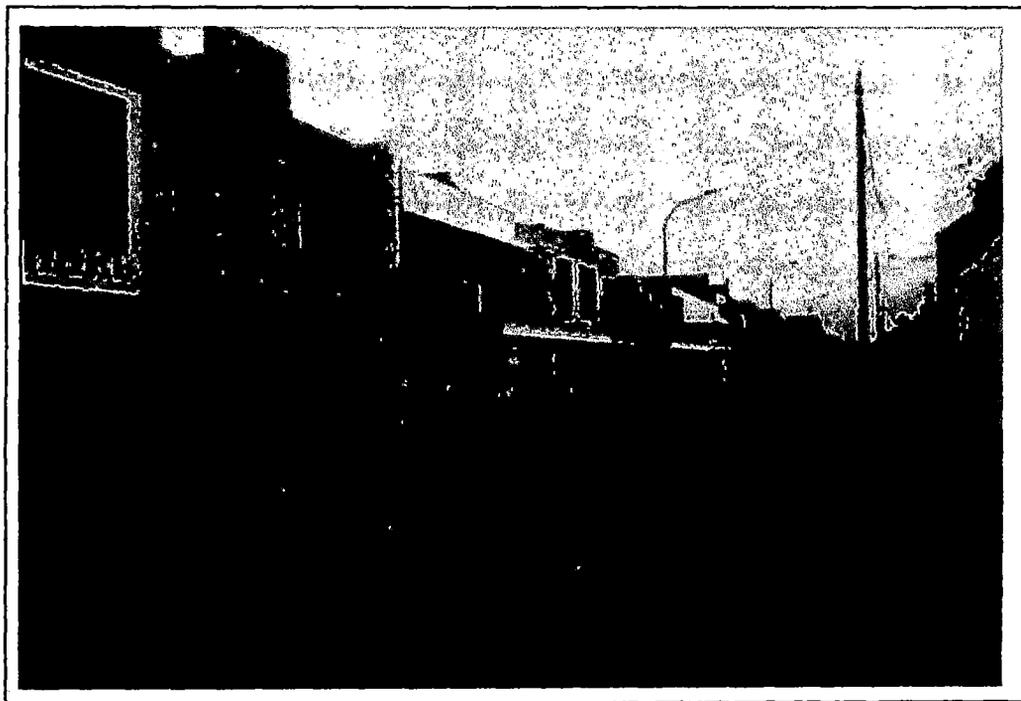
(51) URB. COOPERATIVA R. ESCARDO \ CALLE 2



(52) URB. MARANGA 1RA ETAPA \ JR. DE LAS CASAS



(53) URB. MARANGA 2DA ETAPA \ CALLE MICAELA BASTIDAS



(54) URB. MARANGA 3RA ETAPA \ CALLE VILCAHUAURA



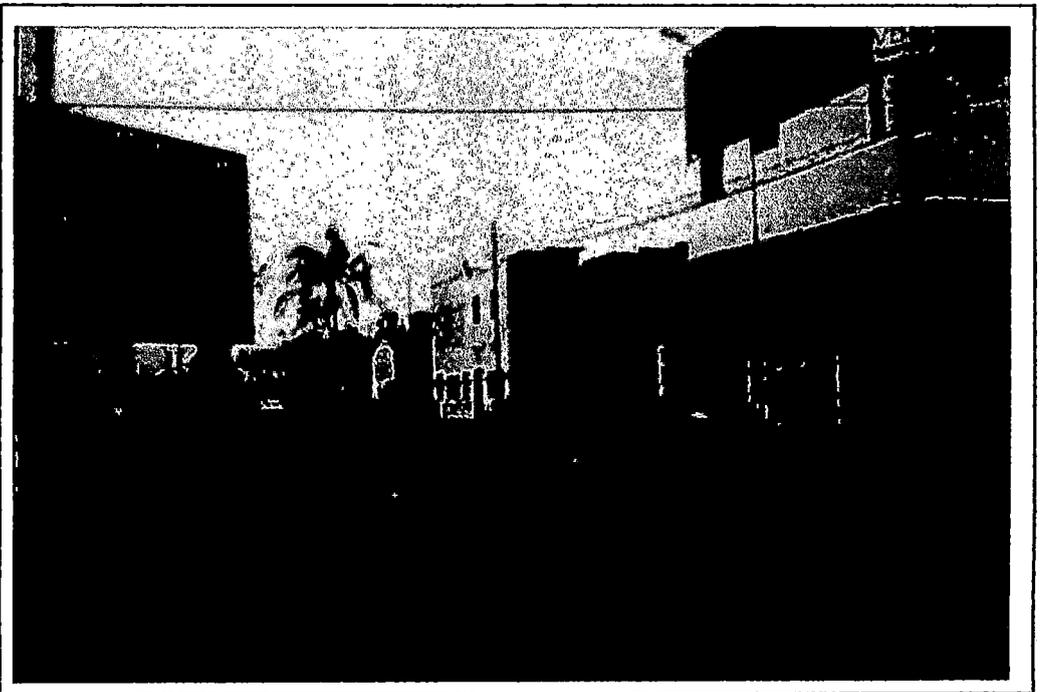
(55) URB. ARBOLEDA DE MARANGA \ CALLE JUAN PARRA DEL RIEGO



(56) URB. CAPEBCO \ CALLE LAS CARMELARIAS



(57) URB. HUERTIZACION FUNDO SAN MIGUEL \ AV. FEDERICO GALLES



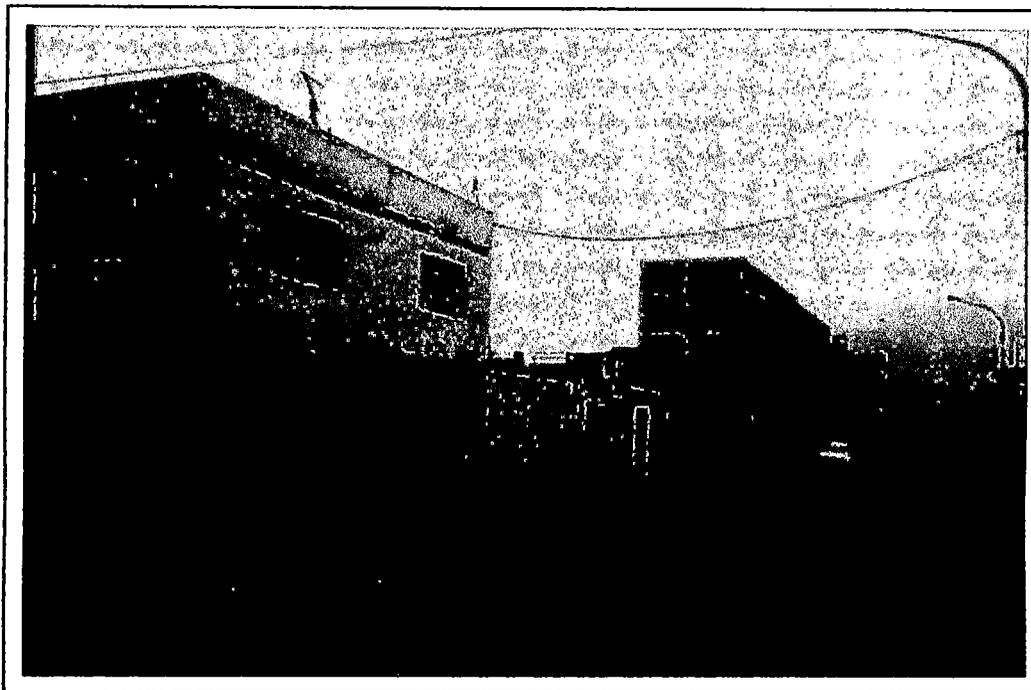
(58) URB. HUERTIZACION FUNDO SAN MIGUEL \ AV. GALLES-JR. UGARTE



(59) URB. MIRAMAR \ CALLE INDEPENDENCIA



(60) URB. MIRAMAR \ AV. LIBERTAD CDRA 4



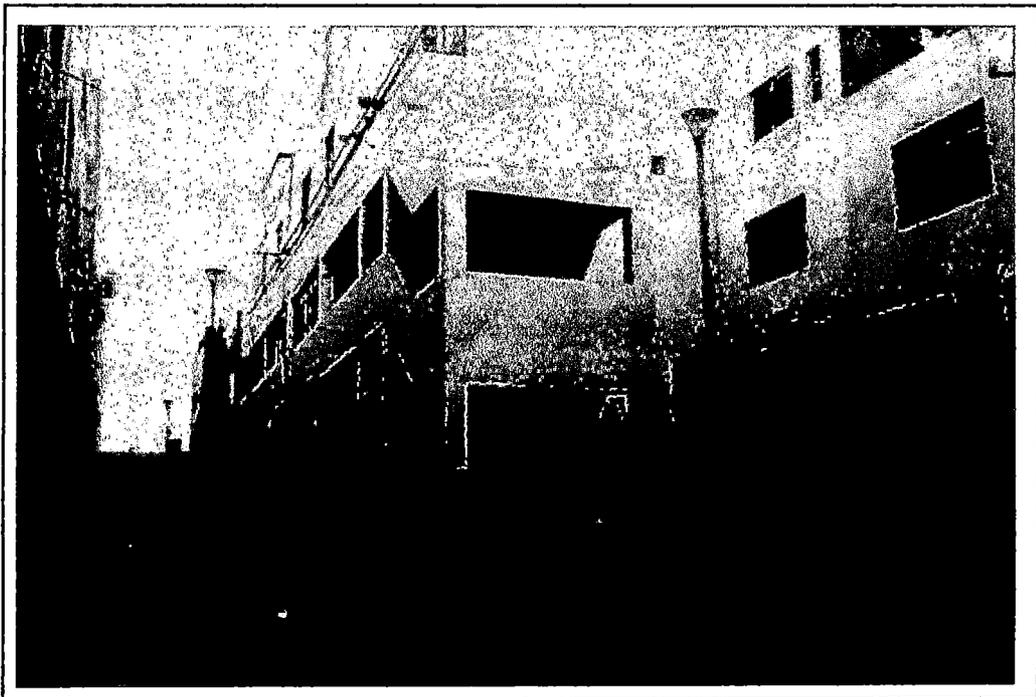
(61) URB. MIRAMAR \ CALLE VILLAVICENCIO-AV. LIBERTAD



(62) URB. MIRAMAR \ AV. LA PAZ-CALLE ALCEDO



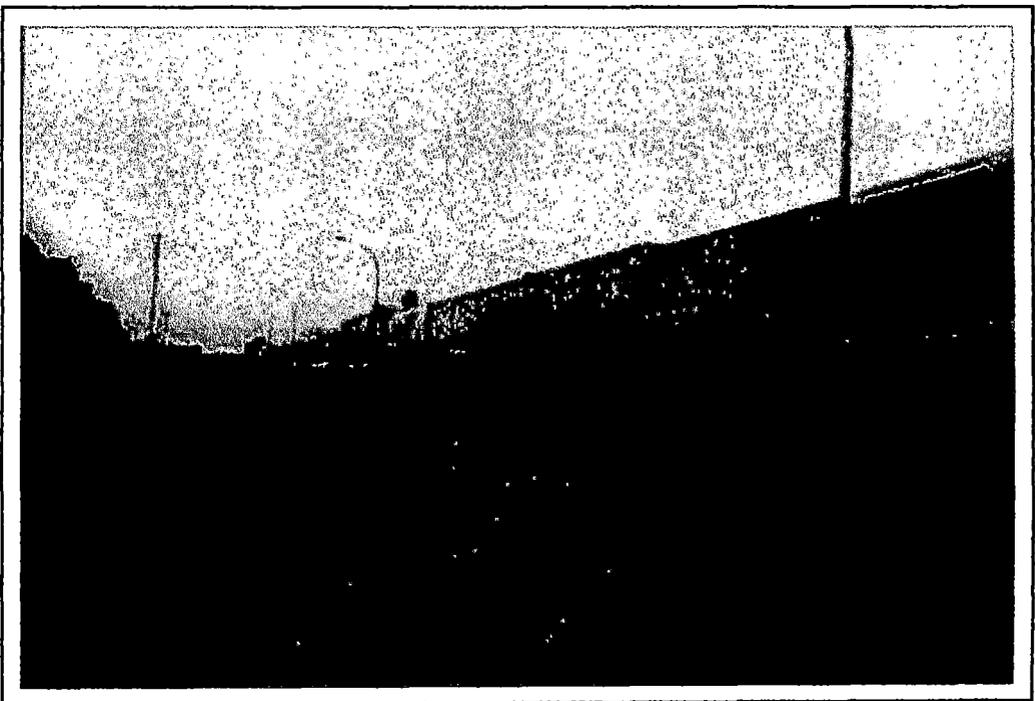
(63) URB. CIUDAD DE PAPEL



(64) URB. CIUDAD DE PAPEL \ PSJE. CESAR VARGA



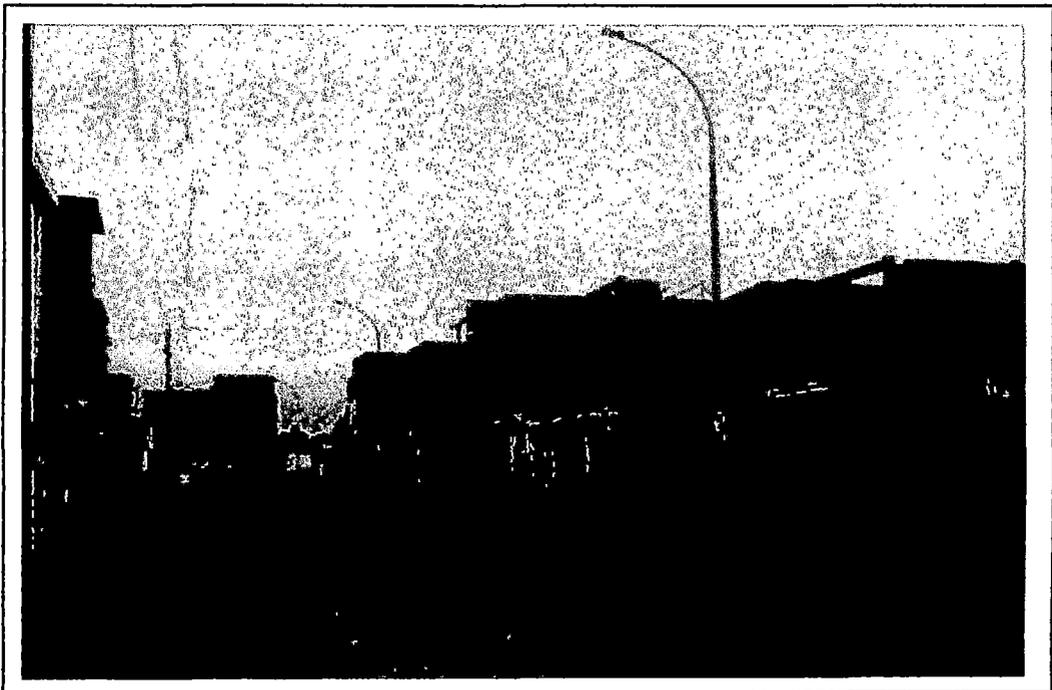
(65) URB. HOGAR DE LA MADRE \ JR. ECHENIQUE



(66) URB. MIRAMAR \ JR. DOS DE MAYO



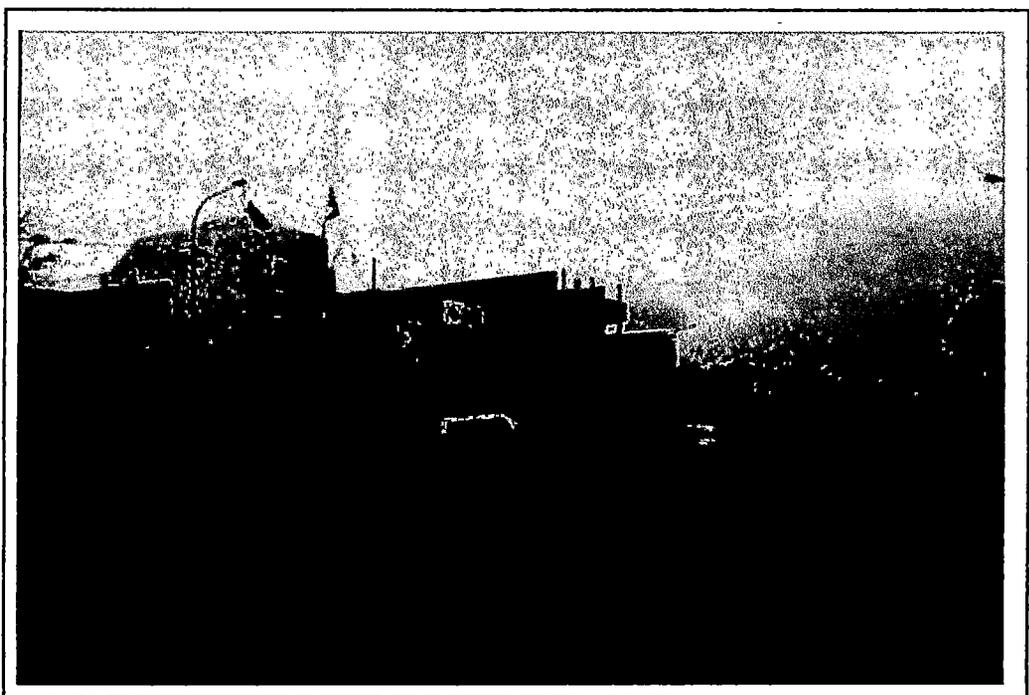
(67) URB. CHEPEN \ PSJ CHEPEN



(68) URB. RIGEL \ CALLE TENIENTE ENRIQUE PALACIOS



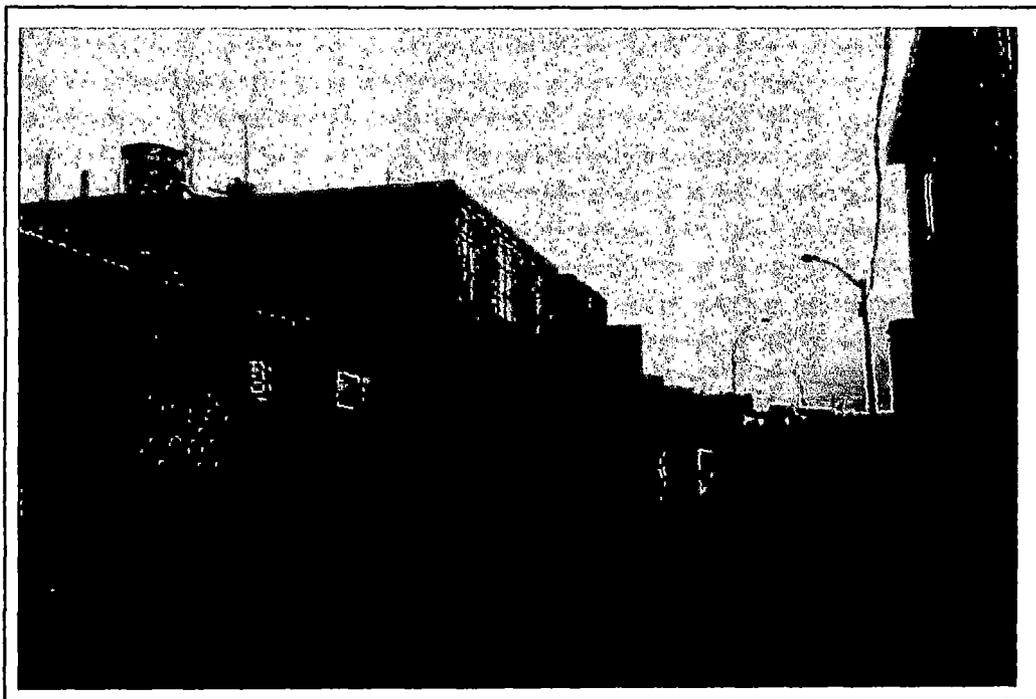
(69) URB. PANDO 8VA ETAPA \ CALLE LAS DALIAS



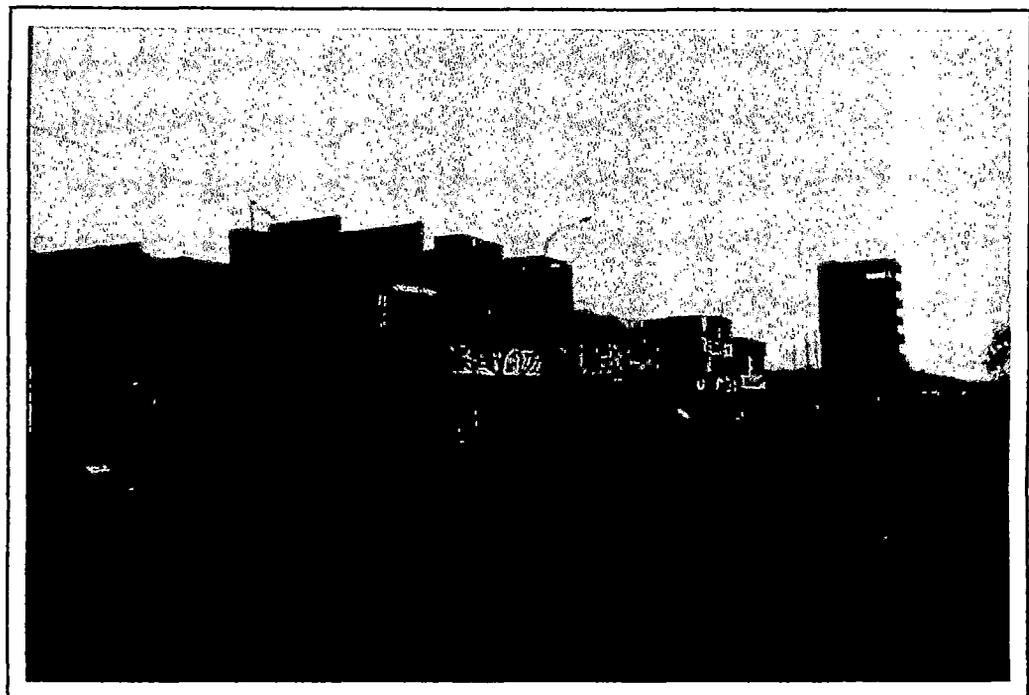
(70) URB. EX FUNDO PANDO \ AV. RIVA AGÜERO



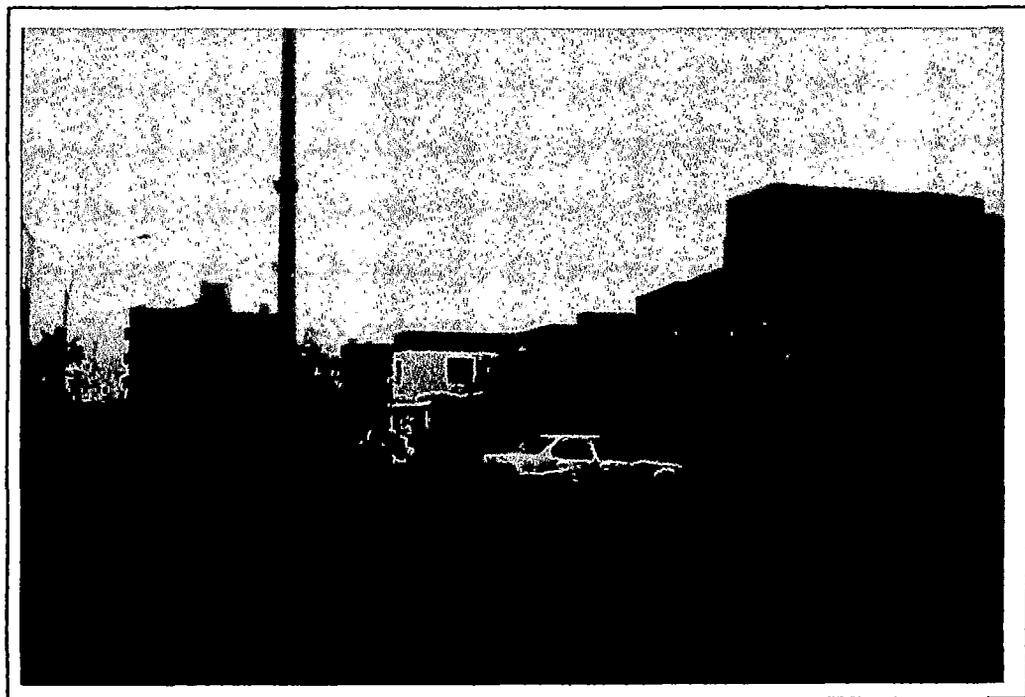
(71) URB. EX FUNDO PANDO \ CALLE LOS CEDROS-CALLE LOS PINOS



(72) URB. EX FUNDO PANDO \ CALLE LAS PONCIANAS



(73) URB. EX FUNDO PANDO \ AV. VENEZUELA



(74) URB. RIGEL \ AV. UNIVERSITARIA

## BIBLIOGRAFÍA

1. Curso de Maestría en Urbanismo.  
Plan Estratégico de Ordenamiento Urbano del Distrito de San Miguel.
2. Dr. Ing. Luis M. Bozzo Rotondo-Dr. Ing. Horia Alejandro Barbat.  
Técnicas Avanzadas de Diseño Sismorresistente.  
Cámara Peruana de la Construcción.
3. Miguel Herráiz Sarachaga.  
Conceptos Básicos de Sismología para Ingenieros.  
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.
4. Ing. Roberto Morales Morales.  
Análisis y Diseño de Construcciones de Albañilería.  
American Concrete Institute-Universidad Nacional de Ingeniería.
5. Reglamento Nacional de Construcciones.  
Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismorresistente.
6. Adolfo Alarcón Guzmán.  
Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá.  
UPES-DNPAD-INGEOMINAS.
7. José Francisco Ríos Vara.  
Tesis de Grado-Estudio de la Vulnerabilidad y Medidas de Prevención Sísmica en el Cercado de Lima.
8. Freddy Emilio Mayco Chavez.  
Tesis de Grado-Programa de Rehabilitación de Viviendas Antiguas (1992).
9. Silgado Enrique.  
Historia de los sismos más notables del Perú.
10. Albérto Martínez Vargas -1979.  
Análisis Geotécnico de los Terremotos de Lima-Perú.
11. INDECI.  
Compendio Doctrinario de Defensa Civil.
12. Espinosa, Casaverde, Michael, Alva-Hurtado and Vargas-Neumann.  
Catálogo Sísmico del Perú.
13. Carmen Julia Ayquipa Huamán .  
Tesis de Grado-Microzonificación Sísmica de Chorrillos y Barranco(1995).

14. Zenón Aguilar Bardales.  
Tesis de Grado-Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Arequipa (1995).
15. Yafac Villanueva.  
Tesis de Grado-Análisis Sísmico Comparativo de Estructuras de Albañilería (1995).
16. MINSA/ECHO/OPS-OMS.  
Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú.  
Hospital Nacional Dos de Mayo (1997).
17. Instituto Nacional de Infraestructura Educativa y de Salud-INFES.  
Universidad Nacional de Ingeniería-Facultad de Ingeniería Civil-CISMID.  
Evaluación Estructural del C.E. Casa Blanca de Jesús (2001).
18. Ángel San Bartolomé Ramos.  
Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural.
19. Environmental Systems Research Institute-Telemática.  
Introduction to ArcView GIS-Book I y II.

Direcciones en Internet:

- <http://cns.igp.gob.pe/sismicidad/intro.htm>.
- [http://cns.igp.gob.pe/ie\\_main.htm](http://cns.igp.gob.pe/ie_main.htm).
- <http://www.terra.ufpr.br/posctperu.htm>.
- <http://www.ignperu.gob.pe/LINK.htm>.