

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL



**ESTUDIO SISMICO Y PROYECTO DE REPARACION
DE LAS VIVIENDAS AFECTADAS
- 3 de Octubre de 1974 -**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JAVIER CESAR PEÑA CRUZ

PROMOCION 1974

LIMA ★ PERU ★ 1975

I N D I C E

	PAG.
RESUMEN -----	1
INTRODUCCION -----	7
CAPITULO II.- GENERALIDADES DE LA CIUDAD DE CHINCHA	
ASPECTO FISICO -----	11
Ubicación -----	11
Límite -----	11
Extensión -----	12
Topografía e Hidrología -----	12
Clima -----	12
ASPECTO HISTORICO -----	13
Población y Tasas -----	14
Dinámica Poblacional -----	15
CENTRO POBLADO DEL AREA -----	17
Poble Nuevo -----	17
Chincha Alta -----	18
Tambo de Mora -----	18
Chincha Baja y Sunampe -----	19
ASPECTO ECONOMICO -----	19
Sector Agrario -----	20

Sector Industrial -----	21
Sector Comercial -----	21
URBANISMO -----	22
Densidades actuales -----	22
Numero de ocupantes por vivienda -----	22
Viviendas -----	23
Ancho de calle -----	24
CAPITULO III.- ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS Y GEOLOGICOS	
INTRODUCCION -----	26
GEOMORFOLOGIA LOCAL DEL VALLE DE CHINCHA -----	26
CONDICIONES GEOLOGICAS LOCALES -----	27
Afloramiento rocoso -----	27
Componente del Manto Superficial -----	29
Estructuras mas importantes -----	
SEGURIDAD FISICA -----	33
Soporte rocoso -----	33
Estabilidad de pendiente -----	35
Profundidad de aguas subterráneas -----	35
Caracteres físicos de los suelos para las edifica -	
ciones -----	36

CAPITULO IV.- ASPECTO DE MECANICA DE SUELOS

INTRODUCCION -----	38
CARACTERISTICA DE LOS SUELOS -----	39
Investigación del tipo de suelo -----	39
Investigaciones geológicas -----	40
Trabajo de exploración -----	43
Trabajo de Laboratorio -----	44
Estratigrafía de la zona -----	46
Análisis para establecer las condiciones de re sistencia del subsuelo -----	47
conclusiones y recomendaciones constructivas ----	48
INFLUENCIA DEL TIPO DE SUELO EN EL COMPORTAMIENTO SIS - MICO -----	49
INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA -----	51

CAPITULO V.- CARACTERISTICA DEL SISMO

CARACTERISTICA DEL SISMO DEL 3 DE OCTURBE DE 1974 -----	56
Pérdidas humanas y materiales causado por el te - rremoto -----	56
Historia Sísmica -----	56
UBICACION Y EXTENSION -----	60

	PAG.
INTENSIDAD Y MAGNITUD -----	62
EVALUACION DE DAÑO -----	63
Ficha de evaluación -----	66
Sectorización del área en estudio -----	67
Metodología seguida en la evaluación -----	67
CONSTRUCCIONES PREDOMINANTES -----	69
Vivienda de adobe -----	70
Vivienda de quincha -----	73
Construcción de albañilería de ladrillo -----	74
Construcciones de concreto armado -----	75
ANALISIS ESTADISTICO DE DAÑOS -----	75
Encuesta de viviendas por zona -----	76
Clasificación de daños de las viviendas -----	78
CAUSAS DE DAÑOS PARA CADA TIPO DE EDIFICACION -----	80
DAÑOS DE ESTRUCTURAS IMPORTANTES -----	83
PROCESO DE LA REPARACION DE VIVIENDAS -----	88
Reparación de estructura de ladrillo -----	89
Material a utilizar -----	90
Fracturas en muros de ladrillo -----	91
Agrietamiento en muro de ladrillo -----	92

	PAG.
Proceso en la reparación de una grieta -----	93
Seguridad de reparación de agrietamiento -----	94
Fisuras en muro de ladrillo -----	95
INSPECCION DE OBRA -----	96
EXPERIENCIAS Y OBSERVACIONES DEL SISMO -----	97
CAPITULO VI.- ZONIFICACION -----	100
CAPITULO VII.- CONCLUSIONES -----	103
CAPITULO VIII.- RECOMENDACIONES -----	106
DOCUMENTACION FOTOGRAFICA	
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	
PLANOS	

PRESENTACION

Siendo el Perú un país de constante actividad sísmica, como el ocurrido el tres de Octubre de mil novecientos setenticuatro, y conciente del estudio realizado, presento esta Tesis, como un aporte a contribuir así, el logro del imperioso objetivo de consolidar una conciencia sísmica en el Perú.

Más, que pretender ser un trabajo original o especializado, este es un estudio de divulgación a nivel del profesional en actividad, que constituye el factor mas eficiente dentro del proceso - de Desarrollo de las Técnicas de la Construcción Antisísmica.

El presente estudio, se ubica en el sector evaluación sobre las construcciones afectadas por el último sismo - Principalmente las viviendas - y estudio sísmico de la ciudad de Chincha; y a la vez deseando forme parte de un plan de Defensa Civil, ante los efectos destructores de un futuro Terremoto.

Esta Tesis, que es una introducción a futuras investigaciones, que espero se hagan realidad por profesionales, se encuentra limitado por : Equipo Técnico, Tiempo y Recursos Económicos, habiéndose escogido específicamente Chincha Alta y Pueblo Nuevo.

RESUMEN

Debido a la ubicación del Perú, dentro de la zona sísmicamente mas activa de la Tierra, el círculo Circum-Pacífico (lugar donde ocurren más del 80% de movimientos sísmicos), su territorio se ha lla sometido a frecuentes sismos destructivos, como el acaecido el tres de Octubre de mil novecientos setenticuatro en la Costa Central del Perú, que ocasionó, 78 muertos, 2,414 heridos, 8,112 casas destruídas, 40,225 damnificados, y las pérdidas materiales se estimaron en mil millones de soles, siendo una de las ciudades mas castigadas, la ciudad de Chincha que dejó como saldo, 11 muertos, 107 heridos, 903 casas destruídas, 4,515 damnificados y daños estimados en 200 millones de soles.

Considerándose, la magnitud del desastre, se creyó conveniente realizar un estudio de las edificaciones afectadas (principalmente las viviendas) y estudio sísmico de la zona urbana.

Habiéndose aclarado los alcances de este trabajo, y lo que se pretende cubrir, se deduce, que la parte principal dentro de los estudios realizados en la ciudad de Chincha, se puede mencionar lo siguiente : Geología, Geomorfología, Estratigrafía del suelo, Gravimetría, Evaluación de daños en edificaciones, reparación de viviendas afectadas. Cada uno de estos, describen con la debida importancia - sus características afines y llegan a dar un mejor conocimiento del

comportamiento de estructuras cimentadas en un determinado suelo, frente a un evento sísmico.

De los estudios referente a la Geología y Geomorfología, realizado por el Ministerio de Agricultura, conducen a explicar, que la ciudad de Chíncha, es de origen deltaico, y que ha sido formado por los dos brazos del Río San Juan, ó sea, el Río Chico al Norte y el Mata-Gente al Sur, y que las unidades Geomórficas, que con forman el relleno al basamento rocoso son los siguientes: Terrazas fluviales pertenecientes a los Ríos de formación, ubicados al Sur de la ciudad a lo largo de la dirección Este-Oeste, depósitos de arcillas y arcillas-limosas en el casco urbano, con el consiguiente peligro de asentamiento por el alto contenido de humedad.

Del estudio de Gravimetría, se han obtenidos las profundidades del basamento rocoso, las cuales oscilan de 70 a 180 mts. en la parte oriental junto a la Hacienda Viña Vieja, y de 400 mts. más al Oeste junto a la Hacienda Laran, El Carmen, y Hacienda San José. Dentro del Perímetro del Valle, en la zona al Norte del Río Chico y al Sur del Río Mata-Gente, el suelo rocoso está a una profundidad mayor a los 500 mts., mientras que en la pampa de Ñoco, - sondeo Geoléctrico a 600 mts. de Profundidad no lograron detectar.

De los estudios de suelos, esta se ha hecho por muestras extraídas en la zona de estudio y analizado en el laboratorio de Mecánica de Suelo - UNI - determinando la característica y tipo de -

suelo predominante en la zona.

De las muestras obtenidas, estas se han extraído de pozos perforados hasta los 2.50 mts. de profundidad y ubicadas en los lugares donde más daños han sufrido las edificaciones.

Los ensayos realizados: Análisis mecánico por tamizados, límite de consistencia - límite líquido, límite plástico, índice plástico, límite de contracción - Peso específico, Análisis por sedimentación; se obtuvo la clasificación del suelo predominante en la zona, siendo esta: Arena limosa, mezcla de arena y limo, y Arena arcillosa, mezcla de arena y arcilla.

En lo referente al estudio de evaluación de daños, se ha tratado de analizar, las causas por la cual gran porcentaje de viviendas sufrieron daños muy serios y otras colapsaron, para ello se ha dividido la zona de estudio en siete sectores de acuerdo a los criterios siguientes:

- a.- Predominancia del tipo de material de construcción, en base a un reconocimiento previo.
- b.- Antigüedad de la construcción, tomada de la reseña histórica de los distritos comprendidos y de datos proporcionado por la Municipalidad.

Sectorizada el área, se toman viviendas, dentro de la manzana escogida; las edificaciones se estudian a nivel de manzana

manzaneo y entrando a los inmuebles obtenemos la calificación de acuerdo a la ficha utilizada.

Para el análisis de reparación de las viviendas, se han agrupado los daños mas típicos ocasionado por el sismo y se trata de dar una solución técnica al modo de su reparación, como también se ha dado la forma mas conveniente de construir una vivienda de adobe que es el material mas utilizado alrededor del núcleo urbano.

Con respecto a la zonificación preliminar de la zona, se ha obtenido en función de los anteriores capitulos desarrollados, tomando como base los siguientes parametros:

a.- A la Topografía: pendiente moderada del terreno, aprox. 3%.

b.- A la presencia de Agua: encontrándose el nivel del agua subterránea, mayor de 20 mt., bajo la superficie.

c.- Al tipo de suelo:

d.- Al tipo de vivienda predominante.

Conclusión:

- Por sus condiciones físicas (tipo de suelo, geología, vivienda predominante), la zona mas desfavorable son las zonas A y B.
- La zona que tiene mayor concentración de viviendas antiguas de adobes y en mal estado es la zona B.
- El suelo de la ciudad, es de composición claramente salitroso, -

lo que limita mucho la vida de las edificaciones construído con adobes.

- La zona urbana se encuentra asentada en suelo compuesto de arena y arcilla-limosa, con potencia mayor a los 1.50 mts.
- Los servicios de Infraestructura (agua y desague) se encuentran deteriorados, produciendose filtraciones y creándose un alto contenido de humedad, razón por la cual contribuye a la inestabilidad de la estructura.
- El 100% de construcciones de adobes, carecen de una base de cimentación y poseen gran esbeltez. (4 mt.)
- El 30% de construcciones de ladrillos no tienen columna de amarre.
- La calidad de materiales fabricadas, no cumple con las normas establecidos.- INTITEC.
- No existe mano de obra calificada, construyéndose en forma empírica.

Recomendaciones

- Por seguridad y economía, es impostergable realizar cuanto antes los estudios de micro-zonificación sísmica del área de Chincha.
- Que el Concejo Provincial, prohíba todo tipo de reconstrucción o construcción en aquellas calles donde el plano regulador de la ciudad contemplaba futura ampliación.
- Se recomienda, se proceda a reforzar las edificaciones, adoptando aquellas soluciones que con poca inversión produzcan un con-

siderable aumento en la resistencia sismica de la estructura.

- Los servicios esenciales de Infraestructura (luz, agua y desague, entre otros) son marcadamente deficiente y deberían ser reemplazado por otro modernos, que respondan a las necesidades del vecindario y a su crecimiento vegetativo, por un determinado número de años.
- Siendo la UNI, el centro motriz de estas investigaciones, por tener las especialidades y expertos que se requiere (claro esta, - que se debe complementar con instrumento y equipo sísmico - Geológico - Mecánica de suelo - Geofísico) debería de firmarse mediante un convenio con la ONU-OEA ó los Países de avanzado, para que así constituya a mediano plazo un centro de investigación en el Pacífico Sur.

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

Dado los antecedentes sismológico y estadísticos, se ha sabido que los sismos se producen en zonas de la Tierra de superficie rugosa, es decir a lo largo de cadena de montañas, así se tiene que la mayoría de los sismos que se producen en la Tierra ocurren a lo largo de la Costa Occidental de América del Sur, Centro y Norte América, y da la vuelta al Pacífico, llegando hasta Nueva Zelanda. A esta franja sísmica se le conoce como círculo Circun-Pacífico, y es el lugar donde ocurren más del 80% de movimientos sísmicos.

En función de lo señalado, el Perú se encuentra ubicado en un tramo de esta franja, luego es necesario, desde el punto de vista de la ingeniería, ofrecer edificaciones lo suficientemente resistente, para así evitar desgracias personales que es el primordial objetivo.

Las pérdidas humanas y daños materiales ocasionados en los últimos años, no deberían ser sólo un índice, de lo que hubiéramos podido evitar, sino más bien, un despertador de conciencia, respecto al ineludible deber de minimizar los efectos de movimiento telúrico futuros, que, dentro del margen que proporcionan los fenóme -

nos aleatorios, pudieran en cualquier momento sorprendernos con mayores intensidades.

Como estos desastres, no obedecen a una ley de tiempo entre un sismo y el siguiente, se tiende a olvidar gradualmente sus efectos, dentro de lo que es natural frente a casos desagradables. Esta actitud, ayuda a restablecer el estado de ánimo, pero conlleva al grave riesgo del descuido, de las precauciones que nos prometemos tener en cuenta, en lo siguiente a la ocurrencia del sismo.

Las obras civiles en general y las casas o edificios en particular, que serán el punto central de nuestro tema, ha sido y en gran parte sigue construido con criterios de estabilidad frente a sollicitaciones únicamente estático.

Como consecuencia del sismo ocurrido el tres de Octubre de mil novecientos setenticuatro, en la parte central de la costa peruana, se tuvo la oportunidad de estar en una de las zonas afectadas - Ciudad de Chincha - y tener una idea clara de la magnitud de la tarea por realizar, para reconstruir y rehabilitar la zona afectada, así como también, observar los efectos causados por el sismo.

A causa del sismo, la ciudad de Chincha presentaba un aspecto desolador, dejando un saldo de once muertos, 101 heridos, 903 - casas destruidas y 4,515 damnificados, lo expuesto define, los problemas que la ingeniería Antísismica, debe tratar de resolver, que

como puede apreciarse son vastos y complejos.

Para cumplir con su objetivo, la Ingeniería Antisísmica trata de hacer conocer al hombre los peligros sísmicos a que esta expuesto, para que este alerta y pueda protegerse, pero principalmente trata de darle los conocimientos necesarios, para que pueda diseñar y construir sus estructuras racionalmente reforzadas, que en caso de sismo "no fallen" causando accidentes y pérdidas materiales.

Por razones de orden práctico, no puede cubrirse en este trabajo, los problemas inherente a la Ingeniería Antisísmica con la amplitud deseada, por lo que, en este caso la atención se concentrara en la protección de edificaciones - viviendas.

Habiéndose aclarado los alcances de este trabajo, y lo que se pretende cubrir, se deduce que la parte principal que se desarrollará, consiste en:

- Aspecto generales de la zona en estudio, que se considera que son de interés para el Ingeniero Civil.
- Aspecto Geomorfológico y Geológico de la zona para saber, sobre que material se encuentra asentada la ciudad.
- Aspecto de tipo de suelo, para tener conocimiento del comportamiento del suelo, ante la llegada de las ondas sísmicas.

- Característica del sismo, para tener una visión de los daños que ha causado a la ciudad, ante su magnitud y distancia epicentral.

C A P I T U L O II

GENERALIDADES DE LA CIUDAD DE CHINCHA

2.10 ASPECTO FISICO

2.11 Ubicación

La ciudad de Chincha, está ubicada en el Departamento de Ica, a una distancia de 200 Km. al sur de la ciudad de Lima y a 6 Km del Litoral.

La ciudad está en el Valle del mismo nombre, enmarcadas en las siguientes coordenadas geográficas:

13° 44' 00" - 13° 45' 20" Latitud Sur

75° 55' 20" - 75° 58' 00" Longitud Oeste

La altura promedio sobre el nivel del mar es aproximadamente 91 mts.

2.12 Límite

La ciudad, limita por el Norte con Pueblo Nuevo, con él forma una sola unidad, por el Sur con tierra de cultivo (Bajada de la Molina), por el Este Tierra de cultivo y por el Oeste con tierra de cultivo (Bodega La Abeja).

2.13 Extensión

El valle está formado por los 2 brazos del Río San Juan, o sea al Norte con el Río Chico y al Sur con el Río Mata Gente, tiene una extensión de 200 Km², y es de forma triangular, con su vértice en el punto donde se separan los 2 brazos del Río San Juan, a 22 Km. de la costa y una elevación de 280 m., en este punto el valle tiene un ancho de 1 Km., mientras que la base del triángulo de la costa, tiene 16 Km. de longitud.

2.14 Topografía e Hidrología

La topografía es prácticamente plana, sin accidentes notables, existe una ligera pendiente de 3% hacia el Sur y variables entre el 3% y 10% hacia el Norte.

El valle está cruzado por las acequias de Noco, Pilpa, Acequia Grande y el Río San Juan que se bifurca en los ramales del Río Chico y Mata Gente

2.15 Clima

El clima de la ciudad de Chíncha es ligeramente calurosa, la mayor parte del año es bien soleado, excepto los meses de Junio, Julio y Agosto, en que se aprecian ciertas nubosidades y precipitaciones.

La humedad media es del 80% aproximadamente, y los vientos predominantes son los del Oeste con una velocidad de 8 Km/hora

y los del Sur Oeste con 12 Km/hora - según dato de la Estación de CANYAR.

2.20 ASPECTOS HISTORICOS

Se tiene conocimiento que, desde épocas pre-incaicas se desarrollaron diversos cultivos en el Valle del Río San Juan; los primitivos moradores según el cronista Cieza de León, debieron constituir una tribu primitiva, que vivió fundamentalmente de la pesca, ya que la agricultura era de tipo complementaria por razón de la gran escasez de agua que imponía largas estaciones secas. La población parece haber sido bastante densa a la llegada de los conquistadores incaicos, quienes impulsaron la agricultura, las vías de comunicación y la artesanía.

La Emancipación política del período Republicano no cambia substancialmente los patrones económicos y sociales del Valle, cuya base económica sigue siendo la agricultura, hasta que con la llegada de inmigrantes Italianos a fines del siglo XIX la viticultura alcanza un gran desarrollo, creando fuentes nuevas de ingreso regional.

A raíz de la guerra de 1914, se introdujo el cultivo del algodón debido a la creciente demanda, dando lugar a su expansión en los latifundios en áreas de la mediana propiedad, formándose un vasto imperio que introduce en el valle las características del capitalismo agrícola industrial.

Lo anterior, demuestra que el crecimiento de Chincha, era debido a que existía trabajo en la zona, y se dislumbraba como una ciudad de grandes recursos económico y social.

2.21 Población y Tasas

Según la población de Chincha, en el año 1961 era de 29,965 habitantes, conforme a lo siguiente:

Población Area Urbana -----	20,695 habitantes	(69.08)
Población Area Rural -----	9,260 habitantes	(30.92)

De la población urbana que era de 20,695 habitantes, 3226 pertenecían al entonces incipiente Pueblo Nuevo, o sea que a Chincha correspondía una población de 17,369 habitantes.

El 4 de Junio de 1972, se realizó un censo a nivel Nacional (*) que arrojó para la provincia de Chincha 95,359 habitantes distribuidos de la siguiente manera, según se aprecia en el cuadro representativo:

Distrito	Población		Total
	Urbano	Rural	
Chincha Alta	28,786	4,314	33,100
Pueblo Nuevo	15,560	533	16,093
Tambo de Mora	2,695	479	3,174
Chincha Baja	2,016	6,742	8,758
Sunampe	1,004	9,977	10,981

(*) Censo realizado en la Oficina Nacional de Estadística y Censos ONEC.

Distrito	Población		Total
	urbano	rural	
Grocio Prado	3,817	5,641	9,458
El Carmen	2,063	4,634	6,697
Alto Laran	982	1,613	2,595
San Pedro de Huacarcana	284	1,018	1,302
Chavin	140	1,860	2,000
	57,452	37,907	95,359

Cuadro No. 1

A 1,972, la población de Chíncha Alta se ha elevado con una tasa de 6%, arrojando una población de 33,100, mientras que Pueblo Nuevo ha sufrido un crecimiento explosivo, con una tasa de crecimiento de 35% y aumentando su población en 16,093 personas.

Es conveniente especificar que los pueblos aledaños a Chíncha, crecen con una tasa vegetativa baja, El Carmen, Sunampe, Gracio Prado, Chíncha baja, con la excepción de Tambo de Mora, que por la ubicación de Compañías pesquera, tuvo un crecimiento acelerado, actualmente detenido y con una tasa vegetativa baja.

2.22 Dinámica Poblacional

De 1940 a 1961 (21 años), la tasa de crecimiento de-

Chincha ha sido de 1.5% - según censo realizado por la ONEC - posteriormente en los últimos 11 años o sea en 1972, la tasa de crecimiento aumento a 6%, quiere decir que esto implica un fenómeno de densificación, teniendo en cuenta que el crecimiento físico de la ciudad es prácticamente nulo.

En el censo de 1961, Pueblo Nuevo aparece con 3326 personas habiendo aumentado su población a 16,093 habitantes en 11 años, lo cual determina la tasa de 35%, también han aparecido nuevos pueblos jóvenes como: San Isidro, Santa Rosa (1,262 habitantes) y la Asociación Pro-Vivienda Chincha Alta, reconocida oficialmente por el Ministerio de Vivienda con 200 familias, aun no ubicados.

Lo anterior, demuestra que el crecimiento de Chincha se ha dado en los últimos 11 años, a través de Pueblo Nuevo, (hoy Distrito) y de otros barrios marginales, y que Chincha misma, solo ha sufrido un proceso de densificación, con algunas áreas de crecimiento físico.

Causas de Crecimiento Poblacional

Entre las causas del crecimiento poblacional de Chincha se puede enumerar:

- La ubicación en Tambo de Mora, de Compañías Pesqueras, que por las oportunidades ocupacionales que brindan, - absorben población y que estos en su mayoría se ubican en Chincha.

- La Posibilidad de establecimientos de viviendas, sin costo alguno en eriazos de la zona de Pueblo Nuevo.
- El caracter comercial y de servicio de la ciudad.
- Una infraestructura vial, entre Chincha y sus distritos aledaños, en buenas condiciones que facilitan el transporte de personas y de productos.

2.30 CENTROS POBLADOS DEL AREA

Según se puede apreciar en el Cuadro N° 1, que la provincia de Chincha, cuenta con II Distrito, siendo los más importantes: Pueblo Nuevo, Sunampe, Tambo de Mora, Gracio Prado y Chincha Baja.

2.31 Pueblo Nuevo

Es un Pueblo fundado en el año 1946, con la característica típicas de barriadas, se encuentra ubicada inmediatamente al Norte de Chincha Alta y cuenta con una población aproximada de 16,093. Posee 5 escuelas primarias estatales, 1 secundaria y 2 planteles particulares; sin embargo las deficiencias en el aspecto educativo son muy saltantes, sobre todo en el aspecto de aulas y de numeros de profesores.

Casi todas las casas son de adobe o de quincha y cuenta con electricidad para alumbrado proporcionado por Chincha Alta, estándose instalado en el año 1969 los servicios de agua y desagüe.

2.32 Chincha Alta

Este centro poblado, capital de la provincia de Chincha, esta ubicado sobre la carretera Panamericana Sur de Lima. Es la mas importante poblaci3n del Valle; posee una poblaci3n de 33,100 habitantes (1972) y representa el 30% de la poblaci3n del valle aproximadamente.

En las 3ltimas d3cadas, ha adquirido una gran importancia, habi3ndose convertido en el principal centro administrativo, comercial, agr3cola, de servicio p3blico, etc. a punto es causa del estancamiento de los otros centros poblados del valle. Cuenta con servicio Hospitalario, sanitario, educacionales, (2 Grandes Unidades Escolares y un Colegio Industrial), de electricidad, alojamiento, oficina de banco privado y estatales, servicios profesionales, agua potable, etc.

2.33 Tambo de Mora

Esta poblaci3n positiva, se encuentra ubicada a 8 Km. al Sur Oeste de Chincha Alta y a 4 Km. al Oeste de la Panamericana Sur, tiene una poblaci3n de 3,174 habitantes (1972).

Una inundaci3n en el a3o 1911 provoc3 su ruina, dando por resultado el exodo de las personas mas dinámicas, y cuyos efectos se aprecia todavia. El crecimiento demogr3fico, fue en estas circunstancias muy lento, hasta que en el a3o de 1963 por efecto del crecimiento de la pesca industrial, (12 f3bricas de arina de

Pescado y derivados) se duplica la población, aunque gran parte de ella es de tipo flotante.

2.34 Chincha Baja y Sunampe

Chincha Baja esta situado a 7 Km. al Sur de Chincha Alta, tiene una población de 8,758 habitantes, fue fundado por los españoles; actualmente es area de vivienda de obreros agrícolas y trabajadores de fábricas cercanas. Su crecimiento se dirige hacia Tambo de Mora, pudiendo producirse un fenómeno de conurbación a largo plazo.

Sunampe se encuentra ubicado a 2.6 Km. al Sur Oeste de Chincha Alta, tiene una población de 10,981 habitantes, es el centro industrial vitivinícolas y de bodegas. El pueblo cuenta con servicios de luz y agua potable, las construcciones de sus viviendas son en general de quinchas y adobes.

2.40 ASPECTO ECONOMICO

Siendo Chincha Alta, el centro urbano mas importante del Area, el servicio que presta es producto de la función que efectúa en los Niveles Regional, Micro-regional e Industrial.

Desde el punto de vista regional se ve influenciado por Lima, la cercanía a esta (200 Km.), es determinante en las relaciones comerciales intensa.

A nivel micro-regional, se complementa Chincha con Pis

co, siendo su función principal de servicios y comercio.

A nivel Inter-distrital, la relación con los pueblos cercanos se ve favorecido por las facilidades en infraestructura vial, y hace confirmar su calidad de centro de abastecimiento y de servicios. Esta función se evidencia por el gran movimiento de transporte motivado principalmente por los flujos que se producen entre los minifundios circundantes y la ciudad.

2.41 Sector Agrario

De los medios económico del Area, la agricultura es la que ocupa el 1er lugar, siendo los principales productos:

Algodón, maíz, menestras, vid, frutas y productos alimenticios (es párragos).

La mayor parte de la población activa es absorbida por el agro.

En cuanto al sistema de tenencia de la tierra, se tiene que el 8.13% son adjudicatorios, el 20.94% son arrendatarios y el 70.33% son propietarios*.

Cuenta con 3,701 unidades agrícolas de los cuales 2,767 son minifundios y poseen el 7.28% de la superficie cultivada, mientras que 994 unidades pertenecen a la mediana y gran propiedad y poseen el 92.72% de la superficie cultivada.

*Datos extraídos del Ministerio de Agricultura de Chíncha.

2.42 Sector Industrial

La industria vitivinícola ha sido la más importante del área, lamentablemente ha sufrido una baja en los últimos años, estando en funcionamiento solo el 70% de las bodegas.

Una fábrica importante es la de muelles para vehículo-motorizado, cuya ubicación es en el centro de la ciudad, existen además fábricas de galletas, fideos, muebles, accesorios, agua gaseosa y la fábrica de conserva Hoja Redonda.

Las fábricas de harina de pescado, ubicadas en Tambo de Mora, son las que más han influenciado a Chíncha, en su totalidad son 12 fábricas y representan el 56% de la producción Nacional.

2.43 Sector Comercial

Esta actividad se realiza a niveles: regional, micro-regional, interdistrital e internacional.

El regional con los productos que se transportan a Lima para su expendio y en sentido contrario, por distribución de productos llegados desde la capital.

El micro-regional, por su relación complementaria con Pisco, al cual abstecen de productos de Pan llevar, frutales, etc.

Interdistrital, como abastecedor para los pueblos aledaños y como mercado para la venta de los productos que llevan los

propietarios de los minifundios.

Internacional, por la exportación de los productos a través del Puerto San Martín e importación de máquinas agrícolas y elementos de labranza.

El comercio absorbe 18.4% de la población económicamente activa.

2.50 URBANISMO

2.51 Densidades Actuales

La extensión actual del casco Urbano de Chíncha es, de 188 Has. y Pueblo Nuevo 114 Has, estando el casco de Chíncha prácticamente consolidado, mas no así, el Area de Pueblo Nuevo. Desde el punto de vista físico, el crecimiento Urbano tiende hacia el Norte y Nor-Este, Zona donde se encuentran asentado los actuales pueblos jóvenes como son San Isidro y Santa Rosa.

Teniendo la ciudad de Chíncha Alta, una población de 33,100 habitantes y Pueblo Nuevo 16,093, arrojan una densidad de 178 hab/Ha 141 hab/Ha. respectivamente.

2.52 Número de Ocupantes por vivienda

Chíncha y Pueblo Nuevo, según dato del Censo realizado en el año 1972 por la ONEC., cuenta con 7,188 Viviendas y una población de 49,193 habitantes, lo que arrojaría la cantidad de 6.8 ha-

bitantes por vivienda.

2.53 Viviendas

La información sobre este rubro, corresponde al Censo - Nacional de viviendas realizado en la ciudad de Chíncha por la ONEC. y se refiere a la distribución de viviendas particulares y densidad residencial en las áreas Urbanas y rural, considerando todos los tipos de vivienda en el Valle.

Distrito	Area. Urbana			Area. Rural.		
	Población	Vivienda	Densidad Residencial	Población	Vivienda	Densidad Residencial
ChínchaA. y Pueblo Nuevo	44,346	6,519	6.8	4,847	669	7.2
Chíncha Baja	2,016	414	4.9	6,742	1,115	6.0
El Carmen	2,036	302	6.8	4,634	831	5.8
Gracio Prado	3,817	510	7.5	5,641	812	6.9
Sanampe	1,004	198	5.0	9,977	1,405	7.1
T. de - Mora.	2,695	496	5.4	-----	-----	---
Total	55,941	8,439	6.6	31,841	4,832	6.6
Densidad Residencial en la Casta del Perú			6.4	-----		6.2
Densidad Residencial en el Dpto de Ica			6.5	-----		6.5

Cuadro N°2

En el cuadro N° 2, se consigna todos los datos sobre el Número de Viviendas en los diferentes distritos del Valle y la densidad residencial. Se puede observar que las densidades Urbanas y rural son iguales y estas son mayores que la densidad en la Costa del Perú y del Departamento de Ica.

También se puede observar en el cuadro, que, la ciudad de Chincha Alta y Pueblo Nuevo, tiene una gran densidad residencial con respecto a los otros distritos del Valle, lo cual nos da un índice que la mayoría de la población del Valle y los inmigrantes tienden a concentrarse en estos dos pueblos como son Chincha Alta y Pueblo Nuevo.

2.54 Anchos de Calle

Se ha podido apreciar en el reconocimiento que se hizo en la zona, que hay en gran parte de la ciudad, calles con 5 y 6 mt. de ancho, con casas de 2 pisos y aligerado saliente, esto no es recomendable, ya que en caso de ocurrir un sismo destructor con las posibilidades de desplomo de paredes, caídas de cornizas, o parapetos altos, etc. no hayan obstrucciones que pueda impedir, el evacuamiento hacia los refugios de áreas libres, o el socorro inmediato de las víctimas con traslados a hospitales, y posta medicas, etc.

Cabe mencionar, que entre las calles con este ancho son: El Carmen, calle Chavin, Pisco, Ica, Lima, Grau, etc.

Como se puede apreciar en el mapa N° 1, el distrito de Pueblo Nuevo, tiene calle bien amplias y con construcciones de un piso (2.50m. de alto), se aprecia que sus calles tienen 20 mt. de ancho y las avenidas 30 mt., esto nos da un índice que las personas que viven en este lugar, tienen muchas probabilidades de no sufrir daño personal ocasionado por sus viviendas, en caso de ocurrir un terremoto.

Quiero incidir que las zonas más problemática es la del centro o sea el núcleo de la ciudad de Chíncha Alta, por ser las construcciones predominante de adobes y ser el suelo sísmicamente desfavorable como veremos en el capítulo N° IV.

C A P I T U L O III

ASPECTO GEOMORFOLOGICO Y GEOLOGICO

3.10 INTRODUCCION

El presente estudio de una parte de la interesante costa peruana, es solo el comienzo de trabajos mayores, y casi está demás decir, que puede presagiarse un porvenir brillante a todo investigación futura, especialmente en el terreno del análisis estructural.

La mayoría de las estructuras encontradas en Chincha, presenta complejidades en sus detalles.- Se han preparado varias secciones geológicas a fin de completar las descripciones del estudio.- En muchos lugares no se ha realizado una labor suficiente como para poder ofrecer una interpretación completa de la estructura y por consiguiente algunas conclusiones especulativas tendrán que ser confirmadas o corregidas por futuros estudios.

3.20 GEOMORFOLOGIA LOCAL DEL VALLE DE CHINCHA

Según se aprecia en el Mapa N° 2, el valle de Chincha queda encajonado entre 2 pampas; el valle que es de origen deltaico, ha sido formado por los dos abrazos del Rio San Juan; el Rio

Cnico al Norte y el Mata Gente al Sur, y esta cubierto por sedimentos aluviales.

El valle cuya extensión es de unos 200 Km², tiene una forma Triangular, con su vértice en el punto donde se separan los dos brazos del Rio San Juan, a 22 Km. de la Costa y a una elevación aproximada de unos 280 mts., en este punto el valle tiene un ancho de 1 Km., mientras que la base del Triangulo en la Costa, tiene 16 Km. de longitud, los dos brazos del Rio San Juan salen de la zona de los Cerros a unos 15 Km. de la Costa.

El declive medio del valle es de 1.1% y entre las Haciendas Lurin-Chincha y Hoja redonda, existe una depresión de poca profundidad; como se puede apreciar la Topografía es prácticamente plana sin accidentes notables.

3.30 CONDICIONES GEOLOGICAS LOCALES

3.31 Afloramiento Rocoso (Mapa N° 2)

Con respecto a los afloramientos rocosos en la zona de estudio, se ha observado que estas formaciones se encuentran distante a unos 5 Km. aproximadamente al Este, siendo sus principales formaciones:

- a.- formaciones Volcánicas jurásico-Cretáceas (JKu)
- b.- El batolito (♠)
- c.- Arena de Playa (qsb)

a.- Formaciones Volcánicas Jurásico-Cretáceas (Jku)

En la zona investigada, corrientes de andesitas grises o pardo grisáceas, Traguiandesitas Porfidicas, forman la mayor parte de la línea oriental de cerros, desde Huatiana, pasando por Cerro de Viña Vieja hasta Loma Cabeza de Toro. Abundan las rocas basálticas más oscuras, especialmente en la parte Norte, mientras que en los cerros occidentales se encuentra riolita, afanítica a vidriosa, de color verde pálido a beige.

b.- El batalito (δ)

Ha invadido las formaciones Jurásico-Cretáceas más antiguas y aflora al Oeste de la misma. Al sur del valle de Chinchasolo se ha ubicado una pequeña bolsa, mientras que en el conjunto de la masa volcánica aparece allí entre cortado y desplazado por apofisis.

Al Norte del Valle de Chincha y al Este de la Pampa de Ñaco, más de la mitad de las montañas cartografiadas, se componen de bolsas intrusivas (cerro Alto de Laran). La roca predominante es el granito rojo-rosado, hipidiomorfo con xenolitas máficos. El microgranito es frecuente junto a la zona de contacto. La diorita-cuarcifera y la graniodorita se encuentran con frecuencia dentro de las bolsas de granito y en las apofisis. La alteración granular es frecuente y la caolinización está adelantada en las zonas altas y más húmedas.

c.- Arena de Playa (qsb)

A lo largo del litoral se encuentra una franja baja y llana de 100 - 500 mt. de ancho cubierta por arena. Esta típica arena del litoral es de color gris, redondeado y bien surtido. Predomina el cuarzo, pero el color gris se atribuye a los minerales - negros.

3.32 Componente del Manto Superficial

Los 200 Km² del valle de Chincha propiamente dicho están cubiertos por sedimentos aluviales recientes cultivados, que están constituidos principalmente por gravas de origen ígneo, mal surtidos, mezclado con arena, arcilla y limo, acarreado bajo la forma de cieno por las avenidas (fracción coluvial).

El Rio San Juan, es el principal agente de transporte, pero, sus afluentes contribuyen también a rellenar el valle, al ir cortando sus cauces en las llanuras sedimentarias elevadas. Según era de esperar, los datos proporcionados por el estudio geofísico y las puebas de bombeo* indican entre los dos brazos del Rio San Juan, predomina el material coluvial. El espesor de éste, de acuerdo al estudio geofísico varia de 100 a 200 mts., solo los 20-100 - mt. superiores son permeables, mientras que la parte inferior está muy mezclada con material arcilloso.

* Estudio realizado por personal del Ministerio de Agricultura.

Los pocos registros litológicos de perforaciones que existen, indican una alternancia de la arena, la grava y la arcilla, sin detallar la proporción de la mezcla.

La descripción del pozo (Fig. No. 1), indican que las capas permeables están también muy mezcladas.

Los datos existentes no bastan para establecer una correlación detallada entre los distintos pozos; se estima que todo el relleno está formado por gravas medianamente a mal surtidas y a rena mezclada con arcilla.

3.33 Estructuras más importantes

La estrucra de fallas, tan típicas de la Costa del Perú, está bien representada en el Valle de Chíncha (Según se aprecia en el Mapa No. 3), las fallas son normales y las principales líneas de fracturas han sido dislocadas por alteraciones mas recientes.

La dirección de fallamiento mas destacada es la NO-SE, que es la dirección del frente montañoso, así como la del barranco que forma la pampa Noco sobre la playa de Jaguay. Las otras direcciones son : La NE-SO; representado por la quebrada Topara, Quebrada Huatiana y el flanco Sur del Valle de Chíncha; y la dirección ENE-OSO de la Quebrada de la Lata y Quebrada de los Arieros.

Un movimiento menos intenso y probablemente reciente, de dirección Este a Oeste viene marcado por el lindero sur de la pampa Noco, bajando de Laran a la costa. Discontinuidades geoeléctricas dentro de complejos sepultados, indican movimientos mas

UBICACION : Valle de Chincha
 COORDENADAS : 81400/271400
 ELEVACION : 50 m.s.n.m.
 PROFUNDIDAD : 60 m.
 PROPIETARIO : SIPA
 FECHA : Diciembre de 1,967 a Enero de 1,968

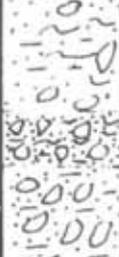
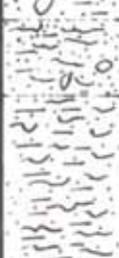
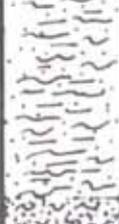
EDAD	ELEVA CION	PROFUN DIDAD	DESCRIPCION	LITOLO GIA
	50m	0m	Arcilla - Limo, Marrón. Guijarro y cantos chicos, subredondeados, subangulosos, granito y rocas volcánicas con arena.	
	40m	10m	Guijarros y cantos chicos, diámetro hasta 10 cm., subredondeado, subanguloso, granito y rocas volcánicas con arcilla.	
	30m	20m	Guijarro arcilloso, 4-5 cm. de diámetro, subanguloso y subredondeado de rocas volcánicas.	
	20m	30m		
	10m	40m	Pizarra (Mudstone), Marrón claro con cascajo grueso y canto chico. Piedra de arcilla, marrón-claro-violeta con cascajo.	
	0m	50m	Arena y guijarro, arena fina gruesa, pocos sutidos, subangulosos. Pizarra, con guijarros y cantos chicos volcánicos subangulosos, arena es común.	
	-10	60m	Arena fina con arcilla pizarra con guijarro	

Fig. No. 1

antiguos, tales como fallas, cauce de erosión, etc. de la misma dirección (según sección A, B, C, E, F del plano N° 4).

Una gran masa intrusivas de rocas graníticas se halla al oeste de la secuencia volcánica, mientras que ambos lados del valle del río, cerca de las Haciendas casa grande y Viña Vieja, solo se encuentra aisladas de bolsas de granito rojo. Estos afloramientos subsisten como marco del Valle, después de la falla y descenso de la bolsa principal.

Movimientos tectónicos abrupto, separan la Zona Sur (Cabeza de Tcro y Pisco) de la parte Norte y se forma una cuenca lábil, en rapido hundimiento, entre Chincha y Cañete, que quedo colmado con productos de erosión y desintegración, transportados por avenidas torrenciales.

Movimientos Tectónicos relativamente reciente, han creado las pampas a ambos lados del valle, así como los barrancos que dominan el litoral. Estos movimientos, conjuntamente con las fluctuaciones de la base de drenaje y la intensa precipitación, han afectado y erosionado las pampas elevadas (pampa Carmen Alto) y por otra parte han proporcionado material plástico y arcilloso para rellenar el valle. La angosta Playa de Jaguay es prueba de movimientos muy recientes de pequeña envergadura.

3.40 SEGURIDAD FISICA

3.41 Soparte rocoso

La configuración del lecho rocoso ígneo, manifestado - por el estudio geoelectrico*, indica que dentro del valle se halla a una profundidad de 70 a 180 mt. en la parte oriental, junto a la Hacienda Viña Vieja y de 400 mt. mas al Oeste, junto a la Hacienda Laran, El Carmen y Hacienda San José (Sección B, C del Mapa N° 4), una depresión en la que desciende a 600 mts, ha sido ubicado entre Rio Chico y Rio Mata-Gente (Hacienda Hornilla, La Huaca y Roncera-Bajo), mientras que una elevación local se encuentra entre los cauces de los dos rios, al oeste de la carretera panamericana, (sección F del Mapa N° 4). Dentro del perímetro del Valle, en las zonas al Norte de Rio Chico y al Sur del rio Mata-Gente, el lecho rocoso, esta a una profundidad superior a los 500 mt. mientras que en la pampa de Noco, sondeo Geoelectrico a 600 mts. de profundidad no lograron detectar su presencia.

Perfil Litológico

Para la determinación de los perfiles, se ha empleado varios métodos, y este ha sido realizado en diferente parte del distrito de Chincha Alta y Pueblo Nuevo. Estos pozos generalmente a sido abierto por medio mecánico en forma de pozos tubulares.

* Estudio realizado por el personal del Ministerio de Agricultura.

Actualmente el medio mas empleado, para encontrar los perfiles litológicos es el de la proporción geofísica y ha sido mediante esta que se ha podido precisar el espesor total de los aluviones.

La excavación de estos pozos ha sido hecho con el fin de explotar el agua subterránea para el consumo humano (o sea en encontrar la napa freática).

Tomando como datos, los cortes estratigráfico de los distintos pozos existentes en la zona de estudio y además los valiosos estudios hechos por G. Perterson, se hizo las siguientes apreciaciones.

- La estratigrafía por ahora conocida hasta los 60 mts.- de profundidad, ha sido producto del relleno del cuaternario del rio San Juan.
- El hecho de que pozos perforados en las zonas adyacentes en la ciudad, indiquen presencia de piedra grandes y chicas mezclada con arena gruesas. Tales como aparecen en los cortes estratigráfico adjunto (ver anexo N° 1), solo demuestran: Un relleno fluvial variable, - el Rio San Juan tubo grandes avenidas acarreando en sus aguas grandes piedras y épocas de simple avenidas y remanzos, en la que sólo pudo acarrear gravas y arena gruesas, depositándolas a distintas alturas forman-

do de esta manera el relleno de esta parte de la ciudad.

- Estos rellenos dan lugar a un almacenamiento de aguas subterráneas entre las porosidades que presentan, en consecuencia los rellenos cuaternarios hacen mas apropiado el sub-suelo del valle de Chíncha para infiltraciones de aguas superficiales y para la captación de estas aguas infiltradas.

3.42 Estabilidad de Pendiente

Según se ha podido observar, que el declive medio del valle es relativamente plano, encontrándose en ciertos lugares pequeña depresión de poca profundidad, como lo que esta presentado entre las Haciendas Lurín-Chíncha y Hoja Redonda, también existe una ligera pendiente de 3% hacia el Norte, lo que nos esta indicando que la Topografía es practicamente plana y sin accidentes notables.

3.43 Profundidad de agua subterránea y sus efectos

La alimentación de la napa de agua del valle de Chíncha proviene de las filtraciones de origen pluviométricos, fluvial y riesgos en el valle, existiendo además un pequeño aporte de agua proveniente de la quebrada Huatiana, la que se desarrollo paralelamente al Rio San Juan.

La capa superficial de la napa de agua tiene diferente altura con referencia a la topografía del terreno, (ver Mapa N°3), dependiendo en cada caso de la cota del mismo en el nivel medio del mar.

La napa esta constituida por niveles acuíferos que circulan en material elastico aluvionicos, muy permeables, formado esencialmente por gravas y conglomerados separado en unos casos por lentes de arcillas.

Las investigaciones realizadas dan base para considerar que la dirección del flujo de la napa, en la zona alta del valle (Portachuelo) es de Este a Oeste entre los dos brazos del Rio San Juan; en la zona de la ciudad no se puede determinar en forma exacta las direcciones que toma la napa, dada su extensa area de salida hacia el mar.

3.44 Caracteres físicos de los suelos para las edificaciones

Los suelos de Chincha, esta cubierto en la parte superficial por capas variable de 1.50 m. a 3 mt. generalmente por limos arcillosos o arcillas (Ver anexo N° 1), teniendo su suelo gran porcentaje de sales, como se aprecia en la foto que se adjunta.

Basado en el estudio realizado en Chincha, el área propuesta se dividió en 7 sectores como se muestra en el Mapa N° 1.

Sector 1 y 2 : El subsuelo consiste en densas gravas y la napa de agua está por lo menos a 30 mts. de profundidad, la capa superior tiene una potencia de 1 a 2 mts. de arcilla limosa, por lo que se recomienda una buena base de cimentación en la construcción de edificaciones.

Sector 3 y 4 : La napa de agua se encuentra de 30 a 40 mt. bajo la superficie, están cubiertas por arenas sueltas, - la capa superior tiene una potencia de 2 mts. de arena arcillosa y limosa aproximadamente y se encuentra con un alto contenido de humedad, por lo que se recomienda que las construcciones mayor de 2 pisos sean soportadas por cimentaciones profundas.

Sector 5, 6 y 7 : Está cubierta por una capa de suelo agrícola de aproximadamente 1 metro, seguido de suelo arenoso. La napa de agua se encuentra aproximadamente a 35 m. Manto de gravas se extiende a una profundidad mayor de 6 metros.

C A P I T U L O I V

ASPECTO DE MECANICA DE SUELO

4.10 INTRODUCCION.

Este resumen, se hace transcribiendo las partes que se han - estimado más importantes; tratando de dar una visión panorámica de los principales aspectos que conciernen a la evaluación ingenieril de la influencia de las condiciones locales del suelo, en los daños producidos por los movimientos sísmicos. Así por ejemplo, depósitos de suelos granulares en estado suelto, pueden ser densificados por las vibraciones del suelo, inducidas como resultado de un terremoto, produciendo como consecuencia, grandes asentamientos totales o asentamientos diferenciales en la superficie de la tierra.

Las recomendaciones prácticas y teóricas que han sido expuestas en este impreso, espero sean una guía útil, para aquellos profesionales, que directa o indirectamente trabajan en el dominio de la Mecánica de Suelos o Estructuras y en especial en la Dinámica, - de Suelos, esperando que en un futuro muy próximo el Laboratorio - de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, de comienzo a un programa de experimentación, encaminado a la determinación de los parámetros que regulen el comportamiento dinámico de nuestro suelo.

4.20 CARACTERISTICA DE LOS SUELOS

En todo trabajo, para saber la característica del suelo, desde el punto de vista sísmico, esta se hace de diferente manera, siendo el mas aceptable, el de estudio observacionales, que viene a ser, la comparación de los estratos diferentes y su comportamiento al producirse un terremoto, esta clase de observaciones, - se hacen bajo la tierra y en la superficie.

Para realizar esta clase de estudios en base a observaciones, es de gran utilidad el hacer Microtrepidaciones en diferentes clases de terreno. Este tipo de investigación, no se pudo llevar adelante en el presente trabajo por diversos motivos, como: tiempo, recursos humanos, materiales, etc., por su importancia, se recomienda hacer este tipo de investigación brindando el apoyo necesaria para realizar esta clase de estudio a profesionales que se hallen abocados en esta tarea.

4.21 Investigación del tipo de suelo

Los estudios llevados a cabo para saber el tipo de suelo predominante en la ciudad de Chíncha Alta han sido los siguientes:

- I) Investigaciones geológicas
- II) Trabajo de exploración (campo)
- III) Trabajo de laboratorio
- IV) Estratigrafía de la zona

V) Analisis para establecer las condiciones de resistencia del subsuelo.

VI) Conclusiones y recomendaciones constructivas.

4.21.1 Investigaciones Geológicas

Esta investigación Geológica, se llevó a cabo, gracias a la colaboración del Ministerio de Agricultura, que se encuentra abocado en la explotación del agua subterránea en el Valle de Chíncha, procedimiento a la excavación de pozos en distintos puntos del Valle como en la ciudad; estas excavaciones se ha hecho hasta una profundidad de 60 mts. aproximadamente, como se muestra en el anexo N° 1. y nos ha permitido conocer las características de los diferentes estratos encontrado, tales como composición, espesor, profundidad, permeabilidad, situación de la napa. etc.

Los estratos encontrados en la zona de estudio son: capas de arcilla, arcilla-limoso, arenas, gravas, canto rodado etc, teniendo cada uno de ellos comportamiento distinto ante un movimiento sísmico, como a continuación exponemos.

Roca Basal. La roca cristalina y hasta la sedimentaria es en general un buen asiento para la cimentación, por su gran resistencia y la poca probabilidad de que ocurran asentamientos, ya que esta clase de suelo tiene un periodo corto (desde el punto de vista sísmico), por lo que para evitar resonancia entre el suelo y la estructura se aconseja la construcción de estructuras flexi

bles de período largo - por ejemplo estructuras de acero.

Suelo suelto. En este tipo de suelo, están comprendidos las gravas, cantos rodados y las arenas.

Las gravas y los cantos rodados en general son suelos buenos para cimentar cuando su potencia es mayor de tres metros, dado que al ser suelo transportado, tiene generalmente un buen acomodamiento natural. Las características de éstos, son su alta fricción interna (debido esencialmente a la trabazón mecánica), son e lásticas, permeables, sin capilaridad. Son pocos seguros para cimentar cuando contienen limos o arcillas que puede ser lixiviados, en este caso, sería conveniente bajar la napa freática.

La arena gruesa, es un buen suelo de cimentación cuando se tienen capas compactas, sin saturar y de potencia mayor de tres metros.- la resistencia de este tipo de suelo, aumenta con la profundidad, tiene rozamiento interno, pequeña capilaridad y alguna cohesión cuando están húmedas.

La arena fina, es muy sensible al grado de compactación que presenta, así como a su contenido de humedad, del cual depende principalmente su estabilidad. Tiene una resistencia bastante adecuada cuando esta seca, mientras que presenta serios inconvenientes cuando está saturada, ya que las vibraciones producidas por un sismo la convierten en arena fluida (licuación de la arena).

Suelo cohesivo. Este tipo de suelo comprenden: las arcillas y los limos.

La arcilla, está compuesta de partículas extremadamente finas (menores a 0.002 mm), no presenta rozamiento interno, poseen alta cohesión, capilaridad pronunciada, pueden ser expansibles y son algo elásticas. En presencia de agua se debilita la cohesión, lo que puede ocasionar el deslizamiento.- Cuando hay gran cantidad de agua, la arcilla es capaz de absorberla, aumentando su volumen considerablemente, para después contraerse y agrietarse cuando se seca.

Cuando se le somete a la acción de cargas, expulsa lentamente el agua que contiene, proceso que puede durar mucho tiempo, dada la poca permeabilidad de este suelo; si existe arena mezclada o bien lentes de arenas el proceso mencionado se acelera.

El Limo, es la arcilla sin cal y hasta con un 70% de arena, tiene gran capilaridad, poca fricción interna, pequeña cohesión y conserva las propiedades de compresión y expansión de la arcilla.

El Limo-arcilloso, mezclado con arena y grava presente un asentamiento limitado, constituyendo un suelo poco plástico y bastante estable.

4.21.2 Trabajos de exploración:

a) Reconocimiento de campo.

La característica principal de la zona en estudio, radica, en las amplios antecedentes del sub-suelo de toda esta área, como elementos desfavorables con fines de cimentación y ante los efectos destructivos de las ondas sísmicas.

Este criterio es general, cuando menos para los estratosmas superficiales del suelo sub-yacente.

Los elementos de juicio que nos han servido para formar nos esta opinión, radican en la información obtenida en los trabajos e informes que hemos realizado en esta zona y en la evidencia proporcionado por algunas viviendas, edificaciones y pavimentos situados dentro del área en estudio y en zonas aledañas, indudablemente han sido originadas por fallas de sus cimentaciones y por el tipo de suelo sobre la que se encuentran asentadas.

b) Trabajos de campo

Para la ejecución de los trabajos de campo se preparará una secuencia de labores que comprendía.

- 1.- Exploraciones
- 2.- Toma de muestra

Exploración. Debido al criterio formado en base a lo expresado en el acápite anterior sobre las características de la zona en estudio y con el objeto de tener una idea bastante acertada sobre dichas características, se dispusieron cuatro estaciones de sondeo sobre un alineamiento perpendicular a la zona que más daño habían sufrido por el sismo.

La profundidad, hasta donde se han practicado las exploraciones es función de la profundidad activa de la cimentación, es decir, de la intensidad y tipo de cargas que las estructuras de viviendas van a transmitir al subsuelo y a la característica de los estratos de suelo encontrados.

Toma de muestra. De las exploraciones efectuadas, se han obtenido muestra de suelo alteradas representativas para ser analizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, con la finalidad de tener una idea aproximado de la resistencia del suelo.

4.21.3 Trabajos de Laboratorio.

Esta investigación, realizada en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, nos ha permitido averiguar, la forma y tamaños de las partículas, porosidad, peso específico, humedad, plasticidad, etc. del suelo de la ciudad de Chincha Alta.

El trabajo desarrollado en este informe, satisface en for

ma limitada para saber el comportamiento sísmico del suelo, ya que esta no se ha podido llevar a cabo por razones expuestas anteriormente, lo que mas se ha tratado de dar, es ver, sobre que suelo se encuentra asentado la zona en estudio y tener una idea, hasta que punto han actuado estos estratos en los daños de las edificaciones producidas por el último terremoto del tres de Octubre - de 1974.

Con las muestras alteradas de suelo, se han seleccionado las representativas y ejecutado la siguiente serie de ensayos:

1.- Análisis Granulométricos. Empleando todas se han efectuado análisis granulométricos por tamizado de acuerdo a la Norma ASTM.D 422.

2.- Límites de Consistencia. En todos los tipos de muestras obtenidas, se ha procedido a determinar Límite líquido, Límite plástico e Índice plástico de acuerdo a las siguientes Normas.

(L.L.) Límite líquido	ASTM D 423
(L.P.) Límite plástico	ASTM D 424
(I.P.) Índice Plástico	ASTM D 424

Luego de realizar estos ensayos, se procedió a identificar cada una de las muestras, utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) (ver cuadro N° 1 - Anexo - 2)

3.- Propiedades Índice. De las muestras obtenidas, también se han obtenidos, los pesos específicos de sólidos de acuerdo a las Normas ASTM.

4.21.4 Estratigrafía de la Zona

De acuerdo a la clasificación unificada de cada uno de los diferentes estratos de suelos encontrados, al reglado de los mismos, y a otras características de las muestras visualizadas en el campo, se ha procedido a la confección de los perfiles correspondientes a las cuatro estaciones de sondeo (ver perfiles de pozos - Anexo 2)

No se ha podido trazar el perfil estratificado correspondiente al alineamiento estudiado, debido a los pocos pozos perforados que cubren distancias grandes, difíciles de inferir estratos.

Naturaleza de los estratos. Si observamos los perfiles correspondientes a las estaciones de sondeo ejecutados, vemos lo siguiente:

En los pozos 1, 2 y 3, hasta una profundidad aproximada de 2.50 mt., encontramos estratos formados por una mezcla arena, limo y arcilla, de baja a media plasticidad, de 2.50 mt. de potencia (profundidad máxima realizado en el pozo), la mismas, que acusan trazas de materia orgánica. Estas arenas limo-arcillosas, de mediana consistencia y de diferente colores, se encuentran inter-

caladas con estratos de arenas de grano fino, con diferente porcentaje de limo, las que presentan en algunos casos, raíces y lentes de arcilla.

En el Pozo N° 4, el perfil encontrado, presenta menos plasticidad que en los pozos anteriores, hasta una profundidad de 2 mts., notandose también, presencia de materias orgánicas. Alternadas con los suelos anteriormente mencionados, se presentan pequeños lentes de arena limosa de baja compacidad.

Nivel freatico. Los niveles freaticos encontrados por sondeos, realizados por el Ministerio de Agricultura - Dirección de Aguas-Subterráneas - indican que estos, se encuentran aproximadamente a más de 20 mts. por debajo de la superficie del terreno en estudio.

4.21.5 Análisis para establecer las condiciones de resistencia del Subsuelo.

El análisis realizado para la zona en estudio, ha sido muy superficial, dado la magnitud del área y los escasos recursos en que se contó para realizar un mayor número de ensayos, perforaciones, así como para hacer pruebas especiales en el campo.

Unicamente, se han podido realizar, los resultados que se presentan en el Anexo # 2, en donde podemos tomar una primera idea, de los tipos de suelo encontrado en el Valle de Chíncha Alta y, por comparación con estratigrafía similares y tablas de capaci

dades portantes (Cuadro 2-Anexo 2) de algunos tipos de suelos, a que se ha podido llegar a una capacidad admisible promedio para esta zona, asumiendo para ello un factor de seguridad conveniente.

4.21.6 Conclusiones y recomendaciones constructiva.

El Subsuelo en estudio, está conformado por una mezcla de arena, limo y algo de arcilla de mediana comprensibilidad, intercaladas por lentes de arena fina.

La masa de agua freática, se encuentra a una profundidad mayor de 20 mts. bajo la superficie del terreno.

- De los análisis anteriormente expuestos, y adoptando un factor de seguridad conveniente, dado a que no he contado con datos suficientes, se puede asumir, una capacidad de trabajo de 2 Kg/cm^2 para la zona en estudio.
- El tipo de cimentación recomendable para casas de viviendas económicas, sería cimentaciones superficiales del tipo cimientos corridos, con dimensiones no menores de $1.00 \times 0.50 \text{ m}$.

Se recomienda finalmente, para el caso de construirse grupos habitacionales, el realizar un estudio completo de Mécanica de Suelos con fines de cimentación, ya que ello aportaría probablemente economía y seguridad a las viviendas.

4.30 Influencia del tipo de suelo en el comportamiento sismico.

Para interpretar en forma mas amplia, la forma como aumen -
tan los suelos, los grados de intensidad de la Escala M.M., se
presenta el siguiente cuadro N° 3.

S u e l o s	Grado de Peligrosidad	aumento de gra- do M.M.
<u>Sueltos y fangosos</u>		
I.- Sedimentos, can- tos rodados, a- rena, turba.	Crece al aumentar el contenido de humedad	1 a 3
II.- Arcillas, mar- gas, loess, li- mo	- Secos en capas cerrada no son - peligrosos - Muy secos resultan quebrado - Muy humedos forman fangos	1 a 3
III.- Relleno Natu- rales o arti- ficiales	- Peligroso, aumenta con el aumen- to de tamaño y angulosidad de - las particulas (i,e con la poro- sidad) y con el aumento del con- tenido de agua.	2 a 3
IV.- Pantanos y la- gos secos	Máximo Peligro	3 a 4

<p><u>Suelos formado por-</u> <u>la descomposición</u> <u>de la roca.</u></p>		
<p>V.- Cuarzoa, piza - rras, mármoles, dolomitas.</p>	<p>No son peligrosas, al alterarse se producen pocos restos</p>	<p>0</p>
<p>VI.- Arenisca, bre- chas, conglome- rado de arena- y grava</p>	<p>Peligrosa, crece con el aumento del espesor del estrato sedimentario, <u>a</u> sí como la angulosidad de las parti- culas. Cuando el estrato tiene un espesor muy grande el peligro disminuye.</p>	<p>1 a 2</p>
<p>VII.- Granitos, por- fidos de cuarzo, - traquitas, daritas, gneis, suelos areno- sos (hasta limosos) fragmento de grani- to.</p>		<p>1 a 2</p>
<p>VIII.- Basalto, fo- nolitas, grauvacas, pizarras arcillosas, tobas, limos y arcí- llas muy profundas- cuando provienen de la pizarra arcillo- sas y tobas.</p>		<p>1 a 3</p>

Cuadro No. 3

Como casos concreto de aumento de grado en la Escala M.M., por la variación del tipo de suelo se tiene por ejemplo, que cada vez que ocurre un sismo cercano y/o de regular intensidad en la zona de Lima, se aprecia que entre el centro de la ciudad, el Callao, Chorrillos, el Rimac y la zona de la Molina, hay diferentes intensidades; como el ocurrido en el 3 de Octubre de 1974, donde construcciones modernas sufrieron daños de consideración debido al asentamiento del suelo en comparación con los distritos aledaños; de la misma manera se ha visto en la inspección realizada a la zona de Chíncha, que ciertas manzanas han sufrido mayor porcentaje de daños en comparación con otras, teniendo ambas las mismas características en sus edificaciones, presumiéndose que estas manzanas donde han sufrido mayores daños sea una zona de relleno.

4.40 INTERACCION SUELO-ESTRUCTURA

Se ha comprobado estadísticamente, que el comportamiento de una estructura, a la llegada de las ondas sísmicas, está íntimamente relacionado al suelo, ya que los daños que puedan presentar dos estructuras asentadas sobre diferentes tipos de suelo, presentan diferente porcentaje de daños, estando ambas a una misma distancia del epicentro.

Las ondas sísmicas, al arribar a la superficie, actúan sobre la estructura conforme sea la característica del suelo, o sea las aceleraciones que sufrirán no dependerá de la magnitud del

sismo y de la distancia al epicentro únicamente.

Se ha llegado a la conclusión, de que las diferencias locales en geología, topografía y condición del Sub-suelo, son determinantes para las aceleraciones a que se verán sometidas las estructuras. En lo que al suelo respecta debe contemplarse la amplificación que sufren las ondas sísmicas en el estrato superficial, la resonancia del terreno con la estructura y la disipación de la energía vibratoria.

Las ondas sísmicas son amplificadas, respecto a la intensidad en la roca basal, cuando sobre ella hay un estrato de material más blando; se ha encontrado, que durante un sismo, los estratos que descansan sobre roca son excitados de manera tal que sus vibraciones libres asumen gran importancia. Hay un cierto período predominante (período natural del terreno), para el que se producen los mayores amplificaciones de las ondas sísmicas, siendo así que si el período de la estructura (período del primer modo) coincide con el mencionado (o por lo menos está próximo o uno al otro) se puede obtener gran aceleración por resonancia.

La disipación de la energía vibratoria es importante, para, que el daño sobre una estructura sea minimizado. El suelo transmite ondas sísmicas a una estructura, viajando ésta hasta lo alto de ésta. De allí son reflejadas y, al llegar a la cimentación, parte es transmitida al suelo. La parte transmitida dependerá de -

la relación de rigidez suelo-estructura. Si esta es mas rígida que el suelo impondrá sus vibraciones y se producirá un efecto benéfico como es el de la disipación de energía. Así para estructuras muy rígidas descansando en suelo blando es importante la cantidad de energía disipada de esa manera.

Cuando el período de vibración del edificio es menor que el natural del suelo vibrando, aquel tiene tiempo de distribuir las tensiones en toda su altura antes de que se vea sujeto a un nuevo impacto. En este caso, de producirse, la falla ocurrirá en la cimentación. (Fig. N° 2).

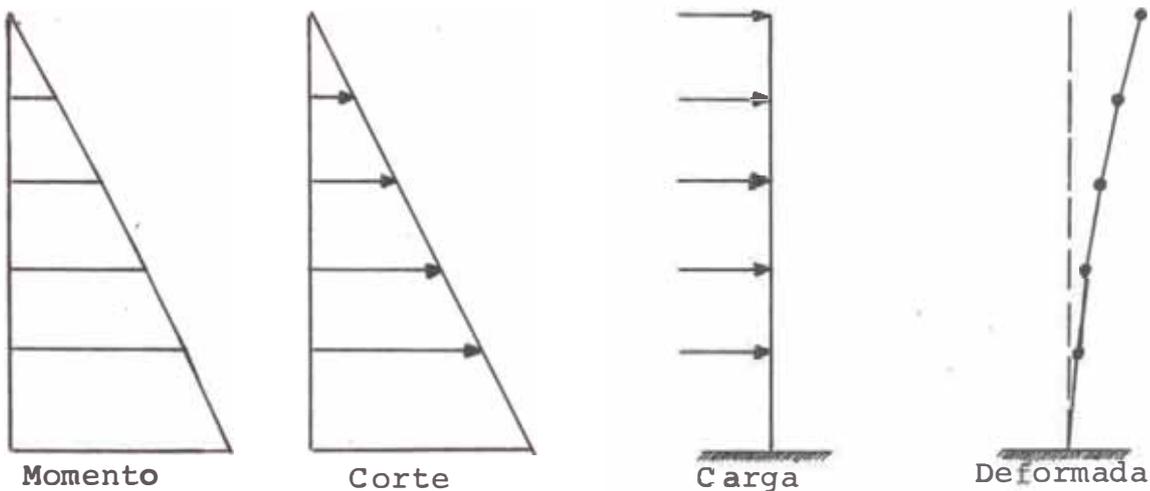


Fig. No. 2

Si el edificio, tiene un período natural mas largo que el del suelo, el nuevo impacto llegará, cuando los esfuerzos sísmicos no han acabado de distribuirse en toda la altura, produciéndose - diagramas como los mostrados en la fig. N° 3, produciéndose chico teo y la falla, de existir, ocurrirá en un cierto entrepiso.

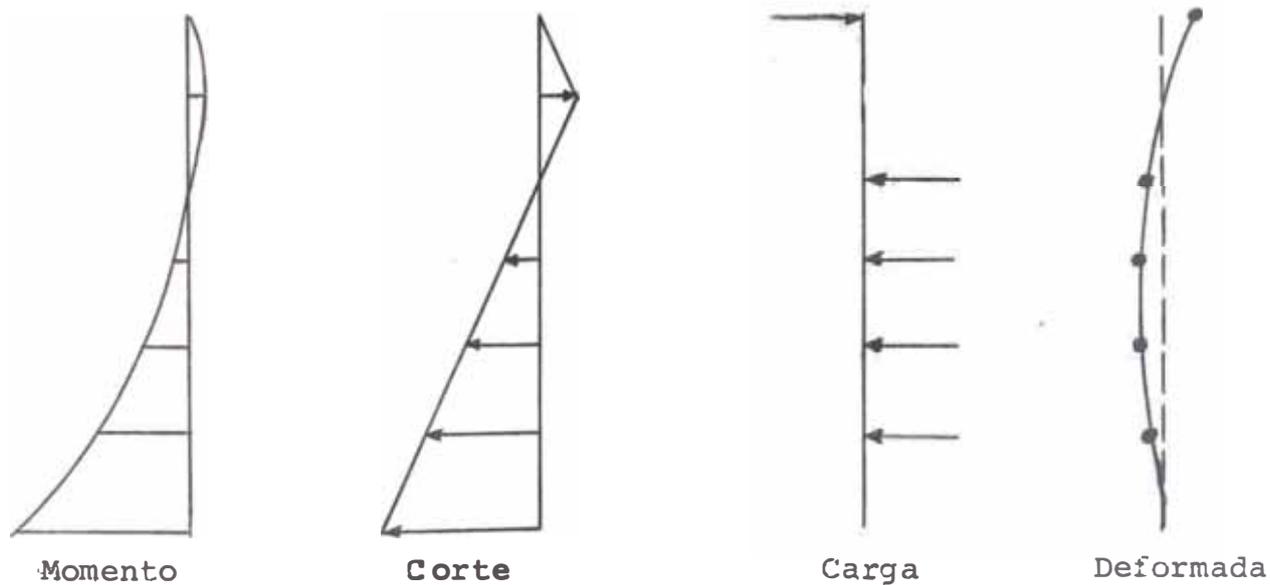


Fig. No. 3

C A P I T U L O V

5.00 CARACTERISTICA DEL SISMO DE OCTUBRE DE 1974

El movimiento sísmico que azotó la Costa Peruana el 3 de Octubre de 1974, abarcó una gran extensión del Norte, Centro y Sur del Perú, que comprendió por el Norte con Ancash; por el centro con los Departamentos de Pasco, Junin, Huancavelica y Ayacucho, y por el Sur hasta Arequipa.

El área de destrucción efectiva, también fué de forma elongada, abarcando un total aproximado de 60,000 km², siendo los departamentos mas afectados Lima e Ica, dicho sismo fue uno de los de mayor duración que se halla sentido en los ultimos años, siendo esta de 90 segundos (instrumentalmente) a nivel de sensibilidad de 0.01 g.

Empero, este movimiento telúrico, desde el 3 de Octubre hasta el 24 del mismo mes, tuvo mil cincuenta replicas, pero generalmente la magnitud del sismo, decrecía cada día, no obstante se sentía mas fuerte en determinados lugares, siendo la réplica mas notoria la sentida el 9 de Octubre a las 16 h 54' 32.2" con una magnitud de 4.9

5.01 Pérdidas humanas y materiales causado por el terremoto

Según dato extraído del Instituto Geofísico del Perú (IGP),- el sismo comenzó a las 9 h 21 m. - hora local de Lima -, y según la mayoría de personas tuvo una duración de 2 minutos y 15 segundos, siendo esta, uno de los sismos mas largos de los últimos años, se pudo comprobar que los daños causados fueron de gran magnitud,- arrojando, según encuesta por la II Región de Defensa Civil, las siguientes consecuencias:

Muertos -----	78
Heridos -----	2,414
Casas destruídas -----	8,112
Damnificados -----	40,225

De los cuales arrojan para la ciudad de Chincha:

Muertos -----	11
Heridos -----	107
Casas destruidas -----	903
Damnificados -----	4,515

5.02 Historia Sísmica

Desde épocas remotas, nuestro territorio ha estado siendo sacudido intermitente por temblores y terremotos, si revisamos nuestra historia, desde la epoca de la colonia hasta nuestros dias, observamos que el desarrollo y evolución de los núcleos humanos en -

algunas áreas de nuestro territorio estuvieron acompañados siempre de destrucción y desolación como consecuencia de estos fenómenos telúricos.

La tabla N° 1 nos muestra los sismos mas importantes durante la Colonia y la República hasta fines del siglo XIX. A partir de 1552 se tiene noticias de la ocurrencia de sismos destructores, antes de esa fecha no existen crónicas que narren la ocurrencia de estos fenómenos.

TABLA N° 1

Siglo XVI

2 Julio 1532	Destrucción de Arequipa y daños en Lima.
17 Junio 1578	Gran destrucción en Lima.
22 Enero 1582	Destrucción casi total de Arequipa.
9 Julio 1586	Gran parte de Lima destruída (a las 19- horas).

Siglo XVII

14 Febrero 1600	Dos terremotos en Arequipa, a las 11 y a las 13 hrs. Erupción del volcán Misti.
16 Febrero 1619	Destrucción casi total de Trujillo, daños leves en Lima (entre las 10 y 11 horas).
31 Marzo 1650	Destrucción del Cuzco (a las 13 hrs.).

12 Marzo 1664	Destrucción casi total de Ica (grado XI Escala M.M. entre las 04 y 05 hrs.)
20 Octubre 1687	Dos terremotos (a las 04 y 06 hrs.) destrucción total de Lima.
<u>Siglo XVIII</u>	
28 Octubre 1746	Destrucción total de Lima, ocasionó maremoto, mas de 8,000 muertos.
13 Mayo 1784	Destrucción casi total de Arequipa a las 07:30 hrs.; grado XI de Esc. M.M.)
<u>Siglo XIX</u>	
30 Marzo 1813	Destrucción casi total de Ica (a las 04.30).
1º Febrero 1814	Graves daños en Ica (a las 05 hrs.).
10 Julio 1821	Serios daños en Caravelí, Arequipa (a las 07:50 hrs.).
30 Marzo 1828	Serios daños en Lima, 30 muertos.
18 Setiembre 1833	Graves daños en Tacna, Moquegua y Arequipa.
30 Agosto 1868	Uno de los mayores del Perú, destrucción total de Arequipa; mas de 350 muertos. Se produjo maremoto (Ocurrió a las 17:30 hrs; Grado XI de la Escala M.M.).

La Tabla N° 2, más detallada nos muestra los sismos fuertes-acaecidos en el presente siglo, evidentemente el número de sismos-

TABLA No. 2

SISMOS FUERTES EN EL PERU 1904-1975 - MAGNITUDES MAYORES QUE 7.5 Esc. RICHTER

FECHA		HORA			LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	MAGNITUD	PROFUNDIDAD Km.	OBSERVACIONES	
Día	Mes	Año	Hora	Mín.						Seg.
06	08	1913	22 h.	14 m.	4 s.	17.0	74.0	7.75	30	Destrucción de Caraveli
18	12	1921	15 h.	29 m.	35 s.	2.5	71.0	7.6	650	Frontera Perú Colombia
17	01	1928	03 h.	50 m.	33 s.	2.5	71.0	7.6	650	Frontera Perú Colombia
24	05	1940	16 h.	33 m.	57 s.	10.4	71.2	8.0	60	Lima
24	08	1942	22 h.	51 m.	-	15.1	75.0	8.1	50	Nazca
01	11	1947	14 h.	58 m.	54 s.	10.5	74.9	7.5	70	Satipo - La Merced
11	05	1948	08 h.	55 m.	42 s.	17.5	70.25	7.5	70	Tarata (Tacna) Arica - Moquegua.
26	02	1952	11 h.	31 m.	03 s.	14.1	69.9	7.51	190	Puno
12	12	1953	17 h.	31 m.	25 s.	3.4	80.6	7.75	30	Tumbes - Piura
26	07	1958	13 h.	37 m.	09 s.	13.5	69.0	7.5	650	Frontera Perú - Brasil
13	01	1960	15 h.	40 m.	34 s.	16.0	72.0	7.5	200	Arequipa
31	08	1961	01 h.	57 m.	08 s.	10.5	70.7	7.5	629	Frontera Perú - Brasil
24	09	1966	11 h.	30 m.	-	10.7	78.7	7.5	38	Lima
31	04	1970	15 h.	23 m.	28 s.	9.4	78.9	7.5	25	Ancash
03	10	1974	09 h.	21 m.	-	12.5	77.2	7.5	13	Cañete

es mayor que los consignados para siglos pasados, aparentemente se podría pensar que la actividad sísmica del presente siglo es mayor que las anteriores, pero no sucede así, por que la actividad ha permanecido mas o menos constante a través de la época histórica. La diferencia radica que en este siglo las técnicas de observación mejoraron de modo tal, que los sismos fuertes cuyos epicentros ocurrían en regiones poblados y eran sentidos como simple temblores y que no eran tomados en consideración, en cambio en este siglo, sí son reportados y con una información mayor.

De la Tabla N° 2, se puede concluir que los sismos mas fuertes ocurridos en este siglo hasta la fecha, fueron el de Lima, el 24 de Mayo de 1940 que causó gran destrucción y el de Nazca, el 24 de Agosto de 1942, este último, energéticamente fué el más grande para nuestro territorio. La determinación instrumental de su magnitud (8.1), ha tenido serias objeciones, porque a pesar de estar su epicentro localizado superficialmente, los daños que produjo fueron menores de lo que se podría esperar de un sismo que libera una energía tan grande como el de magnitud 8.1. Otro sismo importante es el de Ancash, ocurrido el 1° de Noviembre de 1946, que produjo extenso fallamiento visible en la superficie por mas de 3 Km.; su magnitud fue de 7.4.

5.10 Ubicación y Extensión

El epicentro instrumental, dentro de los límites de error

que es común en las determinaciones telesísmica originado por la - carencia de estaciones sismológicas cercanas al epicentro, como también por el conocimiento limitado de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en este hemisferio, ha sido dado a conocer por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) los siguientes parámetros epicentrales:

12.5°	Latitud Sur.
77.2°	Longitud Oeste.

A una profundidad de 13 Km. y a una distancia de sesenta kilómetros de Cerro Azul - Cañete -. Siendo el área afectada con una intensidad de VI o mayor, de aproximadamente 60,000 Km².

Tabla de Comparación de sismos de los últimos 30 años

Se ha creído necesario, exponer el siguiente cuadro No.4 para comparar los últimos sismos acaecidos en el Perú y enfocar de esta manera una comparación de lo que ha ocurrido en una zona de actividad sísmo-tectónica importante, estando ligado al proceso Orgánico Andino que comenzó en el Cretáceo Superior.

FECHA	LUGAR	INTENSIDAD MAXIMA	AREA AFECTADA CON INTEN- SIDADES DE 6 O MAYORES KM ²	MAGNITUD.
1947	Satipo	8-9	90,000	7.5
1966	Lima	8	65,000	7.75
1970	Ancash	8-9	75,000	7.5
1974	Lima	8	60,000	7.5 Es- taciones lejanas 6.0-7.8 Estacio- nes loca- les

Cuadro N° 4

Nota: Durante este tiempo comprendido (1,947-1974), han ocurrido -
sismo de menor magnitud.

Según el cuadro N°4, se observa cierta similitud entre los
sismos ocurrido anteriormente, los que nos esta indicando que este
fenómeno no es distinto a los demás.

5.20 INTENSIDAD Y MAGNITUD

Definimos INTENSIDAD de un sismo, a la apreciación de los mo-
vimientos, los daños en las construcciones y los signos observados
en el terreno.

Una forma de medir estos efectos, es mediante la escalas de
intensidades, estando esta escala basado en los efectos en las per-

sonas, en las construcciones y en el terreno.

Hay varios tipos de escala de intensidades, siendo la mas utilizada, el de Mercalli (1928), que trata de establecer una relación de las aceleraciones y los efectos del sismo. Esta escala considera doce grados que considera sismo casi imperceptibles, hasta las que ocasionan un daño máximo, tal como puede verse en el anexo No. 3.

Según cálculo efectuados, el sismo del 3 de Octubre, de acuerdo a su magnitud y profundidad focal, tuvo en su epicentro una intensidad de IX en la escala de Mercalli Modificada (M.M.) y en Chíncha una intensidad de VII a VIII, según se puede apreciar en en el Mapa con las líneas isosistas.

La MAGNITUD, se refiere a la cantidad de energía liberada al producirse un sismo y tiene por consiguiente un valor único para cada sismo.

Según la magnitud calculada, usando amplitudes de las ondas superficiales es de 7.5 grados de la Escala de RICHTER, siendo esta magnitud igual a la del sismo ocurrido el 31 de Mayo de 1970.

5.30 Evaluación de daños

El Concejo Provincial, en coordinación con la II Región de - Defensa Civil, llevaron a cabo el informe de los daños causados

MAPA PRELIMINAR DE ISOSISTA -intensidades-
DE LA ESCALA MERCALLI MODIFICADA



por el sismo, siendo éste, realizado por un equipo de Ingenieros Civiles y personas entendidas en la materia constructivas.

El estudio se realizó mediante una ficha de evaluación, elaborado en el Concejo Provincial (ver anexo No.4) la cual se aprecia no es de carácter técnico, por lo que fue necesario complementar con unas fichas especiales elaborado por CRYRZA en el año 1970.

Este tipo de estudio, se hizo con el fin de tener una idea en el proceso de la reparación de las viviendas, el porque de estas fallas y tener base para estimar los daños de futuros terremotos.

Estado actual de las viviendas

Para el presente plan de estudios, se llevó a cabo, gracias a la colaboración de los moradores de viviendas que solicitaban ayuda técnica al Concejo Provincial para saber si sus hogares no representaban peligro de colapsar, por lo que se pudo ingresar a ella y se recopiló los siguientes datos

- a.- Característica del suelo de cimentación: Tipo de suelo.
- b.- Característica de las edificaciones: Materiales usados, ancho y altura de muro, tipo de cimentación, característica de los sobrecimientos, estructura portante, tipo de techo, revoques, etc.
- c.- Altura de edificación: Número de piso.

- d.- Característica Urbanística: Area de lote, área construída, zona de refugio, rutas de evacuación.
- e.- Calificación de los elementos estructurales y no estructurales.

Con los datos obtenidos se pudo ver que un 90% de las viviendas habían sido afectadas (gran parte las construída de adobe y quincha), siendo un 50% inhabitables y el resto factible de reparar, pero a un costo elevado.

5.31 Ficha de Evaluación

Habiendo elaborado el Concejo Provincial, la ficha para evaluar los daños de las edificaciones, y no cumpliendo esta, en toda su magnitud, un sentido técnico, fue necesario proceder hacer una evaluación en forma más detallada, para que de esta manera se pudiera llevar a cabo un estudio exhaustivo y adoptar conclusiones y recomendaciones de acuerdo a la realidad.

Para llevar a cabo esta evaluación, se opto como modelo el elaborado por CRYRZA-Ver anexo N°4, ficha que fué confeccionado con la participación de Profesionales de la UNI y que tuvo muy buenos resultado en el terremoto del 31 de Mayo de 1970 en Ancash.

Esta ficha que se aprecia, está en una forma muy detallada, la cual permitirá datos precisos para detectar las causas y fallas de las construcciones predominantes, así como también dar preven- ciones a construcciones futuras.

5.32 Sectorización del Area en estudio - Mapa N° 1 -

Existiendo en la ciudad de Chíncha Alta y Pueblo Nuevo, 6,519 viviendas (último censo realizado por el ONEC - 4 junio - 1972), y habiendo sufrido en algunas manzanas de la ciudad más daños que en otras, fue necesario sectorizar la zona de estudio, de acuerdo a los parámetros siguientes:

- a.- edad de las edificaciones
- b.- tipo de material empleado en la edificación
- c.- daños sufridos

Esta sectorización se llevó adelante, tratando en lo posible de que los límites de los mismos sean por avenidas principales y por líneas rectas.

5.33 Metodología seguida en la evaluación

El método que se siguió fué, primeramente reconocer la zona de estudio y ver los lugares más afectados para así tener una visión más detallada de lo sucedido.

Una vez reconocido la zona, se ubicó en el mapa, los lugares afectados, dividiendo el mapa de ubicación en siete sectores* de acuerdo a los daños sufridos.

Sector N° 1 Este sector, se sitúa a lo largo de la carretera panamericana sur, y esta formada por la Urbanización de los Bancarios, Cuartel de Policía y la Av. América,-

* Ver mapa de Sectorización Mapa N° 1

así como también parte de la Carretera Panamericana. El material predominante en este sector es el ladrillo concreto.

Sector N° 2 Se encuentra bordeando la carretera panamericana sur, y limitado por el Sur con el Sector I, por Norte y Este, el Sector III, y por el Oeste zona de cultivos. El material predominante en este sector es el adobe.

Sector N° 3 Es uno de los lugares mas antiguos delimitado por el Sur con la carretera panamericana, por el Norte con el Sector II y por el Este con el Sector IV, el material predominante es el ladrillo concreto (30%), adobe (50%) como también algunas edificaciones de concreto armado. (Mercado de Abasto, Bancos, tiendas comerciales etc).

Sector N° 4 Es el lugar más antiguo del distrito, encontrándose los lugares mas tradicionales (plaza de Armas, Concejo Provincial, Iglesia Santo Domingo, etc). El material predominante es el ladrillo concreto (35%) y el adobe (55%); este sector es uno de los lugares que mas daño ha tenido por el sismo.

Sector N° 5 Es el sector que menos daño ha sufrido, pues casi todos sus edificaciones son de ladrillo concreto; se encuentra en este sector los colegios construidos de

material noble como son, la G.U.E. "SANTA ANA" y "JOSE PARDO", este sector se encuentra limitada por la calle Ñoquito, Pedro Moreno y Avenida Progreso con la Avenida Unión, siendo este sector, la que inicio la expansión Urbana de Chincha Alta y unirla con el distrito de Pueblo Nuevo, formandose en una sola unidad urbana.

Sector N° 6 Correspondiente al distrito de Pueblo Nuevo. (Pueblo joven), el material predominante en este sector es el adobe y quincha, siendo sus construcciones de 1 solo piso, como también sus calles y avenidas muy amplias (20 y 30 mts. respectivamente), en este sector se encuentra el Estadio Municipal, obra construida de material noble.

Sector N° 7 Al igual que el sector N° 6, el material predominante es el adobe y quincha, se encuentra el cementerio; y seguramente dentro de un corto tiempo formará una sola unidad urbanística con el pueblo joven Santa Rosa, que se encuentra en un proceso de formación.

5.40 CONSTRUCCIONES PREDOMINANTES

Según se ha podido observar en la ciudad de Chincha existe variedad de construcciones, desde casas de esteras hasta edificios de concreto armado, al hacer el reconocimiento se apreció

que existe gran porcentaje de edificaciones de adobe y quincha en comparación con el de material noble; otro detalle que se observó era que estas construcciones estaban ubicadas en la zona de Chíncha Alta, ésto quiere decir que las viviendas de Pueblo Nuevo eran el 100 % de adobe y quincha.

La altura de los edificios construido de concreto armado son de 4 pisos como máximo y existen construcciones de dos plantas construido de adobe en el primer piso y en la planta alta de quincha.

5.41 Vivienda de Adobe

Este material abarca un gran porcentaje de las viviendas en la ciudad de Chíncha (Chíncha Alta y Pueblo Nuevo); pero estas, - han sido construidas con la mas mínima seguridad ante los efectos de un sismo de regular intensidad, se ha podido estimar que el 100% de estos viviendas no tienen una base de cimentación que la protega de la humedad provenientes de las filtraciones de agua ocasionado por la red de tubería existente, la cual se encuentran deterioradas, no tanto por los sismos ocurridos en la zona, sino más bien, por el tiempo de uso y por la calidad del material.

Otro de los agentes destructivo del adobe, es el afloramiento del salitre, que hace se debilite la base en todo su perimetro, y por lo tanto tiende a hacentarse poniendo en peligro su estabilización y desprendimiento de su revestimiento.

En el reconocimiento que se hizo, se pudo ver que muchos de estos casos, habían colapsado por los mismos defectos constructivos como:

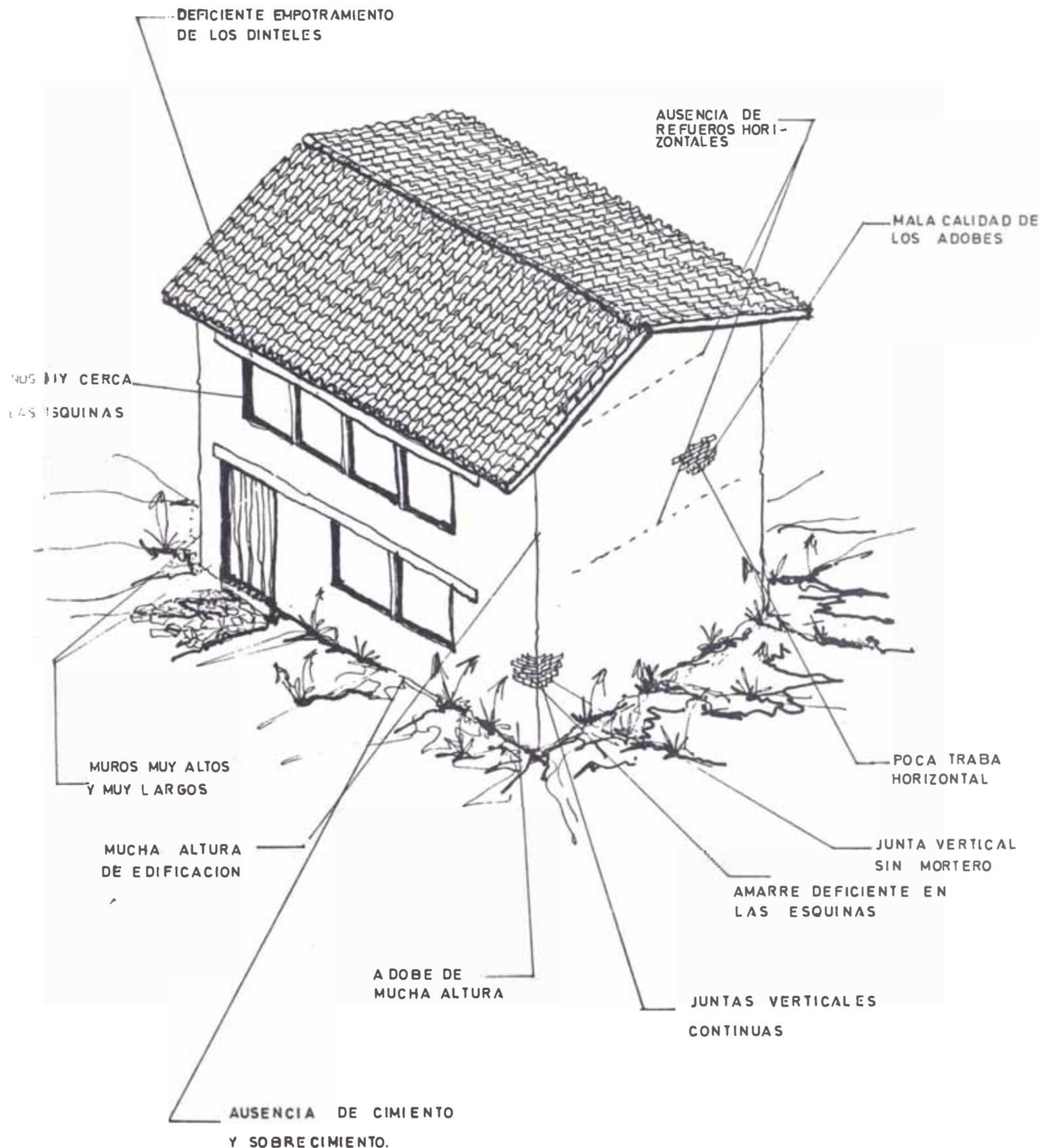
- Mala calidad de los adobes
 - Trabas inadecuadas y deficiente en los encuentros de muros que producen juntos verticales continuos de tres y - mas hilados. (Ver foto N° 5).
 - Deficiente mano de Obra en la colocación de adobes.
 - Dimensionamiento incorrecto de los muros, como son: poco espesor y excesivo largo y alto.
 - Vanos de puertas y ventanas muy anchos y poco empotramiento de los dinteles (Ver foto N° 6).
 - Carencia de una cadena superior de amarre.
 - Techos muy pesados y soluciones constructivos deficientes en su empalme con los muros de adobe.
- Ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenomeno de la erosión.
- Construcciones de mas de un piso que no son aptos para soportar sismo.
 - Uso exagerado de muros de soga.

Todo estos errores se pueden representar según el gráfico - siguiente (Fig. N° 4)

Considerando el mal proceso constructivo (defectos encontrados en las viviendas de adobe), así como también a la mala

Resumen gráfico de fallas constructivas

Fig. No. 4



calidad del adobe, se ha creído conveniente presentar a continuación, el proceso de la elaboración del adobe y al forma mas conveniente de edificar con este material - Ver anexo No. 5.

5.42 Vivienda de Quincha.

Se ha podido observar, que gran porcentaje de viviendas en Pueblo Nuevo (35%) son de este material y utilizado en un solo piso, sísmicamente tiene la gran facilidad de poder resistir un fuerte movimiento sísmico (grado VII), pero, esto no quiere decir que no sufre daño, por el contrario todas sus paredes se cuartean, (Ver foto N° 7) desprendiéndose su revestimiento de barro en gran parte.

Como se sabe, las paredes de quincha, estan constituido por postes verticales, colocado a una distancia de 1 a 2 metros entre sí, y a la vez estos postes se encuentran unidos entre sí por unos postes horizontales, tanto en la parte inferior como superior, o sea formando un marco, una vez constituido esta etapa, se agrega. 2 ó 3 postes verticales como haciendo un enrejado, luego se colocan cañas verticales casi juntas y entrelazadas con las horizontales como formando un canasto, una vez construido este armazón, se reviste con barro por ambas caras; se hace saber que los postes principales (verticales) se encuentra anclado al suelo.

Por lo expuesto, se puede ver que al armazón revestido, o -

sea el "muro" no resiste gran peso, por lo que su techo generalmente se construye con vigas de madera cubierta con calamina o tablas, estando esta revestida con torta de barro.

También se ha podido observar que los materiales mas usados en el techo son: la caña brava, material resistente, así como también el carrizo.

5.43 Construcción de Albañilería de Ladrillo

Este es, después del adobe, el tipo de construcción mas usual en los locales de negocios, departamentos y residencias, caracterizándose por ser en algunos casos muros portantes de albañilería o mampostería careciendo de columna; este tipo de construcción se sigue edificando con gran frecuencia dentro de la zona urbana de Chíncha, observándose que los materiales empleados no cumple con las normas establecidas por la INTINTEC, complementando la inestabilidad de la construcción con la deficiente mano de obra en el proceso constructivo.

Los principales defectos detectado con respecto a los materiales utilizados son :

1.- El ladrillo tipo K.K. presenta

- Resquebrajaduras y grietas
- Son sumamente porosos
- No se encuentran lo suficientemente cocido (Ver foto No. 9).
- Algunos son desmenuzables.

- Presentan en muchos casos, manchas blanquesina de carácter salitroso.
- Contienen materias extrañas o grumos de materias ó naturaleza calcárea.

2.- El "hormigon" (Mezcla de arena y agregado grueso), se usa tal como se encuentra en el yacimiento, sin la necesaria separación por medio de cribas, encontrándose en los aridos la presencia de impurezas, contribuyendo a bajar la resistencia de la edificación.

5.44 Construcciones de Concreto Armado

Estas construcciones de concreto armado, con muros de ladrillos (K.K., panderet) como elemento de relleno, cumpliendo el papel de tabiquería, han sido empleado en las construcciones hasta un máximo de cuatro pisos (altura máxima que se encuentra en la zona), observándose que no han sufrido daño de consideración por el sismo del 3 de Octubre de 1,974.

5.50 ANALISIS ESTADISTICO DE DAÑOS

Con la ayuda de los formatos y clasificación de las fichas respectivas, se ha realizado un análisis estadístico de daños en la zona de Chíncha Alta y Pueblo Nuevo.

Cabe resaltar, que en este análisis, se incluye la evalua-

ción de orden informativo, realizado por Ingenieros residentes - en la zona, que colaboraron en forma desinteresada con la Municipalidad.

5.51 Encuesta de vivienda por zona

Se presenta a continuación los materiales empleado en las viviendas, estando agrupados por sectores y estos por su respectiva zona.

ZONA A

Vivienda de:	SECTOR I		SECTOR II		TOTAL	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	Total
Ladrillo con columna	322	65	16	4	338	39
Ladrillo sin columna	56	11	62	17	118	14
Ladrillo y <u>a</u> dobe	8	2	124	35	132	15
Adobe	96	20	152	40	248	29
Quincha	12	3	17	4	29	3
	494		371		865	

ZONA B

Vivienda de:	SECTOR III		SECTOR IV		TOTAL	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Ladrillo con columna	222	29	284	34	506	31
Ladrillo sin columna	96	12	64	8	160	10
Lad. y adobe	36	5	24	3	60	4
Adobe	394	52	447	53	841	53
Quincha	11	2	20	2	31	2
	759		839		1598	100

ZONA C

Vivienda de:	SECTOR V		SECTOR VI		SECTOR VII		TOTAL	
	Canti.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
Ladrillo con columna	196	56	4	1	4	1	204	18
Ladrillo sin columna	93	27	2	-	4	1	99	9
Lad. y adobe	19	6	16	5	22	6	57	5
adobe	34	11	199	61	301	68	534	49
Quincha	2	-	107	33	106	24	215	19
	347		328		437		1109	100

Resultado y Comentario

Como resultado de la encuesta se puede observar que el material predominante es el adobe, encontrándose los más altos porcentajes en los sectores N° VI y VII (Ver cuadro N° 5); esto es explicable, por que estos sectores que se encuentran ubicados al Norte de Chíncha Alta, fueron fundado en el año 1946, con las características típicas de barriadas.

En un porcentaje menor, se encuentra el sector N° IV en el cual predomina el material de adobe, la explicación de que en este sector exista un buen porcentaje de viviendas construido con este material, se debe esencialmente a que este sector es el mas antiguo del Distrito. Por el contrario, las viviendas construída con muro de ladrillo están concentrado mayormente en el sector I (65%) y el sector V (56%), con menos porcentaje el sector IV - (34%) y el sector III (29%).

5.52 Clasificación de daños de las viviendas

Para la evaluación de los daños de las viviendas, estas se han clasificados en cuatro tipos: A, B, C y D, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tipo A Viviendas que han colapsado, o con daños muy graves y que hagan impráctico su reparación, se estima los daños mayor que un 75%

Tipo B Viviendas con daños importantes, que aunque no han colapsado, hacen imposible su utilización sin ser reparado, - estimándose los daños entre el 50 y 75%.

Tipo C Edificaciones que han sufrido daños moderados y son factible de ser reparada, pero a un costo elevado, se estima los daños entre el 25 y 50%.

Tipo D Viviendas que no han sufrido daños o estos han sido leve menos del 25% de daños.

Los resultados obtenidos por zonas en estudio, se encuentra resumido en el siguiente cuadro - cuadro N° 6

ZONA	TIPO	N° DE VIVIENDA	%
A	A	87	10
	B	146	17
	C	342	40
	D	290	33
B	A	399	25
	B	476	30
	C	184	12
	D	539	33
C	A	208	19
	B	303	27
	C	394	36
	D	204	18

Cuadro No. 6

Resultado y Comentario

Con la ayuda de los formatos y clasificación de las fichas respectivas, se confeccionó el cuadro anterior.- cuadro N° 6 correspondiendo estas viviendas a los Distritos de Chincha Alta y Pueblo Nuevo.

Según se aprecia, la zona B, fué la que sufrió mayor daños en sus edificaciones, ya que de un total de 1598 viviendas, 399 de estas sufrieron daños del tipo A y 476 viviendas sufrieron daños del tipo B, lo que nos está indicando un porcentaje de 25% y 30% respectivamente. La explicación a esto, se debe a que siendo la más antigua, existe un mayor porcentaje de viviendas de adobe estando esta edificadas sin la más mínima seguridad ante los efectos de las ondas sísmicas.

5.60 CAUSAS DE DAÑO PARA CADA TIPO DE EDIFICACION

Presentando la ciudad de Chincha, diversidades de materiales empleado en las construcciones, y al mal proceso constructivo, los daños debido al sismo fueron en gran porcentaje alto; enumerándose a continuación las causas de estos daños a cada tipo de edificación.

1.- Construcción de Quincha.- Su porcentaje de destrucción fue alta, siendo las causas principales:

- a.- No tienen una base de cimentación, que lo protega de la humedad debido a la filtraciones de agua ocasionado por la tuberías que se encuentran deteriorados.
- b.- Los postes verticales, se encuentran en mal estado debido a la humedad del terreno.
- c.- Excesivo peso que reciben por parte de sus techos.

2.- Construcción de Adobe.

Mayormente las viviendas construídas con este material, se encuentran bastante erosionado, debido a su antigüedad, habiéndose esta, un factor muy importante para que las edificaciones construído con este material, hallan sufrido gran porcentaje de daños con respecto al proceso constructivo, se ha observado deficiencias así como también en los materiales empleados. A continuación presentamos, una síntesis de los defectos encontrados en las construcciones de viviendas.

- a.- Ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de la erosión.
- b.- Mala calidad de los adobes.
- c.- Dimensionamiento incorrecto de los muros como son: poco espesor y excesivo largo y alto.
- d.- Vanos de puertas y ventanas muy ancho y poco empotramiento de los sinteles.
- e.- Techos muy pesados y soluciones constructivas deficientes.

te en su empalme con los muros de adobe.

3.- Construcción de ladrillo sin columna.- Porcentaje de destrucción alta, siendo imposible en muchos casos su reparación, las causas que primaron en los daños fueron :

- a.- La calidad del ladrillo es deficiente, presentado grietas y requebrajaduras.
- b.- No se encuentra bien cocido los ladrillos.
- c.- Los muros de encuentro no están bien trabados.
- d.- El mortero utilizado no cumple con la proporción de mezcla.
- e.- No tienen una buena base de cimentación.
- f.- La mano de obra en el proceso constructivo es deficiente.

Generalmente las viviendas construidas con este material presentan tres o mas defectos de los arriba señalados, y por carecer de arriostre son susceptibles de fallar por flexión. De acuerdo a esto, los muros en presencia de fuerza sísmica, vibran como membranas restringidas de movimientos, por los encuentros de paredes de los muros adyacentes, y por estar fijados en la parte inferior, dicha vibración produce alternativamente esfuerzo de tracción y compresión en ambas caras del muro, y debido a que la albañilería cuenta con poca resistencia a la tracción, aparecen rajaduras verticales, produciéndose de esta manera el colapso de los muros.

4.- Construcción de ladrillos con Columna.- Porcentaje de destrucción es aproximadamente 5%, siendo posible en todos los casos su reparación, presentando generalmente grietas y fisuras; generalmente los elementos de ladrillos han fallado en su totalidad, como consecuencia de un mal empleo de este material, tanto en la mano de Obra como en el diseño, complementado con una mala calidad de ladrillo.

5.70 DAÑOS DE ESTRUCTURAS IMPORTANTES

Si bien estas edificaciones de Concreto Armado, no han sufrido daños de consideración, en la inspección realizada se encontraron deficiencias de diseño y de construcción.

Los errores de diseño y de construcción encontrados en las edificaciones de Chíncha Alta, son prácticamente los mismos que han causado graves daños en otros sismos. Se trata generalmente de deficiencias fáciles de determinar y que no requieren de estudios detallados ni de análisis minuciosos.

Rigidización de Columna y posible efecto de columna corta.

Es el problema más frecuente encontradas en las edificaciones modernas (Colegios, Hospitales, Fábricas, etc.), de Concreto Armado, la rigidización de las columnas, se presentan generalmente, cuando los muros disminuyen la altura libre de las columnas, originando concentración de esfuerzos en el tramo libre. Así mis-

mo, se ha encontrado edificaciones que tienen uno o dos de los pórticos longitudinales con sus columnas libres, en tanto que las otras tienen paredes que se levantan desde el piso hasta cerca de 50 a 100 cms. del piso superior. Esto deja la columna empotrada - en la pared, en casi la totalidad de la altura del entrepiso a excepción de los 50 a 100 cms. superiores.

Esta porción libre, tiene que tomar un gran porcentaje de la fuerza lateral, desde que ellas son en general mas de 20 veces mas rígidos que las columnas de los pórticos que se encuentran libre. Es decir que el efecto de rigidización causado por estos muros en una fracción del total de columnas de la estructura, hace que estas pocas columnas arriostradas, tomen gran parte del esfuerzo de corte a nivel del piso considerado y sufran al no estar diseñadas para resistir estos esfuerzos aumentados, la destrucción parcial o total. Los daños estructurales que puede causar esta deficiencia, varían desde una grieta por tracción diagonal en algunas columnas, hasta colapso parcial, como fuera observado en Lima y Huaraz con los sismos acaecido anteriormente al 3 de Octubre de 1,974.

Veamos un ejemplo de una columna arriostradas hasta sus 3/4 partes por un muro y los efectos de incremento de la acción cortante no previsto.

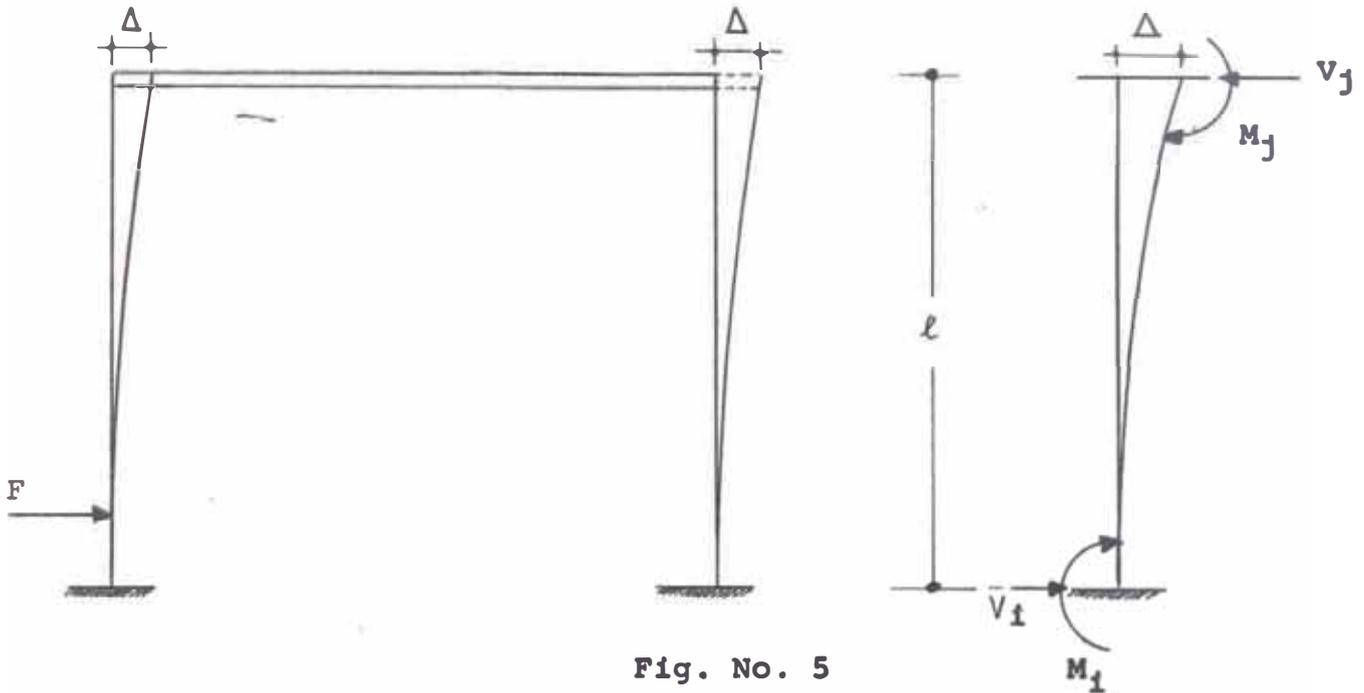


Fig. No. 5

F = fuerza horizontal producido por el sismo.

Los momentos de empotramiento debidos a su desplazamiento - relativo del extremo, tienen los siguientes valores.

$$M_1 = \frac{6 E I \Delta}{l^2}$$

y

$$M_j = \frac{6 E I \Delta}{l^2}$$

y a la vez sus respectivas cortantes, tienen los siguientes valores:

$$V_1 = \frac{12 E I \Delta}{l^3}$$

y

$$V_j = \frac{12 E I \Delta}{l^3}$$

Pero, si al arristrar las columna hasta sus 3/4 partes, o sea - dejando 1/4 de su altura libre, este incrementará su cortante. (Fig. 6).

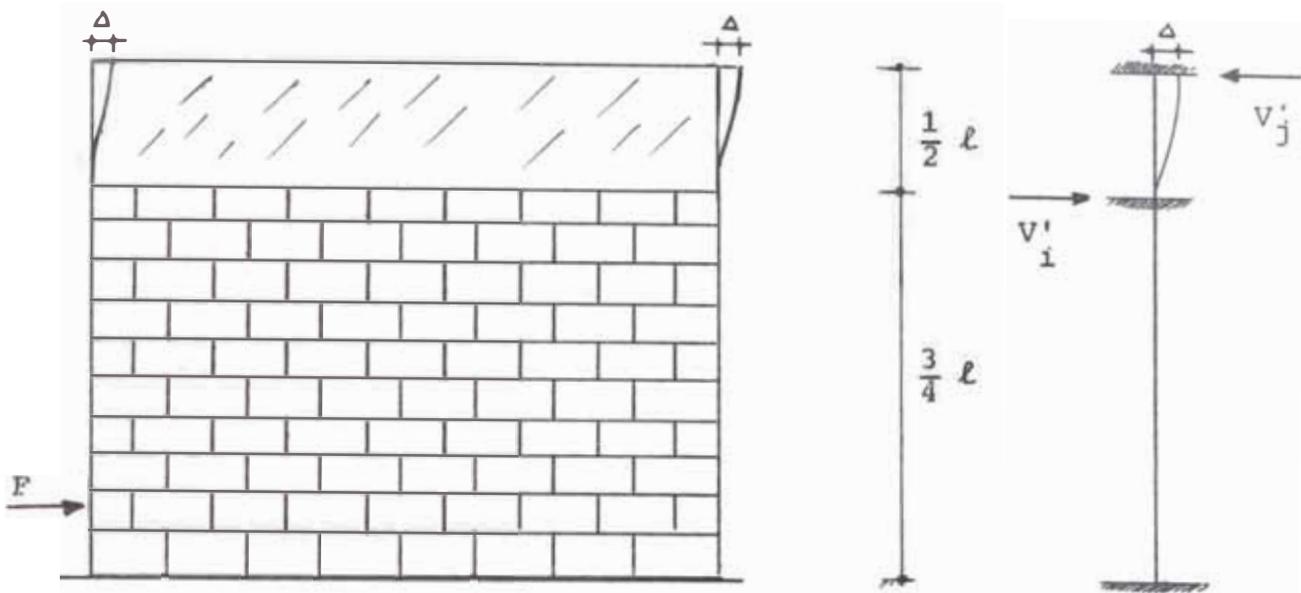


Fig. No. 6

$$V'_i = \frac{12 EI \Delta}{(1/4)^3} = 64 \left(\frac{12 EI \Delta}{1^3} \right) = 64 V_i$$

donde se aprecia que por el hecho de haber levantado el muro en 1/4 de longitud, la cortante original se ha incrementado en 64 veces su valor, situación para la cual no ha sido diseñada.

Para aumentar la resistencia de las columnas se puede proceder de diferente manera, siendo la mas recomendable:

- a.- Aumentando la sección de la columna e incrementando los estribos, de tal manera que puedan absorber todo el cortante adicional que originaría una sollicitación por acción sísmica, el cálculo dependerá en cada caso de la naturaleza de la columna y su grado de arriostramiento.

b.- Se puede evitar el incremento de la cortante, tratando de evitar el empotramiento (arriostamiento) por medio de una separación entre las columnas y el muro interno. Esta separación del muro se puede hacer, colocando al contorno de él, dos pequeñas columnas de amarre con una viga solera en la parte superior, según se muestra en la figura N° 7.

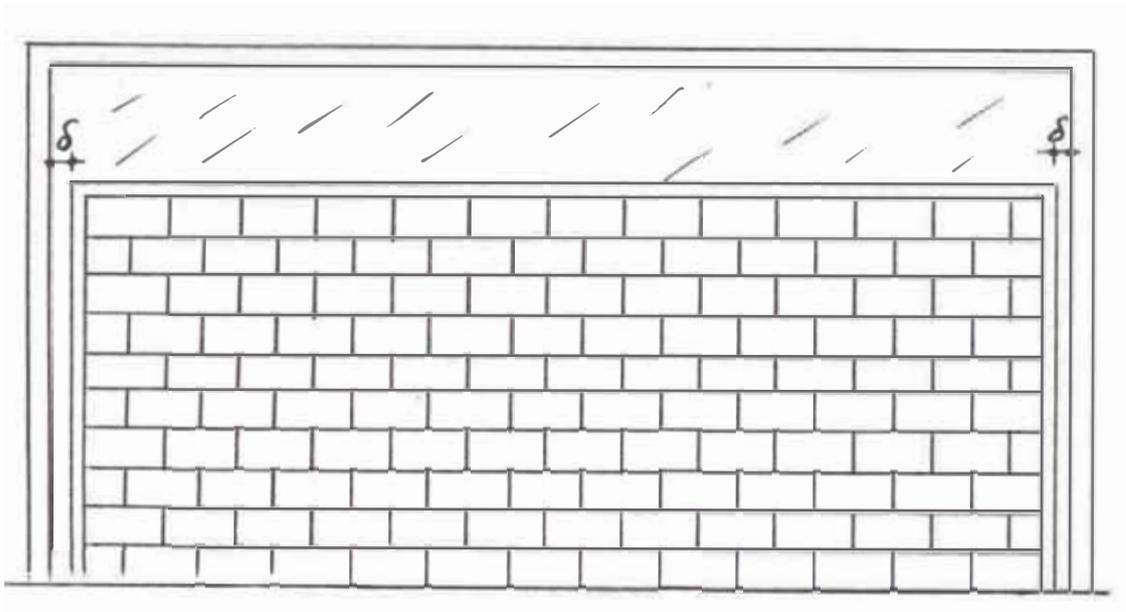


Fig. No. 7

La separación δ , se tomara en función de las Normas Peruanas de Diseño Antisísmico, que fija una separación de 3 cm. para una altura de 5 mt., en nuestro caso bien se podría optimizar esta separación y disminuirla en forma conveniente.

5.80 PROCESO EN LA REPARACION DE VIVIENDAS

Como se ha visto en la historia sísmica del Perú, la Costa Peruana es donde se encuentra la mayor actividad, situación por la cual, es necesario establecer criterios y normas que brinden seguridad a las edificaciones en especial viviendas, frente a la ocurrencia de terremotos que son características predominantes del país.

Todos estos trabajos pueden ser aplicadas a futuras edificaciones, ocurriendo todo lo contrario a las construcciones existentes, donde existe una serie de errores constructivo, complementado por falta de diseño por refuerzo laterales, ocasionados por sismo y empleo de materiales de mala calidad, lo que hace a una región de verse ante un constante peligro, que a la ocurrencia de un sismo origina cuantiosas pérdidas materiales y vidas humanas, características existente en la ciudad de Chíncha, posteriores al sismo del 3 de Octubre, en la que se tiene un alto porcentaje de edificaciones dañadas, situación por la cual nos induce a proponer - dos alternativas.

- I.- Demoler todo tipo de edificaciones dañadas y construir con criterio y normas que brinden seguridad. Siendo esta alternativa desde el punto de vista económica, costosa.

II.- Crearse un Programa de Asesoría Técnica de reparación de viviendas, y que ésta esté integrado por Ingenieros y Técnicos expertos en la rama constructiva de edificaciones.

Esta segunda alternativa es la mas conveniente, ya que de esta forma nos permitiría tener un equipo permanente de profesionales nacionales especializado en estas actividades, para que en cualquier catástrofe ponga en práctica este plan.

5.81 Reparación de estructura de ladrillo

En las edificaciones por reparar, se ha notado que los elementos de ladrillos a fallado en su totalidad como consecuencia de un mal empleo de este material, tanto en la mano de Obra como en el diseño, complementando con una mala calidad de ladrillo. En casos como vivienda unifamiliares de 1 o 2 pisos (Sector I y V) donde el empleo de este material cubre la mayor parte de las viviendas existente, se nota la ausencia de elementos de confinamiento (columnas y vigas), de modo que los muros portantes y secundarios fueron incapaces de resistir los esfuerzos provenientes de movimientos sísmicos moderados. Estos mismos conceptos podemos incluir en los muros de cercos, muros de azotea y elementos no estructurales.

5.81.1 Material a utilizar

En la inspección del tipo de ladrillo a utilizar debe seguirse las siguientes pausas.

1° Aprobación del tipo de ladrillo en los planos. es responsabilidad del inspector chequear el tipo y calidad del ladrillo especificado en el plano, lo que le permitirá verificar que la construcción en el campo este de acuerdo a lo indicado en el diseño

2° Inspección de graduación y calidad.

Estar seguro que los ladrillos tengan el tamaño correcto y el tipo indicado.

Observar el deseo o proposito de que ha de ser humedecido durante su empleo y que carezcan de daños o impurezas.

3° Conformidad del tamaño con el Reglamento.

Se debe tener la seguridad que el tamaño del ladrillo este conforme con las dimensiones indicadas en el Reglamento respectivo.

4° Verificación de Resistencia del ladrillo.

Obtener datos de esfuerzos a la compresión, tracción y compararlo con lo que propone el Reglamento.

5.812 Fracturas en muros de ladrillo.

Los muros que presentan fracturas o sea grietas con desplazamiento y en el cual comprometen su estabilidad, comunmente se procede a la demolición de una parte del muro existente.

Estas fallas generalmente se presentan en forma diagonal (tracción diagonal), según se aprecia en la fig. No. 7.

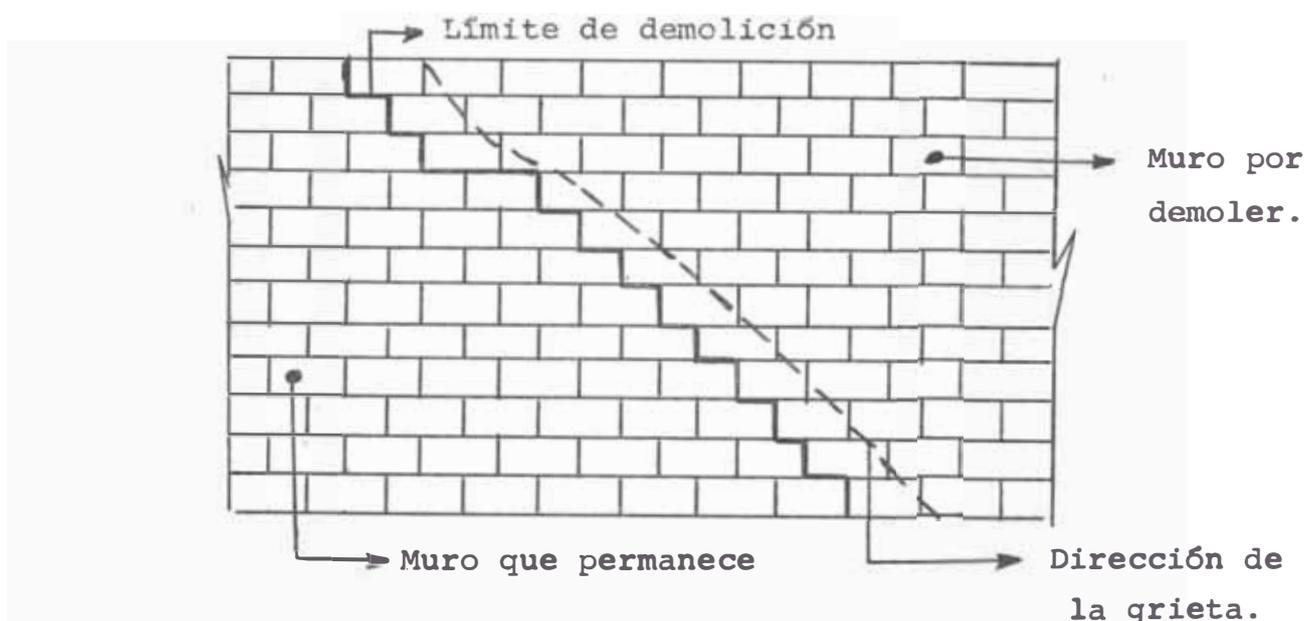


Fig. No. 7

Recomendaciones para la demolición.

Se debe tener presente para esta clase de reparación las siguientes recomendaciones.

- 1° Demoler el muro que no ofrece ninguna seguridad, de tal forma, que esta se lleve a cabo, dejando al muro que per

manece, en forma dentada.

2° Limpiar y humedecer la parte dentada, para que al utilizar el mortero esta tenga una buena adherencia entre la construcción antigua y la nueva.

3° Utilizar mortero con proporción 1:6 y haciendo una altura máxima de 1 mt. diario.

4° Utilizar para el tarrajeo una proporción de 1:5 con un espesor de 1.5 a 2 cm.

5.81.3 Agrietamiento en muro de ladrillo.

Estas fallas generalmente se han presentado en las casas unifamiliares -según fig. 8 - y donde su proceso de reparación es factible de llevarse a cabo.

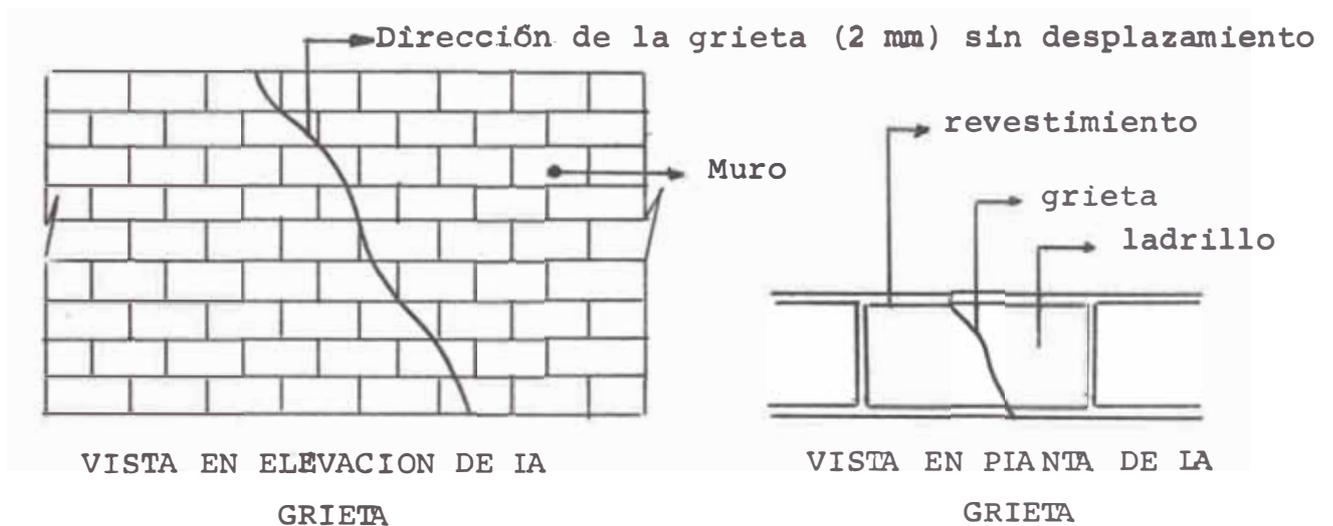


Fig. No. 8

5.81.4 Proceso en la reparación de una grieta

Este tipo de agrietamiento según figura No. 9, es factible de repararse procediendo de la siguiente manera.

- Se pica la grieta en forma de V de tal forma que tenga 3-cm. de ancho y también unos 3 cm. de profundidad.
- Una vez terminado el picado se limpia, pero sin utilizar agua para evitar formar barro que obstruya la grieta.
- Una vez limpia, se remoja en este momento la parte picada y se rellena con un buen mortero rico, de preferencia 1:3 (1 cemento por 3 de arena fina).
- Tarrajear.

Esta secuencia del procedimiento se puede ver en la siguiente figura. No. 10.

VISTA EN ELEVACION DE LA GRIETA PICADA

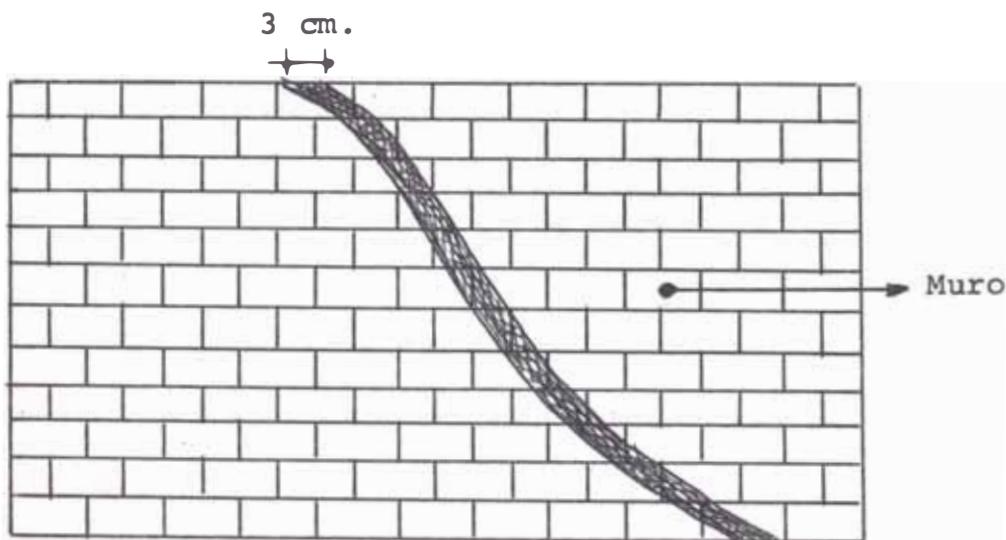


Fig. No. 9

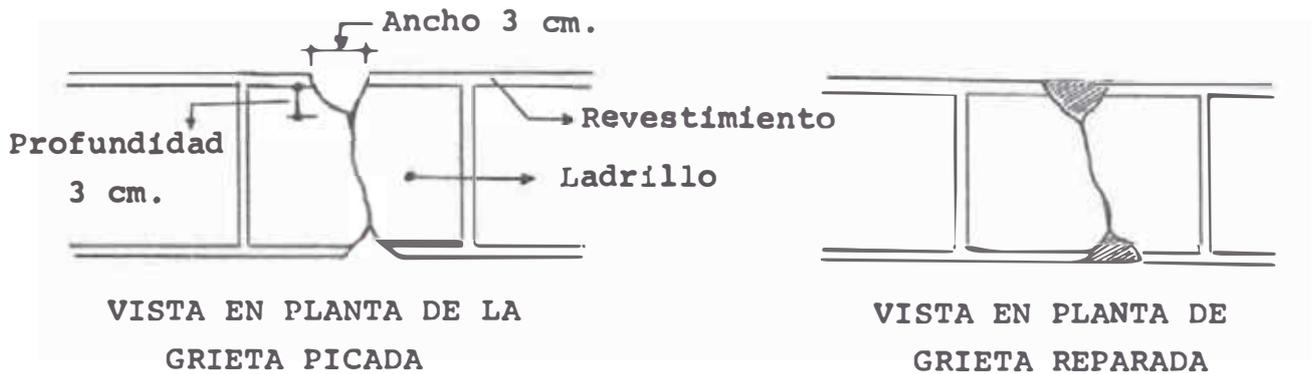


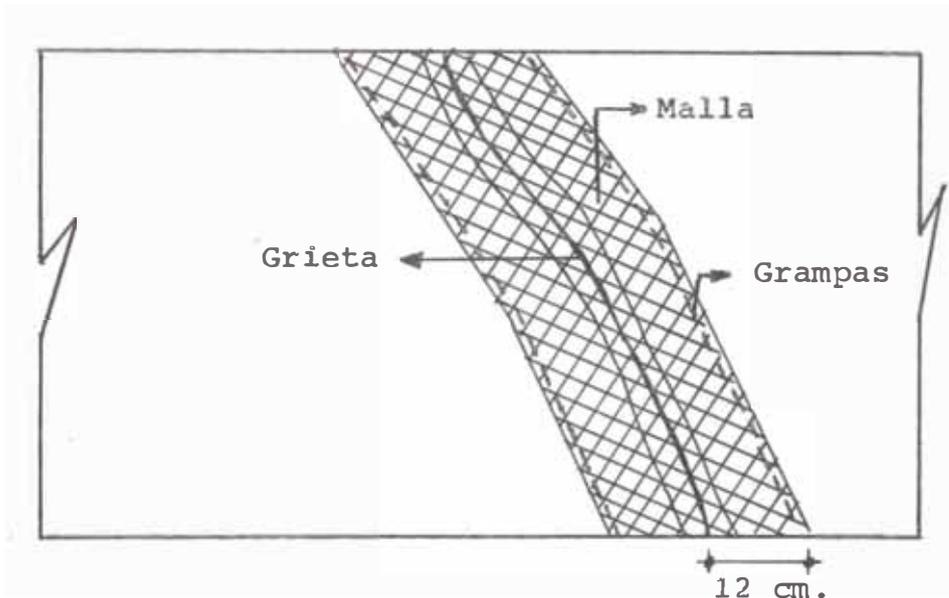
Fig. No. 10

5.81.5 Seguridad de reparación de agrietamiento

Para una mayor seguridad en la reparación de agrietamiento se puede seguir el siguiente procedimiento. (Fig. No. 11)

- 1° Picar el revestimiento aproximadamente unos 15 cm. a cada lado de la grieta y en forma de "V" con 3 cm. de ancho.
- 2° Limpiar la parte picada, de preferencia inyectando aire a presión (Sopletear), evitando mojar la grieta en primera instancia para impedir la formación de barro que obstruye la grieta.
- 3° Colocar la malla metálica, fijandola con grampas paralela a la grieta, aproximadamente a 12 cm. de ella.

4° Tarrajear.



GRIETA REPARADA

Fig. No. 11

5.81.6 Fisuras en muro de ladrillo

Estos defectos se han presentado en gran porcentaje en las casas unifamiliares de material noble, recomendando para su reparación, el picado del tarrajeo y luego su revestimiento.

Estas fisuras (abertura menor de 1 m.m.) generalmente no atraviezan el muro.

5.90 INSPECCION DE OBRA

Este tema que a continuación presentamos es consecuencia de la ficha de evaluación, y espera sirva en un futuro como base para las edificaciones construida en la zona.

Basado en el estudio realizado en la ciudad de Chíncha, en la similitud de viviendas dañados y del análisis de fallas encontradas en edificaciones, podemos afirmar categóricamente, que estos defectos observados en alto porcentaje, es debido a que en su proceso de construcción se ha tenido descuido e indiferencia, y ha primado una serie de criterios no técnicos que han contribuido a estos errores, como complemento de errores constructivos.

Todo esto podemos sintetizarlos en las siguientes observaciones que no necesariamente son todas, pero sí básicos.

Factor económico : Bajar el costo de la construcción, debido a cálculos errados en su financiación, de modo que el contratista se vea en la necesidad de emplear materiales de baja calidad, utilizar mezclas y dosificaciones pobres, y en general busca una economía en perjuicio de la buena calidad y seguridad de la edificación para lo cual fue diseñada.

Factor tiempo : En muchos casos, el estudio de control y avance de obra pasa a un lugar secundario, preocupándose el contratista de avanzar en el menor tiempo posible; por ejemplo, no respetando el tiempo de permanencia del encofrado de una viga o un aligerado.

Factor mano de obra : Este es un factor que ha contribuido a la presencia de defectos constructivos. El empleo de personal no capacitado es uno de los problemas en las cuales pocas compañías constructoras ponen el debido cuidado. Se sugiere que para minimizar estos errores, se dicten cursillos acelerados sobre procesos constructivos, editado por profesionales competentes en las ramas constructivas.

Factor inspección. La falta de inspecciones competentes, concienzudos e inteligentes, especialmente en entidades estatales y particulares que entregan sus proyectos para su ejecución. Se hace necesario que estas entidades propongan sus inspectores de obras, y estos sean a la vez profesionales con experiencia constructivas.

Factor material. Otro de los elementos constituyentes en elevar la magnitud del desastre, son los materiales de construcción (ladrillo, adobe, Quíncha etc.) de mala calidad, que no han seguido un proceso de elaboración que exige las Normas Técnicas.

EXPERIENCIA Y OBSERVACIONES DEL SISMO

Considerando las observaciones del terremoto del 3 de Octubre de 1974 se deduce que:

- Las edificaciones en la cual se ha respetado estrictamente las disposiciones que indican los Reglamentos y las Normas de Construcciones han soportado eficazmente el mo

vimiento sísmico.

- Otras en cambio, debido a fallas de diseño y construcción, en donde no se ha puesto cuidados y controles de inspección han sufrido enormes daños, de modo que su costo de reparación es elevado o la pérdida es total.
- Existen construcciones en general que, exhibiendo fallas notorias de diseño o construcción, han sido capaces de pasar la prueba de un sismo sin daños aparente, mas que todo debido a diversas circunstancias que han favorecido, más de caracter probabilístico que de buen diseño o construcción. Logicamente que este hecho no induce a que sea una aprobación para que se practique, sino, que más aun es aconsejable y recomendable llevarse adelante una modificación o refuerzo en dichas construcciones, puesto que en una proxima oportunidad puede no gozar de aquellas circunstancias especiales que la favorecieron.

Es muy importante señalar que la destrucción afectó en su mayor parte a construcciones que tienen cierta antigüedad, en donde los conocimientos de ingeniería antisísmica eran nulos, puesto que en el Perú no habfan Normas o Reglamento de Diseño y Construcción Antisísmica de alcance Nacional.

Lógicamente que en muchos casos se ha seguido un correcto diseño de la construcción o estructura e incluso respetando las -

Normas y Reglamento referente a diseño, pero recién ante acciones sísmicas han puesto en evidencias los defectos, que ha veces sin un sismo no se notarían. Estos defectos constructivos, hacen a la obra mas vulnerable a las sollicitaciones eventuales (sismo, vientos, explosivos, etc.) y pueden cambiar totalmente la forma de afrontar una sollicitación, debilitan la capacidad resistente del elemento, y en esta situación no es capaz de hacer frente con éxito a la acción sísmica.

En una obra con defectos constructivos que ha sido dañado por un sismo, es muy difícil establecer como funciona su estructura antisísmica, y esta constatación es muy importante para nosotros, puesto que estos datos nos deben servir para sacar experiencias en caso de que la estructura dañada pueda ser reparada para tomarlo en cuenta durante el diseño del proyecto de reparación.

C A P I T U L O VI

ZONIFICACION

Dados los grandes daños ocasionado por el sismo del 3 de Octubre de 1,974, se hizo imprescindible hacer en forma preliminar la zonificación sísmica de la ciudad de Chincha, en base de los datos obtenidos de los estudios en función de los anteriores capítulos desarrollados.

Esta zonificación, tomó como base a las siguientes parametros:

- a.- A la topografía
- b.- A la presencia de agua
- c.- Al tipo de suelo
- d.- Al tipo de vivienda predominante.

Con las características geológicas, naturaleza de los suelos, conocimiento topográfico del terreno, así como también el nivel de la napa freática y el tipo de vivienda predominante, con las cuales se puede hacer una zonificación preliminar en base a la cual veremos la respuesta de una determinada zona, al fenómenos sísmico destructor.

Teniendo en cuenta lo antedicho, el Distrito de Chincha Alta y Pueblo Nuevo se han dividido en tres zonas. Ver mapa No. 1.

Zona A.- Esta conformada por el Sector I y II; esta zona en toda su área, esta constituido por relleno aluvial consolidado (cuaternario medio), este es un suelo que fue transportado, cuya profundidad se cree está a 100 mts. (Estudio realizado por el Ministerio de Agricultura-Dirección de agua subterránea-), los daños causados en esta zona, desde el punto de vista geológico y teniendo en cuenta la naturaleza del terreno, se podría decir que las ondas sísmicas no han sido amplificadas.

En un 40% de las edificaciones son de material noble, habiendo sufrido las construcciones daños pequeños, probablemente por la buena cimentación que tienen, estando asentado sobre suelo firme; en cambio las construcciones de adobe y quincha han sufrido grandes daños debido a la falta de cimentación provocando la inestabilidad del muro debido a la erosión, complementado por la esbeltez y la falta de una cadena superior de amarre.

Zona B.- Está conformado por los sectores III y IV, siendo estos sectores los mas antiguos de la ciudad. El estrato superior en esta zona que tiene poco ancho, esta conformado por un suelo de relleno, donde las ondas sísmicas se amplifican considerablemente, razón por la cual, es en esta zona donde se ha observado gran cantidad de daños, y aun más el terreno ha sufrido hundimiento o esponjamiento tal como sucede en las calles: Lima, Grau, Junín, Ayacucho, Colón, Maurtua y otros.

En esta zona existe un gran porcentaje de viviendas de ado -

bes que colapsaron, debido en gran parte a la falta de cimentación, y principalmente al tiempo de edificación, complementado por el alto contenido de humedad en el estrato de arcilla, debido a las filtraciones de agua de las tuberías deterioradas.

Esta zona que es la mas antigua de la ciudad, se encuentran todas las edificaciones de concreto armado, no habiendo sufrido estas daño de consideración; la razón de que estas edificaciones no haya sufrido daño se podría interpretar como, que las cimentaciones se encuentran sobre el aluvial, y esta tenga estrato de grandes potencias.

Zona C.- Es la zona comprendida por los sectores V, VI y VII, es la zona de contacto entre el depósito aluvial y el basamento rocoso; las viviendas predominante es de adobe y quincha (70%) y material noble (20%); los daños causados en esta zona, desde el punto de vista geológico y teniendo en cuenta la naturaleza del terreno se puede decir que ha sido normal (si es que se puede llamar normal a los efectos de un fenómeno sísmico), por que las ondas no se han amplificado tal como sucede siempre en zona de contacto. (depósito aluvial y el basamento rocoso)., no sucediendo en este caso, por el hecho de que las estructuras con todas sus deficiencias, se han conportado bien y la intensidad no ha podido ser mayor que VII.

Los daños sufridos en las edificaciones en esta zona, se debe mas que nada a la predominancia del material de adobe, complementado por el mal proceso constructivo y el material empleado.

C A P I T U L O VII

CONCLUSIONES

Con respecto a la generalidades de la zona en estudio.

La ciudad de Chincha ha sufrido un fenómeno de densificación, en el casco antiguo y de expansión acelerado en la zona de Pueblo Nuevo. El aumento poblacional ha seguido la Tasa de 6% para Chincha y 35% para Pueblo Nuevo en los últimos once años. Esto implica una Tasa promedio para el conjunto de 20.5%.

Con respecto a las condiciones físicas de la zona en estudio.

La zona más crítica, es la que está comprendida por los sectores III y IV, la que está conformada por un suelo de relleno, fluctuando su potencia de arena, arcilla-limosa de 2 a 3 mts.

- El suelo de Chincha, es de composición claramente salitrosa, lo que limita mucho la vida de las casas construida con adobe, hecho que nos está indicando que debemos de construir con este material bajo un sistema Técnico.

Con respecto a los Materiales utilizados en las edificaciones.

- El ladrillo tipo K.K. no cumple con las normas establecidas por la ITINTEC, encontrándose por lo general dos o más de las si-

- güentes defectos:
- a.- Resquebrajaduras o grietas
 - b.- Sumamentos porosos
 - c.- No se encuentran los suficientemente cosidos.
 - d.- Presentan manchas blanquesinas de caracter salitroso.

- El "hormigón" se usa tal como se encuentra en el yacimiento, sin la necesaria separación por medio de cribas, encontrándose en los áridos la presencia de impureza, contribuyendo a bajar la resistencia de la edificación.

- La tierra utilizada en los adobes, no cumple generalmente con la debida proporción de materia prima (arcilla, paja y arena). encontrándose en muchos casos grietas o deformaciones.

Con respecto a las deficiencias encontradas en las edificaciones.

- Las construcciones de adobe han sido construídas con el mas mínimo criterio técnico, encontrándose innumerables defectos constructivos, como:

- a.- Falta de cimentación (100%)
- b.- Carencia de una cadena superior de amarre.
- c.- Trabas inadecuadas y deficiente en los encuentros de muros.
- d.- Vanos de puertas y ventanas muy ancho y poco empotramiento de los dinteles.
- e.- Gran esbeltez (4 mt. aprox.)

- güentes defectos:
- a.- Resquebrajaduras o grietas
 - b.- Sumamentos porosos
 - c.- No se encuentran los suficientemente costados.
 - d.- Presentan manchas blanquesinas de caracter salitroso.

- El "hormigón" se usa tal como se encuentra en el yacimiento, sin la necesaria separación por medio de cribas, encontrándose en los áridos la presencia de impureza, contribuyendo a bajar la resistencia de la edificación.

- La tierra utilizada en los adobes, no cumple generalmente con la debida proporción de materia prima (arcilla, paja y arena). encontrándose en muchos casos grietas o deformaciones.

Con respecto a las deficiencias encontradas en las edificaciones.

- Las construcciones de adobe han sido construídas con el mas mínimo criterio técnico, encontrándose innumerables defectos constructivos, como:

- a.- Falta de cimentación (100%)
- b.- Carencia de una cadena superior de amarre.
- c.- Trabas inadecuadas y deficiente en los encuentros de muros.
- d.- Vanos de puertas y ventanas muy ancho y poco empotramiento de los dinteles.
- e.- Gran esbeltez (4 mt. aprox.)

- Gran porcentaje de edificaciones de ladrillo carecen de arriostre, estando edificado sus muros en forma empírica.

Conclusión General

- La evaluación de las pérdidas de vidas y materiales a causa del sismo, arrojo para la provincia de Chincha:

11	muertos
107	heridos
903	casas destruídas
1053	casas inhabitables
4515	damnificados.

C A P I T U L O V I I I

RECOMENDACIONES

Con respecto a la generalidades de la zona en estudio.

- Que el Concejo Provincial, prohíba todo tipo de reconstrucción o construcción en aquellas calles donde el plano regulador de la ciudad contemplaba futura ampliación:

- Los servicios de Infraestructura (luz, agua, desagüe, entre otros) marcadamente deficientes, deben ser reemplazadas por otras modernas que respondan a las necesidades de la población, y a su crecimiento vegetativo, por un determinado número de años.

Con respecto a las condiciones física de la zona en estudio.

- Confeccionar un mapa de la capacidad portante del suelo y tratar de establecer una interrelación entre esta capacidad y el aumento de intensidad sísmica M.M.

- Debe recalcar que por seguridad y economía, es impostergable realizar cuanto antes los estudios de Microzonificación sísmica del Area de Chíncha, porque es un estudio que sería de gran provecho para realizar de una manera mas exacta, la evaluación de la resistencia sísmica de las edificaciones.

Con respecto a los materiales utilizados en las edificaciones.

- Ejercer un mayor control, en el proceso de fabricación del ladrillo y que estos cumplan con las Normas establecidas por la INTINTEC.

- Verificar la resistencia del ladrillo, sometiendolo a prueba de ensayo, obteniendo datos de esfuerzos a la compresión, tracción y compararlo con lo que propone el Reglamento.

- Impartir charlas o folletos sobre la fabricación del adobe, y a la vez indicar el proceso constructivo empleando este material.

Con respecto a las deficiencias encontradas en las edificaciones.

- Las construcciones de adobe que han sufrido daños de consideración, lo mas conveniente sería demoler la edificación, y emplear este mismo material pero bajo un criterio técnico.

- Las edificaciones de ladrillo que carecen de arriostre, deben ser enmarcados mediante elemento de concreto armado, esto a la vez incrementará apreciablemente la estabilidad del muro ante los efectos sísmicos, le dará mayor resistencia.

- En las construcciones de concreto armado, para evitar fallas por columnas cortas, es recomendable, separar la columna del pórtico del muro interno. Esta separación del muro se puede hacer colocando al contorno de él, dos pequeñas columnas de amarre con una viga solera en la parte superior, según se muestra en la figura.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Informe de la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la zona afectada (CRYRZA) por el sismo del 31 de Mayo de 1970.
- 2.- KUROIWA, J., El sismo del 24 de Setiembre de 1963, Instituto de Estructuras, Universidad Nacional de Ingeniería, Boletín No. 9, Lima.
- 3.- CONCEJO PROVINCIAL DE CHINCHA. Algunos aspectos del Distrito de Chincha Alta y Pueblo Nuevo. Expedientes editados por el Departamento de Planificación y Estadísticas.
- 4.- SILGADO ENRIQUE, P. Historia de los sismos mas notables ocurridos en el Perú (1915-1960) Instituto Panamericano de Geografía e Historia - Comité Panamericano de Ciencias Geofísicas.
- 5.- MANUAL PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CON ADOBE.- Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la zona afectada (CRYRZA) y Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI) - Oficina Nacional de Desarrollo Comunal - Dirección de Promoción.
- 6.- KUROIWA, J. Apuntes de clases del curso de Ingeniería Antisísmica del P.A.I.C - UNI - LIMA.
- 7.- PEREZ CARLOS - RUIZ DAVID, Control de la calidad de los materiales de construcción - Tomo III.- Forum Nacional de Vivienda, Colegio de Ingenieros del Perú.

- 8.- MINISTERIO DE VIVIENDA - Guía de Evaluación y Supervisión para unidades Residenciales por auto construcción. VII curso de adiestramiento en auto construcción. Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA) Lima-Perú, 1970.
- 9.- MINISTERIO DE AGRICULTURA.- Estudio de las Aguas Subterráneas en el Valle de Chíncha.
- 10.- INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, Lima-Perú.
- 11.- NORMAS PERUANAS DE DISEÑO ANTISISMICO - Setiembre de 1968.
- 12.- REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES.
- 13.- JULIO VARGAS NEUMAN.- Generalidades y conceptos básicos de la construcción Antisísmica - 2da. Edición - Universidad Católica del Perú - Departamento de Ingeniería.
- 14.- RAUL E. ROSALES TRELLES.- Posible efecto en Instalaciones Industriales; bajo la hipótesis de ocurrencia de un sismo destructivo en el área de Lima Metropolitana - Tesis de Grado, PAIC - UNI, Lima-1974.
