



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL TERREMOTO DEL 27 DE
FEBRERO DEL 2010 EN LAS VIVIENDAS SOCIALES DE
CONSTITUCIÓN**

FELIPE MANUEL CASTRO MELO

**PROFESOR GUÍA:
MARÍA OFELIA MORONI YADLIN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
MAXIMILIANO ASTROZA INOSTROZA
JORGE JIMENEZ FUENTES**

**SANTIAGO DE CHILE
ABRIL 2011**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
POR: FELIPE CASTRO MELO
FECHA: 15/06/2011
PROF. GUIA: Sra. MARIA OFELIA MORONI

“ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL TERREMOTO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010, EN LAS VIVIENDAS SOCIALES DE CONSTITUCIÓN.”

Diversos autores han propuesto Índices de Vulnerabilidad que pueden predecir la existencia o no de daños en una estructura expuesta a un sismo de gran magnitud. Estos índices para ser efectivos deben correlacionarse con los daños producidos en estructuras específicas. En efecto, con los datos recopilados después del terremoto de marzo del 1985 se pudo identificar algunos rangos de valores para edificios de vivienda social de albañilería confinada.

El objetivo del presente trabajo fue determinar los índices de vulnerabilidad estructural propuestos por Meli (1991), Gallegos (1986) y GNDT (1982) al parque de edificios de vivienda social existentes en la comuna de Constitución, y correlacionarlos con el grado de daño observado en dichos edificios producto del sismo del 27 de Febrero del 2010. Todo esto, con el fin de verificar o modificar los valores de los índices que definen la existencia de los diferentes grados de daño en estos sistemas estructurales.

Se eligió la ciudad de Constitución, dado que se encuentra muy cercana al epicentro del último terremoto, y posee una importante cantidad de edificios de 3 y 4 pisos estructurados con muros de albañilería confinada o parcialmente confinada que sufrieron daños de variada magnitud incluyendo el colapso en un par de ellos. Además se incluyó un conjunto que tuvo daños severos en Cauquenes.

De los tres índices calculados, el que mejor se correlaciona con los grados de daños determinados es el Índice de Gallegos, además de ser sencillo de calcular en una etapa de pre-diseño. El límite de este índice para aceptar un diseño debiera ser 0.5. En el caso del Índice de Meli que calcula la densidad de muros por unidad de piso, se concluye que al menos un valor de 0.007 en ambas direcciones de la planta del edificio es necesario para evitar daños severos y que un edificio con valores de esta densidad mayores que 0.01 en ambas direcciones queda en condiciones seguras. El Índice del GNDT considera más factores, lo cual lo hace más preciso pero más complejo de calcular y se necesitan más datos para determinar la importancia relativa de todos ellos. En este caso el suelo de fundación jugó un rol fundamental en los edificios que resultaron con más daños.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis profesores María Ofelia Moroni y Maximiliano Astroza, destacados académicos de la Facultad, por la oportunidad de desarrollar este tema, y por el apoyo y paciencia brindado a través de todo el desarrollo de este trabajo de título. También agradezco al Sr Jorge Jiménez por el aporte realizado, a pesar de la distancia, con valiosa información.

Por otra parte quiero agradecer a Francisca Melo, mi madre, quien me ha brindado una vida de sacrificios, esfuerzos e incondicional apoyo, con el fin de poder alcanzar mis metas, en particular ser Ingeniero.

También quiero agradecer a todos los compañeros de facultad que pasaron a formar parte de mi vida e hicieron que mi estadía en Beauchef me dejase grandes recuerdos y muy buenos amigos, en particular a: Álvaro Pérez, Álvaro G. Sersen, Cristian Reyes, Felipe Espinoza, Israel Garrido, Manuel Núñez, Mauricio Marín, Nicolás López, Roberto Olguín, Rodolfo Saldías, Ronald Azad y Sebastián Bascuñán.

Finalmente quiero agradecer a Susana Herevia quien a pesar de no estar desde el principio de mi vida universitaria, ha sido y es un gran apoyo y motivación para lograr esta importante meta en mi vida.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 Motivación	1
1.1.2 Objetivos	1
1.2 Constitución	2
1.2.1 Antecedentes históricos.....	2
1.2.2 Antecedentes económicos	2
1.2.3 Ubicación y límites de la comuna	3
1.2.4 Crecimiento de población.....	3
1.2.5 Densidad de población	4
1.2.6 Nivel de pobreza.....	4
1.2.7 Vivienda	5
1.3 Terremoto del 27 de febrero del 2010.....	6
1.4 Edificios a analizar	9
CAPITULO II: ANTECEDENTES SISMICOS Y GEOTECNICOS DE CONSTITUCIÓN Y CAUQUENES.....	12
2.1 Caracterización sísmica de la zona estudiada.....	12
2.1.1 Descripción de unidades geológicas.....	12
2.1.2 Clasificación de los suelos de fundación.....	15
2.1.3 Intensidades máximas y consecuencias.....	16
2.2 Registro de aceleración e intensidades del terremoto 27 de Febrero del 2010.....	17
CAPITULO III: IDENTIFICACION DE LOS CONJUNTOS HABITACIONALES.....	19
3.1 Villa Cerro O`Higgins.....	20
3.2 Población Manuel Francisco Mesa Seco, etapas I y II.....	24
3.3 Población Manuel Francisco Mesa Seco, etapa III	28
3.4 Población Manuel Francisco Mesa Seco, etapa IV y etapa V	32
3.5 Población Francisco Mesa Seco, etapa VI	36
3.6 Villa Los Aromos.....	41
3.7 Población Piedra de la Iglesia	44
3.8 Población General Prieto.....	47
3.9 Conjunto Habitacional Gregorio Shepeler, etapa I y II.....	54
3.10 Villa Chacarillas, etapas I y II.....	57
3.11 Villa Chacarillas, etapa III	60

3.12 Villa Chacarillas, etapa IV	64
3.13 Villa Perla del Maule, etapa I y II	68
3.14 Villa Los Acacios, Cauquenes	72
3.15 Comentario general	76
CAPITULO IV: CÁLCULO DEL GRADO DE DAÑO	78
4.1 Metodología para la encuesta de daño	79
4.2. Encuesta de daños aplicados a edificios en estudio	79
4.2.1 Edificios Cerro O'Higgins	80
4.2.2 Edificio Mesa Seco (etapa IV)	87
4.2.3 Edificios Los Aromos.....	91
4.2.5 Conjuntos restantes	103
4.3 Análisis de la encuesta de daño.....	103
CAPITULO V: ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SISMICA.....	106
5.1 Índice de Meli	106
5.2 Índice de Gallegos.....	108
5.3 Índice de vulnerabilidad del G.N.D.T.....	114
5.4 Valores de los índices para los edificios analizados.....	125
5.5 Análisis de resultados.....	127
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	134
BIBLIOGRAFIA	137
ANEXO A	139
REGISTRO FOTOGRAFICO DE DAÑOS EN LOS EDIFICIOS ESTUDIADOS ...	140
ANEXO B	165
TABLAS DE CÁLCULOS DEL ÍNDICE DE GALLEGOS	166
ANEXO C	201
TABLAS DE CALCULOS INDICE DEL G.N.D.T.	202
ANEXO D	220
CÁLCULO DE LA FUERZA DE CORTE SOLICITANTE EN LOS MUROS	221
ANEXO E	227
REGISTRO FOTOGRAFICO GENERAL DE LOS EDIFICIOS ANALIZADOS	228

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1: Distribución población	4
Tabla 1. 2: Situación de pobreza a nivel de personas (Casen 2006).....	4
Tabla 1. 3: Total de viviendas según tipo (Censo 2002).....	5
Tabla 1. 4: Viviendas particulares ocupadas por material de construcción predominante (Censo 2002)	6
Tabla 1. 5: Estadísticas de catastros de daños y afectados por terremoto y Tsunami en la ciudad de Constitución (SAF 2010).....	9
Tabla 1. 6: Lista de los conjuntos habitacionales incluidos en este estudio y análisis... 10	
Tabla 2. 1: Descripción del suelo en la ciudad de Constitución y Cauquenes (Morales y Sapaj)	12
Tabla 2. 2: Intensidades máximas (Morales y Sapaj, 1996).....	16
Tabla 2. 3: Porcentaje de personas expuestas a distinto grado de daño en base al censo 1992 (Morales y Sapaj, 1996)	16
Tabla 2. 4: Registro de aceleraciones máximas (RENADIC, Servicio sismológico).....	17
Tabla 2. 5: Registro de intensidades máximas.	17
Tabla 4. 1: Grado de daño en el que se basa la encuesta de daño (Astroza y Monge, 1989)	78
Tabla 4. 2: Grado de daño edificio cerro O'Higgins, primer piso.....	86
Tabla 4. 3: Grado de daño edificio M. F. Mesa Seco (etapa IV), primer piso.	90
Tabla 4. 4: Grado de daño edificio Los Aromos primer piso.....	96
Tabla 4. 5: Grado de daño Los Acacios	102
Tabla 4. 6: Resumen con el grado de daño máximo asociado a cada conjunto.	105
Tabla 5. 1: Relación entre el nivel de daños y la densidad de muros en edificio de albañilería (Küpfer, 1993).....	108
Tabla 5. 2: Condición de proporcionalidad.....	109
Tabla 5. 3: Condición de proporción de altura.....	109
Tabla 5. 4: Densidad de elementos verticales	110
Tabla 5. 5: Condiciones para las conexiones de muros	111
Tabla 5. 6: Condiciones para distribución de rigidez	111
Tabla 5. 7: Condición de simetría de masas.....	112
Tabla 5. 8: Condiciones de elementos no estructurales	112
Tabla 5. 9: Valores calificación de parámetros según Gallegos.....	113
Tabla 5. 10: Valores de Factores de Adecuación	113
Tabla 5. 11: Parámetros de vulnerabilidad, puntajes y pesos utilizados en el método G.N.D.T.....	114
Tabla 5. 12: Subfactores que conforman el factor de organización del sistema resistente	

.....	115
Tabla 5. 13: Definición de clases para el factor de organización del sistema resistente	115
.....	116
Tabla 5. 14: Clasificación de las clases según tipo de suelo	121
Tabla 5. 15: Clases definidas para el parámetro de configuración de planta	123
Tabla 5. 16: Presiones de contacto estáticas y sísmicas admisibles para suelos comunes.	125
.....	126
Tabla 5. 17: Estimación del nivel de daño a partir de los valores de I_v (Gent, 2003)..	126
Tabla 5. 18: Resultados obtenidos al calcular los índices de vulnerabilidad	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Ubicación y límite de la comuna de Constitución.	3
Figura 1. 2: Epicentro del terremoto 27 de febrero del 2010	7
Figura 1. 3: Mapa zona de tsunami en Constitución.....	8
Figura 1. 4: Cartografía del estado de las construcciones en el área urbana de la comuna de Constitución	9
Figura 1. 5: Ubicación de edificios analizados en Constitución.	10
Figura 1. 6: Ubicación del edificio analizado en Cauquenes.	11
Figura 2. 1: Caracterización geológica de la comuna de Constitución (Morales y Sapaj, 1996)	14
Figura 2. 2: Caracterización geológica de la comuna de Cauquenes (Morales y Sapaj, 1996)	15
Figura 3. 1: Tipos de plantas de los edificios analizados.....	19
Figura 3. 2: Cantidad de edificios según tramo de año en que se construyó.	76
Figura 3. 3: Gráfico que indica los tipos de plantas y su representatividad.....	77
Figura 3. 4: Gráfico que indica subdivisión de planta Rectangular.....	77
Figura 4. 1: Metodología encuesta de daño (Arias, 1976)	79
Figura 4. 2: Ubicación de los edificios pertenecientes a Villa O`Higgins	80
Figura 4. 3: Ubicación de los edificios pertenecientes a Conjunto M. F. M. Seco, Etapa IV.	87
Figura 4. 4: Ubicación de los edificios pertenecientes al conjunto Los Aromos.	91
Figura 4. 5: Ubicación de los edificios pertenecientes a Conjunto Los Acacios.	97
Figura 4. 6: Gráfico que indica los edificios con o sin daño estructural.....	103
Figura 4. 7: Distribución del daño máximo entre los edificios dañados.....	104
Figura 4. 8: Distribución del daño promedio entre los edificios dañados.....	104
Figura 5. 1: Elevación caso confinado	118
Figura 5. 2: Elevación caso no confinado	118
Figura 5. 3: Parámetro límite entre diafragma rígido y flexible.....	120
Figura 5. 4: Casos más comunes que se presentan en las plantas de edificios.....	121
Figura 5. 5: Ejemplo de distribución de áreas de zapatas en franjas en una planta de fundación.....	122
Figura 5. 6: Índice de Gallegos.....	127
Figura 5. 7: Índice de Meli	128
Figura 5. 8: Índice del G.N.D.T.....	129

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Introducción

1.1.1 Motivación

Chile es un país sísmico por excelencia, por lo cual la existencia de eventos telúricos va de la mano con la historia de esta nación. El terremoto ocurrido el 27 de febrero del 2010 nos recordó esta realidad. Sus consecuencias para el centro y sur de Chile, ya sea por pérdidas materiales o vidas humanas alcanzó un nivel que se puede catalogar como catástrofe nacional. Pero no sólo destrucción y muerte es lo que quedó tras este evento, también una importante información, la que se debe aprovechar para entender el comportamiento de las estructuras construidas, sobre todo en las localidades más cercanas al epicentro de este terremoto. Esto motiva la realización de este trabajo de título, en particular estudiar la vulnerabilidad sísmica de los edificios de albañilería armada o confinada de 3 o más pisos construidos en los programas de viviendas sociales y relacionar este estudio con los daños observados en los edificios producto del terremoto.

La ciudad de Constitución es la elegida para realizar este análisis de daños en edificios sociales debido a que esta ciudad se encuentra muy cercana al epicentro y cuenta con el tipo de edificación antes indicado. Cabe mencionar que se incluye un conjunto dañado ubicado en la ciudad de Cauquenes dado que cumple con características similares a las antes aludidas. Por otra parte Constitución fue una de las comunas más afectadas por el terremoto y posterior tsunami. En efecto a esta ciudad pertenece uno de los dos edificios construidos en albañilería que llegaron al grado de colapsar producto del terremoto que afectó al país. Además en esta ciudad se reportaron 1531 viviendas dañadas y 4245 personas damnificadas; todo esto enmarcado en un contexto en el que se perdieron medio millar de vidas en todo el país.

1.1.2 Objetivos

El objetivo general de este trabajo de título es entender el desempeño observado en los edificios de albañilería estructural construidos en la ciudad de Constitución.

El objetivo específico es determinar algunos índices de vulnerabilidad de cada edificio analizado y determinar el grado de daño con el cual quedaron; con estos antecedentes se correlacionan ambas variables.

1.2 Constitución

1.2.1 Antecedentes históricos

La zona donde se emplaza la ciudad fue antes de la llegada de los españoles un lugar de pesca y refugio de los indígenas changos y mapuches. En 1793, el gobernador de Chile Ambrosio O'Higgins autoriza la fundación de la villa bajo el nombre de Nueva Bilbao. En 1828, se le rebautiza con el nombre actual en honor a la Constitución de 1828 que se estrenaba en ese entonces.

1.2.2 Antecedentes económicos

En sus inicios la ciudad se dedicó principalmente a la fabricación de barcos, destacándose los lanchones llamados faluchos. En el siglo XIX, Constitución se transformó en el principal astillero del país. Luego, con la construcción del ferrocarril hacia Talca, se transformó en el puerto de salida de los productos agrícolas del valle del Maule. A inicios del siglo XX, la plantación de pino y eucalipto transformó a Constitución en el centro maderero del país. Consciente del enorme potencial industrial se conforma la Celulosa Arauco y Constitución en el año 1979 (CELCO). Hoy, Constitución es el tercer productor de papel de Chile, detrás de Laja y Valdivia.

Asimismo, Constitución destaca como balneario y destino turístico, teniendo como principales atractivos sus extensas playas de arena negra, sus formaciones rocosas, declaradas por el Consejo de Monumentos Nacionales como Santuario de la Naturaleza y en donde destaca la Piedra de la Iglesia, símbolo de la ciudad. Otro importante atractivo es el Tren Ramal, último tren de trocha angosta en Chile que une las ciudades de Talca y Constitución, cruzando por una serie de pequeñas villas ubicadas a las orillas del navegable Río Maule y el puente Banco Arena. Su geografía hace lucir a Constitución como una de las ciudades más atractivas de Chile en lo que a bellezas naturales se refiere.

1.2.3 Ubicación y límites de la comuna

Constitución es una comuna y ciudad de la Provincia de Talca en la VII Región del Maule de Chile. Se encuentra ubicado en la orilla sur de la desembocadura del Río Maule en el Océano Pacífico. La ciudad se encuentra limitada por numerosos cerros y colinas, siendo la más importante la colina del Mutrún, situada cerca de la desembocadura. Hacia el sector costero, destacan las formaciones pétreas y roqueríos varios.



Figura 1. 1: Ubicación y límite de la comuna de Constitución.

1.2.4 Crecimiento de población

La Tabla 1.1 indica el número de habitantes de la comuna entregada en el censo realizado en 1992, Censo 2002 y encuesta Casen realizada el 2006.

Tabla 1.1: Distribución población

Comuna	Población		
	Censo 1992	Censo 2002	Casen 2006
Constitución	40340	46081	50531
Cauquenes	40279	41217	41369

La población de Constitución ha experimentado un crecimiento de un 25.3% en el periodo comprendido entre 1992 y 2006, en tanto que Cauquenes prácticamente se ha estancado con un crecimiento de un 2.7%.

1.2.5 Densidad de población

Considerando que esta comuna consta de un área total de 1334 km² y tomando la población total al año 2006, se establece que la densidad de Constitución es de 37.9 hab/km².

1.2.6 Nivel de pobreza

En términos porcentuales la situación de pobreza, según la encuesta Casen del año 2006, era de 13.7% para el país y 17.7% para la Región del Maule. Así Constitución se encuentra sobre la media del país en situación de pobreza y en una situación similar al nivel de pobreza a nivel regional. En tanto que Cauquenes se encuentra en una peor situación, superando el promedio regional y nacional de pobreza.

Tabla 1. 2: Situación de pobreza a nivel de personas (Casen 2006)

Región	Provincia	Situación Pobreza			Situación Pobreza (%)		
		Total Pobres	No pobre	Total	Total Pobres	No pobre	Total
Maule	Talca*	65,623	316,830	382,453	17.2	82.8	100
	Cauquenes**	14,825	42,666	57,491	25.8	74.2	100

*Dentro de esta provincia se encuentra ubicada la comuna de Constitución

**Se hace referencia a la provincia, no a la comuna de Cauquenes.

1.2.7 Vivienda

En ambas comunas existe un gran número de viviendas sociales, tanto casas como edificios de 3 y 4 pisos. Además los materiales con que se fabrican en su mayoría estas edificaciones son la madera y el ladrillo, tal como se muestran en la Tablas 1.3 y 1.4 respectivamente

Tabla 1. 3: Total de viviendas según tipo (Censo 2002)

DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA, AREA URBANA - RURAL Y TIPO DE VIVIENDA	Total de viviendas	OCUPADAS			DESOCUPADAS
		Total	Personas presentes	Personas ausentes	
Comuna de Constitución					
Urbana	11251	9833	9645	188	1418
Casa	7882	6969	6892	77	913
Departamento en edificio	2320	2099	2026	73	221
Piezas en casa antigua o en conventillo	142	140	139	1	2
Mejora, mediagua	454	438	436	2	16
Rancho, choza	40	36	36	0	4
Ruca	0	0	0	0	0
Móvil (carpa, vagón, container, bote, lancha)	1	1	1	0	0
Otro tipo de vivienda particular	309	47	44	3	262
Colectiva	103	103	71	32	0
Rural	2988	2457	2422	35	531
Casa	2571	2106	2086	20	465
Departamento en edificio	0	0	0	0	0
Piezas en casa antigua o en conventillo	82	75	75	0	7
Mejora, mediagua	213	193	190	3	20

Rancho, choza	55	43	43	0	12
Ruca	0	0	0	0	0
Móvil (carpa, vagón, container, bote, lancha)	0	0	0	0	0
Otro tipo de vivienda particular	38	11	10	1	27
Colectiva	29	29	18	11	0

Tabla 1. 4: Viviendas particulares ocupadas por material de construcción predominante (Censo 2002)

Comuna	Constitución	Cauquenes
Total Viviendas Particulares	11978	11734
Hormigón armado, piedra	392	355
Ladrillo	4594	5944
Paneles estructurales, bloque (prefabricado)	262	67
Madera o tabique forrado	5040	1106
Internit	86	33
Adobe, barro empajado	1563	4196
Desechos (lata, cartones, plástico, etc.)	41	33

Es así como Constitución ha presentado altas tasas de crecimiento poblacional lo que ha llevado a la necesidad de construir más viviendas, las que dada las características de pobreza de la zona, han debido ser viviendas sociales en las que predomina la albañilería como material de construcción.

1.3 Terremoto del 27 de febrero del 2010

El terremoto de magnitud M_w 8.8 ocurrió el 27 de febrero a la 3:34 a.m. (hora chilena) en la zona central de Chile. Esto se originó debido al desplazamiento de la placa de

Nazca bajo la placa Sudamericana en un área que se extendió aproximadamente desde la Península de Arauco por el sur hasta el norte de Pichilemu.

Entre las ciudades más afectadas, se encuentran las ciudades de la séptima región del Maule, destacando entre éstas la ciudad de Constitución. Esto se puede apreciar en la Figura 1.2. Este terremoto fue seguido de un tsunami que azotó diversos sectores de la costa dejando un devastador saldo de víctimas y destrucción material.

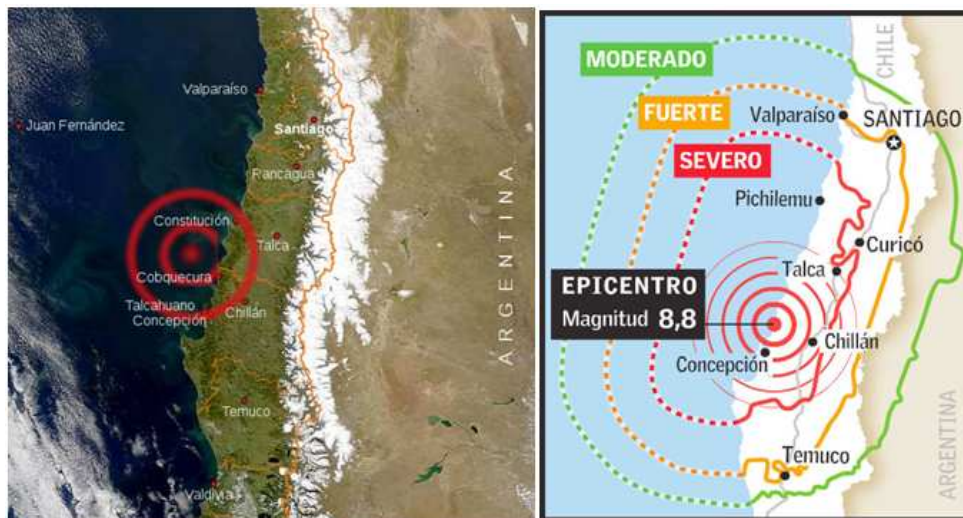


Figura 1. 2: Epicentro del terremoto 27 de febrero del 2010

Media hora después de que el impacto del terremoto destruyera una gran cantidad de viviendas, sobrevino la primera de tres olas que entraron a esta ciudad, superando los 8 metros cada una, y que aprovecharon la desembocadura del río Maule para ingresar con mayor facilidad hasta la Plaza de Armas de la ciudad. La figura 1.3 muestra un esquema del sector afectado por este tsunami

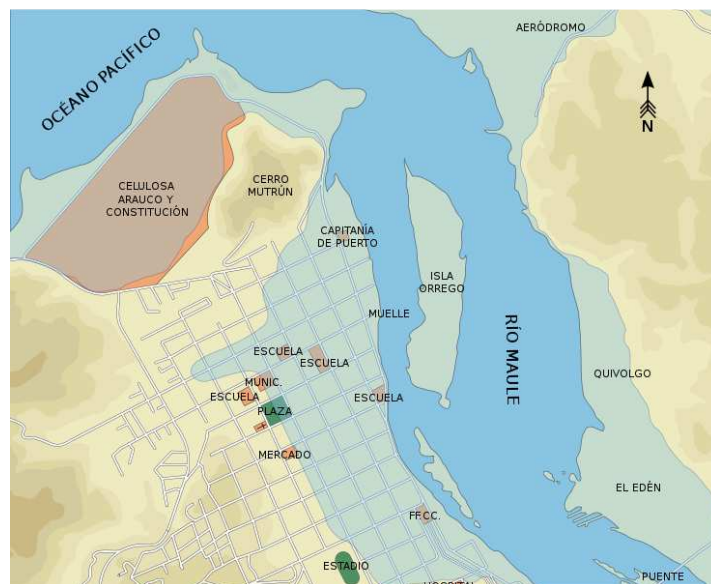


Figura 1. 3: Mapa zona de tsunami en Constitución.

Producto de ambos eventos se registró un gran número de damnificados y un número no menor de personas fallecidas. A esto se le debe sumar una gran cantidad de viviendas con daños severos (principalmente viviendas de adobe), carreteras agrietadas, puentes desplomados y otras obras públicas inutilizadas o temporalmente cerradas.

Los sectores más dañados fueron el borde costero, donde desaparecieron todas las viviendas y restaurantes, la ribera del río Maule en la que fueron arrasados barrios completos y por último el casco antiguo de la ciudad. La figura 1.4 muestra una cartografía del estado de las construcciones en la cual se observa que cerca del 80% del casco urbano (viviendas que se encuentran principalmente en torno al río Maule, no el total de viviendas) sufrió serios daños

Si se habla del total de viviendas, un 29.6% fue afectado por el terremoto y posterior Tsunami mientras que la población afectada se estima en un 16 % (considerando a las personas que habitan Constitución y no a los turistas que aquel día representaron un importante porcentaje de víctimas). En la Tabla 1.5 se indican mayores antecedentes sobre daños a la ciudad.

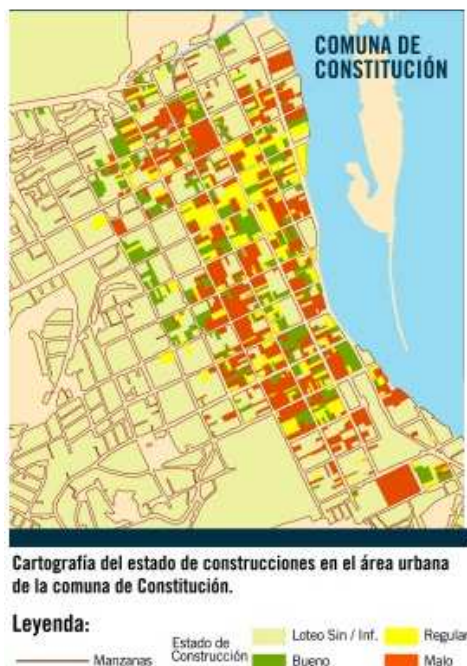


Figura 1. 4: Cartografía del estado de las construcciones en el área urbana de la comuna de Constitución

Tabla 1. 5: Estadísticas de catastros de daños y afectados por terremoto y Tsunami en la ciudad de Constitución (SAF 2010)

Materia	%
Área afectada	34,15
Población afectada	16,00
Viviendas afectadas	29,59

1.4 Edificios a analizar

Las edificaciones de 3 o más pisos que se estudian se mencionan en la Tabla 1.6. Del total de conjuntos sociales existentes en la ciudad, 3 conjuntos habitacionales sufrieron daños considerables debido al terremoto. Por otra parte se incluye, (debido a que su tipología estructural es muy parecida a los edificios de Constitución y a que además sufrió un daño considerable) un conjunto ubicado en la ciudad de Cauquenes, cercana a Constitución. Se debe destacar que en cada población o conjunto habitacional se encuentran diferentes tipos de plantas estructurales y número de pisos. De esta forma este estudio abarca un total de 249 edificios analizados lo que equivale a 2392

departamentos. En las figuras 1.5 y 1.6 se muestran las ubicaciones de los conjuntos en ambas ciudades.

Tabla 1. 6: Lista de los conjuntos habitacionales incluidos en este estudio y análisis.

Constitución	Identificador	Nombre	Nº de pisos
Constitución	A	Cerro O'Higgins	3
	B	Manuel Francisco Mesa Seco	3 y 5
	C	Los Aromos	4
	D	Piedra de la Iglesia	3
	E	Gregorio Schepeler	4
	F	General Prieto	4 y 5
	G	Población Chacarillas	3 y 4
	H	Villa Perla del Maule	4
Cauquenes	A	Villa Los Acacios	3



Figura 1. 5: Ubicación de edificios analizados en Constitución.

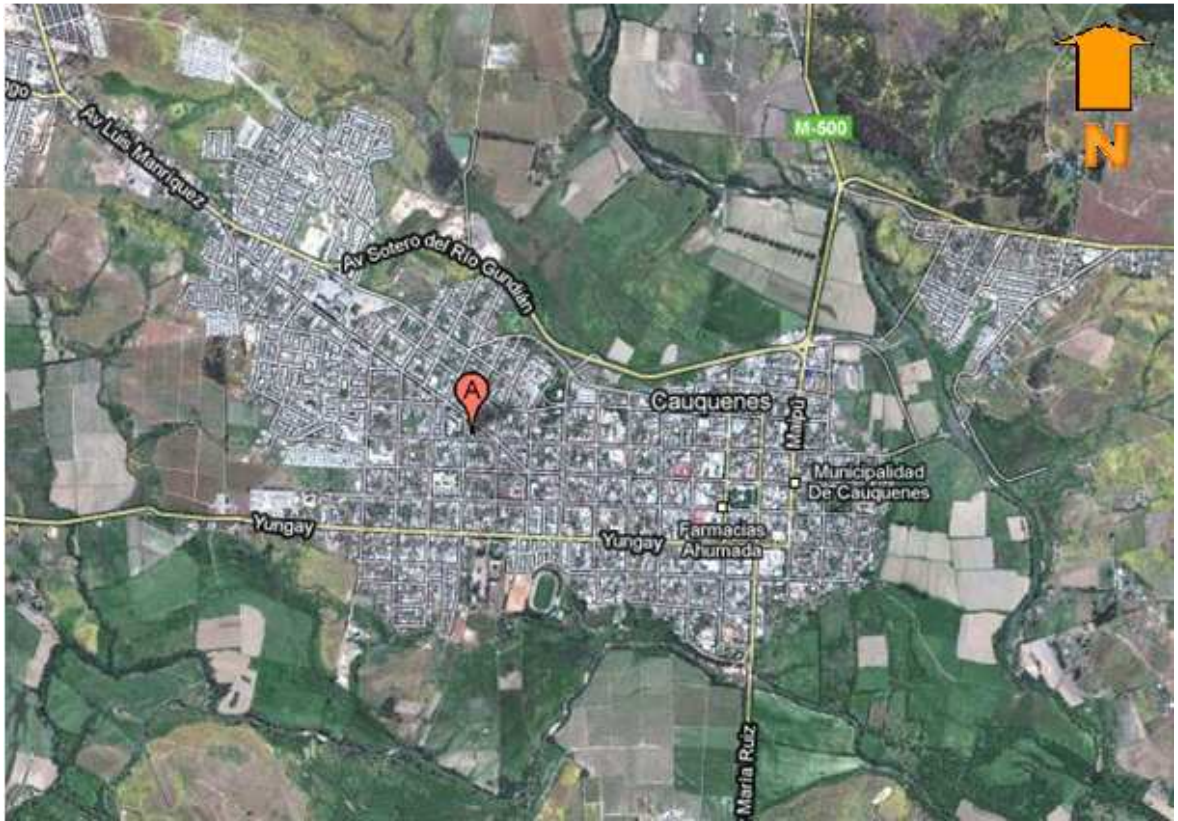


Figura 1. 6: Ubicación del edificio analizado en Cauquenes.

CAPITULO II: ANTECEDENTES SISMICOS Y GEOTECNICOS DE CONSTITUCIÓN Y CAUQUENES

2.1 Caracterización sísmica de la zona estudiada

La Región del Maule se encontraba en una de las brechas sísmicas del país, esperándose que ocurriera algún sismo de características destructivas tal como los registrados en los años 1928 (Talca) y 1939 (Chillán). Por este motivo Morales y Sapaj (1996) realizaron una caracterización sísmica de esta zona y a partir de la historia sísmica de la zona centro sur de Chile determinaron las intensidades máximas esperadas y el peligro sísmico de la Región, el que se define como el número de sismos que producen intensidades en un rango determinado, por acción de la sismicidad natural de la zona.

2.1.1 Descripción de unidades geológicas

Según los antecedentes recopilados por Morales y Sapaj (1996), la composición del suelo en Constitución y Cauquenes se indica en las Figuras 2.1 y 2.2 cuya simbología se explica en la Tabla 2.1

Tabla 2. 1: Descripción del suelo en la ciudad de Constitución y Cauquenes (Morales y Sapaj)

Abreviación	Descripción
Ra	Depósitos de relleno artificial (escombros)
QRn	Depósitos de relleno natural (escombros de falda y relleno de fondo de quebrada)
Qf	Depósitos fluviales recientes. Configuran planicies de inundación actuales (holoceno)
Qp	Depósito de arena de playa y dunas (holoceno)
Qt	Depósito fluviales arenosos más antiguos.

	Configuran niveles de terrazas fluviales (holoceno)
Tfs	Roca fundamental: Fangolitas, areniscas y conglomerados fino a grueso, semiconsolidado o semicementados (proceso diagenético inconcluso: material conocido en la región con el nombre de “tosca”) (Terciario)
Rfg	Roca fundamental granítica alterada moderadamente. En sectores muy meteorizada y amaicillada.
QRq	Depósitos de rellenos natural en fondo de quebrada
Qfa	Depósitos de gravas arenosas con intercalaciones de depósitos cineríticos. Son comunes los niveles con matriz autosoportante y clastos de material silíceo, de 2 a 5 cm de diámetro. Unidad desarrollada como abanico con una superficie aterrazada de suave pendiente al oeste (Pleistoceno Superior – Holoceno).

De estos antecedentes se desprende que los conjuntos analizados están principalmente en roca fundamental sedimentaria (Cerro O’Higgins, Virgen de la Iglesia y Mesa Seco), roca fundamental granítica (Shepeler, Perla del Maule y General Prieto), depósitos de relleno natural (Chacarillas), depósitos fluviales arenosos más antiguos (Los Aromos) y gravas arenosas en abanico (Los Acacios)

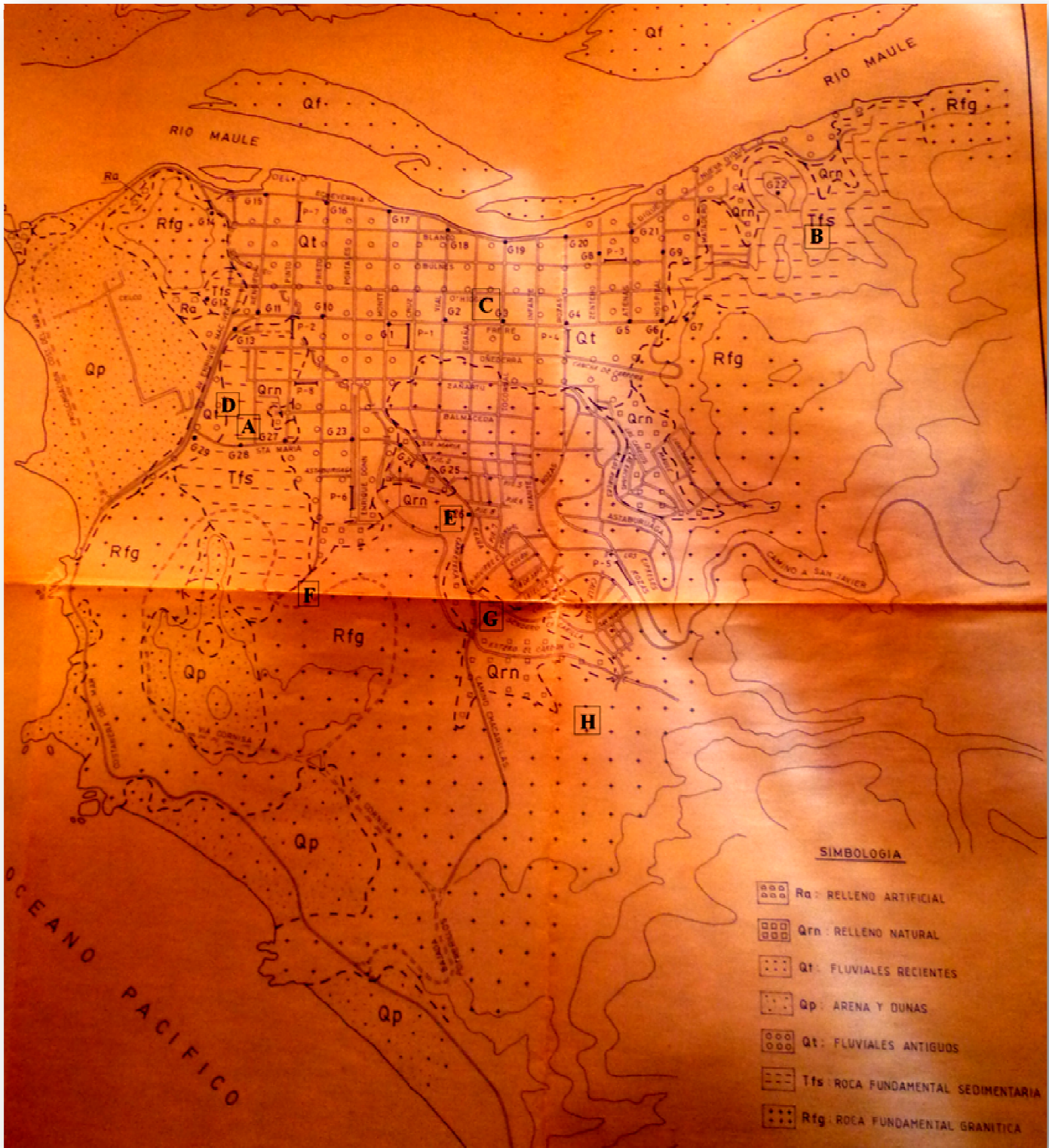


Figura 2. 1: Caracterización geológica de la comuna de Constitución (Morales y Sapaj, 1996)

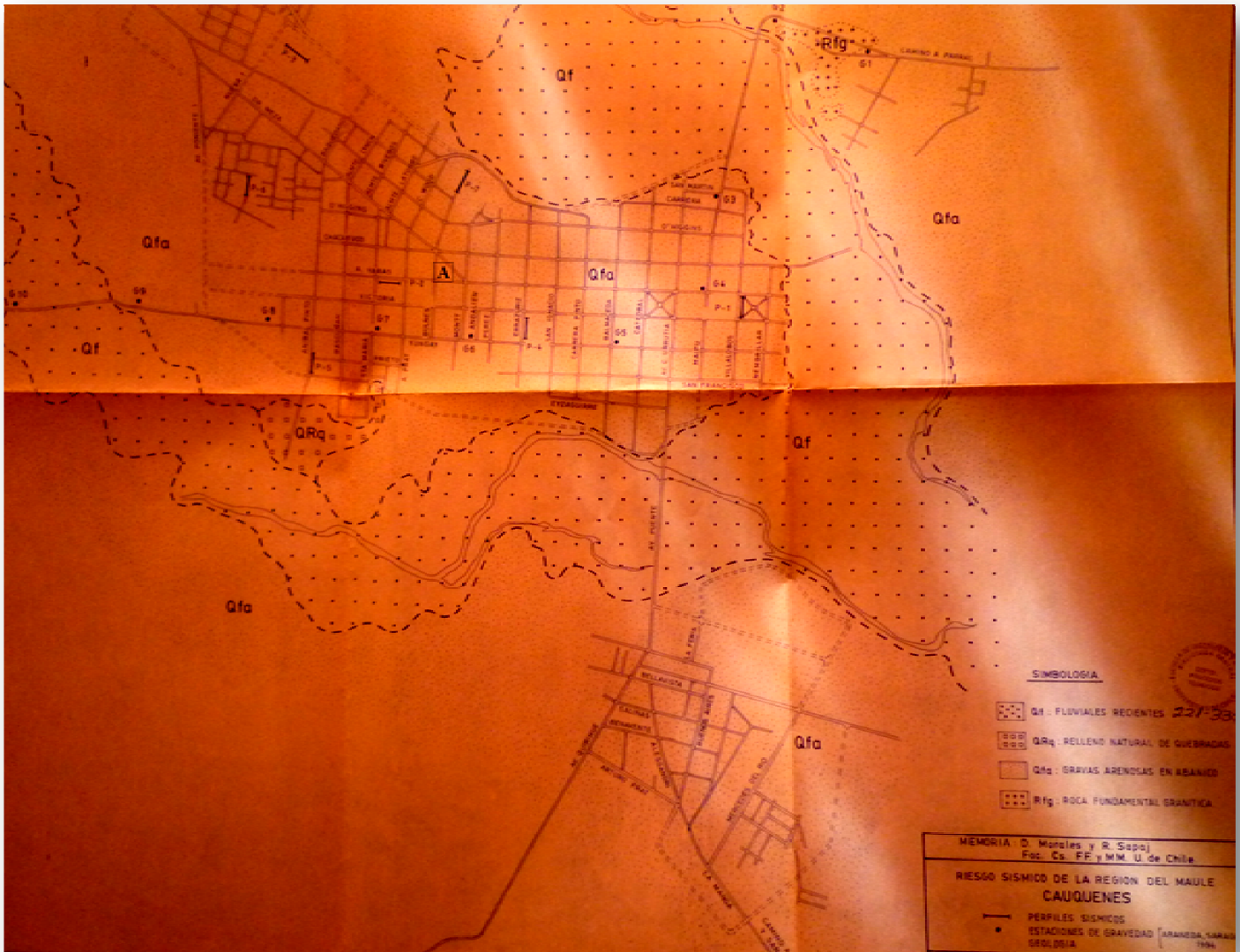


Figura 2. 2: Caracterización geológica de la comuna de Cauquenes (Morales y Sapaj, 1996)

2.1.2 Clasificación de los suelos de fundación

En base a resultados obtenidos al medir las ondas P y S, mediante el método Sísmico de Refracción (en 8 lugares diferentes), se efectuó una clasificación del tipo de suelo. Según la norma chilena NCh 433.Of 1993 de diseño sísmico de edificios se determinó que el suelo en la ciudad de Constitución y Cauquenes era tipo II (Morales y Sapaj, 1996).

2.1.3 Intensidades máximas y consecuencias

Morales y Sapaj determinaron el sismo máximo esperado en cuyo cálculo se emplearon los mayores eventos registrados instrumentalmente y los mayores sismos potenciales de ocurrir en las zonas norte, centro y sur.

Además se estimó el valor de la intensidad máxima esperada, incluyendo el efecto local del suelo para la ciudad de Constitución. Estos valores se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2. 2: Intensidades máximas (Morales y Sapaj, 1996)

Ciudad	I. máx. sin considerar corrección por suelo de fundación.	I. máx. corregida	Sismo
Constitución	10.3	9.1	Constitución máx. (sismo esperado)
Cauquenes	9.5	9.5	1939 (sismo registrado)

El riesgo sísmico de una estructura depende de la intensidad que se pueda alcanzar en su zona, la cual está asociada a la magnitud y cercanía del evento y al tipo de suelo donde ésta se fundó.

Finalmente, se determinó el porcentaje de personas expuestas a distintos grados de daño en el sector vivienda producto de la intensidad máxima esperada.

Tabla 2. 3: Porcentaje de personas expuestas a distinto grado de daño en base al censo 1992 (Morales y Sapaj, 1996)

Ciudad	% de personas expuestas sobre el total a un daño 4 ó 5	% de personas expuestas sobre el total a un daño 3, 4 ó 5
Constitución	32%	34%
Cauquenes	85%	85%

2.2 Registro de aceleración e intensidades del terremoto 27 de Febrero del 2010

El servicio sismológico de Chile y el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile poseen instrumentos para registrar aceleraciones en un evento como éste. En la Tabla 2.4 se indican aceleraciones máximas medidas en algunas estaciones cercanas a la VII región.

Tabla 2. 4: Registro de aceleraciones máximas (RENADIC, Servicio sismológico)

Localidad	Aceleración máxima horizontal (g)		Aceleración máxima vertical (g)
Depto. Ing. Civil U. de Chile	0.165 Norte -Sur	0.163 Este – Oeste	0.138
Santiago, Puente Alto	0.265 Norte –Sur	0.263 Este – Oeste	0.130
Hospital Curicó	0.470 Norte –Sur	0.409 Este – Oeste	0.198
Talca	0.477	0.424	0.244
	Transversal	Longitudinal	
Constitución	0.552	0.640	0.352
	Transversal	Longitudinal	
Concepción	0.402 Norte -Sur	0.284 Este - Oeste	0.398

Astroza et al. (2010) reportaron las intensidades MSK en las ciudades de las regiones de la zona centro sur del país, indicadas en la Tabla 2.5.

Tabla 2. 5: Registro de intensidades máximas.

Localidad	Intensidad máxima
Talca	8
Concepción	7.5
Cauquenes	8
Constitución	9

Se puede concluir a partir de estos datos que las intensidades estimadas en el estudio realizado por Morales y Sapaj (1996) fueron bastante cercanas a las registradas en el

terremoto, en Constitución (9.1 v/s 9) y algo conservadora en Cauquenes (9.5 v/s 8), pero teniendo en cuenta que esa predicción estaba basada en otro tipo de sismo (Intraplaca).

Por otra parte las estimaciones de personas afectadas fueron más pesimistas de lo que realmente ocurrió, dado que un 16% la población de Constitución se vio gravemente afectada y el estudio indicaba que sería un 34 %.

CAPITULO III: IDENTIFICACION DE LOS CONJUNTOS HABITACIONALES

En este capítulo se entrega información que permite caracterizar desde el punto de vista estructural los edificios que forman parte del estudio, incluyendo su tipo de planta, tipología estructural, materiales utilizados, ubicación del conjunto y otros aspectos que son relevantes a la hora de evaluar el comportamiento de la estructura.

Los tipos de plantas se clasifican como planta tipo T, Doble T y Rectangular (la que a su vez se clasifica en Rectangular Simple R(S), Rectangular Doble R(D) y Rectangular Triple R(T)), las cuales se muestran en la Figura 3.1

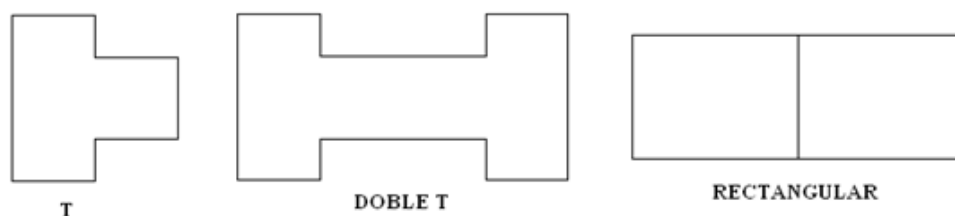


Figura 3. 1: Tipos de plantas de los edificios analizados

La tipología estructural se clasifica entre albañilería confinada (si cumple con las disposiciones de la Norma NCh2123.Of97), albañilería armada (si cumple con las disposiciones de la norma NCh1928.Of93) o albañilería parcialmente confinada o parcialmente armada si es que no cumple con todas las disposiciones respectivas de las normas indicadas.

Para verificar que los muros que poseen abertura sin confinamiento por pilar cumplen las disposiciones de la norma NCh2123.Of97 se calcula el corte basal en base a la norma NCh433.Of96 y se divide esta fuerza proporcionalmente a los largos de los muros existentes, con las fuerzas resultantes se obtienen las tensiones solicitantes para cada muro. Si la tensión solicitante es menor que el 50% de la tensión admisible del muro analizado no es necesario confinar con pilar la abertura. Este método es una buena aproximación para verificar esta disposición.

A continuación se presenta una ficha por cada conjunto analizado, incluyendo una foto del edificio tipo, descripción y plano de planta, además de una sección de comentarios en las que se detallan aspectos importantes relacionados a cada conjunto.

3.1 Villa Cerro O'Higgins



Ubicación	Cerro O'Higgins, calle Rengifo con Santa María
Año de Construcción	1998
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a maquina
Tipo de Albañilería	Albañilería semi confinada con machones de hormigón armado en el interior de los muros de albañilería.
Tipo de planta	Planta T y Planta Doble T
Nº de departamentos por planta	2(T), 4(Doble T)
Nº de edificios	6 (T), 4 (Doble T)
Nº total de departamentos	84

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con los planos de arquitectura, visitas a terreno y levantamiento de dimensiones en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada (ladrillos cerámicos) y por machones de H.A. en los ejes C y 3. Posee un sistema de piso compuesto por losas

prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee losa.

- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 90 cm, además todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.

- En este conjunto se presentan dos tipos de planta, una tipo T con dos departamentos por piso y otra tipo Doble T con cuatro departamentos por piso.

- El conjunto se encuentra ubicado cercano a las laderas norponiente del cerro O'Higgins. La ladera norte ha sufrido considerable pérdida de suelo debido al emplazamiento irregular de viviendas. En la ladera poniente hacia la Av. Santa María se observan deslizamientos locales producto del terremoto. Estudios realizados han determinado que el suelo de fundación es un suelo del tipo limo arenoso.

- En algunos de estos edificios se realizaron ampliaciones por parte de sus propietarios, las que no contaron con el permiso de algún organismo competente. Estas ampliaciones incluyen aberturas de puertas en los muros de la estructura, como lo son los muros del eje 3 y eje A para una planta T o eliminación de antepechos en el eje B para un edificio de planta tipo Doble T.

- Este conjunto sufrió serios daños e incluso dos edificios llegaron al grado de colapso (plantas tipo T) ocasionando la muerte de 8 personas. La demolición de este conjunto se realizó en la segunda semana del mes de Diciembre del 2010.

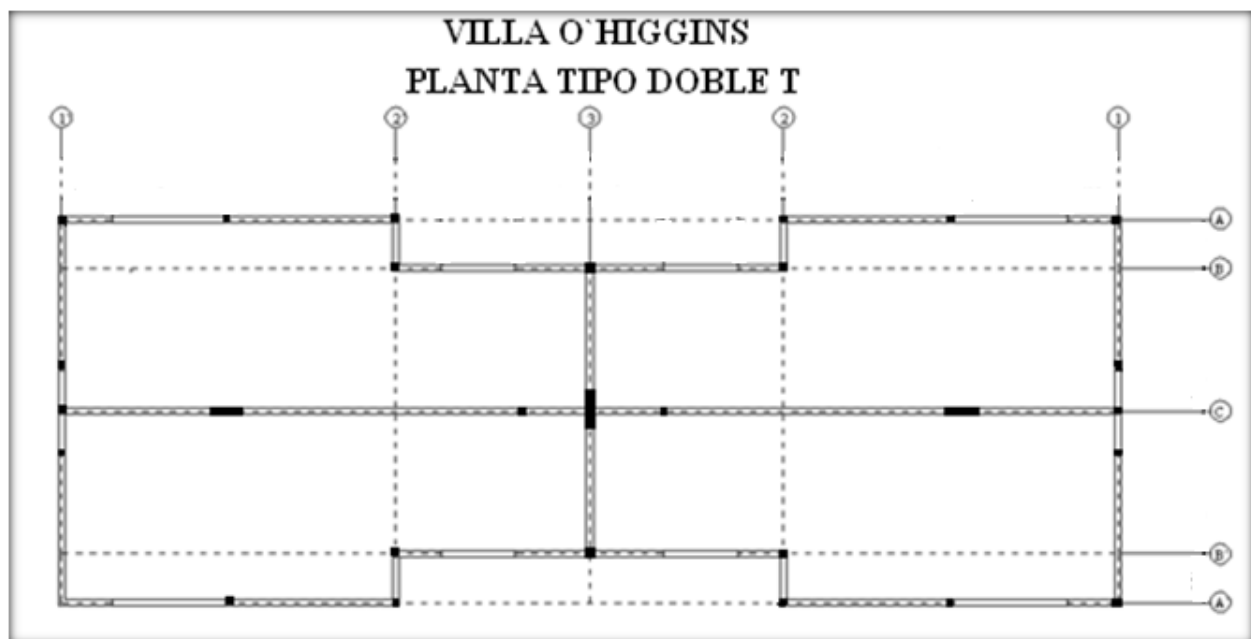
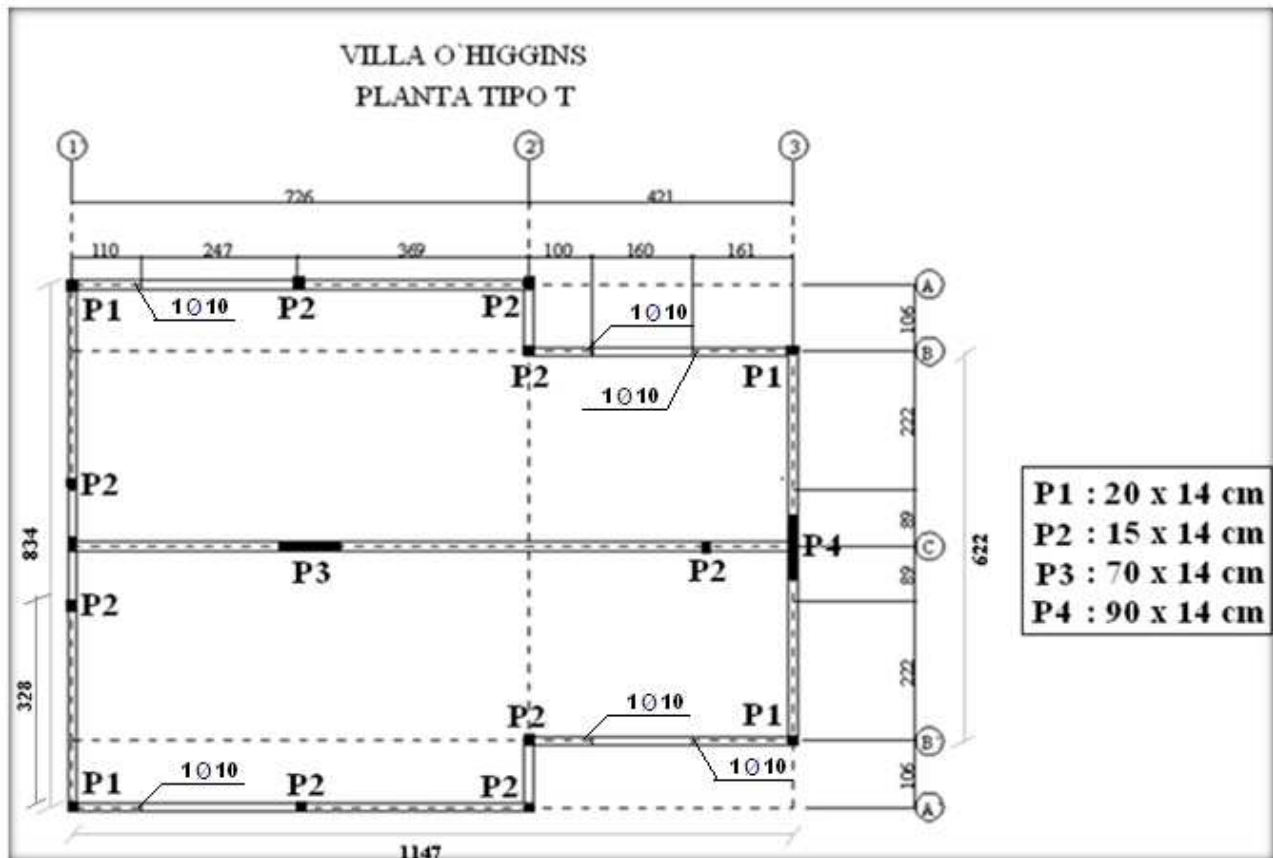
- Se debe tener en cuenta que en el año 2005 se estableció una Comisión Investigadora en la Cámara Baja para realizar un catastro de viviendas mal construidas en Chile, catastro que incluye a Cerro O'Higgins.

- Estos edificios se consideran como edificios de albañilería semi confinadas dado que a pesar de poseer pilares de confinamientos, estos no cumplen con las limitaciones de dimensiones mínimas (20cm x espesor del muro) y además en las intersecciones de muros no se forma un pilar en forma de L o T según corresponda. Con respecto a las aberturas que no están confinadas con pilares, estas se encuentran con armadura vertical de 10 mm de diámetro incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver anexo D). Ø

- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_o), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

τ (Kg/cm ²)	5
A_o	0.4 g
R	4
C (Suelo III)	0.264
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografias de las fachadas y entorno de este conjunto.



3.2 Población Manuel Francisco Mesa Seco, etapas I y II.



Ubicación	Sector Cerro Centinela
Año de Construcción	1991
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm (cerámico hecho a máquina), 15 cm (cerámico hecho a mano)
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina (fachadas) y ladrillo cerámico hecho a mano (muros interiores)
Tipo de albañilería	Albañilería confinada
Tipo de planta	Planta rectangular (Simple, Doble)
Nº de departamentos por planta	4 (Doble), 2 (Simple)
Nº de edificios	44 (Doble), 24 (Simple)
Nº total de departamentos	672

Observaciones:

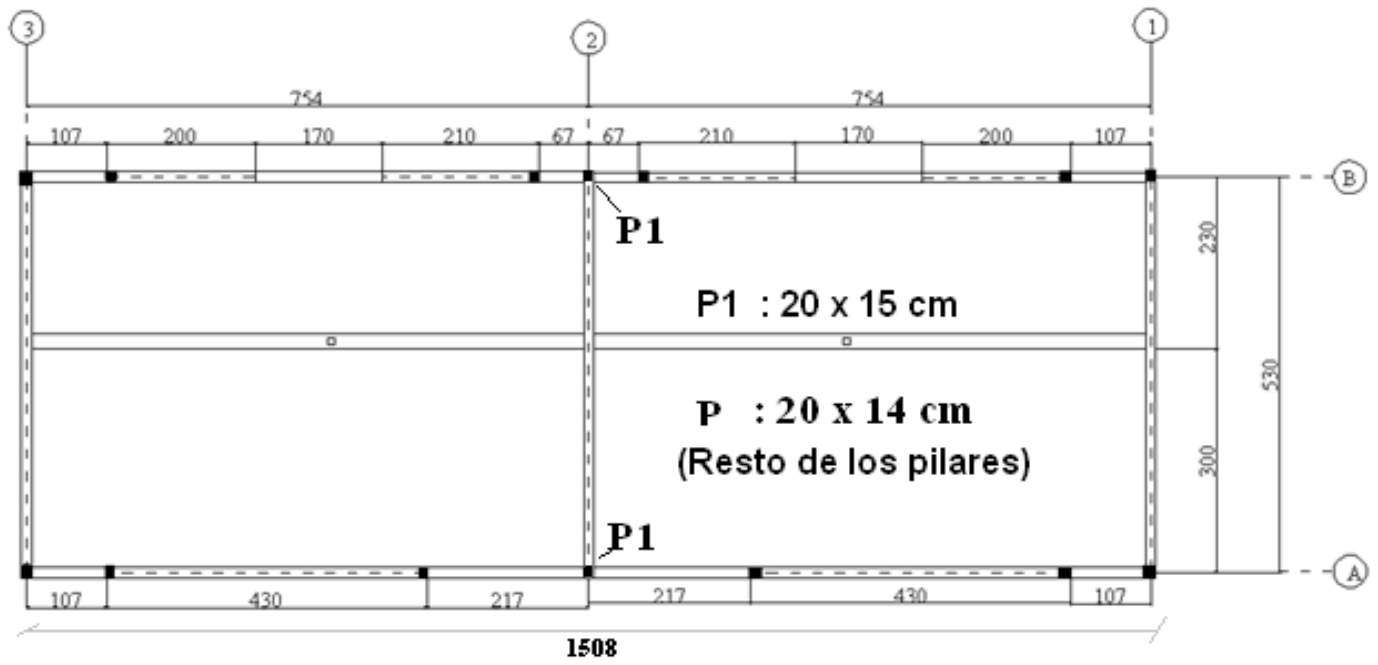
- Esta ficha se preparó con los antecedentes reunidos en las visitas a terreno y el levantamiento de dimensiones en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada de ladrillos cerámicos, con muros divisorios entre departamentos contruidos con ladrillo cerámicos hecho a mano. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee losa.
- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm, exceptuando la ventana de ancho 170 cm (eje B), que posee un antepecho más alto dado que esta ventana posee una altura de 60 cm. De acuerdo con su altura y largo, todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.
- En este conjunto existe sólo un tipo de planta, la cual es la rectangular pero a su vez ésta se divide en 2 tipos, la primera es tipo Simple con 2 departamentos por piso y la segunda tipo Doble con 4 departamentos por piso. En algunos casos las plantas se encuentran separadas por una junta de dilatación y en otros casos se encuentran aisladas.
- Este conjunto se encuentra ubicado en un sector conocido como Cerro Centinela en los faldeos del cerro, por lo que la disposición de los edificios es en forma escalonada.
- En algunos de estos edificios se realizaron ampliaciones. Estas ampliaciones incluyen la transformación de ventanas en puertas, eliminando el antepecho (eje B).
- Este conjunto de edificios no sufrió daños producto del terremoto.
- La planta R(D) excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.
- Los muros de estos edificios se consideran confinados teniendo en cuenta lo siguiente: poseen pilares de confinamientos que cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20cm x espesor del muro) y las aberturas que no están confinadas con pilares, se asume que poseen una armadura vertical incluida en los huecos de las unidades, dado que se cumple con lo indicado en el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).
- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

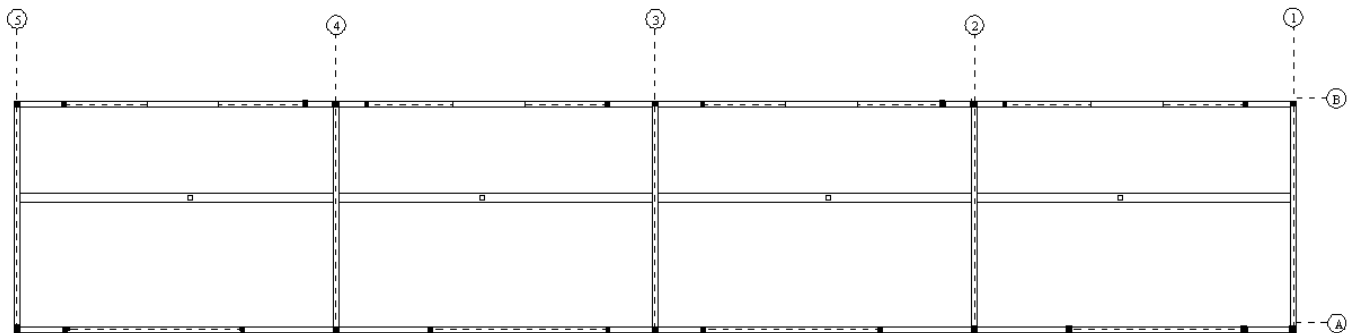
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
τ (Kg/cm ²)	2 (ladrillo cerámico hecho a mano)
Ao	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA I y II
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (SIMPLE)



MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA I y II
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



3.3 Población Manuel Francisco Mesa Seco, etapa III



Ubicación	Sector Cerro Centinela
Año de Construcción	1992
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm (cerámico hecho a máquina), 15 cm (cerámico hecho a mano)
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina (fachadas) y ladrillo cerámico hecho a mano (muros interiores)
Tipo de Albañilería	Albañilería semi confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular (Simple y Doble)
Nº de departamentos por planta	2 (Simple), 4 (Doble)
Nº de edificios	2 (Simple), 6 (Doble)
Nº total de departamentos	84

Observaciones:

- Esta ficha se preparó en base a visitas a terreno y planos estructurales. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada de ladrillos cerámicos, con muros divisorios entre departamentos contruidos con ladrillo cerámico hecho a mano. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee losa.
- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm. La abertura que posee en el eje B de ancho 45 cm y altura 60 cm representa menos del 5 % del paño de albañilería por lo que se desprecia su presencia para todo cálculo posterior. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.
- El conjunto posee sólo un tipo de planta, que es la rectangular, la que a su vez está dividida en dos tipos, la tipo Simple con 2 departamentos por piso y la tipo Doble con 4 departamentos por piso.
- Este conjunto está ubicado en el sector conocido como Cerro Centinela muy cercano a la etapa V, cerca de la cima. Además estos edificios están situados en diferentes cotas a medida que se va ascendiendo.
- En algunos de estos edificios se realizaron ampliaciones. Estas ampliaciones incluyen la transformación de ventanas en puertas, eliminando el antepecho (eje B).
- Este conjunto de edificios no sufrió daños producto del terremoto.
- La planta R(D) excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.
- Los edificios se consideran semi confinados dado que los estribos de los pilares están separados a 15 cm a lo largo de éste, siendo que la norma de albañilería confinada establece una separación máxima de 10 cm en las zonas críticas y además en las intersecciones de muros debiese formarse un pilar en forma de T, cosa que no ocurre. Por su parte los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro). Con respecto a las aberturas que no están confinadas con pilares, éstas se encuentran con armadura vertical de confinamiento incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D)

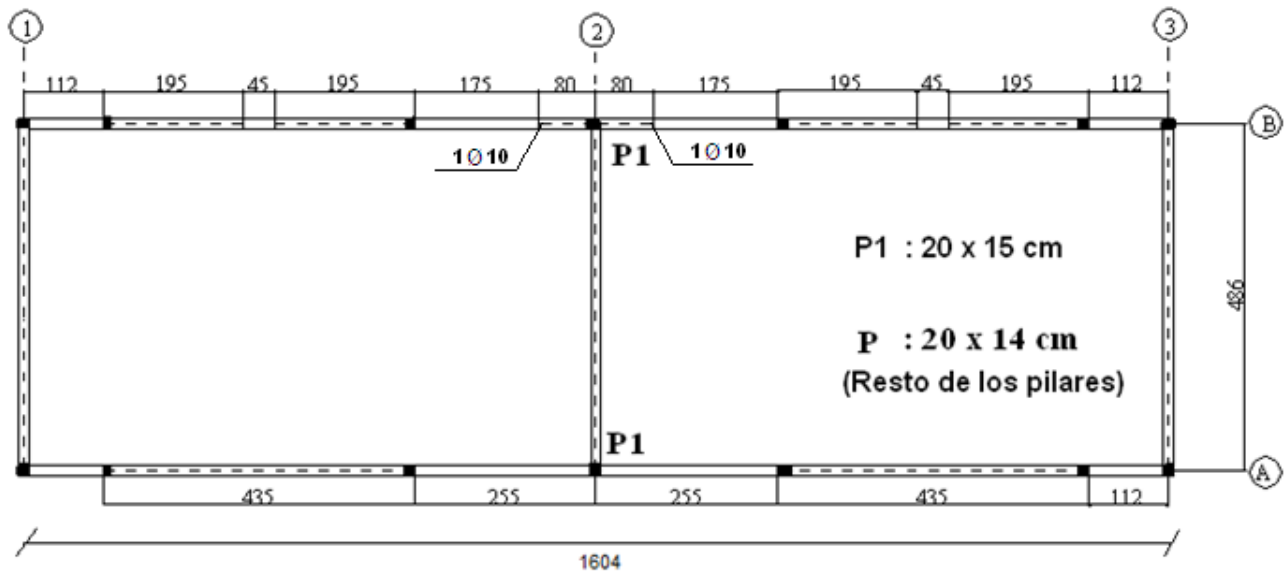
- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámicohecho a máquina)
τ (Kg/cm ²)	2 (ladrillo cerámico hecho a mano)
A_0	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografias de las fachadas y entorno de este conjunto.

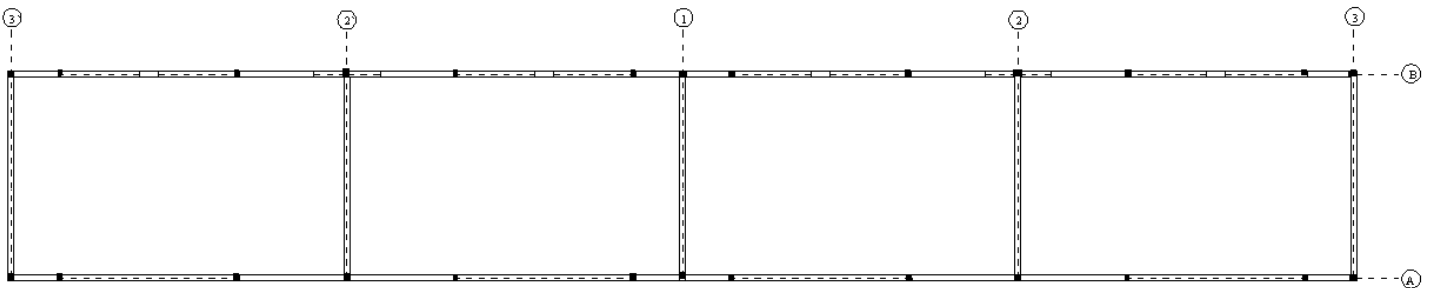
MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA III

PLANTA TIPO RECTANGULAR (SIMPLE)



MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA III

PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



3.4 Población Manuel Francisco Mesa Seco, etapa IV y etapa V



Ubicación	Sector Cerro Centinela
Año de Construcción	1993
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm (cerámico hecho a máquina), 15 cm (cerámico hecho a mano)
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina (fachadas) y ladrillo cerámico hecho a mano (muros interiores)
Tipo de Albañilería	Albañilería semi confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular (Simple, Doble y Triple)
Nº de departamentos por planta	2(Simple), 4(Doble), 6(Triple)
Nº de edificios	3 (Simple), 16 (Doble), 4 (Triple)
Nº total de departamentos	270

Observaciones:

- Esta ficha se preparó en base a visitas a terreno, planos de arquitectura y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificios estructurados con muros de albañilería confinada de ladrillos cerámicos, con muros divisorios entre departamentos contruidos con ladrillo cerámico hecho a mano.

Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee losa.

- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm, exceptuando la ventana de ancho 100 cm (eje B), que posee un antepecho más alto dado que esta ventana posee una altura de solamente 60 cm. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.

- El conjunto posee sólo un tipo de planta, que es la rectangular, la que a su vez está dividida en tres tipos, la tipo Simple con 2 departamentos por piso, la tipo Doble con 4 departamentos por piso y la tipo Triple con 6 departamentos por piso.

- Estos conjuntos se ubican en diferentes lugares del sector Cerro Centinela. Mientras que la etapa V se encuentra en la parte más alta del sector, la etapa IV se encuentra en la falda del cerro. En particular algunos de los edificios de la etapa IV se encuentran muy cercanos a un estero que baja por una quebrada y atraviesa ese sector, lo cual genera un suelo de características diferentes al resto de las etapas, es decir, un suelo sujeto a condiciones más adversas y por ende de resistencia más baja.

- En algunos de estos edificios se realizaron ampliaciones por parte de sus habitantes. Estas van desde la eliminación de algunos antepechos para transformarlos en puertas (eje B), hasta la abertura de pequeñas ventanas en muros del eje B y la apertura de puertas en importantes muros estructurales, como lo son los muros transversales de las fachadas.

- De la etapa IV, dos edificios del tipo Doble (los más cercanos al estero) sufrieron serios daños, producto del terremoto. Específicamente se produjeron asentamientos del suelo, lo que fue la causa de la mayor parte de las fallas en los edificios dañados. Estos edificios se encuentran con orden de demolición.

- La planta R(D) y R(T) exceden el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.

- Estos edificios se consideran semi confinados dado que los estribos de los pilares están separados a 15 cm a lo largo de éste, siendo que la norma de albañilería confinada establece una separación máxima de 10 cm en las zonas críticas y además en las

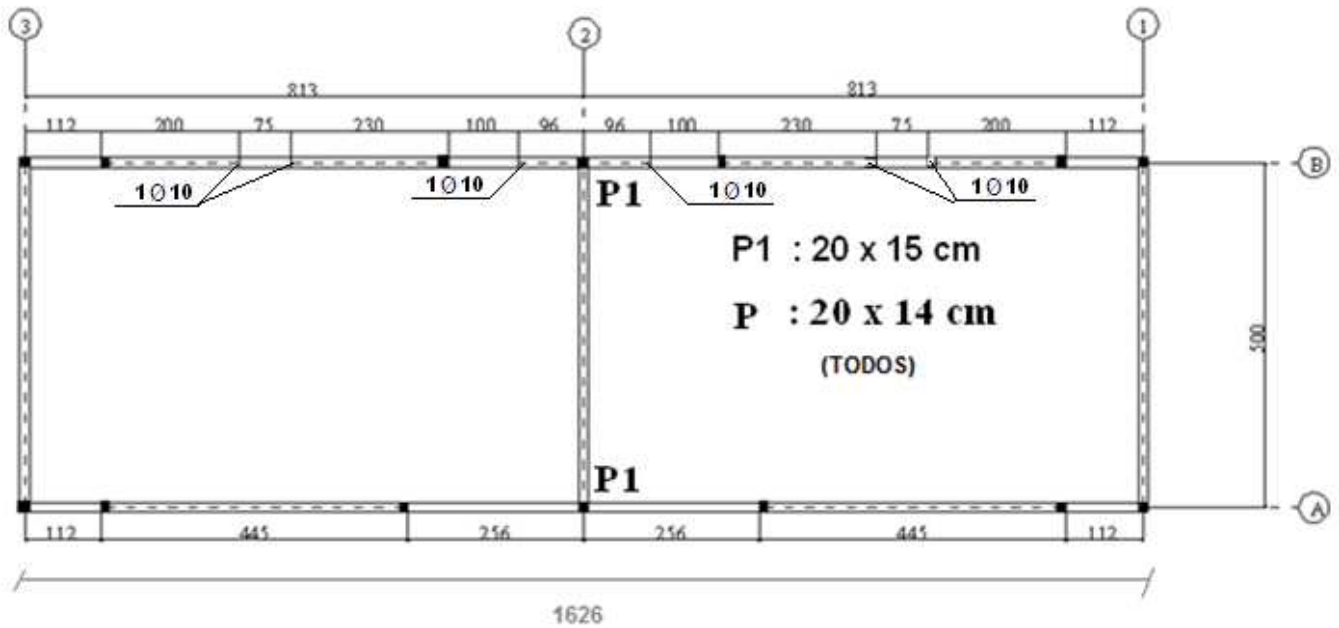
intersecciones de muros debiese formarse un pilar en forma de T, cosa que no ocurre. Por otra parte los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro). Con respecto a las aberturas que no están confinadas con pilares, estas tienen una armadura vertical de 10 mm de diámetro incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen con el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).

- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

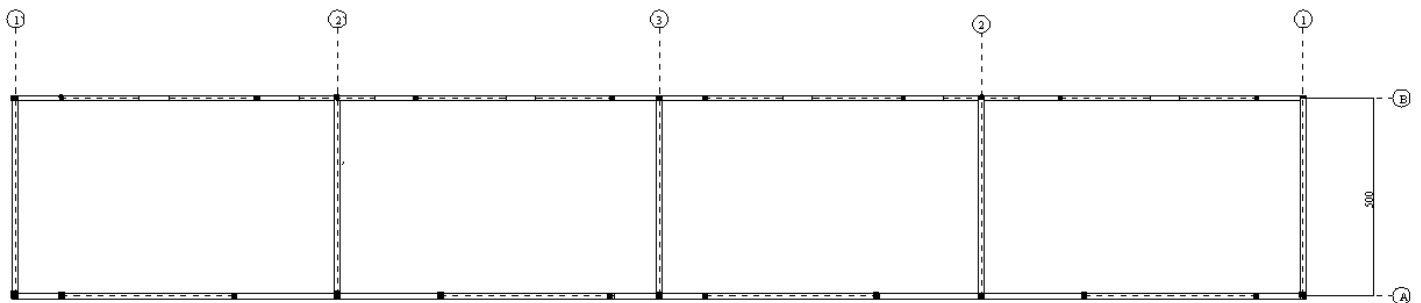
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
τ (Kg/cm ²)	2 (ladrillo cerámico hecho a mano)
A_0	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220
C (Suelo III)	0.264

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

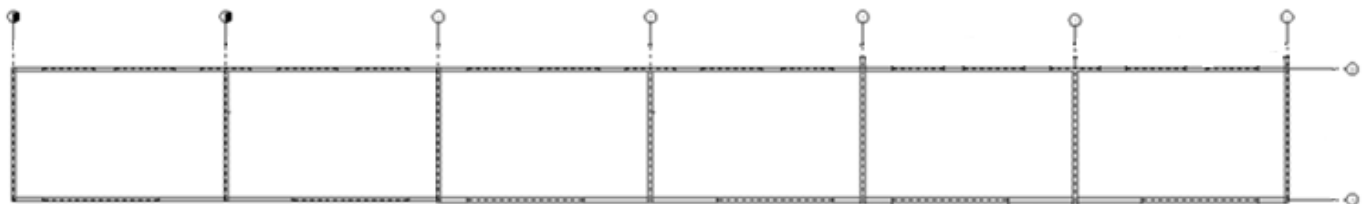
PLANTA TIPO RECTANGULAR (SIMPLE)



MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA IV Y V
PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA IV Y V
PLANTA TIPO RECTANGULAR (TRIPLE)



3.5 Población Francisco Mesa Seco, etapa VI



Ubicación	Sector Cerro Centinela
Año de Construcción	1999
Nº de pisos	5
Altura de entre entrepiso	231 cm
Altura total	1155 cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de Albañilería	Albañilería semi confinada
Tipo de planta	Tipo T y tipo Doble T
Nº de departamentos por planta	2(T), 4(Doble T)
Nº de edificios	2 (T), 1 (Doble T)
Nº total de departamentos	40

Observaciones:

- Esta ficha se preparó en base a visitas a terreno y planos estructurales. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificios estructurados con muros de albañilería confinada de ladrillos cerámicos. Posee un sistema de piso compuesto por losas de hormigón armado apoyado en los muros. En el primer piso el eje 3 es de H.A. y hay machones de H.A. en los ejes 1, A, A' y C. El segundo a cuarto piso son similares al de Villa O'Higgins con más machones de H.A. El último piso no posee losa. Todo el edificio se encuentra estucado.

- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm exceptuando la abertura de 85 cm del eje A, la cual posee una altura de 70 cm medida desde la losa hacia arriba. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.
- En este conjunto se presentan dos tipos de planta, una tipo T con dos departamentos por piso y otra tipo Doble T con cuatro departamentos por piso.
- Este conjunto se ubica en la subida del sector Cerro Centinela, cercano a la etapa IV, pero lejano al estero ubicado cerca de este sector.
- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.
- Estos edificios se consideran semi confinados dado que los estribos de los pilares están separados a 14 cm a lo largo de éste, siendo que la norma de albañilería confinada establece una separación máxima de 10 cm en las zonas críticas. Además en las intersecciones de muros debiesen formarse pilares con una sección transversal en forma de L, hecho que no ocurre. Por otra parte los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro). Con respecto a las aberturas que no están confinadas con pilares, éstas tienen una armadura vertical de 10 mm de diámetro incluida en los huecos de las unidades, la que cumple con el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).
- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_o), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

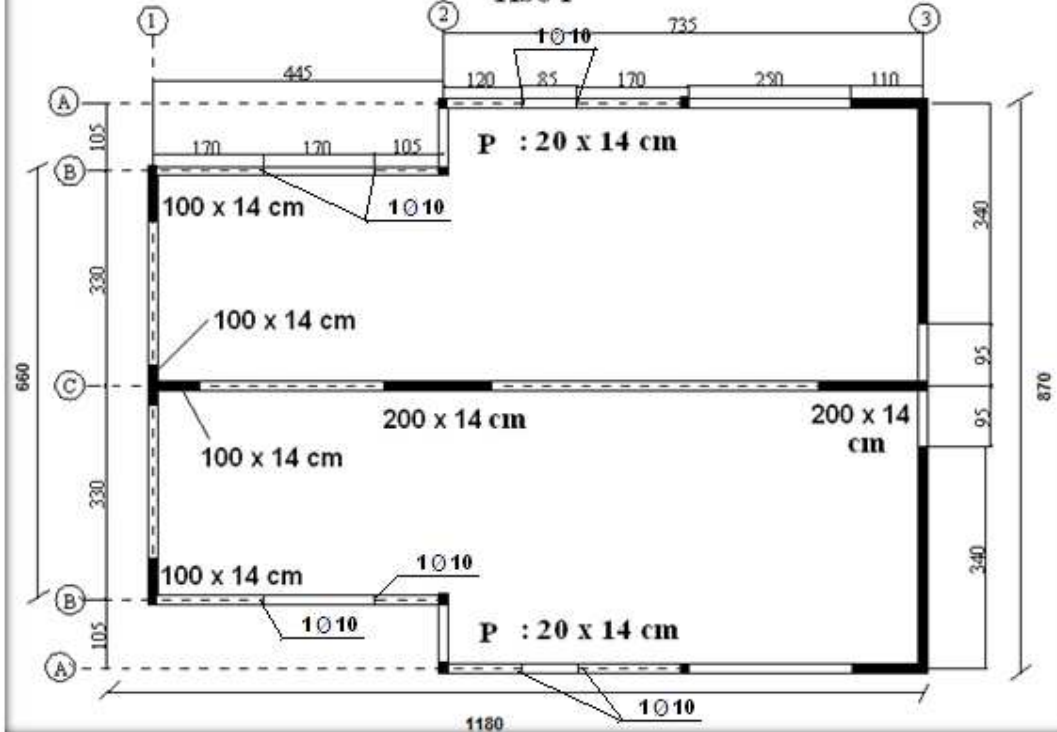
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámicohecho a máquina)
A_o	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA VI

PLANTA TIPO T

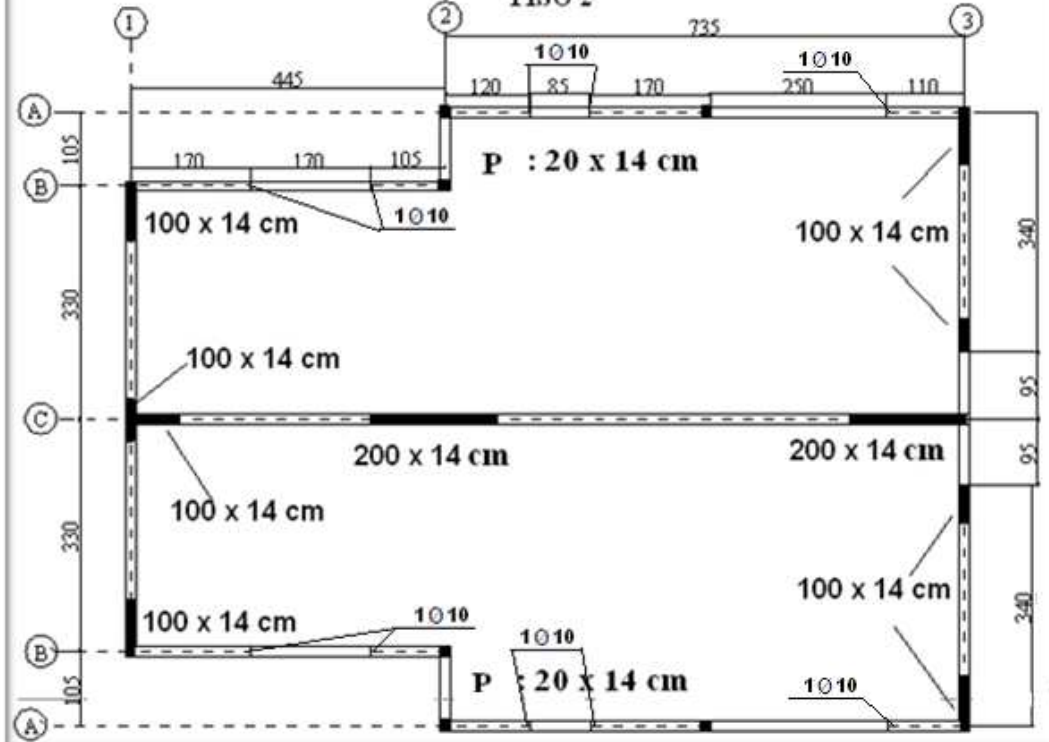
PISO 1



MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA VI

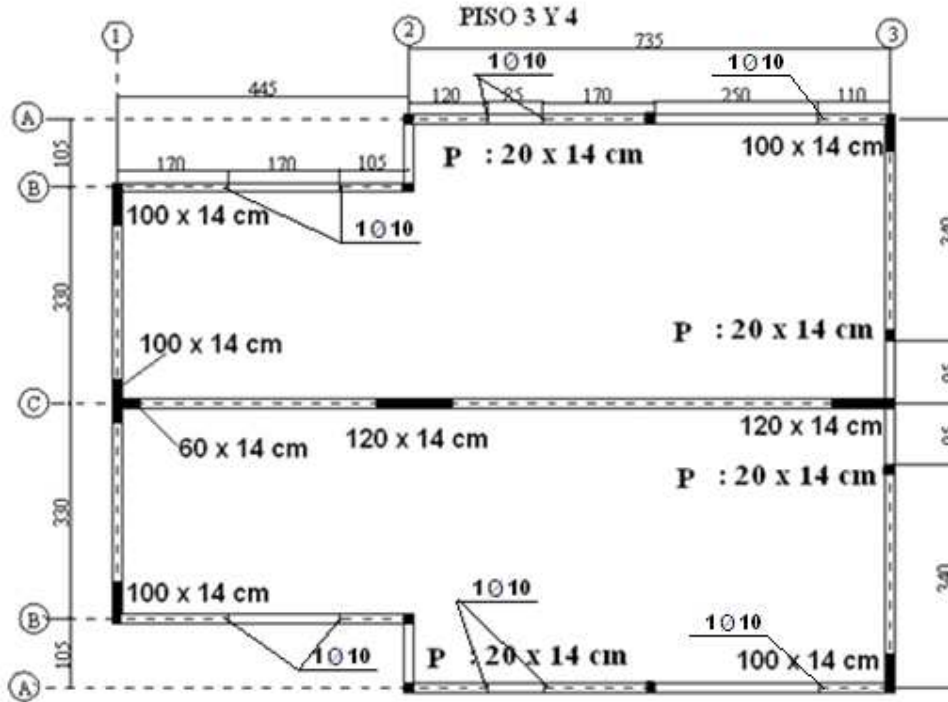
PLANTA TIPO T

PISO 2

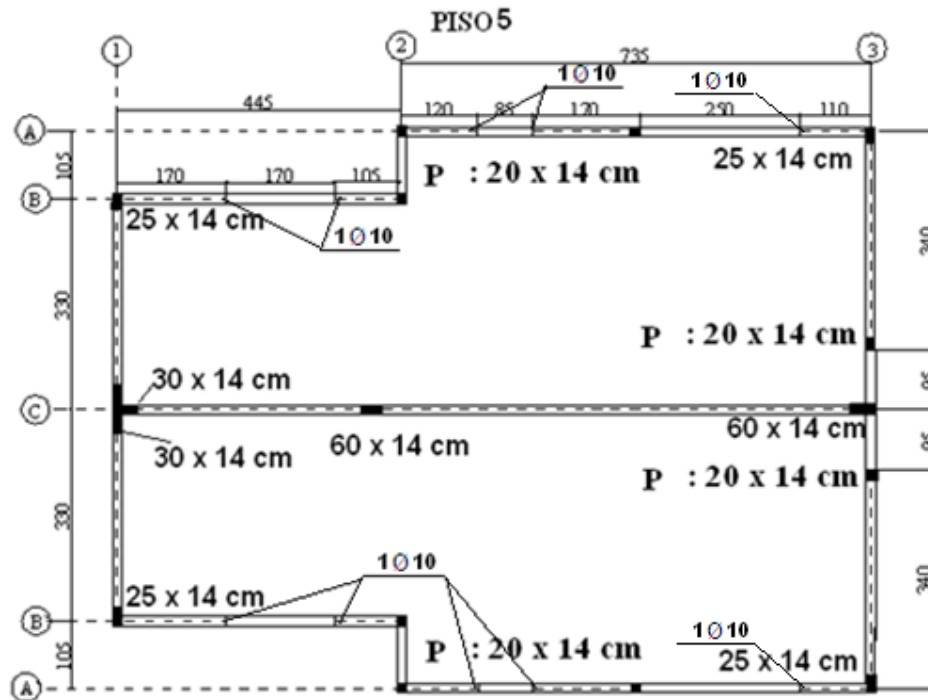


MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA VI

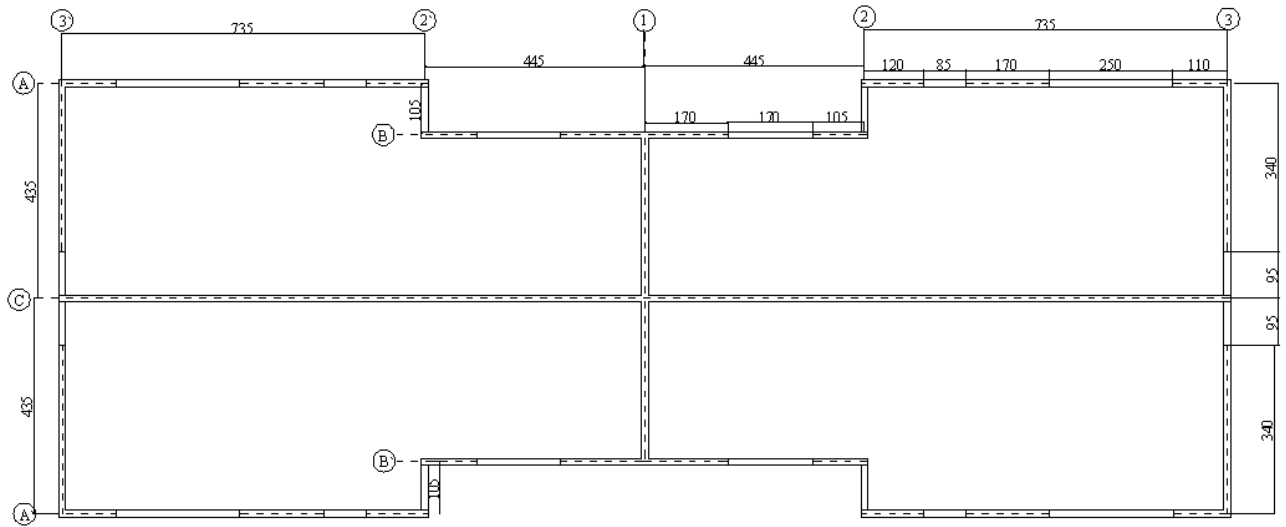
PLANTA TIPO T



M. F. MESA SECO, ETAPA VI
PLANTA TIPO T EDIFICIO 5 PISOS



MANUEL FRANCISCO MESA SECO, ETAPA VI
PLANTA TIPO DOBLE T



3.6 Villa Los Aromos



Ubicación	Calle O'Higgins 853
Año de Construcción	1985
Nº de pisos	4
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	944 cm
Espesor de muros	14 cm (H.A.), 15 cm (albañilería)
Material	Ladrillo cerámico hecho a mano y hormigón armado.
Tipo de albañilería	Albañilería semi confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular
Nº de departamentos por piso	5
Nº de edificios	4
Nº de departamentos	80

Observaciones:

- Esta ficha se preparó en base a visitas a terreno, planos de arquitectura y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada en la dirección transversal los cuales fueron construidos con ladrillo hecho a mano. En la dirección longitudinal está

estructurado con muros de hormigón armado. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además posee en el piso del segundo, tercero y cuarto piso una losa en voladizo que sirve para desplazarse entre departamentos la cual va desde el eje 1 al 6. Este voladizo de 1.4 metros se encuentra apoyado por unas vigas en los extremos (eje 1 y eje 6).

- Este edificio pertenece al tipo de planta Rectangular, con 5 departamentos por piso.

-El conjunto se encuentra ubicado en el centro de Constitución y fue alcanzado por las aguas de la inundación producida por el tsunami.

-Si bien no se realizaron intervenciones a los muros estructurales para generar ampliaciones, se intervinieron antepechos que originalmente eran de una especie de latón, los cuales fueron remplazados por antepechos de albañilería e incluso algunos de hormigón armado.

-Este conjunto sufrió daños considerables debido al terremoto y como consecuencia las autoridades ordenaron la demolición, la cual ya se hizo efectiva.

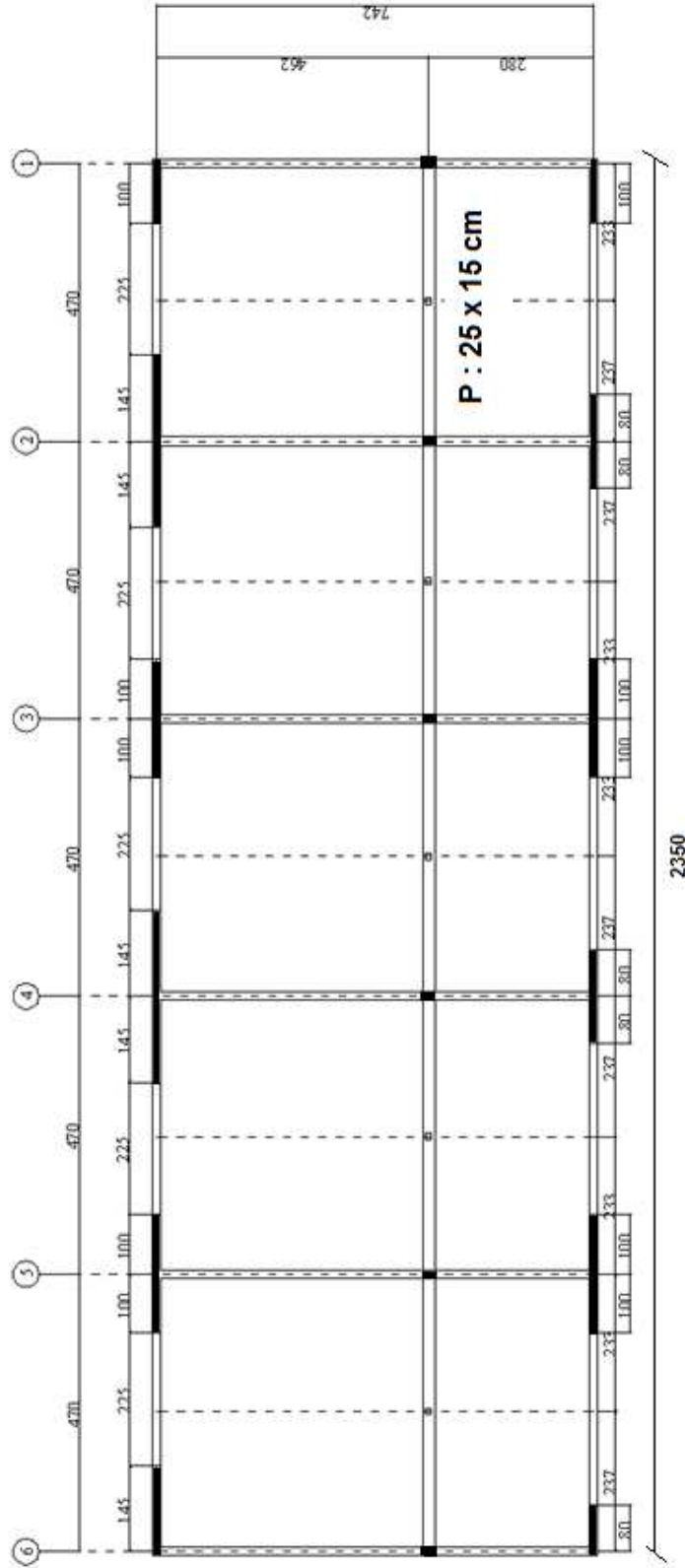
- Estos edificios se consideran semi confinados dado que los estribos de los pilares están separados a 20 cm a lo largo de éste, siendo que la norma de albañilería confinada establece una separación máxima de 10 cm en las zonas críticas. Por su parte los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro).

- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_o), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

τ (Kg/cm ²)	2 (ladrillo cerámico hecho a mano)
A_o	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

LOS AROMOS
 PLANTA TIPO RECTANGULAR



3.7 Población Piedra de la Iglesia



Ubicación	Calle Mac Iver esquina Santa María
Año de Construcción	1993
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de Albañilería	Albañilería confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular (Simple y Doble)
Nº de departamentos por planta	2 (Simple), 4 (Doble)
Nº de edificios	4 (Simple), 4 (Doble)
Nº total de departamentos	72

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

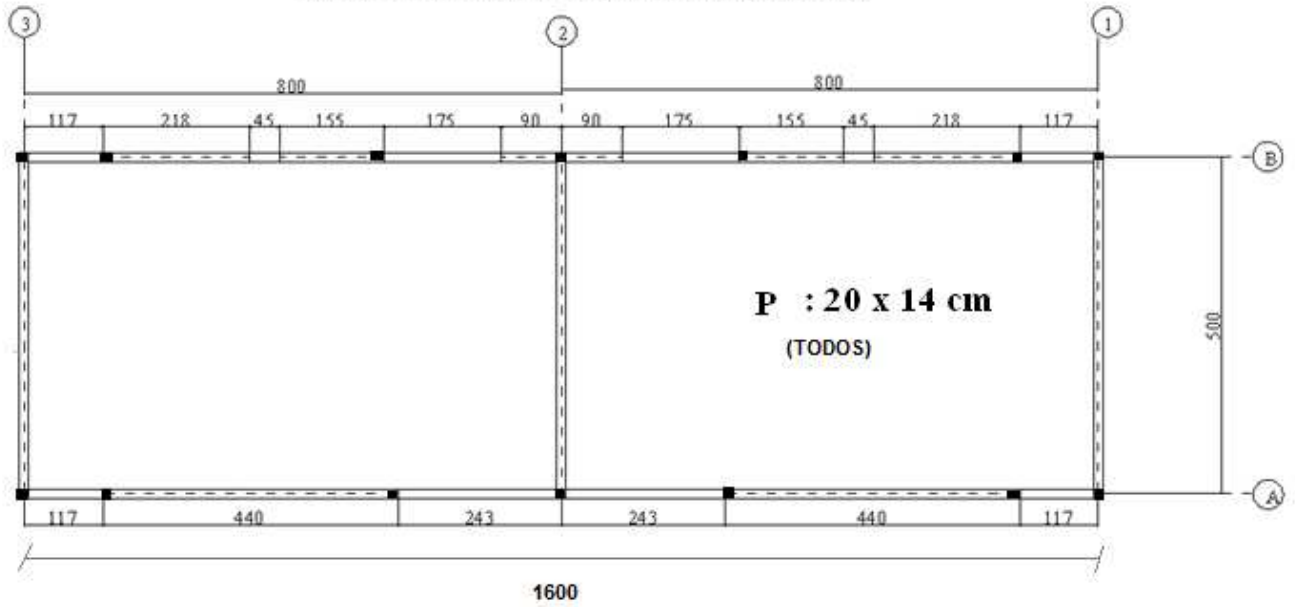
- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada de ladrillos cerámicos hecho a máquina. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee losa.

- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm. La abertura que posee en el eje B de ancho 45 cm y altura 60 cm representa menos del 5 % del paño de albañilería por lo que se desprecia para todo cálculo posterior. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.
- Estos edificios pertenecen a un solo tipo de planta, que es la tipo Rectangular la que a su vez se divide en dos tipos, una tipo Simple con 2 departamentos por pisos y otra tipo Doble con 4 departamentos por piso. En este las plantas Simple y Doble se encuentran separadas por una junta de dilatación.
- Conjunto ubicado en las faldas del Cerro O'Higgins
- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.
- La planta R(D) excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.
- Estos edificios se consideran confinados según los siguientes criterios: se asume por inspección visual que los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro) y las aberturas que no están confinadas con pilares se encuentran con armadura vertical de confinamiento incluida en los huecos de las unidades, dado que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).
- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_o), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

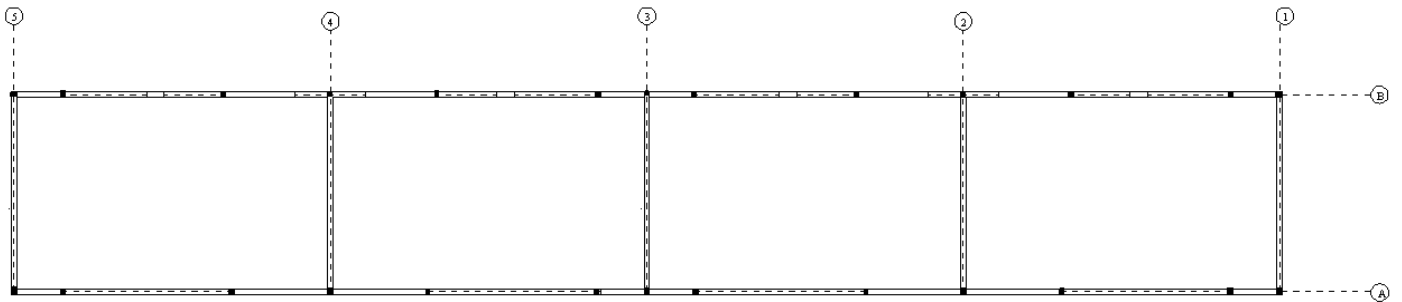
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
A_o	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

PIEDRA DE LA IGLESIA
PLANTA TIPO RECTANGULAR (SIMPLE)



VILLA PIEDRA DE LA IGLESIA
PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



3.8 Población General Prieto



Ubicación	Calle General Prieto con Calle Torcazas
Año de Construcción	2000
Nº de pisos	4 y 5 (T), 5 (Doble T)
Altura de entre entrepiso	231 cm
Altura total	924 cm (4 pisos), 1155 (5 pisos)
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de albañilería	Albañilería semi confinada
Tipo de planta	Tipo T y tipo Doble T
Nº de departamentos por planta	2 (T 4 pisos), 2 (T 5 pisos), 4(Doble T)
Nº de edificios	4 (T 4 pisos), 10 (T 5 pisos), 6 (Doble T 5 pisos)
Nº de departamentos	212

Observaciones:

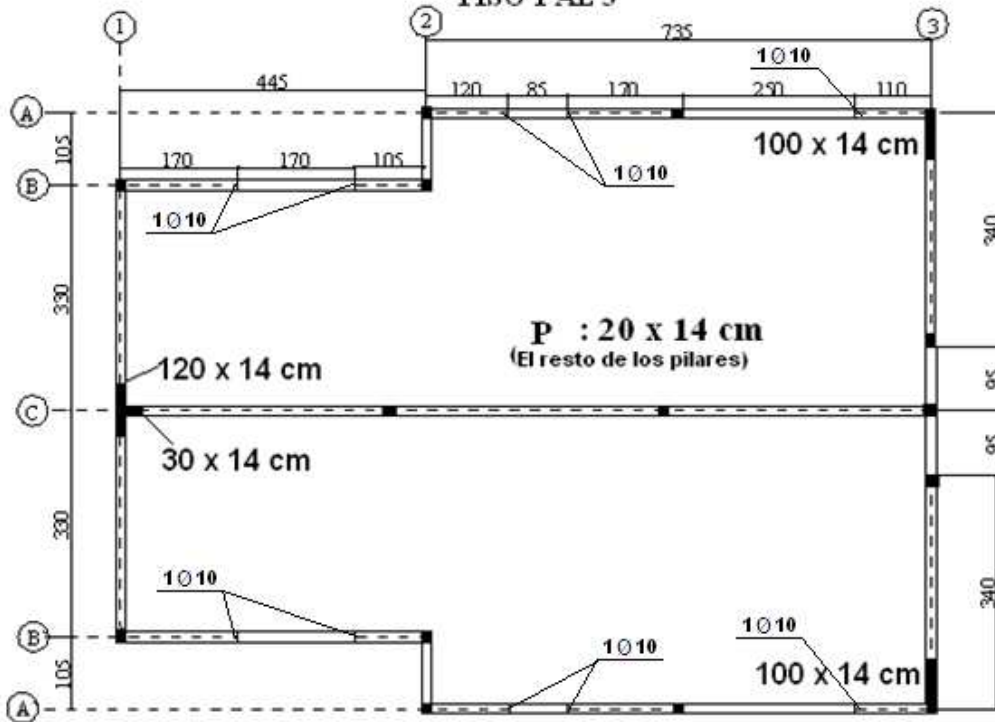
- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y planos estructurales. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada de ladrillos cerámicos hecho a máquina. Posee un sistema de piso compuesto por losas de hormigón armado apoyado en los muros. El último piso no posee esta losa. Las plantas correspondientes a los edificios de 5 pisos son similares a los de Manuel Francisco Mesa Seco etapa VI. Mientras que los de 4 pisos son parecidos a los de Villa O'Higgins, con la salvedad de que estos poseen mayor cantidad de machones de H.A. (ejes 1 y 3). Todos los edificios se encuentran completamente estucados.
- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm exceptuando la abertura de 85 cm del eje A, la cual posee una altura de 70 cm medida desde la losa hacia arriba. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.
- En este conjunto se presentan dos tipos de planta, una tipo T (4 y 5 pisos) con dos departamentos por planta y otra tipo Doble T (5 pisos) con cuatro departamentos por piso.
- Este conjunto se ubica en la subida del sector Copihue, por lo que la disposición es escalonada (corridas de edificios a diferentes cotas).
- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.
- Estos edificios se consideran semi confinados dado que los estribos de los pilares están separados a 14 cm a lo largo de éste, siendo que la norma de albañilería confinada establece una separación máxima de 10 cm en las zonas críticas. Además en las intersecciones de muros debiese formarse un pilar en forma de T, cosa que no ocurre. Por otra parte los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro). Con respecto a las aberturas que no están confinadas con pilares, éstas se refuerzan con una armadura vertical de 10 mm de diámetro incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (Anexo D).
- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

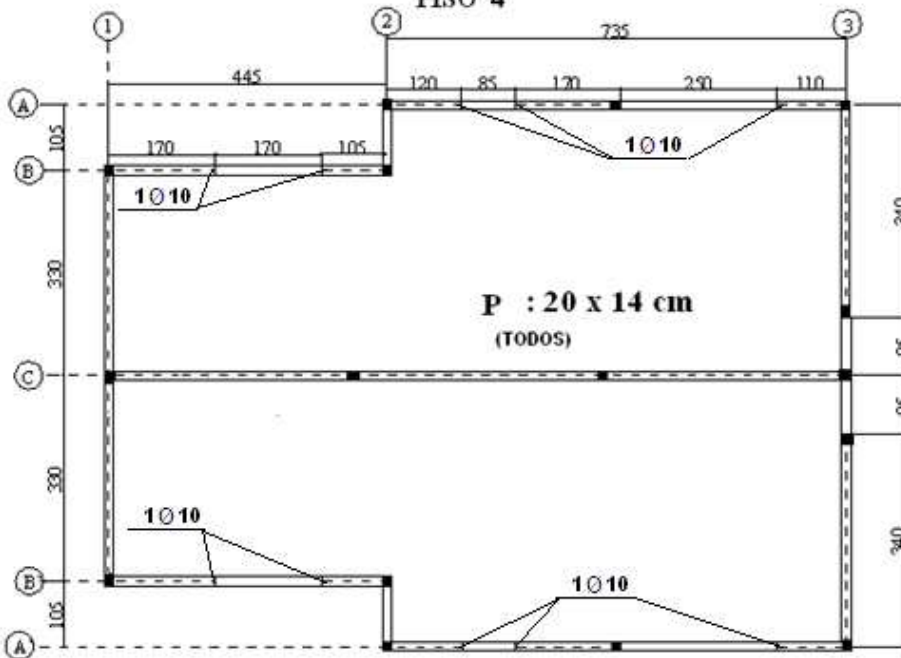
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
Ao	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

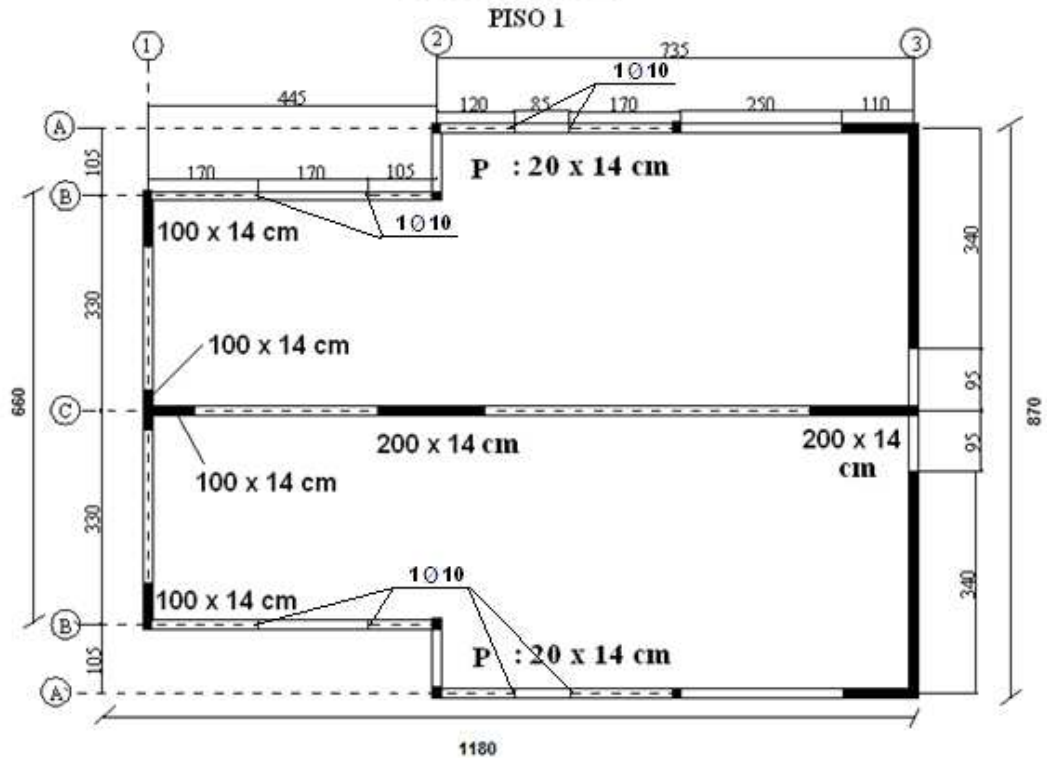
GENERAL PRIETO
 PLANTA TIPO T EDIFICIO 4 PISOS
 PISO 1 AL 3



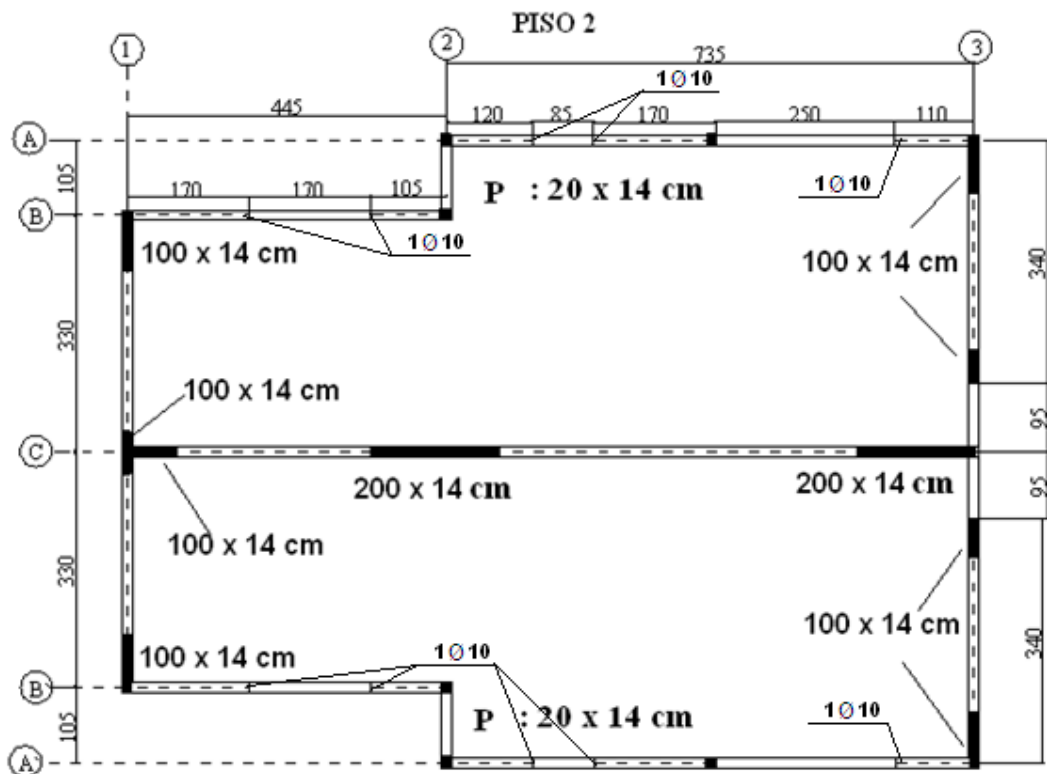
GENERAL PRIETO
 PLANTA TIPO T EDIFICIO 4 PISOS
 PISO 4



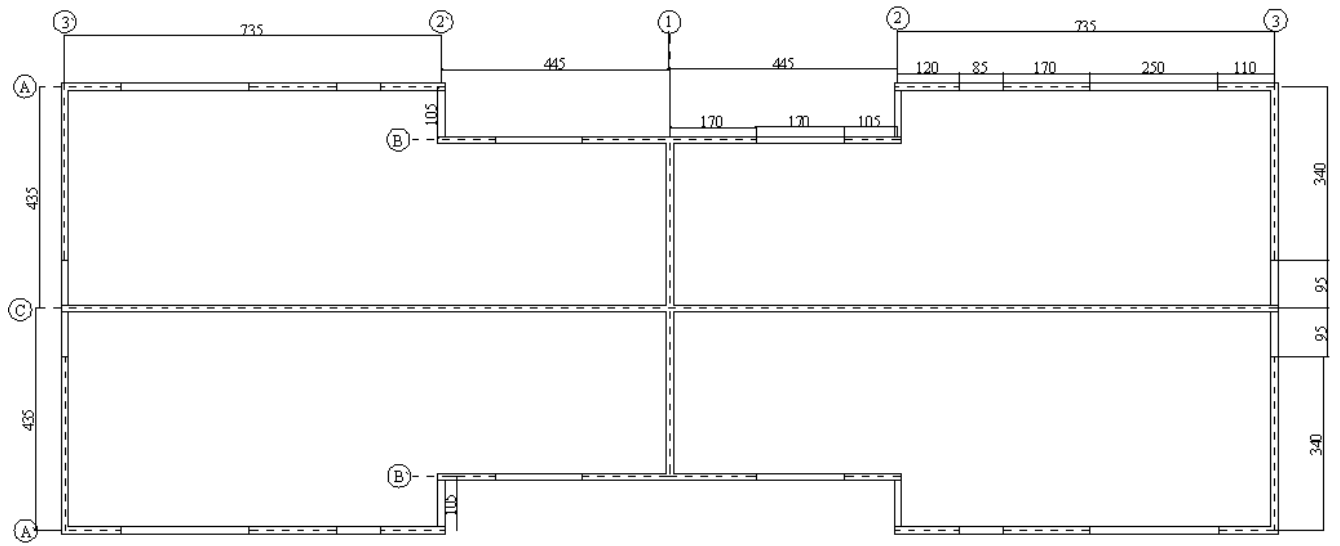
GENERAL PRIETO (5 PISOS)
PLANTA TIPO T



GENERAL PRIETO (5 PISOS)
PLANTA TIPO T



GENERAL PRIETO (5 PISOS)
PLANTA TIPO DOBLE T



3.9 Conjunto Habitacional Gregorio Shepeler, etapa I y II



Ubicación	Avenida Santa María 955(etapa I), Calle Los Lirios 689 (etapa II)
Año de construcción	2005 (etapa I), 2003 (etapa II)
Nº de pisos	4
Altura de entrepiso	236 cm
Altura total	944 cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de albañilería	Albañilería armada
Tipo de planta	Tipo Rectangular
Nº de departamentos por planta	2
Nº de edificios	20 (etapa I), 20 (etapa II)
Nº total de departamentos	320

Observaciones:

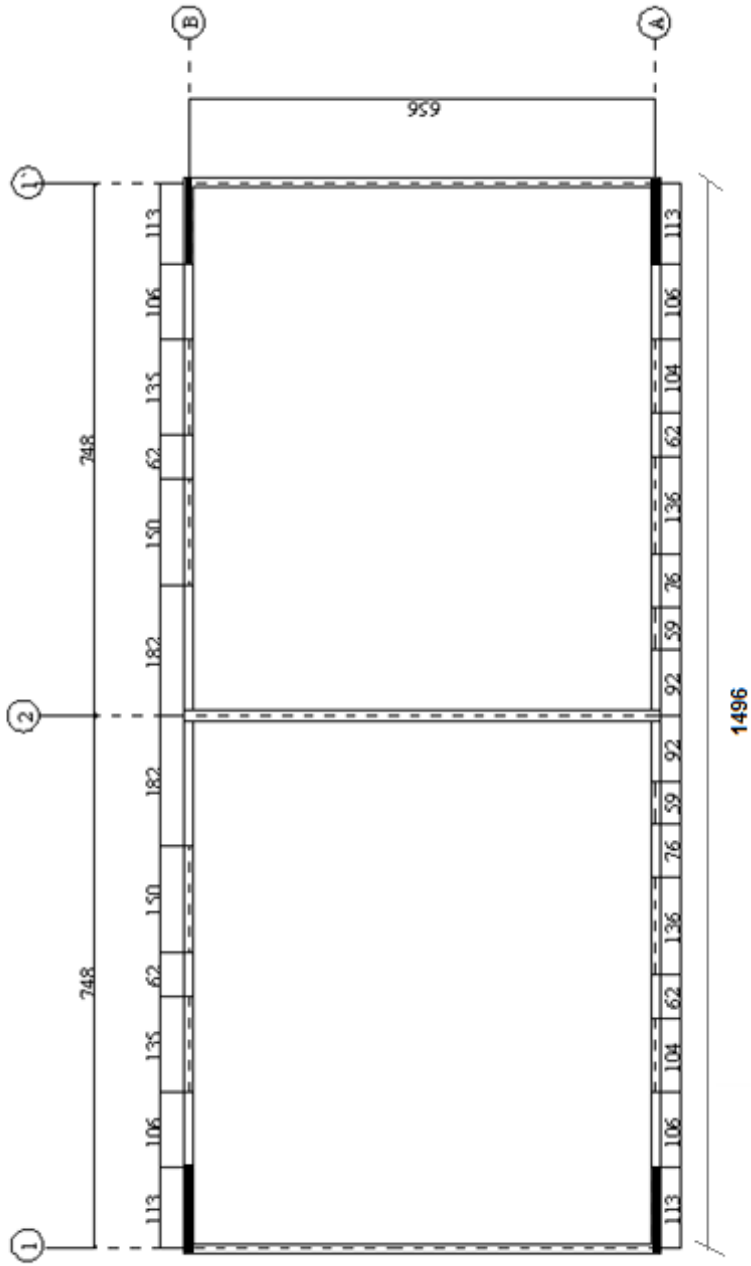
- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Conjunto estructurado por muros de albañilería armada de ladrillo cerámico hecho a máquina. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y por bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además posee cuatro machones en cada esquina del edificio (ejes A y B).
- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm, exceptuando la ventana de ancho 182 cm (eje B), que posee un antepecho de 50 cm de altura y la ventana de ancho 62 cm (eje A), que posee un antepecho más alto dado que esta ventana posee una altura de solamente 60 cm.. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos exceptuando el muro de 59 cm de largo del eje A.
- Estos edificios se ubican en diferentes lugares diferenciándose principalmente por las diferentes cotas en las que se ubican.
- Este conjunto de edificios no sufrió daños producto del terremoto
- Se considera armado suponiendo que se cumple la norma NCh 1928.Of93 dado que no hay planos que permitan descartar esta clasificación.
- Este conjunto no pertenece a los edificios SERVIU, pero por presentar características parecidas a los edificios sociales se incluye.
- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_o), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
A_o	0.4 g
R	3
C (Suelo II)	0.240

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

EDIFICIO GREGORIO SHEPELER



3.10 Villa Chacarillas, etapas I y II



Ubicación	Calle Chacarillas
Año de Construcción	1992
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de albañilería	Albañilería Confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular
Nº de departamentos por planta	4
Nº de edificios	12
Nº total de departamentos	144

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una

sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además, el primer y segundo piso tiene un pilar conectado con una viga interna en dirección longitudinal. Los edificios se encuentran estucados.

- Los antepechos de este edificio son todos de la misma altura: 100 cm. La abertura que posee en el eje A de ancho 60 cm y altura 60 cm representa menos del 5 % del paño de albañilería por lo que se desprecia para todo cálculo posterior. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.

- Estos edificios pertenecen a un solo tipo de planta, que es la tipo Rectangular con 4 departamentos por piso

- Este conjunto se ubica en el sector Chacarillas, y los edificios están en la pendiente.

- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.

- La planta excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.

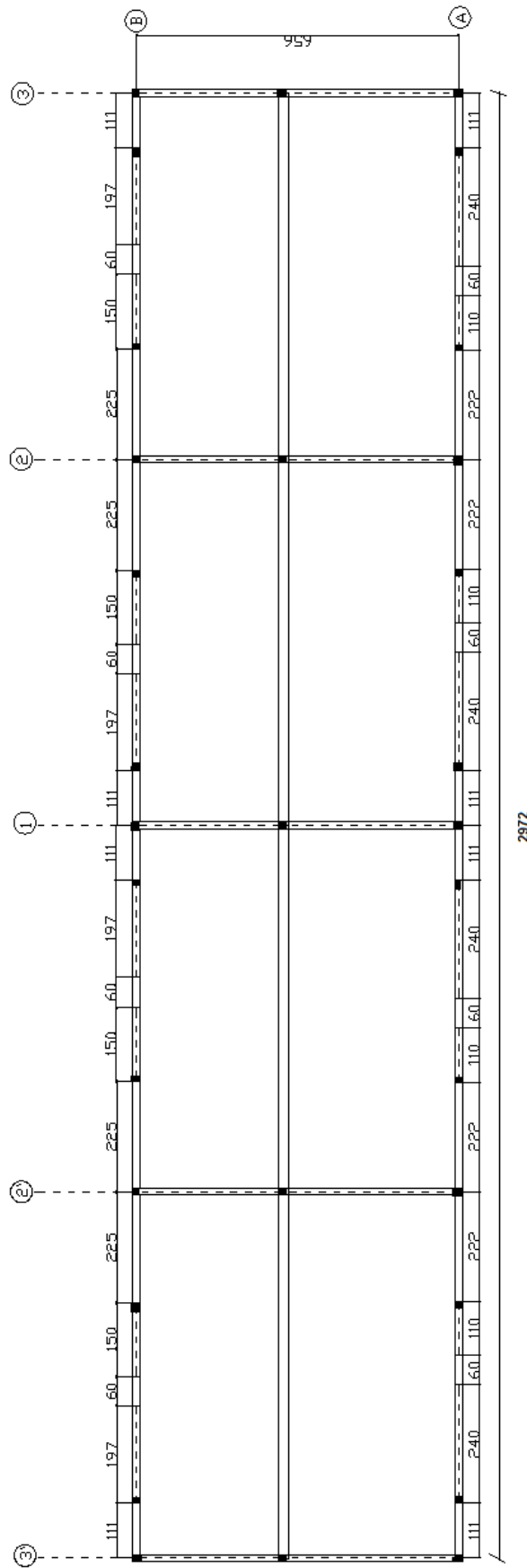
- Estos edificios se consideran confinados según el siguiente criterio: las aberturas que no están confinadas con pilares se asume que están reforzadas con una armadura vertical de confinamiento incluida en los huecos de las unidades, dado que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).

- Para los efectos de los cálculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tensión admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificación de la respuesta (R) y coeficiente sísmico (C).

τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
A_0	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

EDIFICIO CHACARILLA, ETAPA I y II



3.11 Villa Chacarillas, etapa III



Ubicación	Calle Chacarillas
Año de Construcción	1995
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de albañilería	Albañilería Confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular (Simple y Doble)
Nº de departamentos por planta	2 (Simple), 4 (Doble)
Nº de edificios	5 (Simple), 9 (Doble)
Nº total de departamentos	138

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificios estructurados con muros de albañilería confinada. Poseen un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una

sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además, el primer y segundo piso tienen un pilar conectado con una viga interna en dirección longitudinal.

- Los antepechos de este edificio son todos de 100 cm de alto exceptuando la ventana de largo 186 cm del eje A que posee un antepecho de altura 50 cm. La abertura que posee en el eje A de ancho 60 cm y altura 60 cm representa menos del 5 % del paño de albañilería por lo que se desprecia para todo cálculo posterior. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.

- Estos edificios pertenecen a un solo tipo de planta, que es la tipo Rectangular la que a su vez se divide en dos tipos, una tipo Simple con 2 departamentos por pisos y otra tipo Doble con 4 departamentos por piso. Algunos edificios tipo Simple y tipo Doble se encuentran separados por una junta de dilatación

- Este conjunto se ubica en el sector Chacarillas, lugar en donde los edificios están en pendiente y a diferentes cotas.

- En algunos de estos edificios se realizaron ampliaciones. Estas van desde la eliminación de algunos antepechos para transformarlos en puertas (eje B), hasta la abertura de pequeñas ventanas en muros transversales exteriores (eje 1).

- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.

- La planta excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.

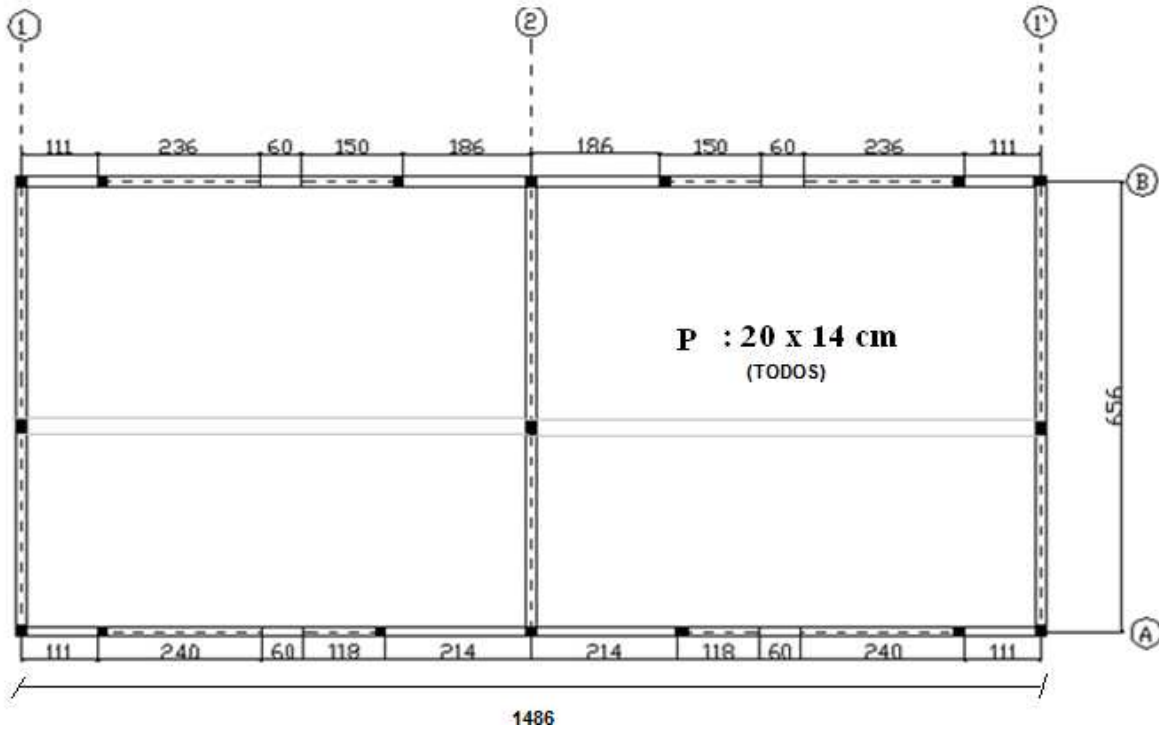
- Estos edificios se consideran confinados según los siguientes criterios: los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro) y se asume que las aberturas que no están confinadas con pilares poseen armadura vertical de confinamiento incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).

- Para los efectos de los cálculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tensión admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificación de la respuesta (R) y coeficiente sísmico (C).

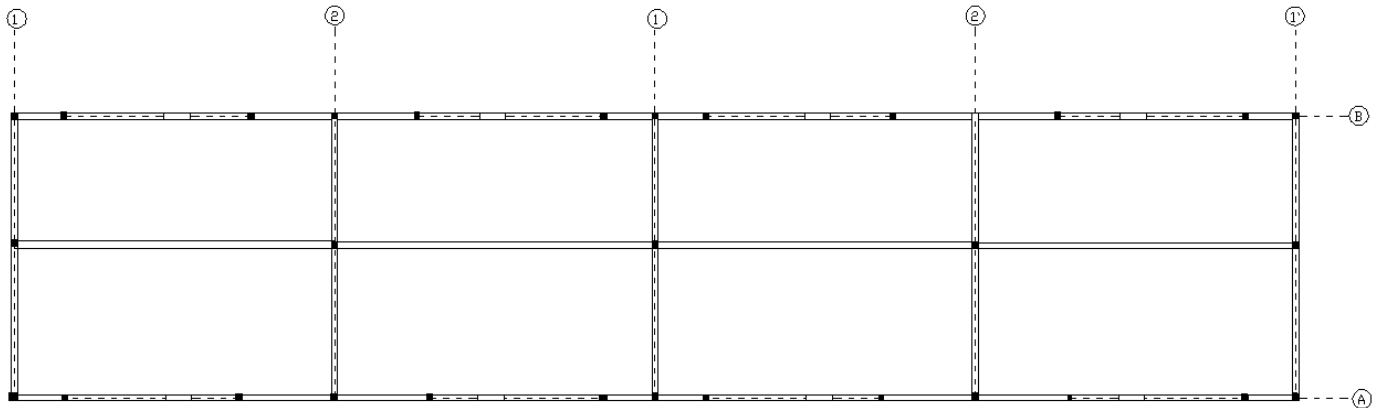
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
Ao	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

CHACARILLA, ETAPA III
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (SIMPLE)



EDIFICIO CHACARILLA, ETAPA III
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



3.12 Villa Chacarillas, etapa IV



Ubicación	Calle Chacarillas
Año de Construcción	1998
Nº de pisos	4
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	944cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de albañilería	Albañilería Confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular (Simple y Doble)
Nº de departamentos por planta	2 (Simple), 4 (Doble)
Nº de edificios	5 (Simple), 6 (Doble)
Nº total de departamentos	136

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y el levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.
- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado

apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además, el primer, segundo y tercer piso tienen un pilar conectado con una viga interna en dirección longitudinal.

- Los antepechos de este edificio son todos de 100 cm de alto exceptuando la ventana de ancho 91 cm del eje A que posee un antepecho más alto dado que la altura de la ventana es solamente de 60 cm. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos exceptuando el pilar de albañilería de 29 cm del eje A.

- Estos edificios pertenecen a un solo tipo de planta, del tipo Rectangular, la que a su vez se divide en dos tipos, una tipo Simple con 2 departamentos por pisos, y otra tipo Doble con 4 departamentos por piso. En este caso algunos edificios Simples y Dobles se encuentran separados por una junta de dilatación.

- Este conjunto se ubica en el sector Chacarillas, lugar en donde los edificios se emplazan en pendiente y a diferente cota.

- En algunos de estos edificios se realizaron modificaciones, como es la eliminación de antepechos para transformarlos en puertas (eje B).

- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.

- La planta excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.

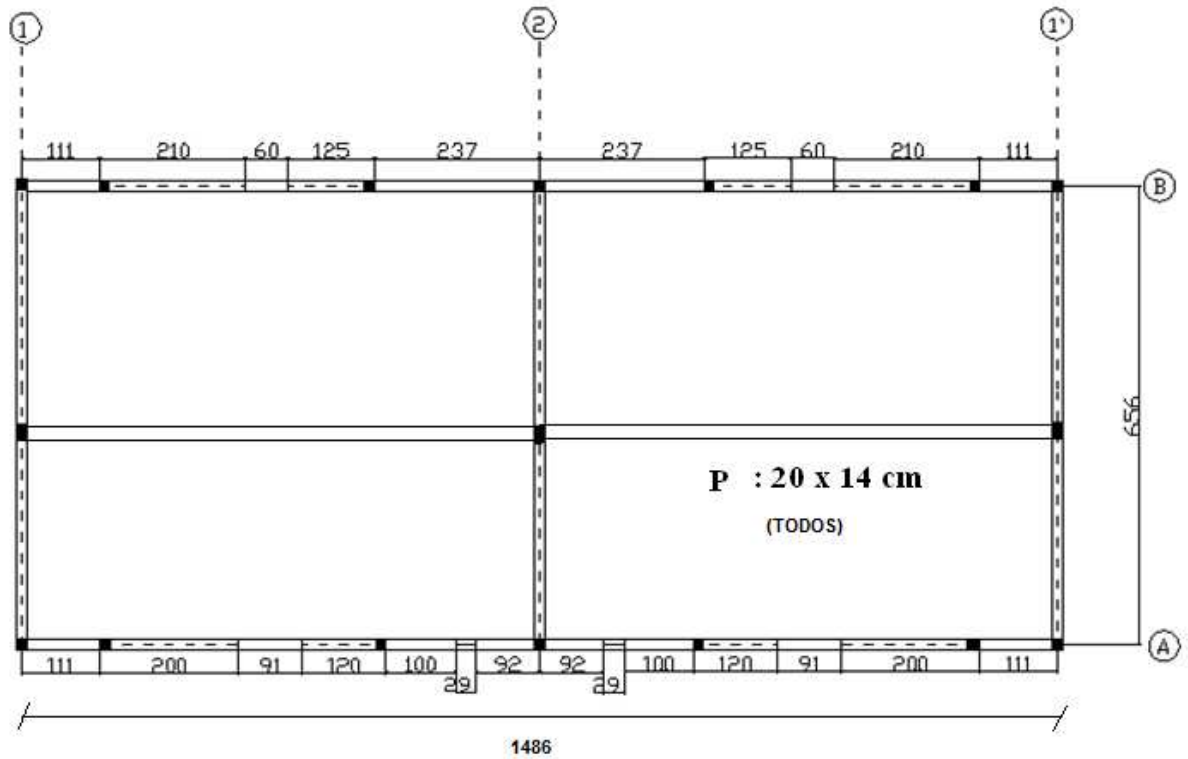
- Estos edificios se consideran confinados según los siguientes criterios: los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro) y se asume que las aberturas que no están confinadas con pilares poseen armadura vertical de confinamiento incluida en los huecos de las unidades, dado que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).

- Para los efectos de los cálculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tensión admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificación de la respuesta (R) y coeficiente sísmico (C).

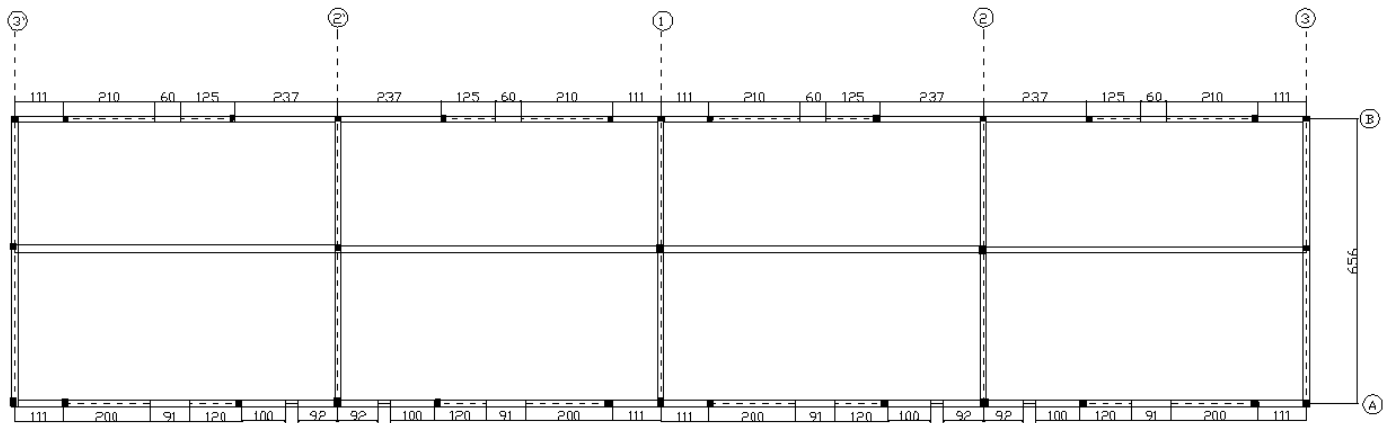
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámicohecho a máquina)
Ao	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

CHACARILLA, ETAPA IV
 PLANTA TIPO RECTANGULAR(SIMPLE)



CHACARILLA, ETAPA IV
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



3.13 Villa Perla del Maule, etapa I y II



Ubicación	Calle Piedra de la Iglesia
Año de Construcción	2000
Nº de pisos	4
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	944cm
Espesor de muros	14 cm
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina
Tipo de albañilería	Albañilería Confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular
Nº de departamentos por planta	2
Nº de edificios	20
Nº de departamentos	160

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno y levantamiento de planos en terreno. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una

sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además, el primer, segundo y tercer piso tienen un pilar conectado con una viga interior en dirección longitudinal.

- Los antepechos de este edificio son todos de la 100 cm de alto, exceptuando el antepecho de la ventana de ancho 182 cm (eje B), que posee un antepecho de 50 cm de altura y la ventana de ancho 62 cm (eje A), que posee un antepecho más alto dado que esta ventana posee una altura de 60 cm.. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos exceptuando el muro de ancho 59 cm del eje A.

- Este conjunto es similar al del conjunto Gregorio Shepeler, con la diferencia de que éste es albañilería confinada mientras que el conjunto Gregorio Shepeler es albañilería armada con machones de H.A.

- Estos edificios pertenecen a un tipo de planta Rectangular, la que posee 2 departamentos por pisos. En este caso algunos edificios se encuentran separados por una junta de dilatación y otros aislados.

- Este conjunto se ubica en el sector Chacarillas, lugar en donde ambas etapas se ubican con una diferencia considerable de cotas.

- Este conjunto no sufrió daños producto del terremoto.

- Este conjunto no pertenece a los edificios SERVIU, pero por presentar características parecidas a los edificios de vivienda social se incluye.

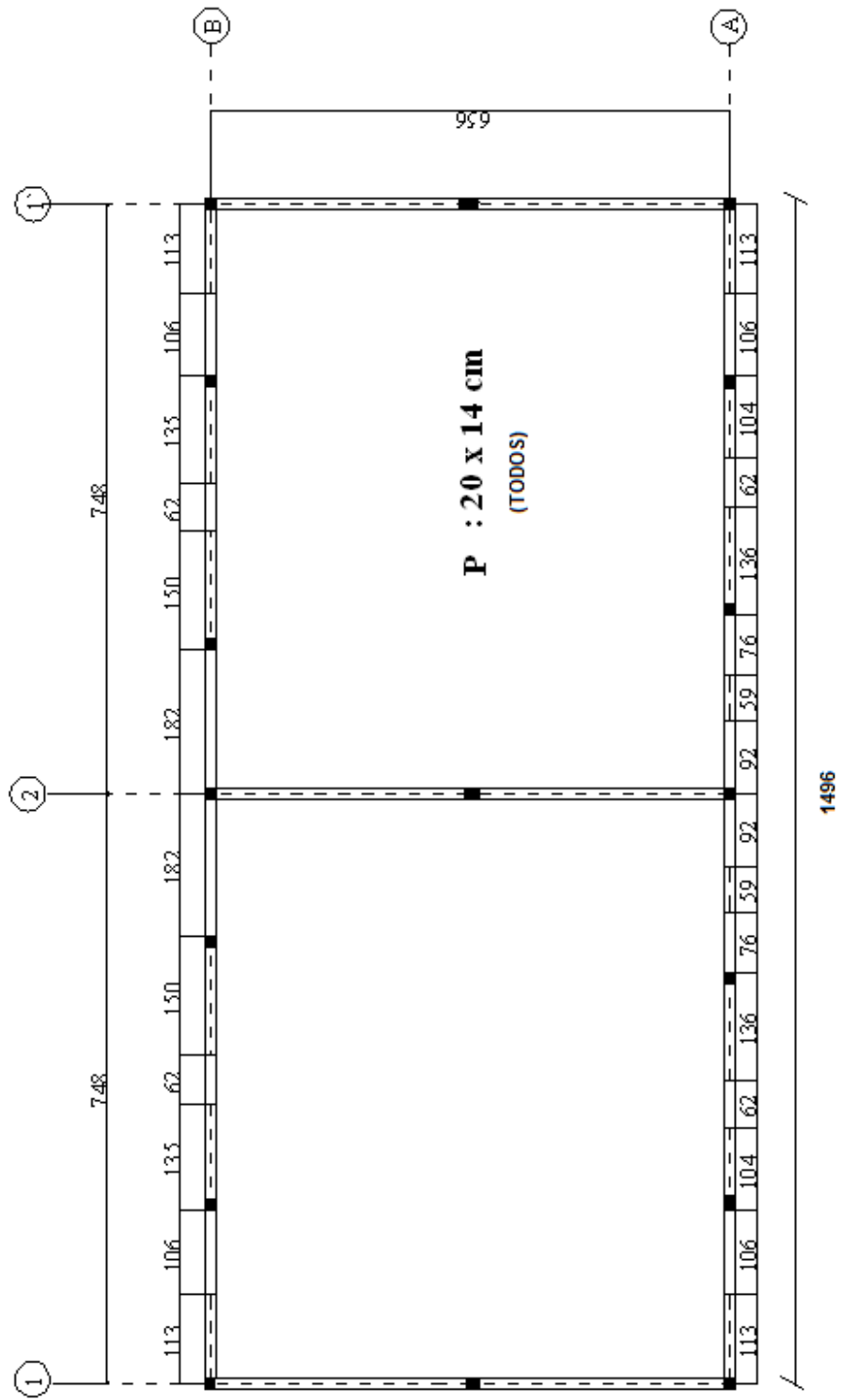
- Estos edificios se consideran confinados según los siguientes criterios: los pilares de confinamientos cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro) y se asume que las aberturas que no están confinadas con pilares poseen armadura vertical de confinamiento incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).

- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
Ao	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

EDIFICIO PERLA DEL MAULE



3.14 Villa Los Acacios, Cauquenes



Ubicación	Calle Chacabuco 1295
Año de Construcción	1993
Nº de pisos	3
Altura de entre entrepiso	236 cm
Altura total	708 cm
Espesor de muros	14 cm (cerámico hecho a máquina), 15 cm (cerámico hecho a mano)
Material	Ladrillo cerámico hecho a máquina y ladrillo cerámico hecho a mano
Tipo de albañilería	Albañilería semi confinada
Tipo de planta	Tipo Rectangular (Simple y Doble)
Nº de departamentos por planta	2 (Simple), 4 (Doble)
Nº de edificios	2(Simple), 4 (Doble)
Nº de departamentos	60

Observaciones:

- Esta ficha se preparó con la información reunida en las visitas a terreno, planos de arquitectura, planos de estructuras e informe de daños. A continuación de las observaciones se adjuntan planos estructurales de planta.

- Edificio estructurado con muros de albañilería confinada con muros divisorios entre departamentos contruidos con ladrillo hecho a mano. Posee un sistema de piso compuesto por losas prefabricadas formadas por viguetas de hormigón armado apoyadas en los muros y bovedillas huecas de hormigón sobre la cual se aplica una sobre losa armada. El último piso no posee esta losa. Además el primer y segundo piso tienen un pilar conectado con una viga interior en dirección longitudinal.
- Los antepechos de este edificio son todos de 100 cm de alto. La abertura que posee en el eje B de ancho 60 cm y altura 60 cm representa menos del 5 % del paño de albañilería por lo que se desprecia para todo cálculo posterior. Todos los muros se pueden considerar poco esbeltos.
- Estos edificios pertenecen a un solo tipo de planta, tipo Rectangular la que a su vez se divide en dos tipos, una tipo Simple con 2 departamentos por pisos y otra tipo Doble con 4 departamentos por piso. En este caso algunos edificios Simples y Dobles se encuentran separados por una junta de dilatación.
- Este conjunto se ubica en Cauquenes. Existe una diferencia de cotas entre los edificios, ubicándose en la parte más baja 3 edificios y en la parte más alta el edificio restante, el que a su vez se encuentra en una dirección perpendicular a los otros tres edificios.
- En algunos de estos edificios se realizaron modificaciones. Estas corresponden a la eliminación de algunos antepechos para ser transformadas en puertas.
- Este conjunto sufrió graves daños producto del terremoto, sobre todo el edificio que se encuentra en la zona más alta orientado en forma diferente que los demás. Se ha recomendado demoler al menos el edificio más dañado.
- La planta excede el largo máximo de 25 metros recomendado en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU.
- Estos edificios se consideran semi confinados ya que los pilares de confinamientos no cumplen las limitaciones de dimensiones mínimas (20 cm x espesor del muro) además los estribos de los pilares están espaciados a 15 cm a lo largo del pilar siendo que la norma establece que en las zonas críticas este espaciamiento debe ser de máximo 10 cm. Las aberturas que no están confinadas con pilares se encuentran reforzados con una

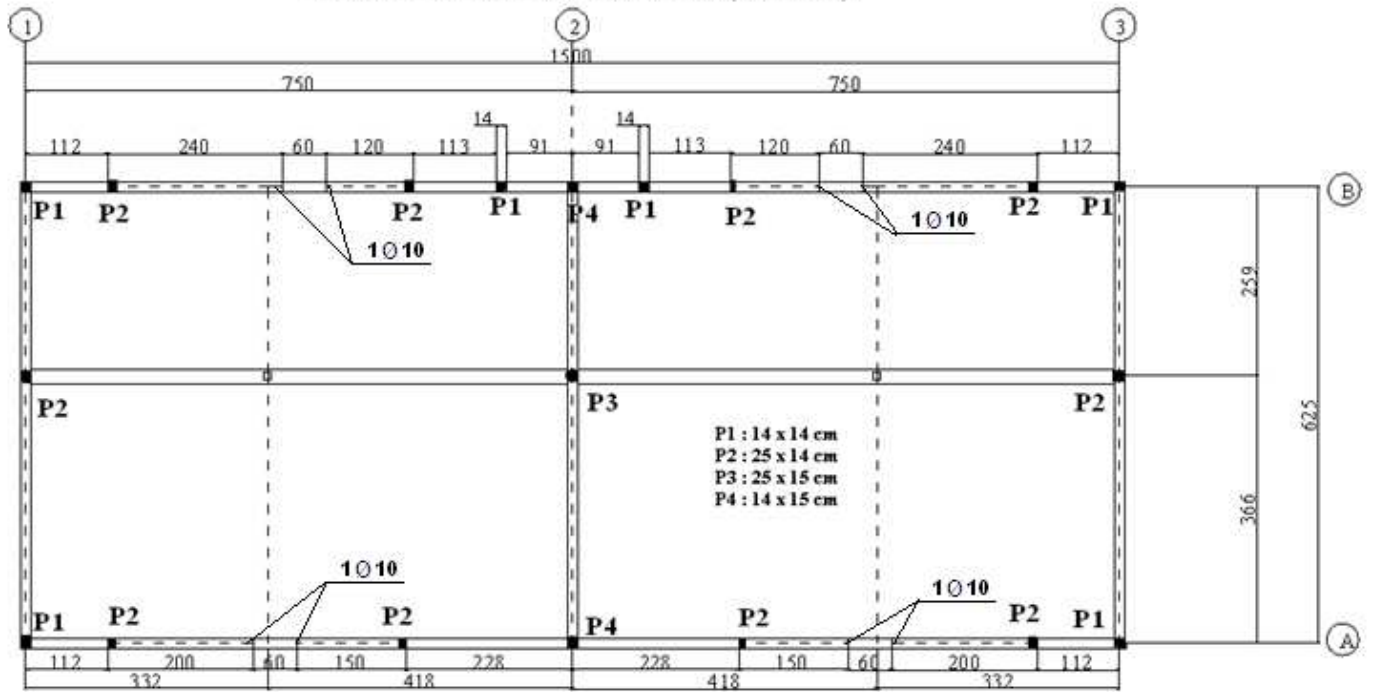
armadura vertical de 10 mm de diámetro incluida en los huecos de las unidades, las que cumplen el punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of97 (ver Anexo D).

- Para los efectos de los calculos en este conjunto se consideró los siguientes valores de tension admisible al corte (τ), aceleración efectiva (A_0), factor de modificacion de la respuesta (R) y coeficiente sismico (C).

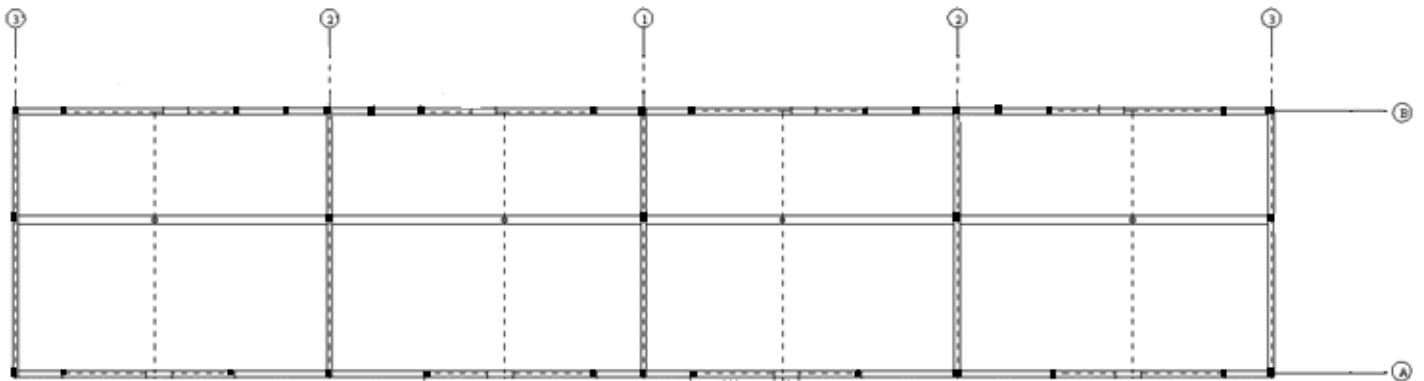
τ (Kg/cm ²)	5 (ladrillo cerámico hecho a máquina)
A_0	0.4 g
R	4
C (Suelo II)	0.220

- Finalmente en el Anexo E se adjuntan fotografías de las fachadas y entorno de este conjunto.

LOS ACACIOS
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (SIMPLE)



LOS ACACIOS
 PLANTA TIPO RECTANGULAR (DOBLE)



3.15 Comentario general

Todos salvo uno de los conjuntos estudiados son de albañilería confinada, aunque sólo cinco cumplen con las limitaciones de la norma NCh2123.Of.97. (Esta evaluación se hizo de acuerdo a los antecedentes que se poseen, siendo más exhaustiva a medida que se posee mayor información).

Los edificios de esta muestra han sido construidos entre 1991 y 2005 salvo la villa Los Aromos que es más antigua (1985). La Figura 3.2 muestra los intervalos en que los edificios analizados fueron construidos.



Figura 3. 2: Cantidad de edificios según tramo de año en que se construyó.

El estado de mantención de los edificios es razonable, salvo Los Aromos (que es el más antiguo) y Mesa Seco etapa IV.

En este estudio se pueden reconocer tres tipos de plantas, Rectangular, T y Doble T. De éstas, la tipo Rectangular es la que más predomina en los edificios de este estudio, tal como se muestra en la Figura 3.3. En efecto el 86% de la muestra son edificios tipo Rectangular, un 10% tipo T y un 4% tipo Doble T.

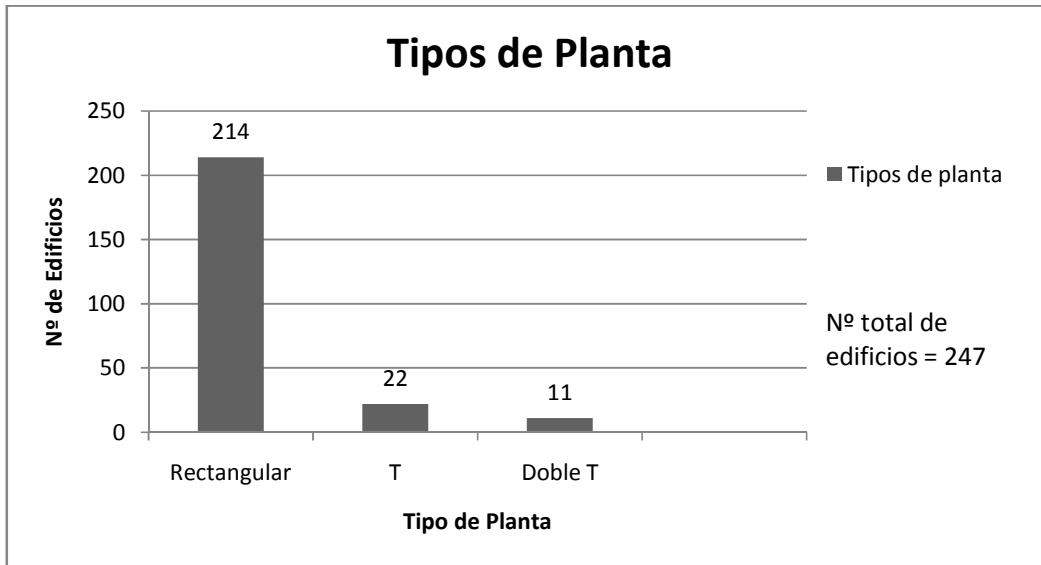


Figura 3. 3: Gráfico que indica los tipos de plantas y su representatividad

Dentro de los conjuntos que poseen edificios con planta tipo rectangular, éstas se subdividen en plantas Rectangulares Simples, Doble y Triple, siendo la más predominante la Rectangular Simple (50%) y Doble (48%). Sólo un conjunto tiene plantas Rectangulares Triples. Esto se puede apreciar en la Figura 3.4.

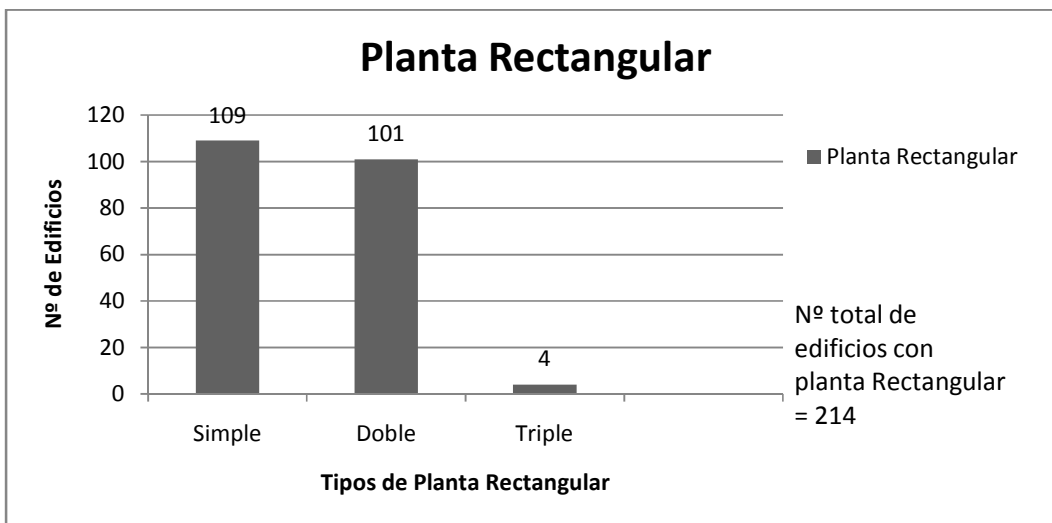


Figura 3. 4: Gráfico que indica subdivisión de planta Rectangular

Por último se debe destacar que la mayoría de los edificios estudiados poseen un estuco engañoso en el sector de cadenas y pilares, es decir un estuco que oculta la verdadera dimensión del pilar haciéndolo parecer más ancho de lo que realmente es.

CAPITULO IV: CÁLCULO DEL GRADO DE DAÑO

A partir de una inspección visual de los edificios y basándose en la documentación fotográfica y la Tabla 4.1, se estimó el grado de daño de cada muro estructural del primer piso de los edificios. El grado de daño promedio del piso de cada edificio se obtiene sumando los diferentes grados de daños por dirección, ya sea longitudinalmente o transversalmente y dividiendo por el total de muros existentes en la dirección analizada. También se adjunta el daño máximo para cada dirección. Se debe tener en consideración que en los edificios que no tienen estuco, el grado de daño 1 no se considera.

Tabla 4. 1: Grado de daño en el que se basa la encuesta de daño (Astroza y Monge, 1989)

Categoría	Descripción del daño
0 Sin daño	Sin daño.
1 Daño no estructural pequeño	Grietas fina en estuco, caída de trozo de estuco en zona limitada.
2 Daño estructural pequeño	Pequeñas grietas en muros de albañilería, desprendimiento de grandes trozos de estucos en zonas extendidas. Daño en elementos no estructurales como chimeneas cornisas, etc. La capacidad resistente de la estructura no está reducida apreciablemente. Fallas generalizadas en elementos no estructurales.
3 Daño estructural moderado	Grietas grandes y profundas en muros de albañilería, extenso agrietamiento en muros, columnas y machones de hormigón armado. Inclinación o caída de chimeneas, estanques y plataformas de escala. La capacidad resistente de la estructura está parcialmente reducida.
4 Daño estructural severo	Se caen trozos de muros, se parten los muros exteriores e interiores y se producen desplomes entre sus trozos. Corte en elementos que unen partes de edificios. Aproximadamente falta un 40% de los elementos estructurales principales. El edificio toma una condición peligrosa.
5 Colapso	Colapso de una parte o el total del edificio.

4.1 Metodología para la encuesta de daño

Se aplica la metodología desarrollada por Santiago Arias (1976) para obtener el grado de daño promedio de cada piso de forma ordenada, así en el mismo plano se pueden observar todos los daños que se presentan en un piso determinado.

En los planos estructurales de planta se indica con una flecha el elemento estructural dañado, en la que uno de los extremos apunta al elemento estructural y el otro hacia una cruz, la que define cuatro cuadrantes que permiten recoger los siguientes datos: en el cuadrante 1 se individualiza el elemento dañado mediante alguna nomenclatura establecida (MA para muro de albañilería y MHA para muro de hormigón armado), en el cuadrante 2 se dibuja un esquema de la falla, en el cuadrante 3 se indican las dimensiones de la falla (metros) y en el cuadrante 4 el grado de falla de acuerdo a la clasificación mencionada en la Tabla 4.1. En la figura 4.1 se aprecia el esquema de la metodología para la encuesta de daño. Además en el plano estructural se colocan fotos de alguno de los elementos dañados, cuya ampliación y detalle están en el Anexo A de acuerdo a la numeración de las figuras.

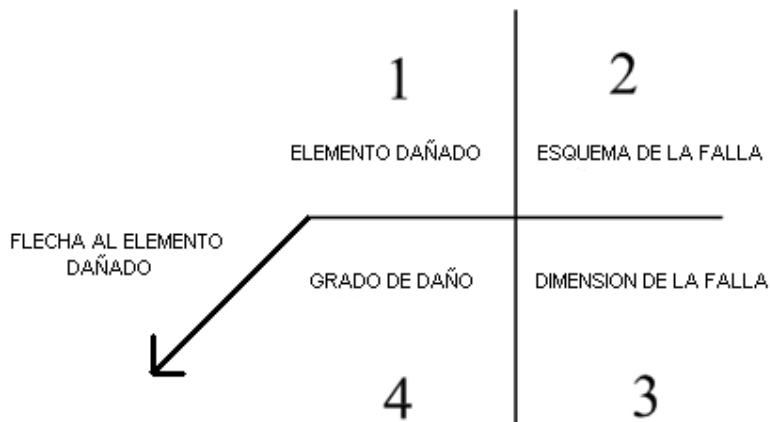


Figura 4. 1: Metodología encuesta de daño (Arias, 1976)

4.2. Encuesta de daños aplicados a edificios en estudio

A continuación se muestran los diferentes edificios en estudio, cada uno de estos se especifica dentro del conjunto al que pertenece a través de una figura. Además se adjuntan los planos estructurales con los respectivos daños (cuando los hay) y un resumen con el daño general del conjunto.

4.2.1 Edificios Cerro O'Higgins

En este conjunto, que cuenta con 10 edificios, 6 de ellos presentaron algún grado de daño, incluso 2 edificios llegaron al grado de colapso (edificios 9 y 10). Los que se ubican lejos de las laderas resultaron sin daño alguno (1, 2, 4 y 5).

Estos edificios se numeraron del 1 al 10 y para una mayor claridad se muestra su distribución en la Figura 4.2. Se detalla el daño en cada muro para los edificios en análisis. Este análisis se realizó sólo para el primer piso de cada estructura.



Figura 4. 2: Ubicación de los edificios pertenecientes a Villa O'Higgins

Los daños en los edificios menos afectados son principalmente fisuras diagonales en el mortero de pega. En los más afectados destacan grietas de 2 cm o más de espesor en el paño producto de falla al corte, desplazamientos fuera del plano del muro longitudinal inducida horizontalmente a lo largo del mortero, colapso de muros y pilares con pérdida de recubrimiento y pandeo de su armadura. Cabe destacar que siempre el mayor daño se presentó en los muros orientados transversalmente. En el anexo A se incluyen fotos de los edificios que no están dañados.

EDIFICIO 3, VILLA O'HIGGINS

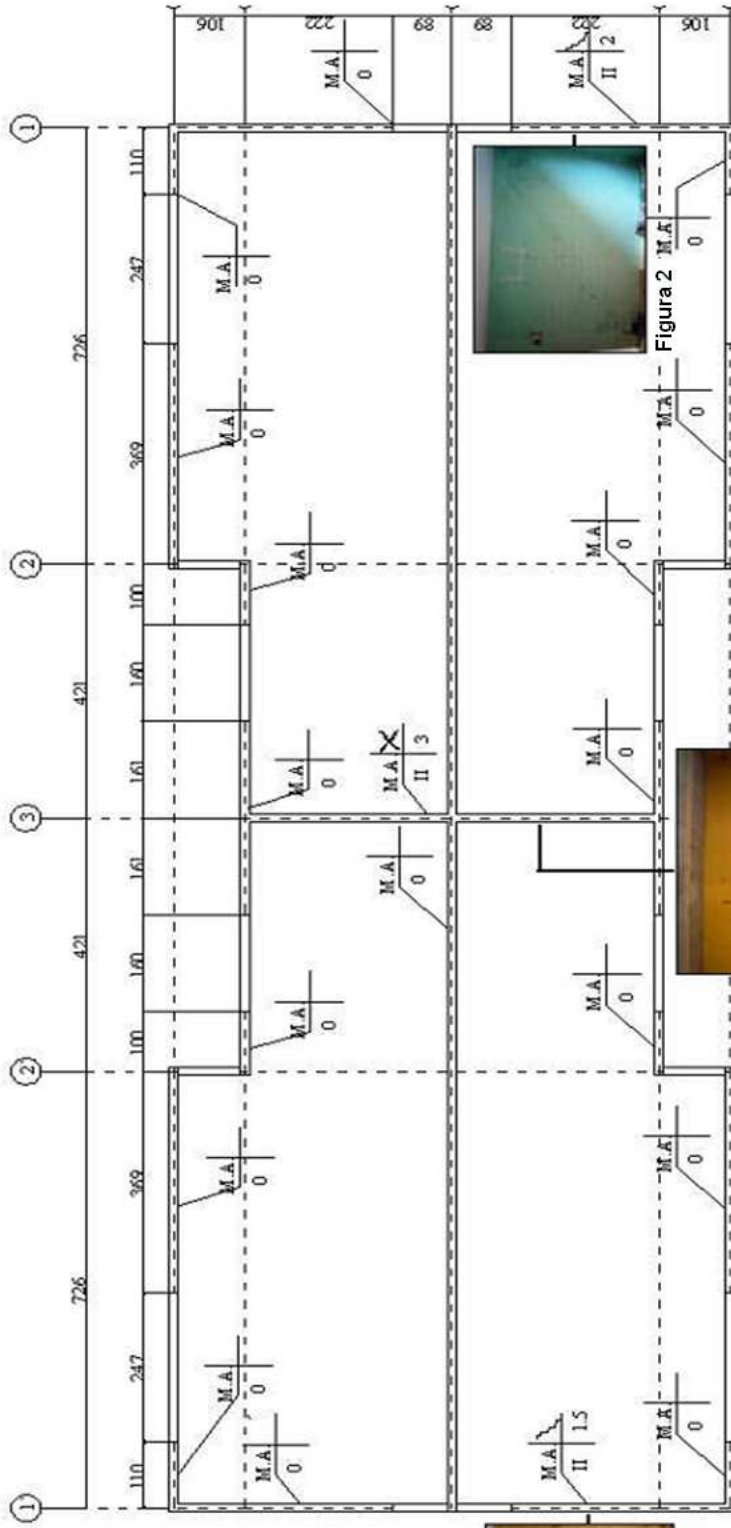


Figura 1

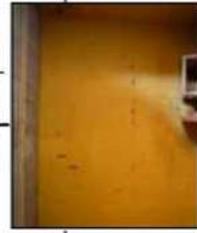
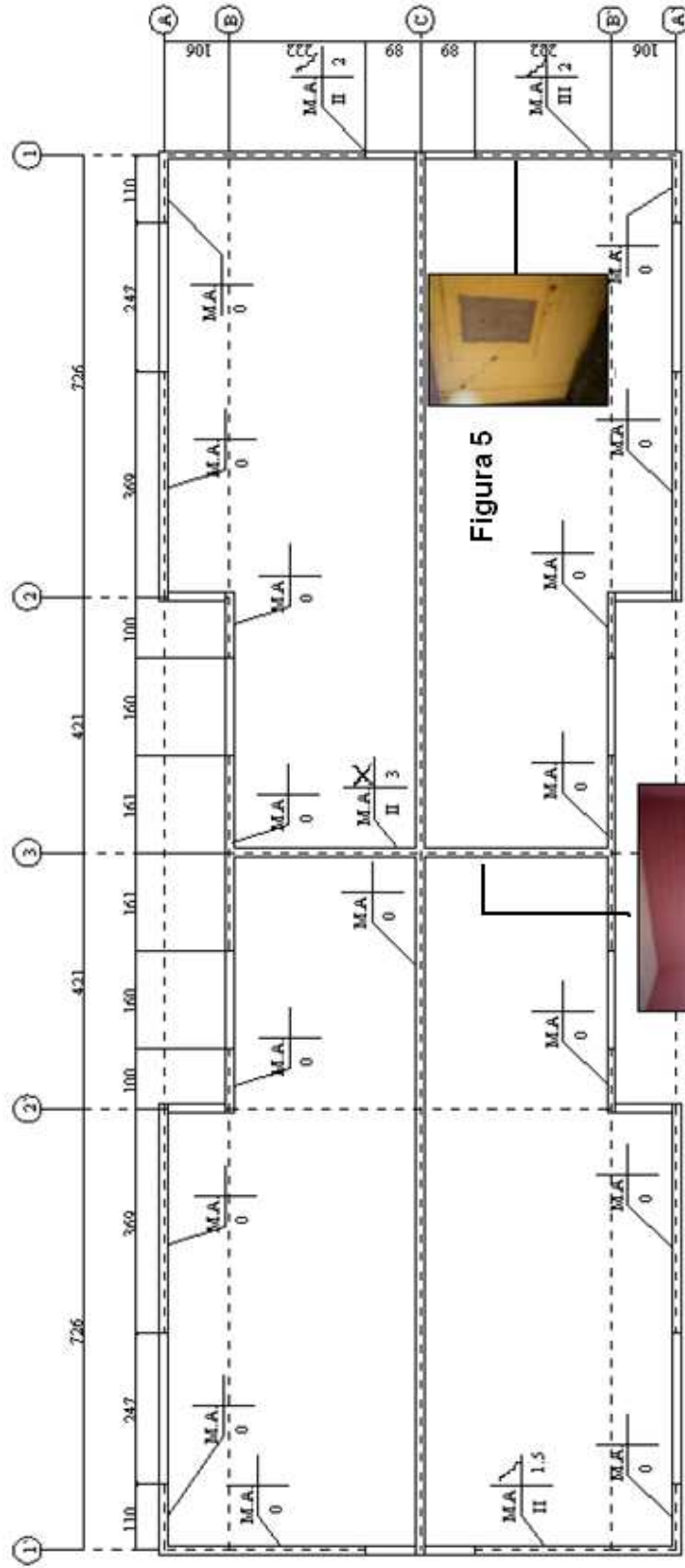


Figura 3



Figura 2

EDIFICIO 6, VILLA O'HIGGINS



EDIFICIO 7, VILLA O'HIGGINS

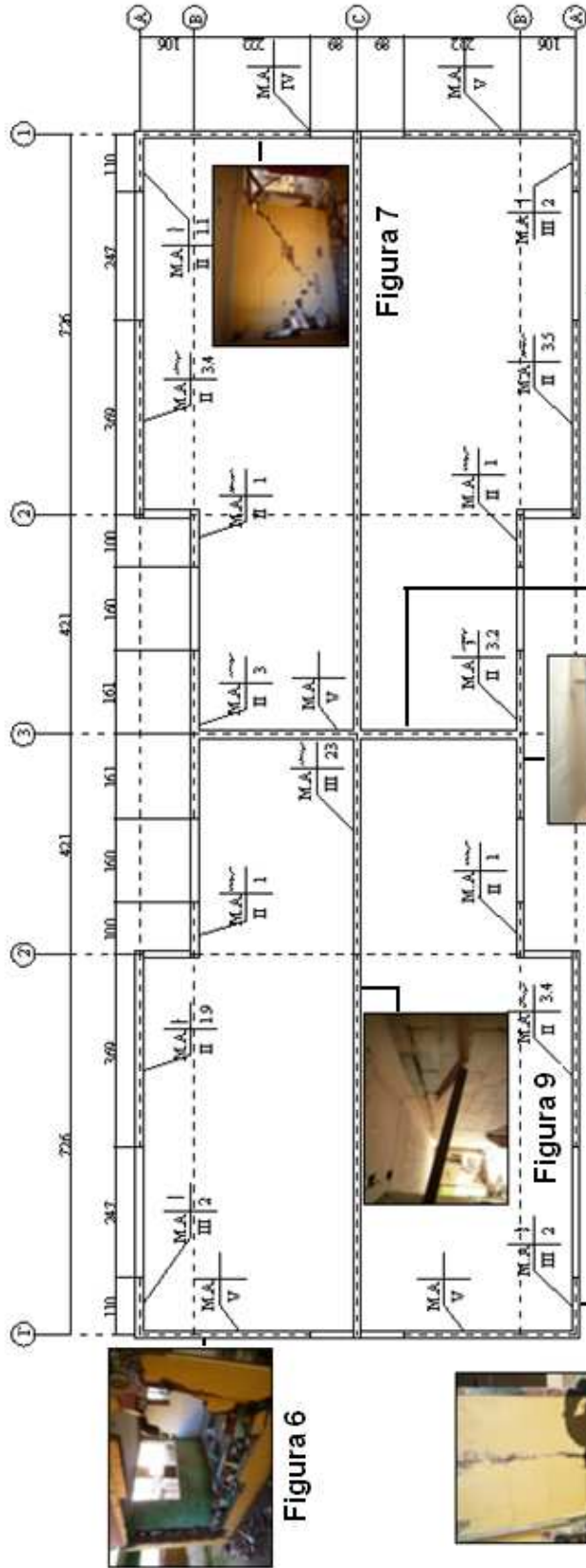


Figura 6



Figura 8



Figura 9



Figura 7



Figura 10



Figura 11

EDIFICIO 8, VILLA O'HIGGINS

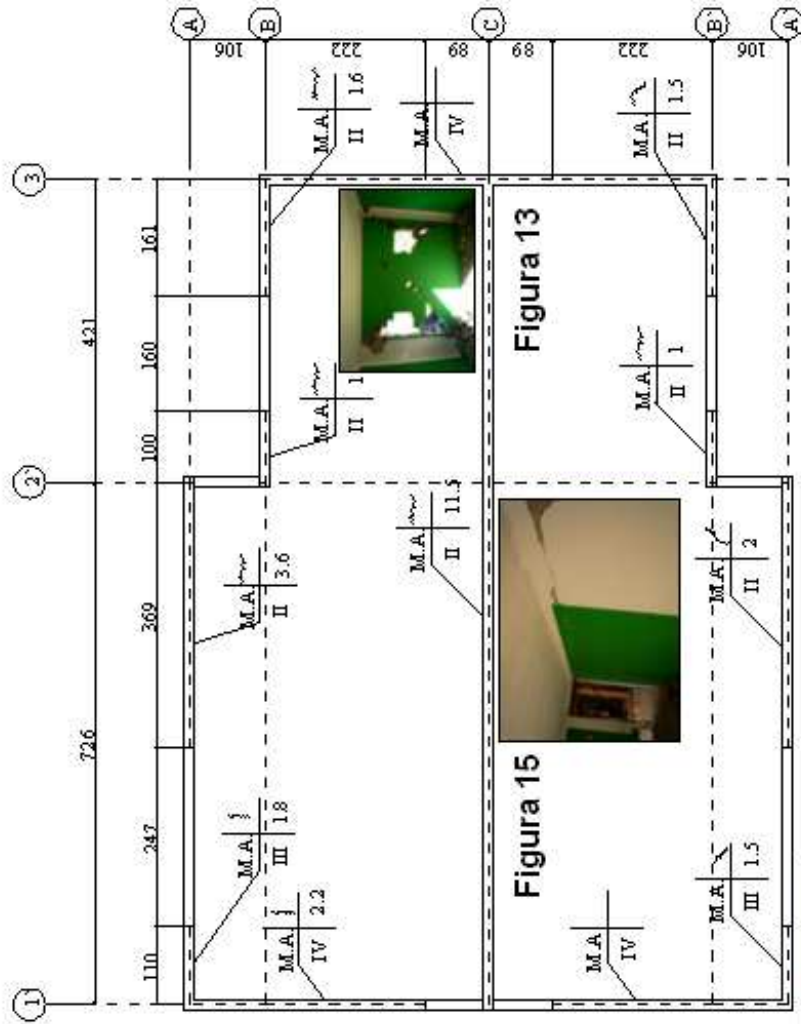


Figura 12



Figura 14

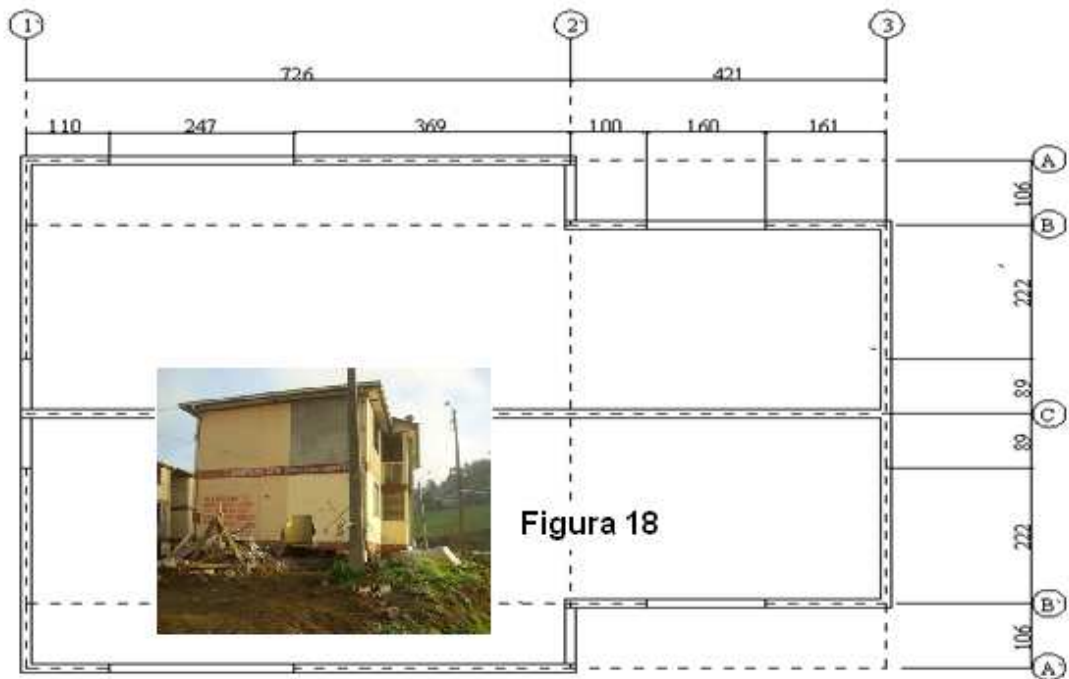


Figura 16

EDIFICIO 9, VILLA O' HIGGINS



EDIFICIO 10, VILLA O' HIGGINS



- Cálculo del daño promedio

El nivel de daños en el primer piso de los 10 edificios existentes, se indica en la Tabla 4.2, en la que además se destaca entre paréntesis el daño máximo en la dirección analizada.

Tabla 4. 2: Grado de daño edificio cerro O`Higgins, primer piso.

Edificio	Daño dirección longitudinal (x)	Daño dirección transversal (y)
1	0	0
2	0	0
3	0	1.2 (II)
4	0	0
5	0	0
6	0	1.6 (III)
7	2.3 (III)	4.8 (V)
8	2.2 (III)	4 (IV)
9	5 (V)	5 (V)
10	5 (V)	5 (V)

El segundo y tercer piso no presentan daño en ninguno de los edificios del 1 al 8 por lo que no se hace referencia a estos en este cálculo.

4.2.2 Edificio Mesa Seco (etapa IV)

Este conjunto, que cuenta con más de una decena de edificios, presentó en 2 de ellos algún grado de daño (los que se encuentran más cerca de la orilla de un estero)

Estos edificios se numeraron del 1 al 2 y para una mayor claridad se muestra su distribución en la Figura 4.3. Se detalla el daño en cada muro para los edificios en análisis. Este análisis se realizó sólo para el primer piso de cada estructura.

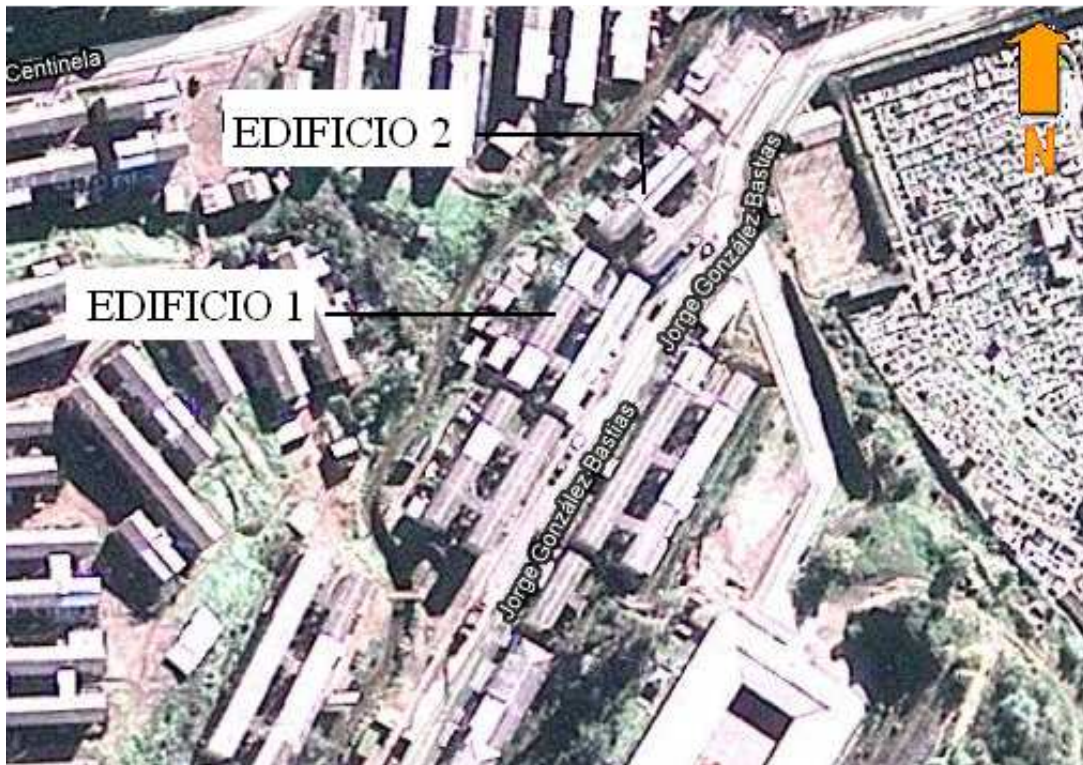
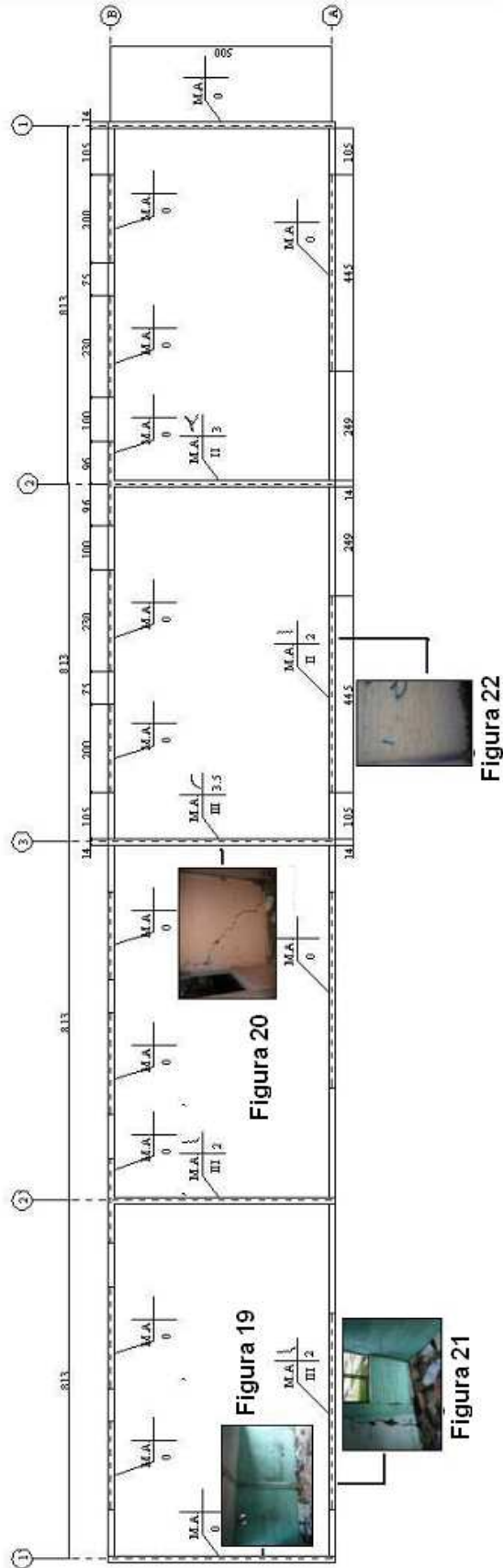


Figura 4. 3: Ubicación de los edificios pertenecientes a Conjunto M. F. M. Seco, Etapa IV.

Los daños en estos edificios están directamente relacionados con notorios asentamientos del suelo, lo que indujo agrietamientos diagonales principalmente en los muros orientados en la dirección transversal. Este daño también se extendió a los pilares de confinamiento causándoles pérdida de recubrimiento. Pero sin duda el mayor daño es el que se produjo en el radier, presentándose hundimientos de éste de 20 cm y un sin número de grietas en él mismo.

EDIFICIO I, MESA SECO ETAPA IV



- Cálculo del daño promedio

El nivel de daños en el primer piso, de los dos edificios indicados, se indica en la Tabla 3, en la que además se destaca entre paréntesis el daño máximo en la dirección analizada.

Tabla 4. 3: Grado de daño edificio M. F. Mesa Seco (etapa IV), primer piso.

Edificio	Daño dirección longitudinal (x)	Daño dirección transversal (y)
1	0.4 (III)	1.6 (III)
2	0	2.4 (III)

El segundo y tercer piso no presentan daño en ninguno de los dos edificios por lo que no se hace referencia a estos en este cálculo.

4.2.3 Edificios Los Aromos

Este conjunto, que cuenta con 4 edificios, presentó algún grado de daño en todos ellos.

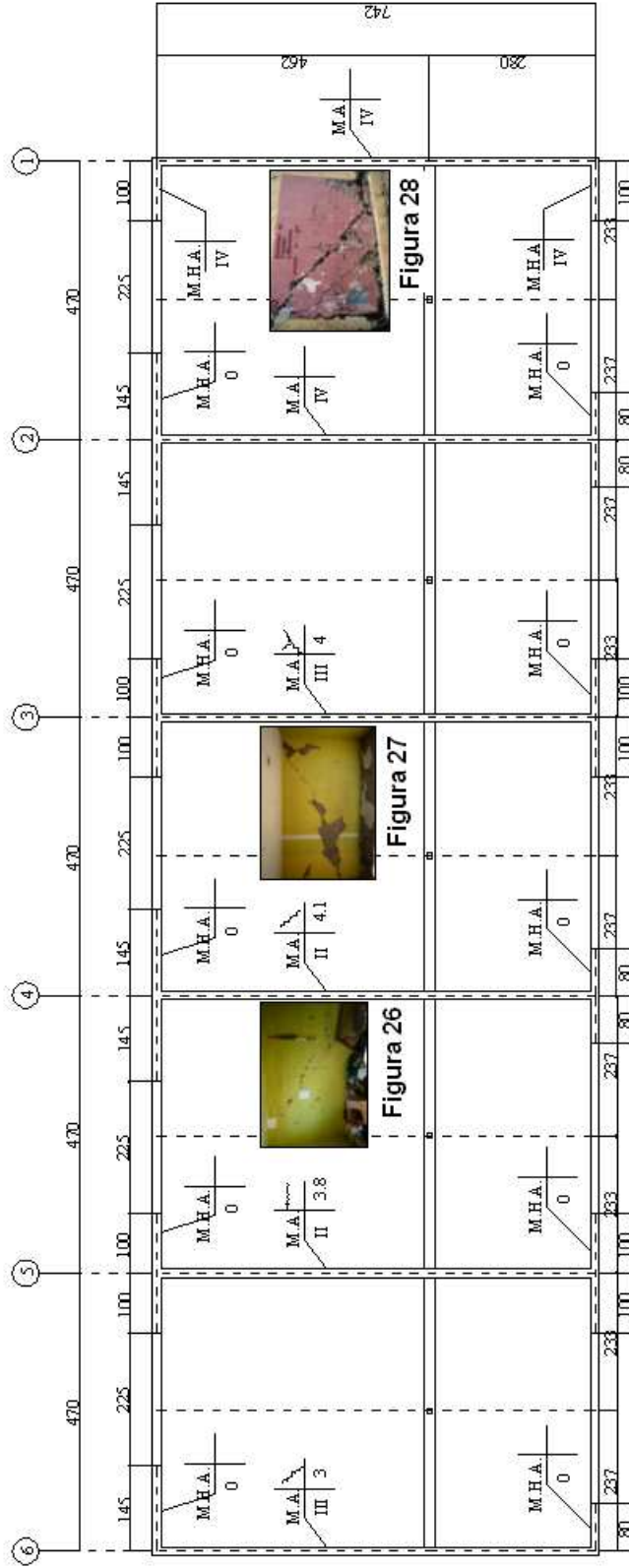
Estos edificios se numeraron del 1 al 4 y para una mayor claridad se muestra su distribución en la Figura 4.4. Se detalla el daño en cada muro para los edificios en análisis. Este análisis se realizó sólo para el primer piso de cada estructura.



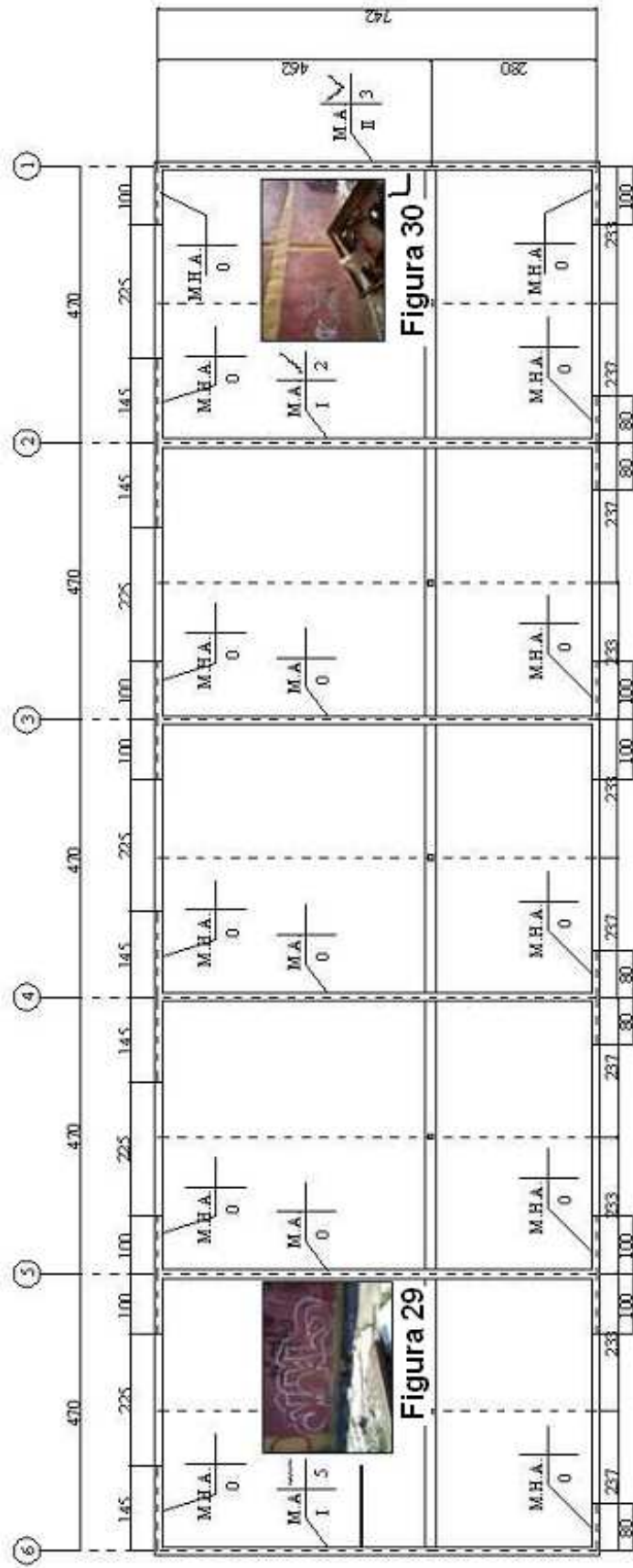
Figura 4. 4: Ubicación de los edificios pertenecientes al conjunto Los Aromos.

Los daños en este conjunto se presentaron casi en su totalidad en los muros transversales (albañilería), dado que los muros de hormigón armado no sufrieron prácticamente ningún daño (excepto edificio 1). En los muros menos dañados predominan fisuras diagonales y caída de estuco. Dentro de los más dañados figuran principalmente las grietas diagonales, productos de falla al corte y en los casos más graves los pilares presentan pérdida del hormigón que lo compone y pandeo de su armadura. Destaca el vaciamiento de un muro en el cuarto piso (único daño en un piso superior)

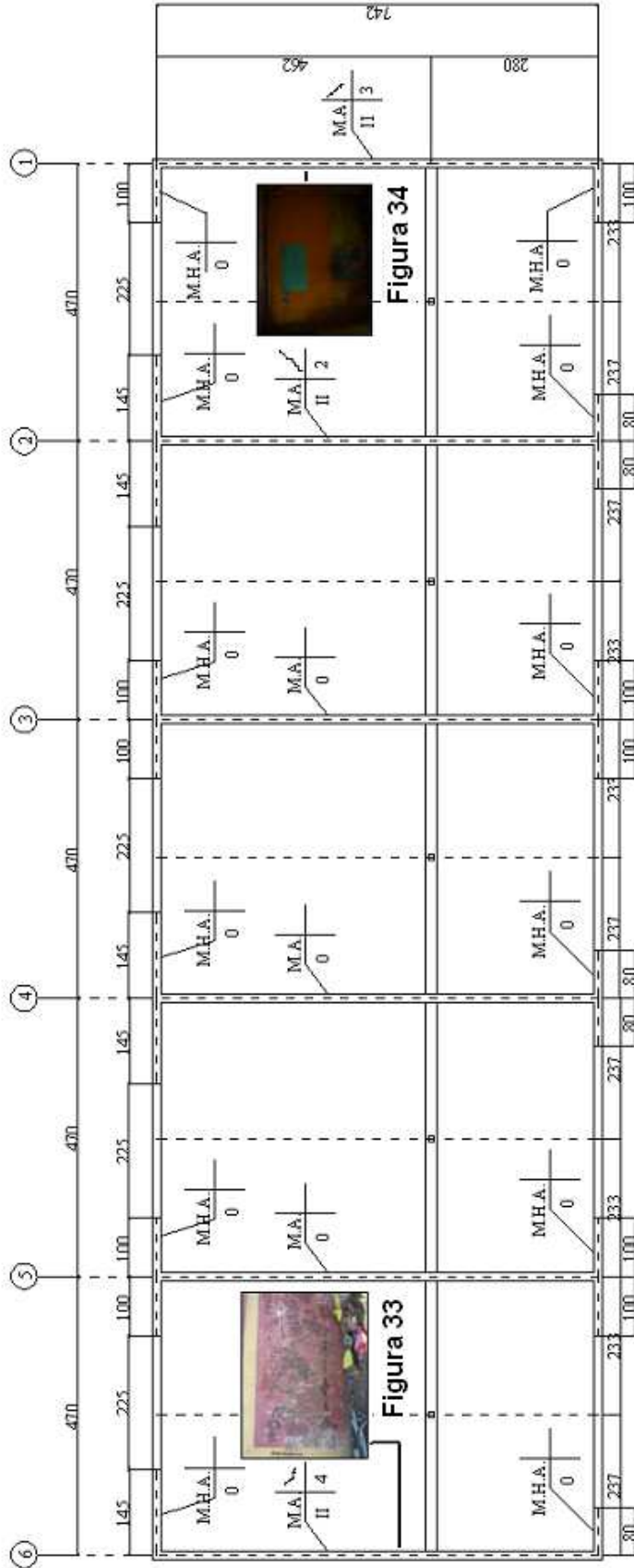
EDIFICIO 1, LOS AROMOS



EDIFICIO 2, LOS AROMOS



EDIFICIO 4, LOS AROMOS



-Cálculo del daño promedio

El nivel de daños en el primer piso, de los 4 edificios, se indica en la Tabla 4.4 en la cual se destaca entre paréntesis el daño máximo en la dirección analizada:

Tabla 4. 4: Grado de daño edificio Los Aromos primer piso.

Edificio	Daño dirección longitudinal (x)	Daño dirección transversal (y)
1	0.67 (IV)	3 (IV)
2	0	0.67 (II)
3	0	1 (II)
4	0	1 (II)

El segundo, tercero y cuarto piso no presentan daño en los edificios 1, 2 y 3 por lo que no se hace referencia a estos en este cálculo. En tanto que el edificio 4 presenta daño en el piso cuarto. Este daño es sólo un muro y es en la dirección transversal con daño grado V, lo que da un promedio en el piso de 0.83 en dicha dirección. En el Anexo A se muestra una foto de este daño.

4.2.4 Villa Los Acacios

Este conjunto, cuenta con 6 edificios, todos los cuales presentaron algún grado de daño.

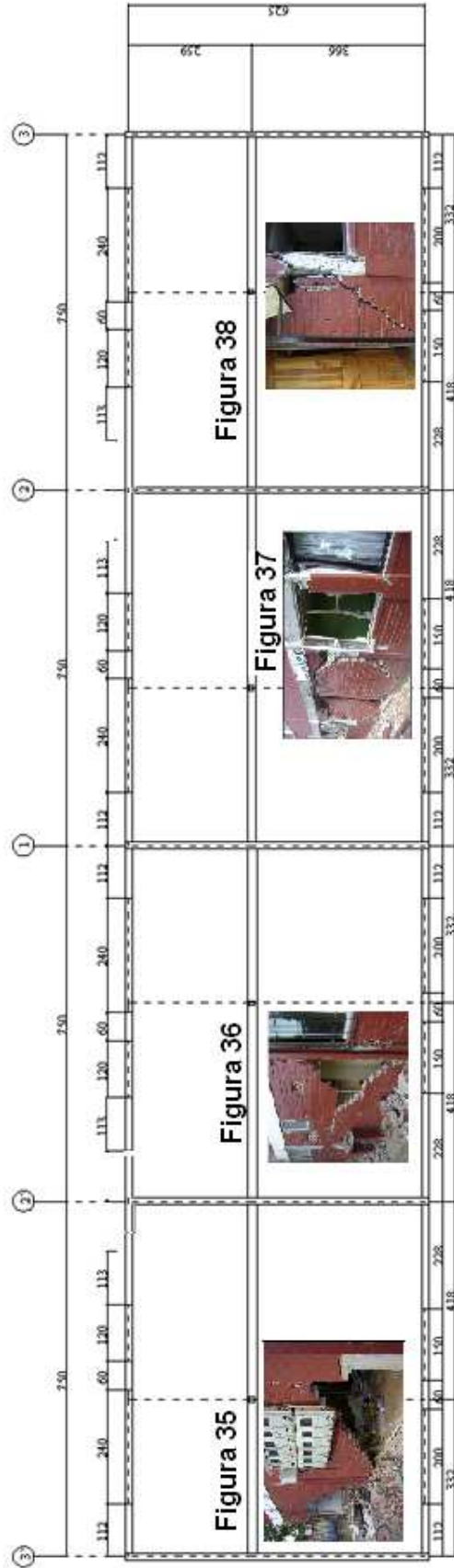
Estos edificios se etiquetaron numerándolos del 1 al 6. Para una mayor claridad se muestra su distribución en la Figura 4.5. A diferencia de los anteriores edificios los daños se calculan basado en informe DICTUC N° 879697. Este análisis se realizó sólo para el primer piso de cada estructura. No se incluyen los edificios 5 y 6 en los planos con daños ya que esta vez las figuras son representativas y como el daño es similar a los edificios 3 y 4 se decidió omitirlos.



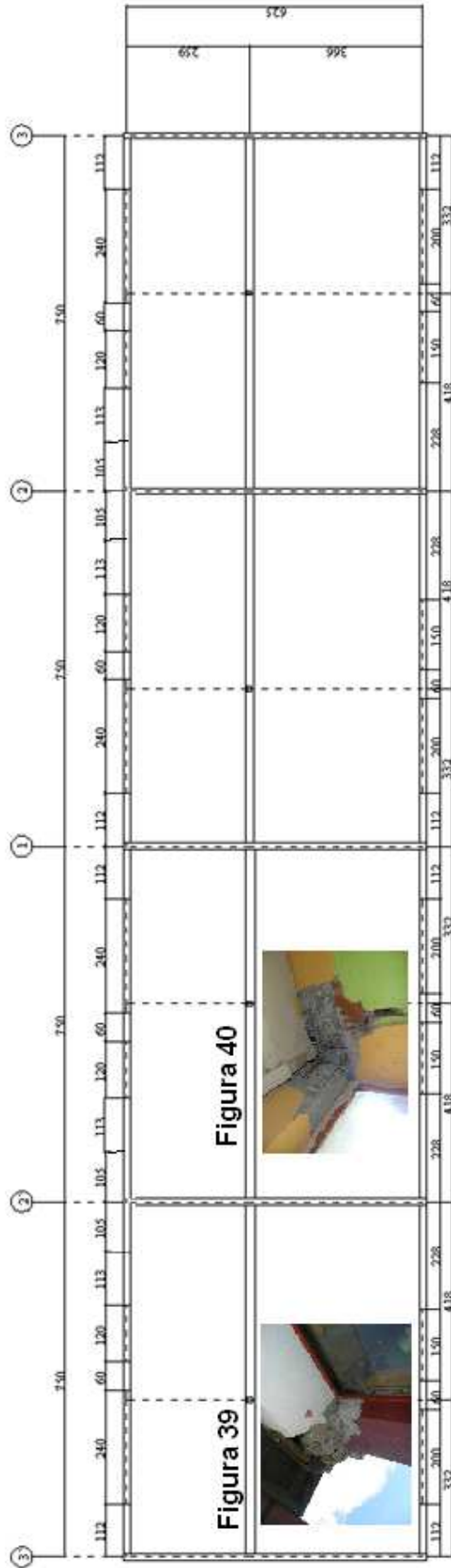
Figura 4.5: Ubicación de los edificios pertenecientes a Conjunto Los Acacios.

Los daños, a diferencia de otros conjuntos, se distribuyen de manera similar en ambas direcciones, ya sea longitudinal o transversal. En estos edificios los daños son variados, desde pérdidas de estucos y pequeñas fisuras diagonales en forma de cruz (por esfuerzo de corte), pasando por fallas horizontales que obedecen a fallas por adherencia, agrietamiento severo de algunos muros, daños por compresión en elementos de confinamiento (pérdida de hormigón y pandeo de armadura), vaciamiento parcial de paños de albañilería e incluso riesgo de colapso (edificio 1) al estar inclinado hacia el norte lo que indujo deslizamientos fuera del plano de los muros a través del mortero.

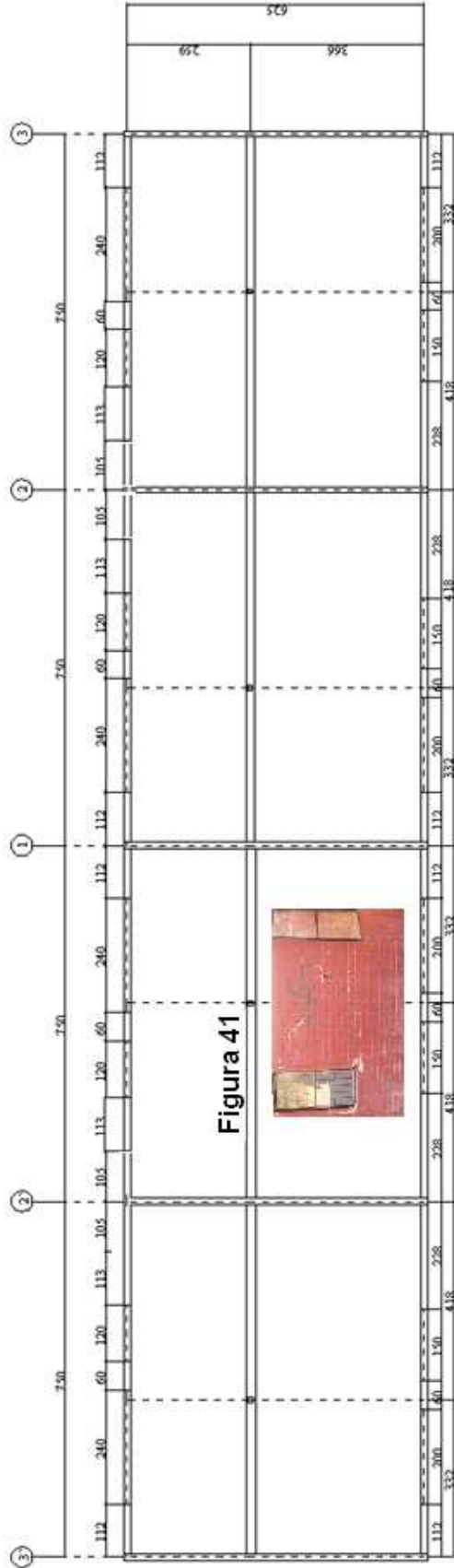
EDIFICIO I, LOS ACACIOS



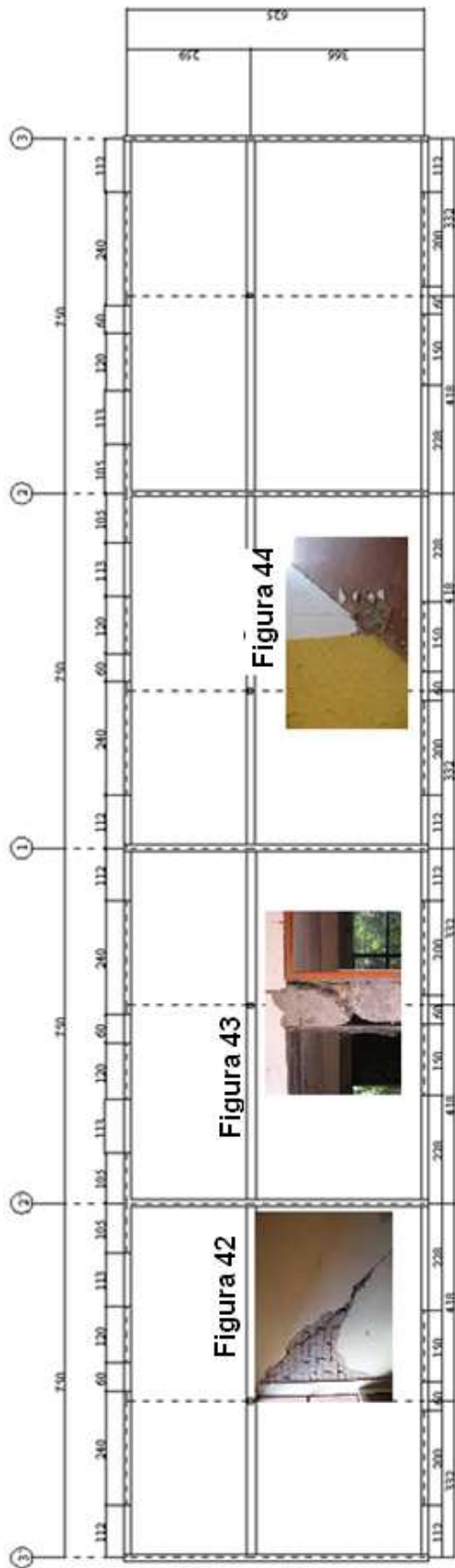
EDIFICIO 2 LOS ACACIOS



EDIFICIO 3 LOS ACACIOS



EDIFICIO 4 LOS ACACIOS



- Calculo del daño promedio

Para determinar el grado de daño de estos edificios se recurre a un informe realizado por especialistas del DICTUC.

-Edificio 1: Se establece que el edificio presenta daños severos en la totalidad de los elementos estructurales del primer piso, manteniendo serio riesgo de colapso global de la estructura, se puede concluir que el grado de daño es un grado IV para el primer piso.

-Edificio 2: Este edificio posee daños leves en algunos elementos estructurales, por lo cual el grado daño es un grado II para el primer piso.

-Edificio 3: Este edificio posee daños leves en algunos de sus elementos estructurales, por lo cual el grado de daño es un grado II para el primer piso.

-Edificio 4: El daño en este edificio es moderado en gran parte de sus elementos estructurales, por lo cual se puede concluir que el grado de daño es un grado III para el primer piso.

Tabla 4. 5: Grado de daño Los Acacios

Edificio	Daño dirección longitudinal (x)	Daño dirección transversal (y)
1	IV	IV
2	II	II
3	II	II
4	III	III
5	II	II
6	III	III

4.2.5 Conjuntos restantes

El resto de los conjuntos mencionados en el capítulo anterior no registraron daños. Esto se verificó con visitas a terreno inspeccionando in-situ cada conjunto. Por otra parte se consultó a las entidades pertinentes como lo son Dirección de Obras de la Municipalidad de Constitución y SERVIU local, los cuales no tienen registro de daños en el resto de los edificios que no se han nombrado en este capítulo.

4.3 Análisis de la encuesta de daño

A partir de los resultados de la encuesta de daños se puede establecer que del total de edificios que participan en este estudio, el 7.2 % presentó algún grado de daño estructural tal como se muestra en la Figura 4.6.



Figura 4. 6: Gráfico que indica los edificios con o sin daño estructural

Así de 247 edificios (2392 departamentos), 18 de ellos presentan daños, los cuales se detallan en este capítulo.

Ahora, de los 18 edificios afectados, la dirección transversal es la que sufre el mayor daño con respecto a la dirección longitudinal, esto se puede apreciar en la Figura 4.7, la que muestra cómo se distribuye el grado de daño máximo en cada edificio. Además el daño máximo más recurrente es el grado II y III.

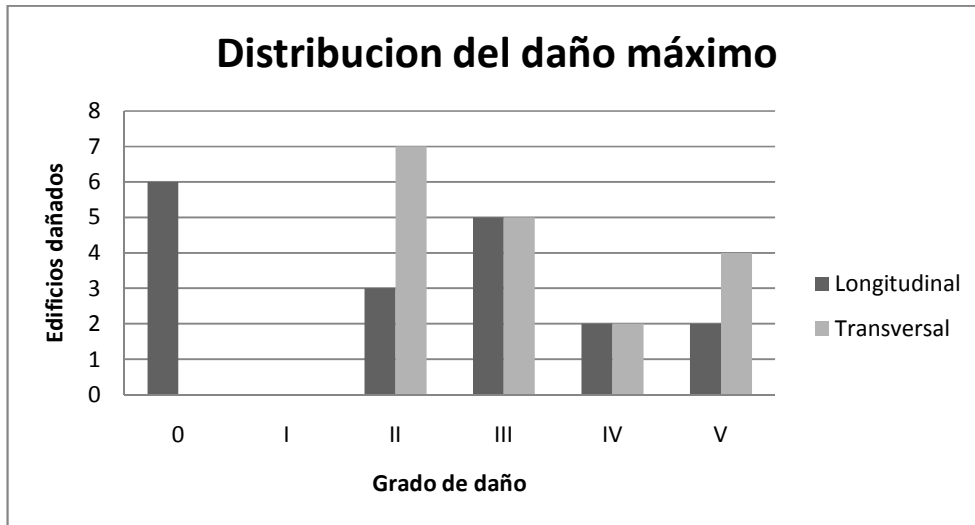


Figura 4. 7: Distribución del daño máximo entre los edificios dañados

Si se habla del grado de daño promedio en cada edificio, se obtiene que el daño más recurrente en promedio para la dirección longitudinal es el tramo 0-I y para la dirección transversal es el tramo I-II y IV-V, esto se ve en la Figura 4.8.

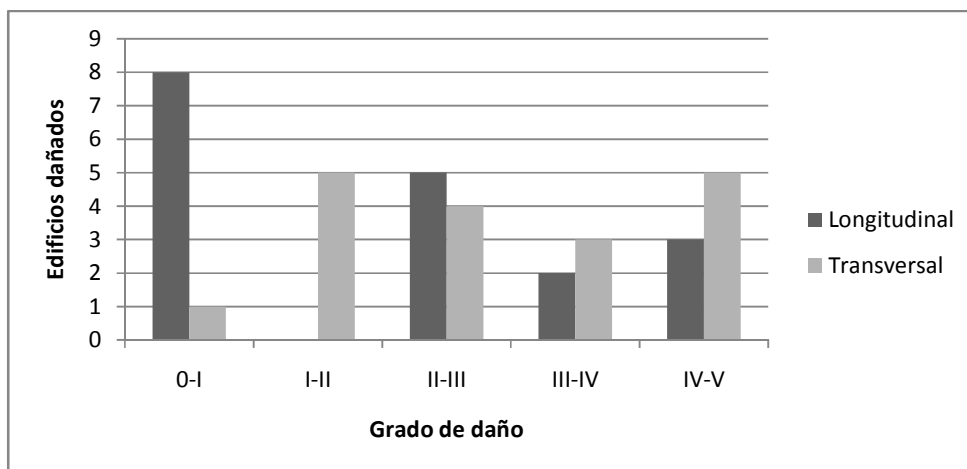


Figura 4. 8: Distribución del daño promedio entre los edificios dañados

Finalmente en la Tabla 4.6 se indica el grado máximo de daño que presenta cada conjunto analizado en este estudio. De esta tabla y de la Figura 4.6 se desprende que en general los edificios de albañilería tuvieron un buen comportamiento y resistieron de excelente manera el sismo al que fueron sometidos.

Tabla 4. 6: Resumen con el grado de daño máximo asociado a cada conjunto.

Localidad	Nombre del conjunto	Etapas	Grado máximo de daño
Constitución	Cerro O'Higgins		V (colapso)
	Manuel Francisco Mesa Seco	I, II, III, V y VI.	0 (sin daño)
		IV	III (Daño estructural moderado)
	Los Aromos		IV(Daño estructural Severo)
	Piedra de la Iglesia		0 (sin daño)
	General Prieto		0 (sin daño)
	Gregorio Schepeler	I y II	0 (sin daño)
	Chacarillas	I, II, III y IV	0 (sin daño)
Perla del Maule	I y II	0 (sin daño)	
Cauquenes	Los Acacios		IV(Daño estructural Severo)

CAPITULO V: ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SISMICA

Aguirre (2002), Acevedo (2002) y Muñoz (2004), entre otros, han realizado un ordenamiento de edificios (viviendas sociales) en cuanto a su vulnerabilidad sísmica. Esta vulnerabilidad se puede subdividir en una vulnerabilidad estructural y una vulnerabilidad no estructural. La primera está asociada al daño de la estructura resistente, como lo son fundaciones, columnas, muros, vigas y losas. La segunda tiene relación con el daño de elementos tales como tabiques, cielos falsos, fachadas, vidrios, etc., aunque en los edificios de viviendas sociales sólo se evalúa lo primero.

Para determinar la vulnerabilidad estructural de los edificios se emplean una serie de métodos, entre los cuales destacan el Índice de Meli, Índice de Gallegos e Índice del G.N.D.T., entre otros.

Si bien estos índices no incorporan todos los factores que pueden llegar a influir en el comportamiento sísmico de una estructura, permiten calificar los edificios de acuerdo a sus principales características estructurales y relacionarlos con el daño observado después de un sismo severo, como el terremoto del 27 de febrero de 2010.

Dado que los edificios estudiados presentan plantas estructurales similares en todos sus niveles, los índices se calculan a nivel de primer piso de cada edificio ya que es éste el piso más solicitado sísmicamente

5.1 Índice de Meli

El Índice de densidad de muros propuesto por Meli (1991), se utiliza en edificios de albañilería y se aplica cuando se cumplen con las condiciones indicadas en la norma de diseño sísmico mexicana. Para establecer una calificación de los edificios de albañilería chilenos M. Küpfer (1993) estableció una relación entre el índice de Meli y los daños en edificios producto del sismo de Chile del 3 de Marzo de 1985, la que se indica en la tabla 5.1.

El índice se calcula con la fórmula siguiente:

$$dn_i = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} F_j * A_j}{n * A_p} \quad (\text{Densidad de muro por unidad de piso})$$

Donde:

A_p : es el área total de la planta del piso analizado, medida entre los ejes resistentes de las fachadas.

A_j : es el área de la sección transversal del muro “j”.

i : representa la dirección de análisis,

m : es el número de muros en la dirección analizada,

n : es el número de pisos por sobre el nivel considerado,

F_j : es un factor que reduce la resistencia al corte por efecto de la esbeltez del muro j , el cual está dado por (Meli, 1991);

$$F_j = 1 \quad \text{si} \quad \frac{H_j}{L_j} \leq 1.33$$

$$F_j = \left(1.33 \frac{L_j}{H_j} \right)^2 \quad \text{si} \quad \frac{H_j}{L_j} > 1.33$$

Donde:

L_j : es el largo del muro “j”.

H_j : es la altura del muro “j”.

Cabe destacar que este factor de esbeltez prácticamente no influyó en el cálculo de las densidades de muros, dado que casi en su totalidad F_j resultó igual a 1 para este tipo de edificaciones.

Así al calcular la densidad de muros, con la Tabla 5.1 se puede establecer el nivel de daño esperado que sufriría la estructura analizada.

Tabla 5. 1: Relación entre el nivel de daños y la densidad de muros en edificio de albañilería (Küpfer, 1993)

Denominación	Grado de daños	Densidad de muros disponible (d/n)
Leve	0-1	$d/n \geq 0.0115$
Moderado	2	$0.0085 \leq d/n \leq 0.0115$
Severo	3	$0.005 \leq d/n \leq 0.0085$
Grave	4 y 5	$d/n \leq 0.005$

5.2 Índice de Gallegos

Este índice desarrollado por Gallegos y Ríos (1986) busca determinar la Calidad Estructural Sismorresistente de una estructura en una etapa temprana de un proyecto, es decir, sin haber realizado ningún cálculo sísmico detallado. Así, al estimar esta calidad en una etapa conceptual, se puede prevenir futuros problemas en la etapa de diseño.

Este índice se calcula a partir de características básicas pero relevantes en la etapa conceptual, como lo son la estructuración del edificio y aspectos relacionados con su uso y su ubicación. De esta forma se califican estas características como buena, regular o mala y según esta calificación se le asigna un valor numérico.

A continuación se describe a grandes rasgos los aspectos y fórmulas involucradas en el cálculo del índice, el cual tiene la expresión siguiente:

$$I_G = [P \times E \times S \times C] \times [F] \text{ (Índice de Calidad Estructural Sismorresistente o Índice de Gallegos)}$$

Donde:

P: Índice de la Planta.

E: Índice de la Elevación.

S: Índice de Componentes del Sistema Estructural.

C: Índice de la Configuración Estructural.

F: Factores de Adecuación.

A su vez, cada uno de estos índices se definen de la siguiente manera:

-Índice de la Planta: $P = (P1 \times P2 \times P3)$

Donde:

P1: Simetría: Se califica como bueno el tener un solo cuerpo principal, rectangular, sin perforaciones ni apéndices en la planta. Todos los edificios cumplen esto.

P2: Proporción: Se calcula esta condición según el ancho y el largo de la planta analizada.

Tabla 5. 2: Condición de proporcionalidad

Calificativo	Condición
	A (longitud mayor)/ B(longitud menor)
Bueno	$A/B \leq 3$
Regular	$3 < A/B \leq 5$
Malo	$5 < A/B$

P3: Continuidad: No poseer irregularidades en planta producto de ensanchamiento, estrangulaciones o perforaciones, lo que cumplen todos los edificios analizados.

-Índice de la Elevación: $E = (E1 \times E2 \times E3)$

Donde:

E1: Simetría: Poseer un solo cuerpo sin estrangulaciones o apéndices en elevación, lo que se cumple en todos los edificios.

E2: Proporción: Se calcula esta condición según ancho y altura del edificio.

Tabla 5. 3: Condición de proporción de altura.

Calificativo	Condición
	B (longitud menor)/ H (altura del edificio)
Bueno	$B/H \geq 1/4$
Regular	$1/4 > B/H \geq 1/6$
Malo	$B/H < 1/6$

E3: Continuidad: Poseer un sólo cuerpo, sin estrangulaciones o recrecidos de los pisos y que no existan diferencias de materiales en elevación, lo que se cumple en casi todos los edificios, excepto los de 5 pisos.

-Índice de Componentes del Sistema Estructural: $S = S_1 [R_C x (S_2 x S_3) + R_M x (S_4 x S_5)]$

Donde:

S1: Densidad de elementos verticales: $A_v / (A \cdot n)$

Tabla 5. 4: Densidad de elementos verticales

Calificativo	Condición
Bueno	$A_v / (A_p \cdot n) \geq 100$
Regular	$100 > A_v / (A_p \cdot n) \geq 50$
Malo	$A_v / (A_p \cdot n) < 50$

Donde $A_v / (A_p \cdot n)$ corresponde al valor de la relación entre el área total de muros en una de las direcciones de la planta cm^2 y el producto del área en planta m^2 por el número de pisos n.

Rc: (Área de Columnas) / (Área (Columnas + Muros))

S2: Continuidad de Pórticos

S3: Relación Columnas – Vigas

Dado que las estructuraciones de los edificios estudiados corresponden a sistemas de muros y hay ausencia de marcos o pórticos, para todos los casos el valor de “Rc” es igual a cero, lo que implica que los valores de S2 y S3 no son necesarios de calcular.

Rm: (Área de Muros) / (Área (Columnas + Muros)): Rm es igual a 1.

S4: Continuidad de Muros: Se refiere a las configuraciones que lleven las cargas de la forma más directa a la fundación, por ende se castigan las aberturas de primer piso cuyos muros se desvían de posición en relación a los muros del segundo piso. Dado que todos los edificios a analizar poseen la misma geometría en elevación $S_4=1$.

S5: Conexiones de Muros: Según la Tabla 5.5, para los edificios encuestados se cumple una buena conexión a nivel de pisos (sin considerar el último piso que no posee losa)

Tabla 5. 5: Condiciones para las conexiones de muros

Calificativo	Conexión
Bueno	Mediante las losas de los techos
Regular	Mediante vigas peraltadas corridas a lo largo de todos los muros
Malo	Mediante vigas peraltadas que no continúan a lo largo de los muros

-Índice de Configuración Estructural: $C = (C1 \times C2 \times C3 \times C4)$

Donde:

C1: Simetría y uniformidad: Tres condiciones son las que priman al momento de evaluar este punto: elementos resistentes simétricos o casi simétricos en relación a ambos ejes principales, gran parte de los elementos resistentes estén ubicados en el perímetro de la edificación y que el tipo de estructuración sea similar en ambas direcciones. De esta forma, los edificios con planta T y Doble T pueden ser castigados dado que poseen un gran porcentaje de muros en el interior de la planta en dirección longitudinal.

C2: Distribución de rigidez: Se deben cumplir las condiciones impuestas en la Tabla 5.6.

Tabla 5. 6: Condiciones para distribución de rigidez

Calificativo	% Largo de Muros Mayor al Lm promedio	(Largo cada muro /Lm promedio)
Bueno	> 50 %	de 0,7 a 1,4
Regular	entre 30% y 50 %	0,4 a 1,7
Malo	< 30 %	< 0,4 o >1,7

C3: Simetría de Masas: Todos los conjuntos son utilizados como viviendas, por lo que analizando la Tabla 5.7 este factor se considerará siempre igual a bueno.

Tabla 5. 7: Condición de simetría de masas

Ubicación de las Masas	Condición de Simetría	
	Simétrico o Casi Simétrico	Asimétrico
1/3 Inferior	Bueno	Regular
1/3 Central	Bueno	Malo
1/3 Superior	Regular	Malo

C4: Relación con elementos no estructurales. Se consideró para todos los edificios del estudio el calificativo de bueno

Tabla 5. 8: Condiciones de elementos no estructurales

Calificativo	Condiciones
Bueno	<ul style="list-style-type: none"> - Tabiquería independiente de la estructura principal. - Las instalaciones eléctricas o sanitarias no afectan la estructura principal, al no estar empotradas o requerir de huecos de pase.
Regular	<ul style="list-style-type: none"> - Tabiquería adosada a la estructura principal de manera simétrica, sin originar efectos de concentración de esfuerzos (columnas cortas, etc.). - Instalaciones eléctricas y sanitarias empotradas en elementos estructurales pero sin afectar a las secciones resistentes o refuerzos.
Malo	<ul style="list-style-type: none"> - Tabiquería adosada a la estructura principal dispuesta asimétricamente. - Instalaciones empotradas en elementos estructurales principales sin consideraciones particulares o refuerzos.

Ahora, en la Tabla 5.9 se muestra la forma de cuantificar lo cualitativo, es decir la relación que existe entre la forma de calificar las diferentes condiciones estructurales y el valor numérico asociado.

Tabla 5. 9: Valores calificación de parámetros según Gallegos

Calificación	Valor del Parámetro
Bueno	1
Regular	0.9
Malo	0.8

En segundo lugar se describe el último factor que interviene en el cálculo de este índice:

Factores de Adecuación: .. $F = (F1 \times F2 \times F3 \times F4)$

Donde:

F1: Suelo: Se califica como condición 1 si sus propiedades no afectan el comportamiento de la estructura.

F2: Uso: La totalidad de los edificios analizados son destinados a la vivienda, lo que implica considerarlos con la condición 1.

F3: Altura: Los edificios de poca altura (menor de 6 pisos) son calificados con la condición 1. Esta característica es propia de todos los edificios estudiados.

F4: Relación Suelo-Altura: Dado que no se comparte el criterio entregado por Gallegos para este factor, se le asigna la condición 1 para que no afecte las otras condiciones.

De esta manera la asignación de valores para las condiciones antes mencionadas se muestra en la Tabla 5.10

Tabla 5. 10: Valores de Factores de Adecuación

Factores de Adecuación	Condición		
	1	2	3
F1, F2	1	0.85	0.7
F3, F4	1	0.9	0.8

Finalmente Gallegos establece que para un valor “ I_G ” mayor o igual a 0.45 la Calidad Estructural Sismorresistente es aceptable. Un valor de “ I_G ” menor a 0.3, supone una revisión de la concepción de la estructura.

En el Anexo B se muestra un resumen del cálculo de este índice para los diferentes edificios.

5.3 Índice de vulnerabilidad del G.N.D.T.

Este método fue propuesto por un grupo de investigadores italianos del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.) en 1982. La metodología fue desarrollada originalmente para albañilería no reforzada y hormigón armado, por lo que ha sido adaptado a las condiciones nacionales de los edificios de albañilería confinada por Gent (2003).

Este método identifica diferentes parámetros que controlan el comportamiento de un edificio durante un terremoto. Dentro de estas características destacan la configuración en planta y elevación, el tipo de fundación, los elementos estructurales y no estructurales, el estado de conservación. A estos parámetros se les asigna un puntaje según la calidad de la clase en que clasifica. Además cada parámetro tiene un diferente peso (ponderación) dentro de la totalidad de los parámetros.

En la Tabla 5.11 se muestran la totalidad de los parámetros considerados en la calificación de las estructuras junto con los puntajes de clase y peso asignado.

Tabla 5. 11: Parámetros de vulnerabilidad, puntajes y pesos utilizados en el método G.N.D.T.

N°	Parámetro	Puntaje de Clase			Pesos calibrados para Chile
		A	B	C	
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	3
3	Resistencia convencional	-1	0	1	2
4	Posición del edificio	0	1	2	0.75
5	Tipo de fundación	0	1	2	0.5
6	Presencia de diafragmas horizontales	0	1	2	0.5
7	Configuración en planta	0	1	2	1.5
8	Configuración en elevación	0	1	2	0.5
9	Elementos no estructurales	0	1	2	1
10	Estado de conservación	0	1	2	1

A continuación se muestran la fórmulas y criterios utilizados para el cálculo de este Índice:

1. Organización del sistema resistente: Este factor se subdivide en 6 factores tal como se muestra en la Tabla 5.12

Tabla 5. 12: Subfactores que conforman el factor de organización del sistema resistente

Subfactor	Puntaje de Clase			Peso
	A	B	C	
Período	0	0.5	1	0.6
Razón de aspecto	0	0.5	1	0.3
Cantidad de líneas resistentes	0	0.5	1	3
Calidad de líneas resistentes	0	0.5	1	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	0	-	1	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	0	0.5	1	1

Para determinar este factor de vulnerabilidad se calcula el subíndice I_{p1} tal como se muestra a continuación:

$$I_{p1} = \sum_{j=1}^6 \left(\frac{\text{Peso del subfactor}_j * \text{Puntaje de clase}_j}{5.96} \right)$$

De esta manera el factor de organización del sistema resistente se define según la tabla 5.13.

Tabla 5. 13: Definición de clases para el factor de organización del sistema resistente

Clase	Rango de I_{p1}
A	$0 < I_{p1} \leq 0.3$
B	$0.3 < I_{p1} \leq 0.6$
C	$0.6 < I_{p1} \leq 1$

Para todos los edificios el valor obtenido fue de 0.605, el cual está en el límite entre Clase B y C. El criterio utilizado fue: edificio dañado Clase C, sin daño Clase B.

Los subfactores se definen de la siguiente manera:

-Período: Se propone calcular con la siguiente formula $T = \frac{0.091 * H}{\sqrt{D}}$ (s) con H (m) la altura del edificio y D (m) la dimensión del edificio en la dirección paralela al sismo. En

todo caso, todos los edificios analizados tienen periodos menores que 0.4 segundos con lo cual clasifican como clase C.

La Tabla 5.14 entrega la clase para el valor del periodo obtenido según el tipo de suelo.

Tabla 5. 14: Clasificación de las clases según tipo de suelo

Clase	Tipo de suelo		
	I y II	III	IV
A	$1.2(s) < T < 2(s)$	$1.4(s) < T < 2(s)$	$1.8(s) < T < 2(s)$
B	$0.4(s) < T < 1.2(s)$	$0.8(s) < T < 1.4(s)$	$1.3(s) < T < 1.8(s)$
C	$T \leq 0.4(s)$	$T \leq 0.8(s)$	$T \leq 1.3(s)$

-Razón de aspecto: éste subfactor limita la razón entre la altura total y la longitud del lado menor del edificio, es decir $Ra = H/Lm$, de acuerdo con esto las clases se definen de la siguiente manera:

Clase A: $0 \leq Ra < 2$

Clase B: $2 \leq Ra < 3$

Clase C: $3 \leq Ra$

Todos los edificios clasifican como Clase A

-Cantidad de líneas resistentes (LR_x , LR_y): subfactor que compara las líneas resistentes que existen con las que debiesen existir según un criterio establecido. Así la mínima cantidad de líneas resistentes en las direcciones X e Y se obtienen a partir de:

$M_{LRX} = l_y/6 + 1$, con l_y dimensión del lado en la dirección Y

$M_{LRY} = l_x/6 + 1$, con l_x dimensión del lado en la dirección X

De esta manera las clases se definen así:

Clase A: $1.4 * M_{LRX} < LR_x$ y $1.4 * M_{LRY} < LR_y$

Clase B: $M_{LRX} < LR_x$ y $M_{LRY} < LR_y$

Clase C: $LR_x < M_{LRX}$ ó $LR_y < M_{LRY}$

Como todos los edificios rectangulares tienen líneas resistentes a más de 6 metros (dirección transversal) clasifican como Clase C. Lo mismo ocurre con las plantas tipo T en la dirección transversal.

-Calidad de líneas resistentes: parámetro que considera la continuidad de las líneas resistentes. En el caso de los edificios estudiados, todos fueron catalogados clase A (sin discontinuidades).

-Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes: se considera la interacción entre los cuerpos del edificio con otros que sean colindantes a él. La distancia mínima a respetar es la estipulada en la norma NCh433.Of96. Así las clases son las siguientes:

Clase A: cumple con la distancia mínima

Clase C: no cumple con la distancia mínima.

La totalidad de los edificios clasifican como Clase A.

-Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez: este subfactor para casi todos los edificios analizados fue calificado como A, dado que presentan buena rigidez torsional, por la presencia de numerosos muros perimetrales y bajas excentricidades al poseer configuraciones muy regulares.

2. Calidad del sistema resistente: factor que mide la cantidad de muros bien confinados y el porcentaje de muros con antepecho presente en la estructura. Para estos efectos se establece como criterio que al existir alguna abertura de dimensiones pequeñas en comparación al paño de albañilería, se considera el muro confinado. Esto se puede apreciar en la Figura 5.1 en que la abertura número 2 representa lo antes dicho, además los antepechos vecinos no afectan al muro central.

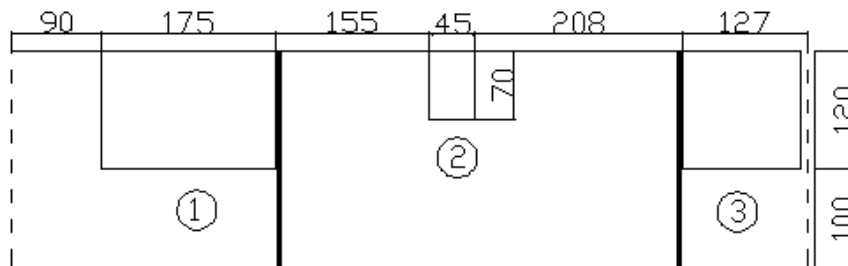


Figura 5. 1: Elevación caso confinado

En tanto que una abertura de dimensiones mayores, como por ejemplo la mostrada en la figura 5.2 implica que este muro no está confinado y además como existe un antepecho, el numero 2, se cuenta como muro con antepecho.

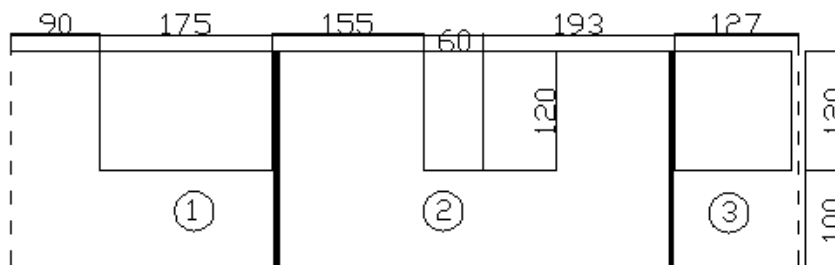


Figura 5. 2: Elevación caso no confinado

La forma de asignar las clases es la siguiente:

Clase A: Muros con antepecho $\leq 35\%$ y muros bien confinados $\geq 75\%$

Clase B: Muros con antepecho $\leq 55\%$ y muros bien confinados $\geq 45\%$

Clase C: Muros con antepecho $> 55\%$ y muros bien confinados $< 45\%$

Este análisis se debe realizar para cada dirección y predomina la peor Clase.

3. Resistencia convencional: Se busca medir la capacidad resistente al corte de los edificios. Para este estudio se utiliza la fórmula establecida en la norma NCh2123.Of97 para el cálculo de la resistencia al corte de cada muro de albañilería.

$$V_a = (0.23 * \tau_m + 0.12 * \sigma_0) * A_m$$

Con:

τ_m : resistencia al corte de la albañilería (5 kg/cm² para ladrillo cerámico hecho a máquina y 2 kg/cm² para ladrillo cerámico hecho a mano).

σ_0 : tensión de compresión producida por el esfuerzo axial que actúa sobre la sección del muro. Para esto se ha estimado la descarga vertical sobre todos los muros del primer piso.

A_m : área bruta de la sección transversal del muro, incluido los pilares.

Así la capacidad resistente (CR) se obtiene sumando la resistencia al corte de los muros existentes en cada sentido del edificio. En tanto que la demanda sísmica se obtiene calculando el corte basal Q_0 según la norma NCh 433.Of96

$$Q_0 = C \cdot I \cdot P$$

Con:

C : coeficiente sísmico.

I : coeficiente de importancia relativo al uso del edificio, para los edificios destinados a la habitación privada es igual a 1.

P : peso sísmico total del edificio sobre el nivel basal

Finalmente se calcula la relación F.S.= CR/Q_0 con el que se determinan las clases siguientes:

Clase A: F.S. ≥ 2 para ambas direcciones ortogonales de la planta

Clase B: $1.5 \leq F.S. < 2$ para ambas direcciones ortogonales de la planta o bien una dirección con F.S. > 2 y la otra con $1.5 \leq F.S. < 2$.

Clase C: F.S. < 1.5 para una o ambas direcciones ortogonales de la planta.

Con los datos supuestos anteriormente la mayoría de los edificios caen en la Clase C.

4. Ubicación del edificio: factor que entrega una estimación de la influencia que tienen las condiciones geológicas y topográficas del terreno de fundación del edificio ante la acción sísmica. Las clases se definen de la siguiente manera:

Clase A: Terreno plano, con suelo uniforme sin discontinuidades geomorfológicas en un radio mínimo de 500 metros.

Clase B: terreno con pendiente entre el 10% y 30 % en una misma cota y/o sin discontinuidades geomorfológicas en un radio de 300 metros.

Clase C: terreno con pendiente superior al 30% y/o con discontinuidades geomorfológicas en radio inferior a 300 metros.

5. Presencia de diafragmas horizontales: Este factor evalúa la rigidez de los diafragmas horizontales en base a la forma de la planta, si existen apertura o si existen desniveles a nivel de losa.

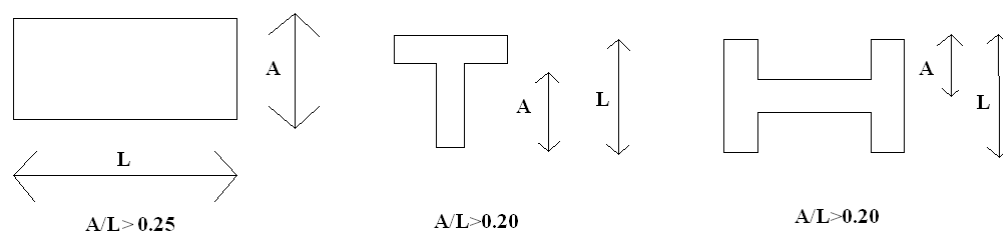


Figura 5. 3: Parámetro límite entre diafragma rígido y flexible.

Al no existir aberturas ni desniveles en los edificios de esta muestra sólo se considera el valor de la relación A/L para determinar la rigidez, según se muestra en la Figura 5.3. Así la forma de asignar las clases es la siguiente:

Clase A: la relación A/L cumple con el valor de la Figura 5.3 (diafragmas rígidos)

Clase C: la relación A/L no cumple con el valor de la Figura 5.3 (diafragmas flexibles).

6. Configuración en planta: este factor evalúa la simetría que poseen las plantas de los edificios, catalogando positivamente a los edificios que presentan plantas convexas y regulares, como lo son las de forma cuadrada y sanciona a aquellas plantas alargadas, y las de forma T o Doble T. Para estos efectos se calculan los siguientes parámetros:

$$\beta_1 = a/L \quad \beta_2 = b/(a+b) \quad \beta_3 = c/b \quad \beta_4 = b/d \quad \beta_5 = b/a$$

Las dimensiones aludidas se muestran en la Figura 5.4.

Para definir a qué clase pertenecen las plantas analizadas se debe satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 5.15

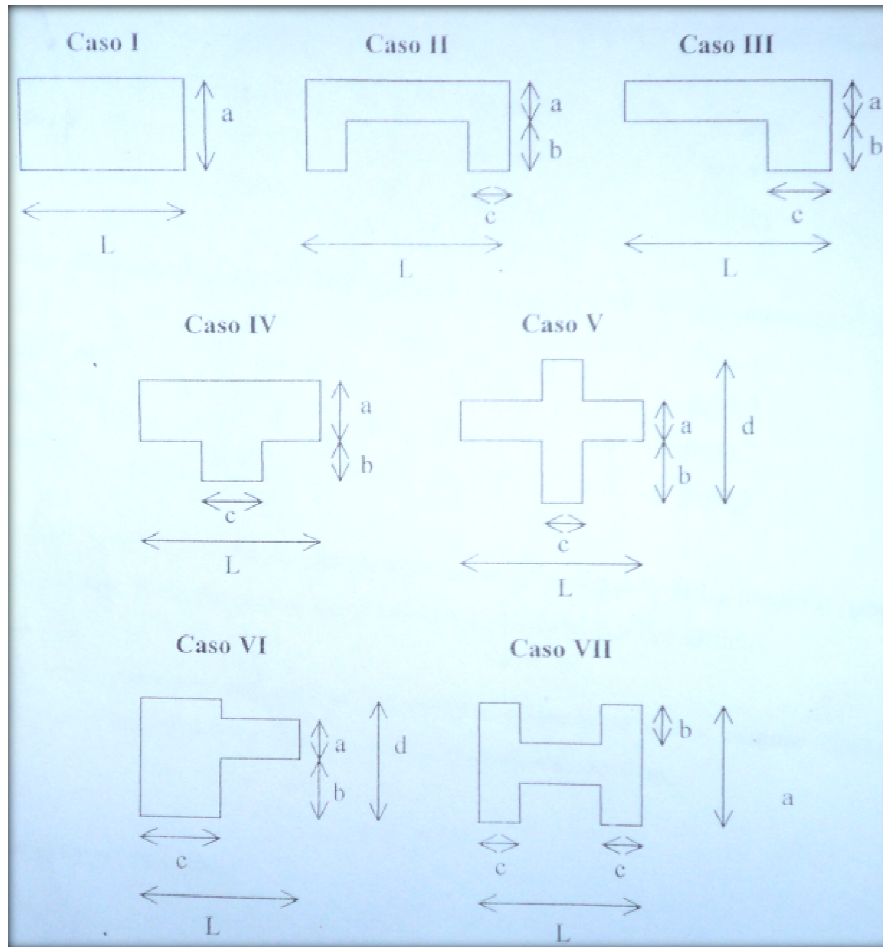


Figura 5. 4: Casos más comunes que se presentan en las plantas de edificios

Tabla 5. 15: Clases definidas para el parámetro de configuración de planta

	Caso I	Caso II, III y IV	Caso V, VI	Caso VII
Clase A	$\beta_1 \geq 0.5$	$\beta_1 \geq 0.5$ y $\beta_2 \leq 0.3$ y $\beta_3 \geq 0.7$	$\beta_1 \geq 0.5$ y $\beta_4 \leq 0.2$ y $\beta_3 \geq 0.7$	$\beta_1 \geq 0.5$ y $\beta_5 \leq 0.3$ y $\beta_3 \geq 0.7$
Clase B	$\beta_1 \geq 0.3$	$\beta_1 \geq 0.3$ y $\beta_2 \leq 0.6$ y $\beta_3 \geq 0.7$	$\beta_1 \geq 0.3$ y $\beta_4 \leq 0.3$ y $\beta_3 \geq 0.7$	$\beta_1 \geq 0.3$ y $\beta_5 \leq 0.4$ y $\beta_3 \geq 0.7$
Clase C	$\beta_1 < 0.3$	$\beta_1 < 0.3$ y $\beta_2 > 0.6$ y $\beta_3 < 0.7$	$\beta_1 < 0.3$ y $\beta_4 > 0.3$ y $\beta_3 < 0.7$	$\beta_1 < 0.3$ y $\beta_5 > 0.4$ y $\beta_3 < 0.7$

7. Configuración en elevación: factor que considera variación de rigidez relacionada con cambios de área o masa entre pisos consecutivos. Como los edificios del estudio presentan plantas similares en altura este factor se catalogó como A en todos los casos exceptuándose en el caso de los edificios de 5 pisos.

8. Tipo de fundación: este factor evalúa la tensión máxima demandada, tanto estática como sísmica comparada con las tensiones admisibles respectivas considerando zapatas corridas. Para realizar lo anterior se calcula el momento sísmico $M_s = 2 * H * Q_0 / 3$ (Q_0 el corte basal, calculado en 3), luego se calcula la tensión estática $\sigma_e = P/A$ (A el área de las fundaciones) y finalmente las máximas y mínimas tensiones sísmicas a través de la formula de Navier $\sigma = P/A \pm M_s/W$ (W el modulo resistente que es igual al momento de inercia dividido por la distancia del eje neutro a la fibra más traccionada).

En el caso de zapatas corridas y en combinación con zapatas aisladas, se considera como área de fundación el 50 % del área de la planta en el caso de edificios con menos de 10 pisos.

Una forma de facilitar el cálculo de las tensiones sísmicas es distribuir el área de zapatas en franjas (en las líneas resistentes), teniendo en cuenta que en el perímetro de la planta de fundación el ancho de ellas es la mitad que en las interiores, ya que la mayor cantidad de masa del edificio se concentra al interior de la superficie de fundación. La Figura 5.5 muestra un ejemplo de la distribución de las áreas de zapatas en franjas.

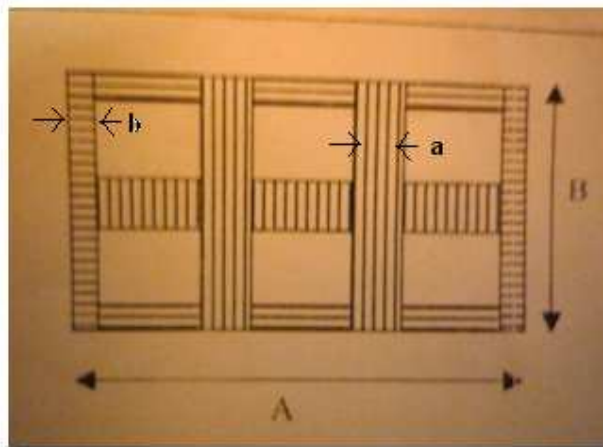


Figura 5. 5: Ejemplo de distribución de áreas de zapatas en franjas en una planta de fundación

El cálculo del ancho de las franjas interiores y exteriores se realiza a través de las ecuaciones siguientes:

$$a = \frac{A \cdot B}{2 \cdot (L \cdot R_y \cdot B - B + L \cdot R_x \cdot A - A)} \quad \text{Ancho de una franja de fundación interior}$$

$$b = \frac{A \cdot B}{4 \cdot (L \cdot R_y \cdot B - B + L \cdot R_x \cdot A - A)} \quad \text{Ancho de una franja de fundación perimetral}$$

Con estos valores se puede estimar el valor de las presiones de contacto estáticas y sísmicas.

Las presiones de contacto admisibles son las que se muestran en la Tabla 5.16 y deben ser comparadas con las presiones de contacto máximas de compresión calculadas (σ_{max}).

Tabla 5. 16: Presiones de contacto estáticas y sísmicas admisibles para suelos comunes.

Designación del suelo	Estática σ_e adm (kg/cm^2)	Sísmica σ_s (kg/cm^2)	Tipo de suelo
Bueno	5	7.5	Rocas en general
Regular	1.5	2	Arenas compactas
Malo	0.6	0.75	Suelo limoso

De esta manera la Clase se asigna de la manera siguiente:

Clase A: $\sigma_{max} < 0.5 \sigma_s$ y $\sigma_e \leq \sigma_e$ adm

Clase B: $0.5 \sigma_s \leq \sigma_{max} < 1.1 \sigma_s$ y $\sigma_e \leq \sigma_e$ adm

Clase C: $1.1 \sigma_s \leq \sigma_{max}$ ó $\sigma_e > \sigma_e$ adm.

9. Elementos no estructurales: factor que considera la presencia de elementos no estructurales que no colaboran en la resistencia proporcionada por el edificio De esta manera las clases se asignan de la siguiente manera:

Clase A: tabiques aislados de los elementos estructurales y antepechos con una relación entre altura y ancho inferior a 0.5.

Clase B: gran parte de tabiques divisorios parcialmente anclados a los elementos estructurales. Antepechos con relación altura ancho comprendida entre 0.5 y 0.7.

Clase C: la mayoría de los tabiques divisorios adheridos a los elementos estructurales. Antepechos con relación de altura y ancho superior a 0.7.

Los edificios analizados clasifican como Clase A.

10. Estado de conservación: factor que considera una evaluación de los daños que presenta la estructura y la edad aproximada del edificio. Se definen las siguientes clases:

Clase A: edificios con data de construcción después de 1985 y/o con muros sin fisuración o reparación visible.

Clase B: edificios con data de construcción comprendida entre los años 1960 y 1985 y/o con muros que presenten fisuras no extendidas ocasionadas eventualmente por sismos.

Clase C: edificios con data de construcción anterior a 1960, que presentan grietas superiores a 3mm de ancho o con deterior en el material constructivo.

En nuestro caso la mayoría de los edificios son posteriores a 1985, sin embargo su estado de conservación en alguno de ellos se puede considerar regular o malo al sufrir modificaciones en los muros estructurales o antepechos.

Finalmente, el índice de vulnerabilidad normalizado I_v de cada edificio se evalúa utilizando la siguiente ecuación:

$$I_v = \frac{\sum_{i=1}^{10} (\text{peso del parametro}_i * \text{Puntaje de clase}_i) + 1}{28.5}$$

Este valor se asocia con diferentes grados de daño (Gent ,2003), tal como se indica en la Tabla 5.17.

Tabla 5. 17: Estimación del nivel de daño a partir de los valores de I_v (Gent, 2003)

Grado de daño		Índice del G.N.D.T.
Sin daño	0-1	$I_v \leq 0.350$
Daño leve	2	$0.35 < I_v \leq 0.475$
Daño moderado	3	$0.475 < I_v \leq 0.600$
Daño severo y colapso	4 y 5	$0.600 \leq I_v$

En el Anexo C se entrega un resumen del cálculo de este Índice para cada tipo de planta.

5.4 Valores de los índices para los edificios analizados

Para los diferentes conjuntos y tipos de plantas se calcularon los tres índices de vulnerabilidad sísmica antes mencionados.

A continuación se entregan los resultados del Índice de Meli para cada tipo de edificio en cada dirección de la planta (longitudinal o transversal) del primer piso. Además se entrega, el valor del Índice de Gallegos para ambas direcciones de la planta (longitudinal y transversal), lo que permite conocer la Calidad Estructural Sismorresistente de los edificios según el criterio propuesto por Gallegos y Ríos (1986). Para este cálculo se consideró la densidad de elementos verticales a nivel del primer piso. Por último se entrega el valor del Índice del G.N.D.T. para el edificio completo, es decir un valor global (no por dirección) ya que a diferencia de los dos métodos anteriores este método no evalúa las direcciones del edificio por separado dado que la asignación de pesos y puntajes a cada parámetro del método han sido calibrados para un comportamiento global.

Cabe destacar que en el cálculo de los índices los machones de hormigón armado se han considerado como si fuesen de albañilería, es decir, no se realiza ninguna transformación en las dimensiones de este elemento, debido a que representan porcentajes muy menores de los muros y que no alcanzan a responder antes de que trabaje el paño de albañilería.

La tabla 5.18 presenta el resultado del cálculo de todos los índices antes nombrados separados por tipo de planta y por dirección (cuando corresponde). Teniendo los valores de los índices, se relacionan con el comportamiento de los edificios. Para estos efectos

se agrupan los edificios por tipo de planta. Es necesario señalar que los Índices de Meli y G.N.D.T. al establecer la relación con el daño esperado ubican al daño severo y al colapso en un mismo rango.

Tabla 5. 18: Resultados obtenidos al calcular los índices de vulnerabilidad

Conjunto Habitacional	Tipo de planta	Índice de Meli		Índice de Gallegos		Índice del G.N.D.T.	Grado de Daño
		Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal		
Cerro O'Higgins (1998)	T	0.0141	0.0069	0.5	0.5	0.702	5
	DT	0.0141	0.0052	0.5	0.45	0.702	5
Francisco Mesa Seco VI (1999)	T	0.0096	0.0051	0.58	0.65	0.386	0
	DT	0.0096	0.0038	0.58	0.58	0.386	0
General Prieto (2000)	T(4 pisos)	0.0096	0.0051	0.65	0.72	0.421	0
	T(5 pisos)*	0.0096	0.0051	0.58	0.65	0.386	0
	DT	0.0096	0.0038	0.58	0.58	0.386	0
Francisco Mesa Seco I y II (1991)	R(S)	0.0098	0.0099	0.81	0.9	0.439	0
	R(D)	0.0098	0.0083	0.65	0.72	0.526	0
Francisco Mesa Seco III (1992)	R(S)	0.0114	0.0090	0.81	0.81	0.333	0
	R(D)	0.0114	0.0076	0.72	0.72	0.421	0
Francisco Mesa Seco IV y V (1993)	R(S)	0.0111	0.0091	0.72	0.81	0.439	0
	R(D)	0.0111	0.0077	0.45	0.5	0.789	3
	R(T)	0.0111	0.0072	0.64	0.72	0.526	0
Piedra de la Iglesia (1993)	R(S)	0.0111	0.0090	0.81	0.81	0.298	0
	R(D)	0.0111	0.0075	0.72	0.72	0.386	0
Los Acacios (1993)	R(S)	0.0075	0.0095	0.81	0.9	0.579	3
	R(D)	0.0075	0.0081	0.73	0.81	0.693	4
Chacarillas I y II (1992)	R(D)	0.0072	0.0079	0.73	0.81	0.491	0
Chacarillas III (1995)	R(S)	0.0077	0.0094	0.81	0.9	0.439	0
	R(D)	0.0077	0.0079	0.73	0.81	0.526	0
Los Aromos (1985)	R	----	0.0093	----	0.65	0.491	4
Chacarillas IV (1998)	R(S)	0.0047	0.0071	0.72	0.9	0.456	0
	R(D)	0.0047	0.0059	0.65	0.81	0.544	0
Perla Del Maule I y II (2000)	R	0.0055	0.0070	0.72	0.9	0.526	0
Gregorio Schepeler I y II (2005)	R	0.0055	0.0070	0.65	0.81	0.526	0

*La densidad de muro para los edificios de 5 pisos se considero con un n=4.

5.5 Análisis de resultados

En las Figuras 5.6, 5.7 y 5.8 se grafican los resultados del cálculo de Índices de vulnerabilidad y grado de daño máximo experimentado por los edificios.

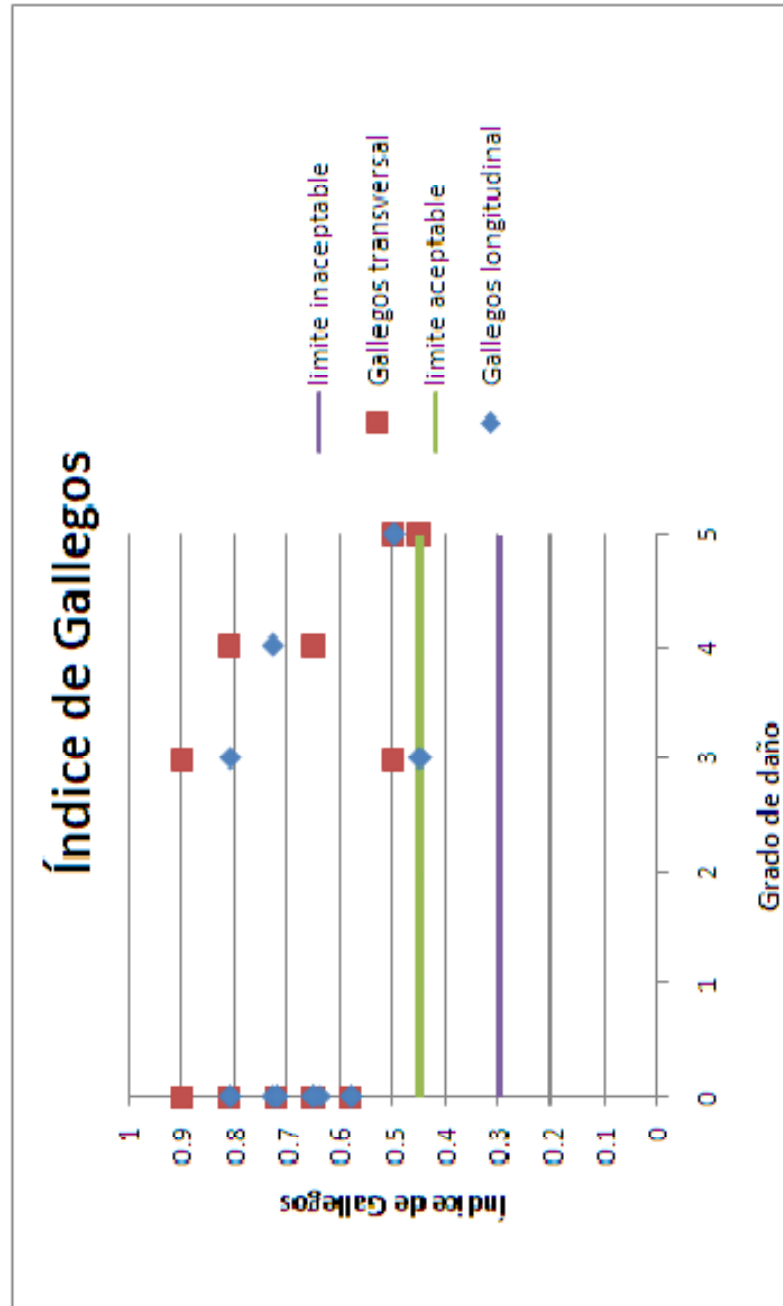


Figura 5. 6: Índice de Gallegos

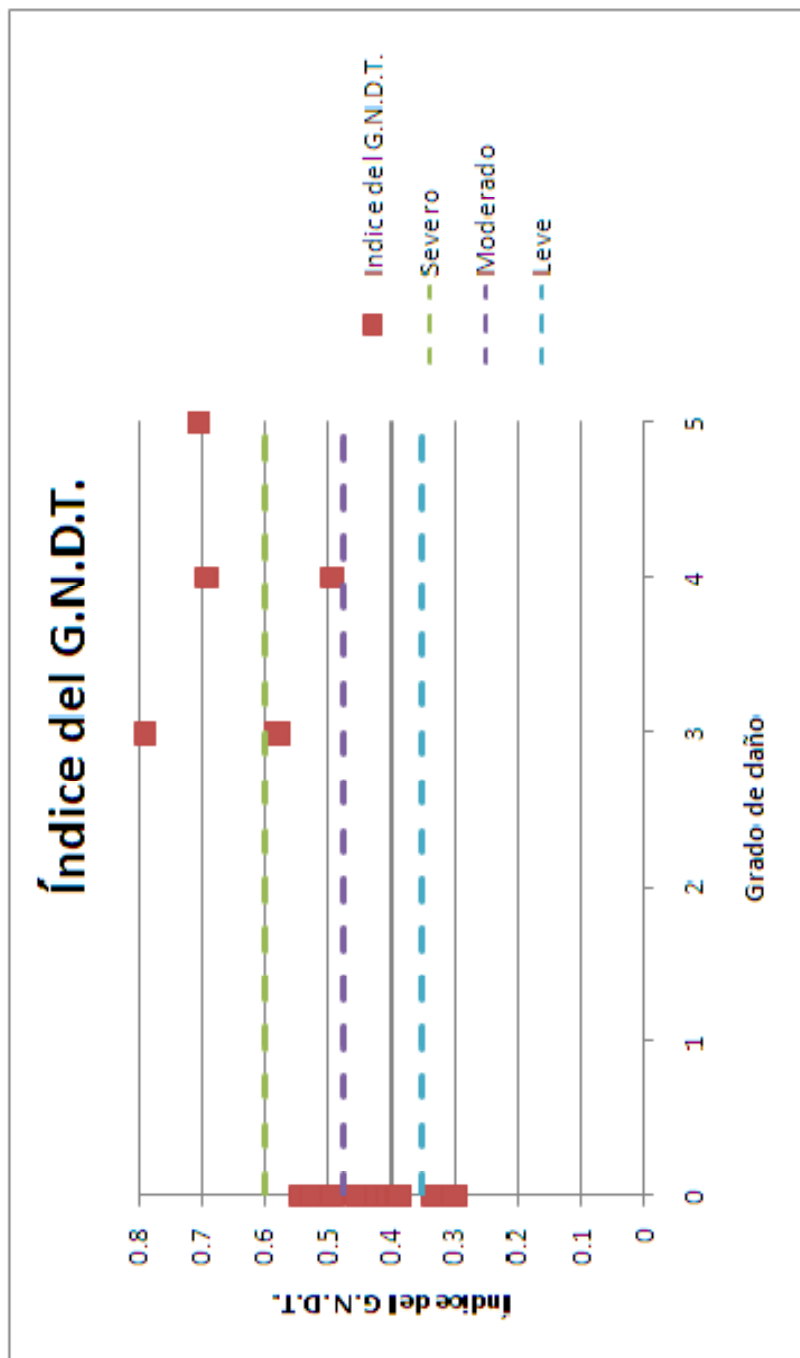


Figura 5. 8: Índice del G.N.D.T.

A continuación se procede a hacer un análisis por Índice de vulnerabilidad:

-Índice de Meli

Edificios con planta tipo T y DT: En la dirección transversal la densidad de muros es muy baja por lo que cualquier imponderable hará que el daño sea moderado o severo a pesar de que en la dirección longitudinal la densidad de muros es bastante alta.

Esto es lo que ocurrió en Cerro O'Higgins cuando el efecto del suelo jugó un rol muy importante. Los edificios de General Prieto y de Mesa Seco etapa VI no sufrieron daño alguno, a pesar que el índice es bastante menor pues se divide por 4 o 5 pisos. Pero en estos casos había más elementos de H.A. que no han sido considerados en el cálculo y además están en una zona de suelo más competentes.

Además se puede considerar que el límite establecido por Kupfer de 0.005 para un daño severo es poco conservador al observar los edificios con d_n igual a 0.0069 y cuyos muros transversales resultan muy dañados por lo que d_n igual a 0.007 puede ser un valor más cercano al límite de un daño severo.

Edificios con planta Rectangular (S, D, T) de 3 pisos: en su mayoría los edificios R(S) tienen densidad de muro mayor a 0.008 y pueden ser calificados con probable daño leve a pesar de tener un índice menor en la dirección transversal (exceptuando Los Acacios y Chacarillas I, II y III que presentan menor índice longitudinal).

En los edificios R(D) baja el índice en dirección transversal, dado que duplican el área de planta pero no duplican los muros estructurales en la dirección transversal lo que siempre lleva a una condición más desfavorable que en la planta R(S) y por lo tanto quedarían más expuestos a daño.

En los edificios R(T) ocurre lo mismo bajando aun más el índice en dirección transversal pero no lo suficiente para provocar daños moderados.

Al relacionar estos índices con los reales daños se puede apreciar que los edificios R(S) no sufrieron daños. Basándose en esto se podría proponer dejar en 0.01 el valor para el cual no se espera daño.

Al igual que en O'Higgins no se debe perder de vista que el daño en Mesa Seco, etapa IV se produjo por un efecto local (cercanía a un estero) y esto no lo considera el cálculo de densidad de muros. Sin embargo la predicción es acertada calificándola con daño moderado que es lo que realmente ocurrió. En tanto en Los Acacios puede que existan

errores constructivos y de diseño que lleven a un daño real severo y que este índice no pudo cuantificar.

Edificios Rectangulares de 4 pisos: En general este índice resulta bajo para estos edificios con esta cantidad de pisos ya que las densidades de muros son parecidas para todos los edificios de la muestra (según la dirección en que se analicen) por lo que al dividirlos por un número de pisos mayor se obtienen índices menores. Además se debe tener en cuenta que los machones de H.A. no se han considerado.

Edificio Los Aromos: Finalmente este edificio sólo se analizó en la dirección transversal estimándose un daño moderado pero el daño real fue severo. Esto aparentemente no tendría que ver con la utilización de ladrillo fiscal, dado que son muchos los edificios que lo utilizaron sin las consecuencias que se vieron aquí. Una explicación podría ser la estructuración de este edificio que es con muros longitudinales de hormigón y muros transversales de ladrillo cerámico hecho a mano, condición que no es evaluado al calcular la densidad de muros.

-Índice de Gallegos

Edificios sin daños: todos los edificios que no sufrieron daños producto del terremoto son considerados con una Calidad Estructural Sismoresistente aceptable, así al evaluarlos en una etapa de anteproyecto, estos edificios calificarían adecuadamente para llevarse a cabo a nivel de proyectos.

El índice en los edificios T de General Prieto varía al aumentar de 4 a 5 pisos, pues se castiga el parámetro relacionado con la continuidad en elevación cuando existen 5 pisos ya que existen muros de H.A. en los primeros pisos que se transforman en muros de albañilería a medida que se sube de piso. También el índice disminuye cuando se pasa de un edificio T a un DT, por tener muros muy grandes que priman sobre los demás en vez de tener más muros pero de largos similares.

En los edificios rectangulares siempre existe una disminución del índice cuando se pasa de un edificio rectangular simple a uno doble (o triple), por la influencia del parámetro Proporción de la Planta (razón entre el largo y el ancho), que para el caso R(D) y R(T) es siempre regular o malo. Para las plantas R(S) califica siempre como bueno.

Edificios dañados: Para Cerro O'Higgins y Mesa Seco etapa IV, el I_G es 0.5, valor muy cercano al límite establecido de 0.45, por lo que en una instancia de anteproyecto se podría haber impedido que estos edificios pasaran a la etapa de proyecto. El parámetro más influyente para llegar a este resultado es el factor de adecuación relacionado con el suelo.

En Cerro O'Higgins el suelo se consideró como malo pero si se cataloga como bueno el I_G sería igual a 0.72 para una planta T (ambas direcciones) y 0.72 (longitudinal), 0.65 (transversal) para una planta Doble T. Ambos índices se aplican en Cerro O'Higgins, el menor para los edificios más cercanos a la ladera del cerro y el mayor para los edificios más lejanos a esta ladera.

En Mesa Seco etapa IV si se considera bueno este parámetro (factor de adecuación relacionado con el suelo) los valores del I_G serían 0.64 (longitudinal) y 0.72 (transversal) los que representan a los edificios que se encuentran lejos del estero.

Por otro lado, Los Acacios y Los Aromos tienen un I_G alto por lo que hay otras consideraciones que no fueron tomadas en cuenta en el índice que llevan al grado de daño real alcanzado por estas estructuras. Quizás lo expliquen errores constructivos y/o efectos topográficos.

Finalmente de acuerdo a los datos observados se considera que el límite de 0.45 es poco conservador y podría subirse a 0.5 en edificios de albañilería parcialmente confinados.

-Índice del G.N.D.T.

Edificios sin daños: En los edificios T y DT de General Prieto (Mesa Seco VI) se estima un daño leve, resultando más favorable el edificio tipo T y DT de 5 pisos que el de 4 pisos. Esto se debe a que el parámetro Resistencia Convencional clasifica de mejor manera a los de 5 pisos por poseer una gran cantidad de machones de H.A.

Para los edificios R(S) se estima que sufrirán un daño leve o incluso que no sufrirán daño. Por su parte los R(D) presentan un grado más de daño que los simples, es decir, se estima para ellos un daño leve o moderado. Lo anterior se debe a dos parámetros, el primero es Presencia de Diafragmas Horizontales que en el caso de plantas R(D) es más desfavorables al ser más alargadas y por lo tanto más flexibles y el segundo

parámetro es la Configuración en Planta que castiga las plantas alargadas (privilegia la simetría como plantas cuadradas).

Edificios con daños: Este índice estima para los edificios de Cerro O'Higgins, Mesa Seco etapa IV y Los Acacios un daño severo, lo que va de la mano con los daños producto del terremoto. Los parámetros que hacen la diferencia con respecto a los otros edificios son:

La Organización del Sistema Resistente, parámetro que se califica como clase C, previo conocimiento de que los edificios resultaron dañados (esto porque el cálculo de este parámetro entregó un valor justo en el límite de Clase B y clase C)

El Estado de conservación es otro parámetro relevante el que evalúa mal (Clase C) a estos edificios por presentar modificaciones importantes a la estructura y existen antecedentes de su mal estado en Cerro O'Higgins en informe SERVIU, VII Región.

La Posición de los Edificios es el tercer parámetro que influye (para los edificios de Cerro O'Higgins y Mesa Seco etapa IV) en el resultado que entrega este índice. Como estos edificios están ubicados en lugares con condiciones desfavorables (al borde de la ladera de un cerro o a la orilla de un estero) son calificados de mala manera.

Nuevamente Los Aromos se aleja del real daño (severo) estimando que este daño sería moderado.

Finalmente es necesario comentar que este índice requiere un mayor cálculo y detalle que los dos anteriores, lo cual lo hace más complejo de aplicar en una etapa de anteproyecto, si lo que se busca es un diagnóstico previo a la etapa de diseño basándose en parámetros simples.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

En este estudio se han revisado un total de catorce conjuntos habitacionales, trece de los cuales pertenecen a la comuna de Constitución y uno a la comuna de Cauquenes, lo que representa una muestra total de 247 edificios y 2392 departamentos.

Las características principales de estos conjuntos, es que son viviendas sociales de albañilería confinada de 3 a 5 pisos, los que se diferencian por la forma de la planta, resultando predominante los edificios de planta rectangular.

El objetivo principal del trabajo es poder establecer una relación entre diferentes índices de vulnerabilidad y los daños sufridos por estos edificios durante el terremoto del 27 de Febrero del 2010.

Con este propósito se hizo una encuesta de daño mediante una inspección en terreno calificando el grado de daño para cada conjunto utilizando una escala de 6 grados de daño. Posteriormente se han calculado los índices de Vulnerabilidad Sísmica para establecer el grado de daño que estos índice asignan a un total de 24 tipos de edificios diferentes.

- Encuesta de daño:

A pesar de la magnitud del sismo (M_w : 8.8) los edificios tuvieron un buen comportamiento, ya que sólo un 7.2% de los edificios presentó daño, por lo que se concluye que los edificios de albañilería confinada salen muy bien evaluados después de esta exigente prueba.

Por su parte los edificios que resultaron dañados presentaban condiciones particulares que pueden haber conducido (por si solas o en conjunto con otros factores) a este resultado, como lo son ubicaciones desfavorables (a la orilla de un estero o en la cima de un cerro muy cerca de la ladera), año de construcción muy antiguo, modificaciones de la estructura original (debilitando elementos estructurales) o simplemente un diseño sísmico de la estructura errado(o déficit en la etapa de construcción).

- Normas de diseño:

Un 56% de estos edificios fueron construidos antes del año 1996, lo que implica que quizás no fueron diseñados según la NCh443.Of 96 o la NCh2123.Of97. Sin perjuicio

de ello de las 14 fichas confeccionadas, siete son considerados semi confinados, seis confinados y uno armado.

Una acotación importante es que la totalidad de los edificios clasificados como planta de tipo Rectangular Doble más los edificios con planta Rectangular Triple no cumplen con la recomendaciones dadas en las Bases Técnicas de Viviendas Sociales del MINVU en lo referido a las longitudes de las plantas de los edificios, las que oscilan en torno a los 30 metros sobrepasando la longitud máxima de 25 metros establecida en estas bases técnicas.

-Índices de vulnerabilidad:

Índice de Meli: Destaca el hecho de que un 66% de los tipos de planta analizados presente una mayor vulnerabilidad y daño producto del sismo (cuando éste existe) en la dirección transversal lo que va de la mano con una menor densidad de muros en esa dirección. También hay que destacar que siempre las plantas R(D) son peores que las R(S) dado que el área se duplica pero no así la densidad de muros transversales. Se debe tener en cuenta que este método es muy simple de aplicar y por lo mismo no considera muchos factores, como por ejemplo los efectos locales propios de la ubicación de cada edificio.

En base a lo observado es deseable que los edificios más que presentar un índice muy alto en una dirección y bajo en la otra, presenten índices parecidos y cercanos a 0.010. Además se propone subir el límite entre un daño severo y moderado de 0.005 a 0.007.

Índice de Gallegos e Índice del G.N.D.T.: Estos dos índices a pesar de tener diferentes metodologías para estimar la Calidad Estructural Sismorresistente y el grado de daño respectivamente, coinciden en considerar el suelo de fundación como un factor determinante en la calificación realizada. Es así como al catalogar la situación como mala, se representa de buena manera a los edificios que resultaron dañados (Cerro O'Higgins y M. F. Mesa Seco, etapa IV). Lo anterior se ratifica al comparar edificios con plantas similares que resultaron tener un comportamiento totalmente diferente frente al sismo. Es decir, edificios iguales, pero unos con daño y otros completamente sanos.

Otra coincidencia es, al igual que con el índice de Meli, que un edificio R(D) es peor calificado que un edificio R(S).

El índice de Gallegos realiza una buena estimación de calidad estructural de los edificios, calificando como aceptables a los edificios que no sufrieron daño, los que debían pasar de la etapa de anteproyecto a la de proyecto sin problemas. A su vez califica de correcta manera los edificios dañados (no debiesen haber pasado a la etapa de proyecto con sus condiciones actuales) exceptuando a Los Aromos, que posee una estructuración que aparentemente distorsiona este resultado y que por lo demás es una estructura antigua. En Los Acacios la predicción es completamente errada para el edificio más dañado lo que sin algún factor externo que salte a la vista (más que su posición en altura), conduciría a pensar que son errores constructivos o de diseño lo que gatilló el nivel de daño que allí se observó.

Para este índice también se propone realizar una modificación en su límite de aceptabilidad subiéndolo de 0.45 a 0.5.

El Índice del G.N.D.T. por su parte, al ser un índice global asigna un valor único para cada edificio. De esta forma para los edificios que no sufrieron daño le asignó un daño bajo. En tanto que para los edificios dañados, predijo su comportamiento de manera bastante acertada, sin considerar el caso de Los Aromos por las razones antes señaladas.

Nuevamente se debe mencionar que este índice es el más complejo de calcular en una etapa de anteproyecto, esto por la cantidad de datos requeridos para el cálculo de sus parámetros.

Las propuestas para variar los límites de los índices de vulnerabilidad para estimar los daños que se puedan esperar quedan sujetas a lo que se obtenga en otros trabajos de título que se realizan en paralelo.

Finalmente es necesario destacar que el uso de estos índices de vulnerabilidad, en particular el de Meli y el de Gallegos, en una etapa conceptual o de anteproyecto, podrían ayudar a prevenir malas estructuraciones al trabajar con parámetros simples pero que si son correctamente evaluados resultan bastante efectivos.

BIBLIOGRAFIA

Acevedo, Carolina (2002). “Estudio de la vulnerabilidad sísmica de los edificios de departamentos de la comuna de Pudahuel, Parte 1” Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

Aguirre, Andrés (2002). “Estudio de la vulnerabilidad sísmica de los edificios de departamentos de la comuna de Pudahuel, Parte 2” Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

Arias, Santiago. (1976). “Metodología para la reparación de una estructura dañada por un sismo”. 2as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica.

Gallegos, H. y Ríos R. (1986). “Índice de Calidad Estructural Sismorresistente”. 4as Jornadas chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Viña del Mar, Chile.

Gent, Kenneth. (2003). “Calibración del índice de vulnerabilidad del G.N.D.T. para estructuras de albañilería confinada”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Concepción.

Dictuc (2010). “Informe 879697, Inspección visual de daños estructurales tras sismo del 27 de Febrero de 2010. Villa Los Acacios, Cauquenes”.

Monge, J. y Astroza, M. (1989). “Metodología para determinar el Grado de Intensidad a partir de los daños”. V Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Santiago, Chile.

Morales, Dante y Sapaj, Ricardo (1996). “Riesgo sísmico de las ciudades de Curicó, Molina, Talca, San Clemente, Constitución, Linares, San Javier, Parral y Cauquenes”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

Muñoz, Maribel (2004). “Estudio preliminar de la vulnerabilidad sísmica de los edificios de departamentos de la comuna de Cerro Navia” Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

NCh2123.Of97. (1997). “Albañilería Confinada – Requisitos para el Diseño y Cálculo”, Instituto Nacional de Normalización.

NCh433.Of96. (1996). “Diseño Sísmico de Edificios”, Instituto Nacional de Normalización.

http://www.minvu.cl/opensite_20100908112229.aspx

http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Chile_de_2010

http://www.renadic.cl/red_archivos/RENAMAULE2010R2.pdf

ANEXO A

REGISTRO FOTOGRAFICO DE DAÑOS EN LOS EDIFICIOS ESTUDIADOS

Para complementar el Capítulo 3 de este Trabajo de Título a continuación se muestran las imágenes que aparecen en los planos de estructura de los edificios dañados. Junto con esto se agrega una descripción de las diferentes fallas.

A.1 Registro visual del edificio 3, Villa O'Higgins.



Figura 1: Muro de fachada de albañilería confinada, que presenta una fisura diagonal en el mortero de pega.



Figura 2: Muro de fachada de albañilería confinada, que presenta una fisura diagonal a través del mortero de pega.



Figura 3: Muro interior de albañilería confinada, que presenta una fisura diagonal a través del mortero de pega.

A.2 Registro visual del edificio 6, Villa O'Higgins.



Figura 4: Muro interior de albañilería confinada, que presenta una fisura diagonal en el mortero de pega.



Figura 5: Muro exterior de albañilería confinada, que presenta una grieta en el mortero de pega.

A.3 Registro visual del edificio 7, Villa O'Higgins.



Figura 6: Colapso de muro de fachada de albañilería confinada, producto de falla al corte. Además existe compromiso de los pilares de confinamiento al perder casi la totalidad de su hormigón y pandear su armadura.

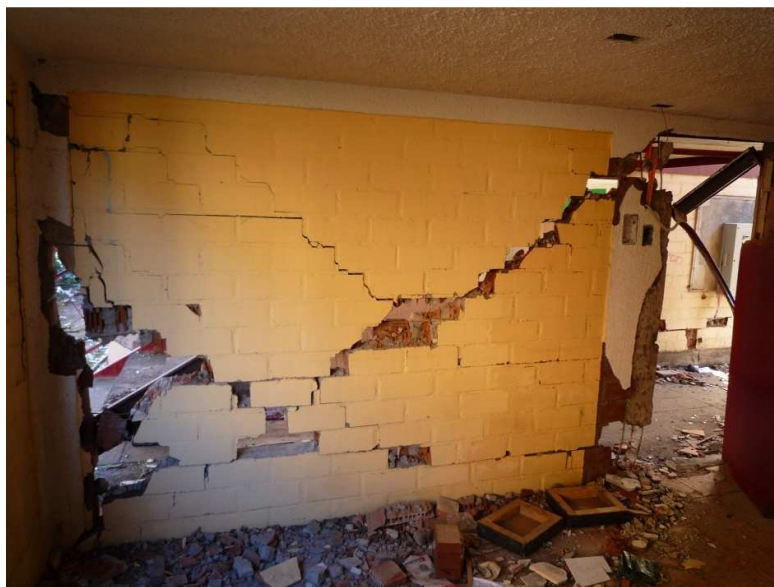


Figura 7: Daño severo en muro externo de albañilería confinada. Pilar derecho con armadura pandeada y pérdida total de hormigón en la parte superior e inferior.



Figura 8: Agrietamiento vertical profundo de muro externo de albañilería.



Figura 9: Muro longitudinal interior de albañilería confinada, que presenta una fisura horizontal a lo largo de todo el muro en el mortero de pega, producto de un desplazamiento perpendicular al muro.



Figura 10: Muro de fachada longitudinal de albañilería, que presenta una fisura y deslizamiento fuera del plano a través del mortero de pega.



Figura 11: Colapso de muro interno de albañilería confinada, producto de falla al corte. Existe compromiso del machón izquierdo agrietado profundamente.

A.4 Registro visual del edificio 8, Villa O'Higgins.



Figura 12: Grietas verticales en muro de fachada de albañilería. Esta falla ocurre justo entre el paño de albañilería y el pilar. Además el pilar presenta pérdida de hormigón.



Figura 13: Daño severo de muro de fachada de albañilería confinada, producto de falla al corte. Los pilares presentan grietas que los comprometen.



Figura 14: Daño severo de muro externo de albañilería confinada producto de una falla por corte. Pilar con pérdida del hormigón y pandeo de la armadura en la parte baja.



Figura 15: Muro interior longitudinal de albañilería confinada con fisura horizontal a lo largo de todo el muro a través del mortero de pega.



Figura 16: Muro Externo de albañilería con grieta diagonal profunda en el mortero de pega, producto de falla al corte.

A.5 Registro visual general de Villa O'Higgins

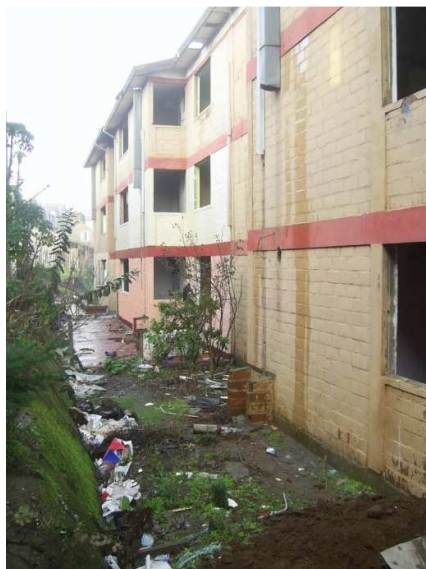


Figura A.1: Muros longitudinales edificio 2 sin presencia de daños.



Figura A.2: Ampliación del edificio 7, que alteró estructuración original del edificio.



Figura A.3: Desplazamientos que sufrieron los edificios 9 y 10 al colapsar los muros longitudinales que a su vez indujeron a una falla fuera del plano de los muros longitudinales.

A.6 Registro visual del edificio 1, Mesa Seco Etapa IV.



Figura 19: Muro exterior de albañilería confinada sin daño. Ladrillos faltantes no están relacionados con el evento sísmico y el estuco central era usado como apoyo para tabique en dirección perpendicular.



Figura 20: Muro interior de albañilería fiscal confinada con agrietamiento profundo diagonal.



Figura 21: Muro exterior de albañilería fiscal con agrietamiento profundo vertical.



Figura 22: Muro exterior de albañilería con fisura vertical.

A.7 Registro visual del edificio 2, Mesa Seco Etapa IV.



Figura 23: Muro interior de albañilería fiscal confinada con agrietamiento profundo diagonal. Pilar dañado con grieta vertical.



Figura 24: Muro interior de albañilería fiscal confinada con fisura diagonal y agrietamiento profundo vertical del pilar de confinamiento.



Figura 25: Muro interior de albañilería fiscal confinada con agrietamiento profundo diagonal.

A.8 Registro visual general M. F. Mesa Seco



Figura A.4: Radier que presenta un claro asentamiento diferencial. Este asentamiento está presente en diferentes medidas en ambos edificios.



Figura A.5: Asentamiento en radier que induce falla muro de albañilería fiscal.

A.9 Registro visual del edificio 1, Los Aromos.



Figura 26: Muro interior de albañilería fiscal con fisura diagonal producto de falla al corte.



Figura 27: Muro interior de albañilería fiscal con agrietamiento diagonal producto de falla al corte. Además existe caída de abundante estuco.



Figura 28: Muro exterior de albañilería fiscal con daño estructural severo producto de falla al corte. Pilares y machones con daño severo por pérdida de hormigón y pandeo de Armadura.

A.10 Registro visual del edificio 2, Los Aromos.



Figura 29: Muro exterior de albañilería fiscal con fisura horizontal en estuco.



Figura 30: Muro exterior de albañilería fiscal con fisura diagonal (que involucra estuco y ladrillo) producto de falla al corte.

A.11 Registro visual del edificio 3, Los Aromos.



Figura 31: Muro interior de albañilería fiscal con fisura diagonal producto de falla al corte.



Figura 32: Muro interior de albañilería fiscal con fisura horizontal.

A.12 Registro visual del edificio 4, Los Aromos.



Figura 33: Muro exterior de albañilería fiscal confinada, que presenta una fisura diagonal y horizontal producto de una falla al corte.



Figura 34: Muro interior de albañilería fiscal confinada, que presenta una fisura diagonal producto de una falla al corte.

A.13 Registro visual general Los Aromos



Figura A.6: Muro exterior de albañilería fiscal confinada, que presenta grave daño al vaciarse parte importante del paño de albañilería (edificio 4, cuarto piso)

A.14 Registro visual del edificio 1, Villa Los Acacios.

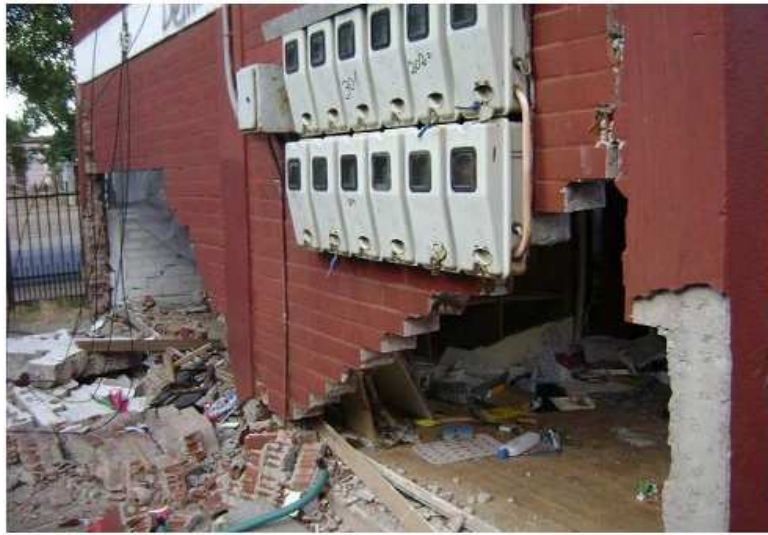


Figura 35: Daño severo en muro exterior transversal de albañilería producto del esfuerzo a corte.



Figura 36: Daño severo en muro exterior de albañilería producto del esfuerzo a corte.



Figura 37: Daño severo en muro exterior longitudinal de albañilería producto del esfuerzo a corte.



Figura 38: Daño estructural severo en muro de albañilería y daño severo en pilar de confinamiento.

A.15 Registro visual del edificio 2, Villa Los Acacios.



Figura 39: Armadura de refuerzo a la vista en nudo de muro de albañilería.



Figura 40: Perdida de recubrimiento en Nudo.

A.16 Registro visual del edificio 3, Villa Los Acacios.



Figura 41: Grietas diagonales de corte (formando una x) en muro de albañilería.

A.17 Registro visual del edificio 4, Villa Los Acacios.



Figura 42: Daño severo por corte en muro divisorio de ladrillo fiscal.



Figura 43: Falla de columna corta, con pérdida del recubrimiento de hormigón.



Figura 44: Daño por compresión en elemento de confinamiento.

ANEXO B

Índice de configuración estructural			largo promedio		
C1	simetría y uniformidad	1	Lp		435.333
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros mayores que el promedio	m	3
C3	Simetría de masas	1	lm		1
C4	Relación con elementos no estructurales	1	%m		33.333
			Cy		0.9

Factor de adecuación				
F1	Suelo	0.7		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	0.7

Igx	0.5
-----	-----

Igy	0.5
-----	-----

Villa O'Higgins, Doble T

Índice de planta			largo		
P1	simetría	1	A		2308
P2	Proporción	1	B		848
P3	Continuidad	1	A/B		2.722
			P		1

Índice de elevación			altura		
E1	simetría	1	H		692
E2	Proporción	1	B		848
E3	Continuidad	1	B/H		1.225
			E		1

Índice de componentes del sistema estructural			área muros		
S1	Densidad de elementos verticales	1	Av		74928
S2	Continuidad de pórticos	----	Ap		176.681
S3	relación columna viga	-----	n		3
S4	Continuidad de muros	1	Av/(Ap*n)		141.362
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx		1

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	27664
área planta	Ap	176.681
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	52.192

Sy	0.8
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	0.9
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	357
cantidad de muros	m	15
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
	%m	33.333

Cx	0.72
----	------

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	395.2
	5	
cantidad de muros mayores que el promedio	m	3
	lm	1
	%m	20

Cy	0.8
----	-----

Factor de adecuación		
F1	Suelo	0.7
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	0.7
---	-----

Igx	0.5
-----	-----

Igy	0.45
-----	------

M. F. Mesa Seco, etapa I y II R(S)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	1
P3	Continuidad	1

largo	A	1522
ancho	B	544
	A/B	2.798

P	1
---	---

altura	H	708
ancho	B	544
	B/H	0.768

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	23520
área planta	Ap	79.924
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	98.093

Sx	0.9
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	23306
área planta	Ap	79.924
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	97.201

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	280
cantidad de muros	m	6
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	2
	%m	33.333

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	542
cantidad de muros	m	3
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.81
-----	------

Igy	0.9
-----	-----

M. F. Mesa Seco, etapa I y II R(D)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	0.8
P3	Continuidad	1

largo	A	3030
ancho	B	544
	A/B	5.570

P	0.8
---	-----

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

altura	H	708
ancho	B	544
	B/H	0.768

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	$Acol/(Acol+Av)$	0
Rm	$Av/(Acol+Av)$	1

área muros	Av	47040
área planta	Ap	159.848
pisos	n	3
	$Av/(Ap*n)$	98.093

Sx	0.9
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	$Acol/(Acol+Av)$	0
Rm	$Av/(Acol+Av)$	1

área muros	Av	39566
área planta	Ap	159.848
pisos	n	3
	$Av/(Ap*n)$	82.508

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	280
cantidad de muros	m	12
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	4
	%m	33.333

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	542
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	5
C2	Distribución de rigidez	1	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
C3	Simetría de masas	1		%m	100
C4	Relación con elementos no estructurales	1			
			Cy	1	

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.65

Igy 0.72

M. F. Mesa Seco, etapa III R(S)

Índice de planta			largo	A	1618
P1	simetría	1	ancho	B	500
P2	Proporción	0.9		A/B	3.236
P3	Continuidad	1			
			P	0.9	

Índice de elevación			altura	H	708
E1	simetría	1	ancho	B	500
E2	Proporción	1		B/H	0.706
E3	Continuidad	1			
			E	1	

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	25340
S1	Densidad de elementos verticales	1	área planta	Ap	77.76
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos	n	3
S3	relación columna viga	-----		Av/(Ap*n)	108.625
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Re	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	1	

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	20898
área planta	Ap	77.76
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	89.58

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	380
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	4
	%m	80(*)

Cx	0.9
----	-----

(*) Muro con razón Lm / Lprom =0.47

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	486
cantidad de muros	m	3
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.81
-----	------

Igy	0.81
-----	------

M. F. Mesa Seco, etapa 3 R(D)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	0.8
P3	Continuidad	1

largo	A	3222
ancho	B	500
	A/B	6.444

P	0.8
---	-----

altura	H	708
ancho	B	500
	B/H	0.706

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	1
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	50680
área planta	Ap	155.52
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	108.625

Sx	1
----	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	35478
área planta	Ap	155.52
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	76.042

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	362
cantidad de muros	m	10
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	8
	%m	80 (*)

Cx	0.9
----	-----

(*) Muro con razón Lm / Lprom =0.47

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	486
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx 0.72

Igy 0.72

M. F. Mesa Seco, etapa 4 y 5 R(S)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	0.9
P3	Continuidad	1

largo	A	1640
ancho	B	514
	A/B	3.191

P	0.9
---	-----

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

altura	H	708
ancho	B	514
	B/H	0.7260

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	1
S2	Continuidad de pórticos relación columna viga	----
S3	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	$Acol/(Acol+Av)$	0
Rm	$Av/(Acol+Av)$	1

área muros	Av	27188
área planta	Ap	81.3
pisos	n	3
	$Av/(Ap*n)$	111.472

Sx	1
----	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos relación columna viga	
S3	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	$Acol/(Acol+Av)$	0
Rm	$Av/(Acol+Av)$	1

área muros	Av	22102
área planta	Ap	81.3
pisos	n	3
	$Av/(Ap*n)$	90.619

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	277.429
cantidad de muros	m	7
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	2
	%m	28.571

Cx	0.8
----	-----

Índice de configuración estructural						
C1	simetría y uniformidad	1		largo promedio	Lp	514
C2	Distribución de rigidez	1		cantidad de muros	m	3
C3	Simetría de masas	1		cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy		%m	100

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.72

Igy 0.81

M. F. Mesa Seco, etapa 4 y 5 R(D)

Índice de planta						
P1	simetría	1		largo	A	3266
P2	Proporción	0.8		ancho	B	514
P3	Continuidad	1	P		A/B	6.354

	altura	H	692
	ancho	B	514
		B/H	0.743

Índice de elevación				
E1	simetría	1		
E2	Proporción	1		
E3	Continuidad	1	E	1

Índice de componentes del sistema estructural						
S1	Densidad de elementos verticales	1		área muros	Av	54376
S2	Continuidad de pórticos	----		área planta	Ap	162.6
S3	relación columna viga	----		pisos	n	3
S4	Continuidad de muros	1			Av/(Ap*n)	111.472
S5	Conexiones	1				
Rc	Acol/(Acol+Av)	0				
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	1		

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	37522
área planta	Ap	162.6
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	76.921

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	277.429
cantidad de muros	m	7
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	2
	%m	28.571

Cx	0.8
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	514
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	0.7
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	0.7
---	-----

Igx	0.45
-----	------

Igy	0.5
-----	-----

M. F. Mesa Seco, etapa 4 y 5 R(T)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	0.8
P3	Continuidad	1

largo	A	4892
ancho	B	514
	A/B	9.518

P	0.8
---	-----

altura	H	708
ancho	B	514
	B/H	0.726

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	1
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	81564
área planta	Ap	243.9
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	111.472

Sx	1
----	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	52942
área planta	Ap	243.9
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	72.3

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	277.429
cantidad de muros	m	21
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	6
	%m	28.571

Cx	0.8
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	514
cantidad de muros	m	7
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	7
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.64
-----	------

Igy	0.72
-----	------

M. F. Mesa Seco, etapa 6 T

Índice de planta			largo A 1194		
P1	simetría	1	ancho B 884		
P2	Proporción	1	A/B 1.351		
P3	Continuidad	1	P	1	
Índice de elevación			altura H 1180		
E1	simetría	1	ancho B 884		
E2	Proporción	1	B/H 0.749		
E3	Continuidad	0.9	E	0.9	
Índice de componentes del sistema estructural			área muros Av 36204		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta Ap 94.344		
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos n 4		
S3	relación columna viga	----	Av/(Ap*n) 95.94		
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	0.9	
Índice de componentes del sistema estructural			área muros Av 19152		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8	área planta Ap 94.344		
S2	Continuidad de pórticos		pisos n 4		
S3	relación columna viga		Av/(Ap*n) 50.75		
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.8	
Índice de configuración estructural			largo promedio Lp 235.091		
C1	simetría y uniformidad	0.9	cantidad de muros m 11		
C2	Distribución de rigidez	0.8	cantidad de muros mayores que el promedio lm 1		
C3	Simetría de masas	1	%m 9.091		
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.72	

Índice de configuración estructural			largo promedio		
C1	simetría y uniformidad	1	Lp		456
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros	m	3
C3	Simetría de masas	1	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1	%m		33.333
			Cy	0.9	

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.58

Igy 0.65

M. F. Mesa Seco, etapa 6 Doble T

Índice de planta			largo		
P1	simetría	1	A		2374
P2	Proporción	1	B		884
P3	Continuidad	1	A/B		2.686
			P	1	

Índice de elevación			altura		
E1	simetría	1	H		1180
E2	Proporción	1	B		884
E3	Continuidad	0.9	B/H		0.749
			E	0.9	

Índice de componentes del sistema estructural			área muros		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	Av		72408
S2	Continuidad de pórticos	----	Ap		188.688
S3	relación columna viga	----	n		4
S4	Continuidad de muros	1	Av/(Ap*n)		95.
S5	Conexiones	1			
Re	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	0.9	

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	28868
área planta	Ap	188.688
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	38.2

Sy	0.8
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	0.9
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	272.211
cantidad de muros	m	19
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
	%m	15.79

Cx	0.8
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	412.4
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	1
	%m	20

Cy	0.8
----	-----

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.58
-----	------

Igy	0.58
-----	------

Los Aromos, R

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	0.9
P3	Continuidad	1

largo	A	2364
ancho	B	756
	A/B	3.127

P	0.9
---	-----

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

altura	H	928
ancho	B	756
	B/H	0.815

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	30142
área planta	Ap	178.718
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	42.164

Sx	0.8
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	68040
área planta	Ap	178.718
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	95.18

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	179.417
cantidad de muros	m	12
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	6
	%m	50

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	0.8
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	756
cantidad de muros	m	6
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	6
	%m	100

Cy	0.8
----	-----

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	----
-----	------

Igy	0.65
-----	------

Piedra de la Iglesia, R(S)

Índice de planta			largo			ancho		
P1	simetría	1		A	1614		B	514
P2	Proporción	0.9		A/B	3.140			
P3	Continuidad	1	P	0.9				
Índice de elevación			altura			ancho		
E1	simetría	1		H	692		B	514
E2	Proporción	1		B/H	0.743			
E3	Continuidad	1	E	1				
Índice de componentes del sistema estructural			área muros			área planta		
S1	Densidad de elementos verticales	1		Av	25284		Ap	80
S2	Continuidad de pórticos	----						
S3	relación columna viga	----		n	3			
S4	Continuidad de muros	1		Av/(Ap*n)	105.35			
S5	Conexiones	1						
Rc	Acol/(Acol+Av)	0						
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	1				
Índice de componentes del sistema estructural			área muros			área planta		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9		Av	21588		Ap	80
S2	Continuidad de pórticos							
S3	relación columna viga			n	3			
S4	Continuidad de muros	1		Av/(Ap*n)	89.95			
S5	Conexiones	1						
Rc	Acol/(Acol+Av)	0						
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.9				
Índice de configuración estructural			largo promedio			cantidad de muros		
C1	simetría y uniformidad	1		Lp	372		m	5
C2	Distribución de rigidez	0.9					lm	4
C3	Simetría de masas	1		%m	80 (*)			
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.9				

(*) Muro con razón $L_m / L_{prom} = 0.47$

Índice de configuración estructural						
C1	simetría y uniformidad	1		largo promedio	Lp	514
C2	Distribución de rigidez	1		cantidad de muros mayores que el promedio	m	3
C3	Simetría de masas	1			lm	3
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy		%m	100

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.81

Igy 0.81

Piedra de la Iglesia, R(D)

Índice de planta						
P1	simetría	1		largo	A	3214
P2	Proporción	0.8		ancho	B	514
P3	Continuidad	1	P		A/B	6.253

	altura	H	692
	ancho	B	514
		B/H	0.743

Índice de elevación				
E1	simetría	1		
E2	Proporción	1		
E3	Continuidad	1	E	1

Índice de componentes del sistema estructural						
S1	Densidad de elementos verticales	1		área muros	Av	50568
S2	Continuidad de pórticos	----		área planta	Ap	160
S3	relación columna viga	----		pisos	n	3
S4	Continuidad de muros	1			Av/(Ap*n)	105.4
S5	Conexiones	1				
Rc	Acol/(Acol+Av)	0				
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	1		

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	35980
área planta	Ap	160
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	74.958

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	361.2
cantidad de muros	m	10
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	8
	%m	80 (*)

Cx	0.9
----	-----

(*) Muro con razón $Lm / Lprom = 0.47$

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	514
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.72
-----	------

Igy	0.72
-----	------

General Prieto, T (4 pisos)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	1
P3	Continuidad	1

largo	A	1194
ancho	B	884
	A/B	1.351

P	1
---	---

altura	H	928
ancho	B	884
	B/H	0.953

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	36204
área planta	Ap	94.344
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	95.936

Sx	0.9
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Re	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	19152
área planta	Ap	94.344
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	50.750

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	0.9
C2	Distribución de rigidez	0.8
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	235.091
cantidad de muros	m	11
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	1
	%m	9.091

Cx	0.72
----	------

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	456
cantidad de muros	m	3
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	1
	%m	33.333

Cy	0.9
----	-----

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.65
-----	------

Igy	0.72
-----	------

General Prieto, T (5 pisos)

Índice de planta			largo A 1194		
P1	simetría	1	ancho B 884		
P2	Proporción	1	A/B 1.351		
P3	Continuidad	1	P	1	
Índice de elevación			altura H 1180		
E1	simetría	1	ancho B 884		
E2	Proporción	1	B/H 0.749		
E3	Continuidad	0.9	E	0.9	
Índice de componentes del sistema estructural			área muros Av 36204		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta Ap 94.344		
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos n 4		
S3	relación columna viga	----	Av/(Ap*n) 95.94		
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	0.9	
Índice de componentes del sistema estructural			área muros Av 19152		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8	área planta Ap 94.344		
S2	Continuidad de pórticos		pisos n 4		
S3	relación columna viga		Av/(Ap*n) 50.75		
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.8	
Índice de configuración estructural			largo promedio Lp 235.091		
C1	simetría y uniformidad	0.9	cantidad de muros m 11		
C2	Distribución de rigidez	0.8	cantidad de muros mayores que el promedio lm 1		
C3	Simetría de masas	1	%m 9.091		
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.72	

Índice de configuración estructural					
C1	simetría y uniformidad	1			largo promedio Lp 456
C2	Distribución de rigidez	0.9			cantidad de muros m 3
C3	Simetría de masas	1			cantidad de muros mayores que el promedio lm 1
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy	0.9	%m 33.333

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.58

Igy 0.65

General Prieto, Doble T

Índice de planta					
P1	simetría	1			largo A 2374
P2	Proporción	1			ancho B 884
P3	Continuidad	1	P	1	A/B 2.686

Índice de elevación					
E1	simetría	1			altura H 1180
E2	Proporción	1			ancho B 884
E3	Continuidad	0.9	E	0.9	B/H 0.749

Índice de componentes del sistema estructural					
S1	Densidad de elementos verticales	0.9			área muros Av 72408
S2	Continuidad de pórticos	----			área planta Ap 188.688
S3	relación columna viga	-----			pisos n 4
S4	Continuidad de muros	1			Av/(Ap*n) 95.
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	0.9	

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	28868
S1	Densidad de elementos verticales	0.8	área planta	Ap	188.688
S2	Continuidad de pórticos		pisos	n	4
S3	relación columna viga			Av/(Ap*n)	38.2
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.8	

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	272.211
C1	simetría y uniformidad	0.9	cantidad de muros	m	19
C2	Distribución de rigidez	0.8	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
C3	Simetría de masas	1		%m	15.79
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.8	

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	412.4
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	5
C2	Distribución de rigidez	0.8	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	1
C3	Simetría de masas	1		%m	20
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy	0.8	

Factor de adecuación					
F1	Suelo	1			
F2	Uso	1			
F3	Altura	1			
F4	Relación suelo altura	1	F	1	

Igx 0.58

Igy 0.58

Gregorio Shepeler, R

Índice de planta			largo	A	1482
P1	simetría	1	ancho	B	670
P2	Proporción	1		A/B	2.212
P3	Continuidad	1	P	1	
Índice de elevación			altura	H	944
E1	simetría	1	ancho	B	656
E2	Proporción	1		B/H	0.695
E3	Continuidad	0.9	E	0.9	

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	22652
área planta	Ap	98.14
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	57.703

Sx	0.8
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	27552
área planta	Ap	98.14
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	70.185

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	115.571
cantidad de muros	m	14
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	6
	%m	42.857

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	656
cantidad de muros	m	3
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.65
-----	------

Igy	0.81
-----	------

Chacarillas, etapa I y II

Índice de planta			largo	A	2972
P1	simetría	1	ancho	B	656
P2	Proporción	0.9		A/B	4.530
P3	Continuidad	1	P 0.9		
Índice de elevación			altura	H	708
E1	simetría	1	ancho	B	656
E2	Proporción	1		B/H	0.927
E3	Continuidad	1	E 1		
Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	42392
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta	Ap	194.964
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos	n	3
S3	relación columna viga	-----		Av/(Ap*n)	72.5
S4	Continuidad de muros	1	Sx 0.9		
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1			
Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	45920
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta	Ap	194.964
S2	Continuidad de pórticos		pisos	n	3
S3	relación columna viga			Av/(Ap*n)	78.510
S4	Continuidad de muros	1	Sy 0.9		
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1			
Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	252.3
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	12
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	8
C3	Simetría de masas	1		%m	33.3
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx 0.9		

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	656
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	5
C2	Distribución de rigidez	1	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
C3	Simetría de masas	1		%m	100
C4	Relación con elementos no estructurales	1			
			Cy		1

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1		
			F	1

Igx	0.73
-----	------

Igy	0.81
-----	------

Chacarillas, etapa III R(S)

Índice de planta			largo	A	1486
P1	simetría	1	ancho	B	656
P2	Proporción	1		A/B	2.265
P3	Continuidad	1			
			P		1

Índice de elevación			altura	H	692
E1	simetría	1	ancho	B	656
E2	Proporción	1		B/H	0.948
E3	Continuidad	1			
			E		1

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	22512
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta <td>Ap <td>97.482</td> </td>	Ap <td>97.482</td>	97.482
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos	n	3
S3	relación columna viga	-----		Av/(Ap*n)	76.9
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1			
			Sx		0.9

Índice de componentes del sistema estructural					27552
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área muros	Av	97.482
S2	Continuidad de pórticos		área planta	Ap	3
S3	relación columna viga		pisos	n	94.213
S4	Continuidad de muros	1		Av/(Ap*n)	
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.9	

Índice de configuración estructural					268
C1	simetría y uniformidad	1	largo promedio	Lp	6
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros mayores que el promedio	m	2
C3	Simetría de masas	1		lm	33.3
C4	Relación con elementos no estructurales	1		%m	
			Cx	0.9	

Índice de configuración estructural					656
C1	simetría y uniformidad	1	largo promedio	Lp	3
C2	Distribución de rigidez	1	cantidad de muros mayores que el promedio	m	3
C3	Simetría de masas	1		lm	100
C4	Relación con elementos no estructurales	1		%m	
			Cy	1	

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.81

Igy 0.9

Chacarillas, etapa III R(D)

Índice de planta					2972
P1	simetría	0.9	largo	A	656
P2	Proporción	1	ancho	B	4.530
P3	Continuidad	1		A/B	
			P	0.9	

			altura	H	692
Índice de elevación			ancho	B	656
E1	simetría	1	0.948		
E2	Proporción	1			
E3	Continuidad	1	E	1	

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	41664
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta	Ap	194.964
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos	n	3
S3	relación columna viga	----		Av/(Ap*n)	71.234
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	0.9	

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	45920
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta	Ap	194.964
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos	n	3
S3	relación columna viga	----		Av/(Ap*n)	78.510
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.9	

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	248
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	12
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	4
C3	Simetría de masas	1		%m	33
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.9	

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	656
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	5
C2	Distribución de rigidez	1	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
C3	Simetría de masas	1		%m	100
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy	1	

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.73
-----	------

Igy	0.81
-----	------

Chacarillas, etapa IV R(S)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	1
P3	Continuidad	1

largo	A	1486
ancho	B	656
	A/B	2.265

P	1
---	---

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

altura	H	692
ancho	B	656
	B/H	0.948

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	19152
área planta	Ap	97.482
pisos	n	4
	Av/(Ap*n)	49.117

Sx	0.8
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	27552
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta	Ap	97.482
S2	Continuidad de pórticos		pisos	n	4
S3	relación columna viga			Av/(Ap*n)	70.659
S4	Continuidad de muros	1			
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.9	

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	136.800
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	10
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	4
C3	Simetría de masas	1		%m	40
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.9	

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	656
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	3
C2	Distribución de rigidez	1	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
C3	Simetría de masas	1		%m	100
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy	1	

Factor de adecuación			F	1
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1		

Igx 0.72

Igy 0.9

Chacarillas, etapa IV R(D)

Índice de planta			largo	A	2972
P1	simetría	1	ancho	B	656
P2	Proporción	0.9		A/B	4.530
P3	Continuidad	1	P	0.9	

Índice de elevación			altura	H	692
E1	simetría	1	ancho	B	656
E2	Proporción	1		B/H	0.948
E3	Continuidad	1	E	1	

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.8
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	38304
área planta	Ap	194.964
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	65.489

Sx	0.8
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	45920
área planta	Ap	194.964
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	78.510

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	136.800
cantidad de muros	m	20
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	8
	%m	40

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	656
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.65
-----	------

Igy	0.81
-----	------

Perla del Maule, etapa 1 y 2 R

Índice de planta			largo		A	1482
P1	simetría	1	ancho		B	670
P2	Proporción	1			A/B	2.212
P3	Continuidad	1	P	1		
Índice de elevación			altura		H	944
E1	simetría	1	ancho		B	656
E2	Proporción	1			B/H	0.695
E3	Continuidad	1	E	1		
Índice de componentes del sistema estructural			área muros		Av	22652
S1	Densidad de elementos verticales	0.8	área planta		Ap	98.14
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos		n	4
S3	relación columna viga	----			Av/(Ap*n)	57.703
S4	Continuidad de muros	1				
S5	Conexiones	1				
Rc	Acol/(Acol+Av)	0				
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sx	0.8		
Índice de componentes del sistema estructural			área muros		Av	27552
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta		Ap	98.14
S2	Continuidad de pórticos		pisos		n	4
S3	relación columna viga				Av/(Ap*n)	70.185
S4	Continuidad de muros	1				
S5	Conexiones	1				
Rc	Acol/(Acol+Av)	0				
Rm	Av/(Acol+Av)	1	Sy	0.9		
Índice de configuración estructural			largo promedio		Lp	115.571
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros		m	14
C2	Distribución de rigidez	0.9	cantidad de muros mayores que el promedio		lm	6
C3	Simetría de masas	1			%m	42.857
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cx	0.9		

Índice de configuración estructural			largo promedio	Lp	656
C1	simetría y uniformidad	1	cantidad de muros	m	3
C2	Distribución de rigidez	1	cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
C3	Simetría de masas	1		%m	100
C4	Relación con elementos no estructurales	1	Cy	1	

Factor de adecuación				
F1	Suelo	1		
F2	Uso	1		
F3	Altura	1		
F4	Relación suelo altura	1	F	1

Igx 0.72

Igy 0.9

Los Acacios R(S)

Índice de planta			largo	A	1514
P1	simetría	1	ancho	B	639
P2	Proporción	1		A/B	2.369
P3	Continuidad	1	P	1	

Índice de elevación			altura	H	708
E1	simetría	1	ancho	B	639
E2	Proporción	1		B/H	0.903
E3	Continuidad	1	E	1	

Índice de componentes del sistema estructural			área muros	Av	21560
S1	Densidad de elementos verticales	0.9	área planta	Ap	96.3
S2	Continuidad de pórticos	----	pisos	n	3
S3	relación columna viga	-----		Av/(Ap*n)	74.628
S4	Continuidad de muros	1	Sx	0.9	
S5	Conexiones	1			
Rc	Acol/(Acol+Av)	0			
Rm	Av/(Acol+Av)	1			

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	27477
área planta	Ap	96.3
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	95.109

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	256.6
cantidad de muros	m	6
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	2
	%m	33.3

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	639
cantidad de muros	m	3
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	3
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.81
-----	------

Igy	0.9
-----	-----

Los Acacios, R(D)

Índice de planta		
P1	simetría	1
P2	Proporción	0.9
P3	Continuidad	1

largo	A	3014
ancho	B	639
	A/B	4.717

P	0.9
---	-----

altura	H	692
ancho	B	639
	B/H	0.923

Índice de elevación		
E1	simetría	1
E2	Proporción	1
E3	Continuidad	1

E	1
---	---

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	----
S3	relación columna viga	-----
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	43120
área planta	Ap	192.595
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	74.63

Sx	0.9
----	-----

Índice de componentes del sistema estructural		
S1	Densidad de elementos verticales	0.9
S2	Continuidad de pórticos	
S3	relación columna viga	
S4	Continuidad de muros	1
S5	Conexiones	1
Rc	Acol/(Acol+Av)	0
Rm	Av/(Acol+Av)	1

área muros	Av	46647
área planta	Ap	192.595
pisos	n	3
	Av/(Ap*n)	80.734

Sy	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	0.9
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	256.6
cantidad de muros	m	12
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	4
	%m	33.3

Cx	0.9
----	-----

Índice de configuración estructural		
C1	simetría y uniformidad	1
C2	Distribución de rigidez	1
C3	Simetría de masas	1
C4	Relación con elementos no estructurales	1

largo promedio	Lp	639
cantidad de muros	m	5
cantidad de muros mayores que el promedio	lm	5
	%m	100

Cy	1
----	---

Factor de adecuación		
F1	Suelo	1
F2	Uso	1
F3	Altura	1
F4	Relación suelo altura	1

F	1
---	---

Igx	0.73
-----	------

Igy	0.81
-----	------

ANEXO C

TABLAS DE CALCULOS INDICE DEL G.N.D.T.

Cerro O'Higgins, T.

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Periodo	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase C	1	1

Ip1	0.773	clase C
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase C	2	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase C	2	0.75
Tipo de fundación	clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase C	2	1

Iv normalizado	0.702
----------------	-------

Cerro O'Higgins, Doble T.

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Periodo	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase C
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase C	2	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase C	2	0.75
Tipo de fundación	clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase C	2	1

Iv normalizado 0.702

M. F. Mesa Seco, etapa I y II R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1 0.605 clase B

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado 0.439

M. F. Mesa Seco, etapa I y II R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.526
----------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa III R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase A	0	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.333
----------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa III R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase A	0	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.421
----------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa IV y V R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

I _{p1}	0.605	clase B
-----------------	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

I _v normalizado	0.439
----------------------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa IV y V R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

I _{p1}	0.605	clase C
-----------------	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase C	2	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase C	2	0.75
Tipo de fundación	clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase C	2	1

Iv normalizado	0.789
----------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa IV y V R(T)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.526
----------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa VI T

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase C	1	1

Ip1	0.773	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase B	0	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	Clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase B	1	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.386
----------------	-------

M. F. Mesa Seco, etapa VI Doble T

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase B	0	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase B	1	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado 0.386

Los Aromos

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1 0.605 clase C

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase C	2	4
Calidad del sistema resistente	clase A	0	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase B	1	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado 0.491

Piedra de la Iglesia, R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase A	0	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.298
----------------	-------

Piedra de la Iglesia, R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase A	0	3
Resistencia convencional	clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.386
----------------	-------

General Prieto T (4 pisos)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase C	1	1

Ip1	0.773	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase B	1	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.421
----------------	-------

General Prieto T (5 pisos)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase C	1	1

Ip1	0.773	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase B	0	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	Clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase B	1	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.386
----------------	-------

General Prieto Doble T

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	clase B	0	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase C	2	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase B	1	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.386
----------------	-------

Gregorio Shepeler, R

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase C	2	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase B	1	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.526
----------------	-------

Chacarillas, etapa I y II R

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.491
----------------	-------

Chacarillas, etapa III R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.439
----------------	-------

Chacarillas, etapa III R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.526
----------------	-------

Chacarillas, etapa IV R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase B	1	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.456
----------------	-------

Chacarillas, etapa IV R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase B	1	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.544
----------------	-------

Perla del Maule, etapa I y II R

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase B
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase B	1	4
Calidad del sistema resistente	clase C	2	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase B	1	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase A	0	1

Iv normalizado	0.526
----------------	-------

Los Acacios R(S)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase C
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase C	2	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase A	0	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase A	0	0.5
Configuración en planta	clase B	1	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.579
----------------	-------

Los Acacios R(D)

Organización del sistema resistente		Valor clase	Peso
Período	clase C	1	0.6
Razón de aspecto	clase A	0	0.3
Cantidad de líneas resistentes	clase C	1	3
Calidad de líneas resistentes	clase A	0	0.75
Distancia entre partes independientes del edificio o con otros colindantes	clase A	0	0.3
Rigidez torsional y distancia entre centro de masa y centro de rigidez	Clase A	0	1

Ip1	0.605	clase C
-----	-------	---------

Resumen			
Organización del sistema resistente	clase C	2	4
Calidad del sistema resistente	clase B	1	3
Resistencia convencional	Clase C	1	2
Posición del edificio	clase B	1	0.75
Tipo de fundación	clase A	0	0.5
Presencia de diafragmas horizontales	clase C	2	0.5
Configuración en planta	clase C	2	1.5
Configuración en elevación	clase A	0	0.5
Elementos no estructurales	clase A	0	1
Estado de conservación	clase B	1	1

Iv normalizado	0.693
----------------	-------

ANEXO D

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CORTE SOLICITANTE EN LOS MUROS

El punto 7.6.2 de la norma NCh2123.Of.97 indica que es posible no confinar con pilar de H.A. una abertura en un paño de albañilería si el esfuerzo de corte solicitante es menor que un 50% del esfuerzo de corte admisible del muro.

A continuación se entregan los valores de este esfuerzo de corte para los muros de los edificios analizados considerando un τ adm igual a 5 Kg/cm² lo que implica que el esfuerzo de corte solicitante máximo puede ser de hasta 2.5 Kg/cm².

Es necesario mencionar que el análisis se realiza para las plantas T y Rectangulares Simple dado que las aberturas se encuentran en la dirección longitudinal, lo que implica llegar al mismo resultado para las DT y R(D) al duplicar área y la densidad de muros.

- Cerro O'Higgins

Ppiso	57.804
P	135.261
Cmin	0.067
Cmax	0.264
l	1
Qox	35.709
Qoy	35.709

	Largo	e	%/100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	117	14	0.043	1.5531418	0.9
Lm3	107	14	0.040	1.42039464	0.9
Lm4	168	14	0.062	2.23015233	0.9

- F. Mesa Seco etapa I, II

Ppiso	48.013
P	112.351
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	24.717
Qoy	24.717

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	200	14	0.119	2.94253674	1.1
Lm2	210	14	0.125	3.08966358	1.1

- F. Mesa seco etapa III

Ppiso	46.781
P	109.466
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	24.083
Qoy	24.083

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm2	160	14	0.088	2.12884874	1.0

- F. Mesa Seco etapa IV, V

Ppiso	48.988
P	114.632
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	25.219
Qoy	25.219

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	200	14	0.103	2.59721637	0.9
Lm2	230	14	0.118	2.98679882	0.9
Lm3	192	14	0.099	2.49332771	0.9

- F. Mesa Seco etapa VI y General Prieto

Ppiso	60.925
P	203.488
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	44.767
Qoy	44.767

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	177	14	0.068	3.06412069	1.2
Lm2	112	14	0.043	1.93887863	1.2
Lm3	120	14	0.046	2.07736996	1.2
Lm4	170	14	0.066	2.94294077	1.2

- Piedra de la Iglesia

Ppiso	48.988
P	114.632
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	25.219
Qoy	25.219

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm3	180	14	0.100	2.5135187	1.0

- Chacarillas I y II

Ppiso	120.922
P	282.956
Cmin	0.067
Cmax	0.22
l	1
Qox	62.250
Qoy	62.250

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	150	14	0.054	3.34919814	1.6
Lm2	197	14	0.071	4.39861355	1.6

- Chacarillas III

Ppiso	57.559
P	134.687
Cmin	0.067
Cmax	0.22
l	1
Qox	29.631
Qoy	29.631

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	150	14	0.101	2.98700972	1.4
Lm2	236	14	0.159	4.69956195	1.4

- Chacarillas IV

Ppiso	57.559
P	192.246
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	42.294
Qoy	42.294

	Largo	e	% /100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	125	14	0.091	3.86458472	2.2
Lm2	210	14	0.154	6.49250233	2.2
Lm3	29	14	0.021	0.89658366	2.2
Lm4	120	14	0.088	3.71000133	2.2
Lm5	200	14	0.146	6.18333555	2.2

- Perla del Maule I y II

Ppiso	58.737
P	196.180
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	43.160
Qoy	43.160

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm1	113	14	0.070	3.01424034	1.9
Lm2	135	14	0.083	3.60108359	1.9
Lm3	150	14	0.093	4.00120399	1.9
Lm4	104	14	0.064	2.7741681	1.9

- Los Acacios

Ppiso	57.079
P	133.566
Cmin	0.067
Cmax	0.22
I	1
Qox	29.385
Qoy	29.385

	Largo	e	% / 100	Qo*%/ 100	τ
Lm4	200	14	0.141	4.13866499	1.5
Lm5	150	14	0.106	3.10399874	1.5

ANEXO E

REGISTRO FOTOGRAFICO GENERAL DE LOS EDIFICIOS ANALIZADOS

A continuación se adjuntan una serie de fotografía relacionada con las fachadas, ampliaciones o modificaciones y entorno de los edificios incluidos en este estudio.

- Cerro O'Higgins



Figura E1: Ladera norte de villa O'Higgins

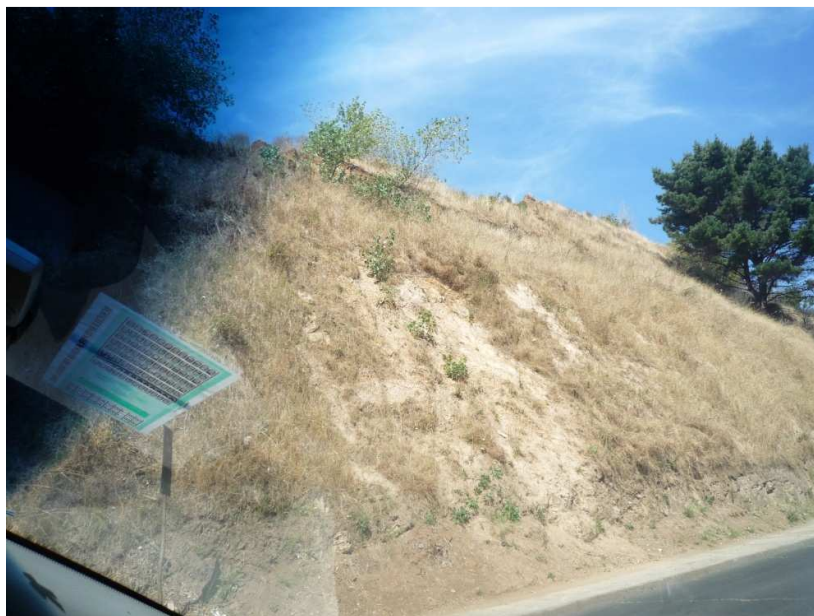


Figura E2: Ladera que da a calle Santa María



Figura E3: Ladera que da a calle Rengifo

- **F. Mesa Seco etapa I y II**



Figura E4: Fachada con modificación al agregar una puerta.



Figura E5: Fachada con eliminación de antepecho

- **F. Mesa Seco etapa III**



Figura E6: Fachada



Figura E6: Fachada

- **F. Mesa Seco etapa IV y V**

-



Figura E7: Fachada



Figura E8: Fachada con eliminación de antepecho y apertura de ventana en el muro

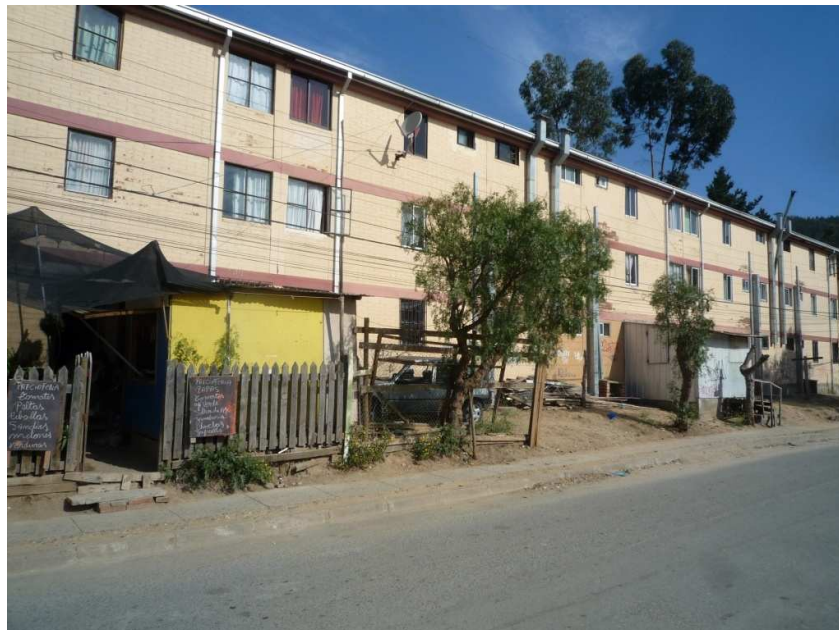


Figura E9: Fachada



Figura E9: Abertura de una serie de ventanas en muros de la fachada

- **Los Aromos**



Figura E10: Fachada donde se observan antepechos de diferentes materiales (latón, hormigón y ladrillo)



Figura E11: Fachada



Figura E12: Fachada

- **Piedra de la Iglesia**



Figura E13: Fachada donde se observa abertura de puerta en el muro



Figura E14: Fachada



Figura E15: Fachada

- **General Prieto**



Figura E16: Fachada



Figura E17: Fachada

- **Gregorio Shepeler I y II**



- Figura E18: Fachada

- Chacarillas etapa I y II



Figura E19: Fachada con antepechos eliminados



Figura E20: Fachada con abertura de puerta en un muro

- Chacarillas etapa III



Figura E21: Fachada con abertura de ventana en un muro transversal



Figura E22: Fachada

- **Chacarillas etapa IV**



Figura E23: Fachada

- **Perla del Maule I y II**



Figura E24: Fachada



Figura E24: Fachada