



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: **Conqui Ayala, Luis**

Código de alumno: 101.0904.753

Teléfono: 981510044

Correo electrónico: luis_ing_peru@outlook.es

DNI o Extranjería: 47199935

2. Modalidad de trabajo de investigación:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

**“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS MUROS, Y SU
INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS DE
MATERIAL NOBLE EN LA CIUDAD DE BARRANCA-2015”**

5. Facultad de: Ingeniería Civil

6. Escuela, Carrera o Programa: Ingeniería Civil

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Ing. **Salinas Fernández, Felismero**

Teléfono: 943682815

Correo electrónico: **salinas_dec@hotmail.com**

D.N.I: 31632120

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma:

D.N.I

47199935

Fecha:

28 / 02 / 20

**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS EN LOS MUROS, Y SU INCIDENCIA
EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS
VIVIENDAS DE MATERIAL NOBLE EN LA CIUDAD
DE BARRANCA-2015"**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CONQUI AYALA LUIS**

**ASESOR:
Ing. SALINAS FERNÁNDEZ FELISMERO**

**HUARAZ - ANCASH - PERÚ
2020**

DEDICATORIA

Te dedico Dios de Jacob, porque tú formaste mis entrañas; tú me hiciste en el vientre de mi madre. Te alabaré; porque formidables, maravillosas son tus obras; estoy maravillado, y mi alma lo sabe muy bien. No fue encubierto de ti mi cuerpo, bien que en oculto fui formado, y entretejido en lo más profundo de la tierra. Mi embrión vieron tus ojos, y en tu libro estaban escritas todas aquellas cosas que fueron luego formadas, sin faltar una de ellas. (Salmos 139:13-16)

Con todo mi alma,

LUIS CONQUI AYALA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis familiares, amigos, compañeros de trabajo, profesores que intervinieron en mi formación y sin dudarlo dieron lo mejor enseñando sus conocimientos, ese elixir de vida insaciable que es la sabiduría.

A mi mentor en la profesión de la Ingeniería Civil, el Ing. Arnulfo Salazar Rojas, por su experiencia compartida. Agradezco al Ing. José López Soto, por sus conocimientos en la especialidad de la ingeniería estructural. A mis profesores; Ing. Leo La Borda, Ing. Edgar Efrain Huallpa Salas, Ing. Edwards Vise Figueroa, Ing. Jorge Emiliano Bedon Lopez, Ing. Reynaldo Reyes Roque, Lic. Ever Luis Hinostriza Encarnación, Lic. Wuay, Lic. Orlando.

Agradezco a mi Mamá Esther Mercedes Ayala y mis hermanos; Jasmin Iris Ruiz Ayala y Cristian Arturo Espinoza Ayala, porque gracias a ellos nunca me rendí en el lo emprendido pues son mi motivación para seguir adelante.

Agradezco a mi Papá Macedonio Conqui Cotrina y su amada Esposa Elsa Calixto Chavez, por brindarme la disciplina, dedicación y el sustento de continuar mis estudios. A mis hermanos; Josue Conqui Calixto; Jhamir Conqui Calixto y Israel Conqui Calixto, esperando ser un ejemplo de perseverancia donde en algún momento las metas se llegan alcanzar.

Agradezco a mis Abuelos; Melanio Conqui Saavedra y Adelina Cotrina Cristobal, por compartirme de Dios, pudiendo comprobar la existencia del ser divino experimentando una relación con Él. Agradezco a mi asesor de la vida por su tiempo en escuchar, guiar, aconsejar; tío Jacob Conqui Cotrina.

A mi Bisabuelo Emilio Machuca Rojas, por enseñarme la humildad, el saludo, la sonrisa y el trabajo. Te amo y tengo la seguridad que desde el cielo contemplas mis fracasos como también mis logros.

A la mujer que me acompaña en el camino de la vida, por sus virtudes, por el respeto y el amor brindado.

INDICE

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	1
1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLE.....	2
1.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.	5
2.2 FUNFAMENTO TEORICO DEL TEMA.....	7
2.3 ORIGEN DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS.....	9
2.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	26
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1 PERSPECTIVA METODOLÓGICA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	50
3.2 LIMITES DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.3 CONTEXTO DE UNIDAD DE ANALISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.4 INSTRUMENTO, TÉCNICAS, Y FUENTES O INFORMANTES.....	52
3.5 PLAN DE RECOPIACIÓN DE DATOS	52
3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	53
CAPITULO IV. ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	55
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	55
CAPITULO V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	57
5.1 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°1.....	57
5.2 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°2.....	79
5.3 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°3.....	100
5.4 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°4.....	107
5.5 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°5.....	126
5.6 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°6.....	139
5.7 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°7.....	153
5.8 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA N°8.....	162
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
6.1 CONCLUSIONES	178
6.2 RECOMENDACIONES.....	182
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	184
ANEXO	186
ANEXO 1. DOCUMENTOS PRESENTADOS A AUTORIDADES / PROPIETARI..	186
ANEXO 2. PLANOS.....	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Granulometría de la arena gruesa.....	26
Tabla 2.2 Factores de Zona “Z”	29
Tabla 2.3 Categoría De Las Edificaciones Y Factor De “U”	30
Tabla 2.4 Factor De Suelo “S”	32
Tabla 2.5 Periodos “TP” Y “TL”	32
Tabla 2.6 Clasificación de los Perfiles de Suelos	34
Tabla 2.7 Sistemas Estructurales.....	35
Tabla 2.8 Irregularidades Estructurales en Altura.....	36
Tabla 2.9 Irregularidades Estructurales en Altura.....	37
Tabla 2.10 Categoría y Regularidad de las Edificaciones.....	39
Tabla 2.11 Límites Para La Distorsión Del Entrepiso	44
Tabla 2.12 Factor dependiente del tiempo para cargas sostenidas.....	46
Tabla 2.13 Deflexiones Máximas Admisibles	47
Tabla 5.1 Periodo de vibración de la estructura.....	60
Tabla 5.2 Centro de masa y rigidez.....	61
Tabla 5.3 Peso de la estructura.....	61
Tabla 5.4 Cortante en la dirección x-x	61
Tabla 5.5 Cortante en la dirección y-y	62
Tabla 5.6 Aceleración x-x.....	62
Tabla 5.7 Aceleración y-y	62
Tabla 5.8 Factor de escala dirección x-x.....	63
Tabla 5.9 Factor de escala dirección y-y.....	63
Tabla 5.10 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático).....	63
Tabla 5.11 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático).....	63
Tabla 5.12 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	64
Tabla 5.13 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	64
Tabla 5.14 Análisis de piso blando (dirección x-x)	64
Tabla 5.15 Análisis de piso blando (dirección y-y)	64
Tabla 5.16 Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	65
Tabla 5.17 Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	66
Tabla 5.18 Datos de losa maciza.....	66

Tabla 5.19 Relación de dimensión de losa maciza	67
Tabla 5.20 Valor de la expresión “ Σ ” de la Ecuación 5.1	67
Tabla 5.21 Momento amplificado (dirección x-x)	68
Tabla 5.22 Momento amplificado (dirección y-y)	68
Tabla 5.23 Acero en la dirección x-x	68
Tabla 5.24 Acero en la dirección y-y	69
Tabla 5.25 Momento actuante (dirección x-x)	69
Tabla 5.26 Momento actuante (dirección y-y)	70
Tabla 5.27 Momento de inercia dirección x-x	70
Tabla 5.28 Momento de inercia dirección y-y	70
Tabla 5.29 Deflexión Diferida	72
Tabla 5.30 Deflexión.....	73
Tabla 5.31 Control de Esfuerzo Axial	74
Tabla 5.32 Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje x-x	76
Tabla 5.33 Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje y-y	76
Tabla 5.34 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (Dirección X-X)	77
Tabla 5.35 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (Dirección Y-Y)	77
Tabla 5.36 Verificación de la Resistencia al Corte dirección x-x.....	78
Tabla 5.37 Verificación de la Resistencia al Corte dirección y-y.....	78
Tabla 5.38 Periodo de vibración de la estructura.....	83
Tabla 5.39 Centro de masa y rigidez.....	84
Tabla 5.40 Peso de la estructura.....	85
Tabla 5.41 Cortante en la dirección x-x	85
Tabla 5.42 Cortante en la dirección y-y	86
Tabla 5.43 Factor de escala dirección x-x	86
Tabla 5.44 Factor de escala dirección y-y.....	86
Tabla 5.45 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)	87
Tabla 5.46 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)	87
Tabla 5.47 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	87
Tabla 5.48 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	87
Tabla 5.49 Análisis de piso blando (dirección x-x)	88

Tabla 5.50 Análisis de piso blando (dirección y-y)	88
Tabla 5.51 Discontinuidad de Muro P41 (dirección x-x)	88
Tabla 5.52 Deflexión inmediata	90
Tabla 5.53 Valor del Factor $\lambda\Delta$	91
Tabla 5.54 Deflexión de servicio	91
Tabla 5.55 Control de deflexión por servicio.....	91
Tabla 5.56 Deflexión inmediata.....	92
Tabla 5.57 Valor del Factor $\lambda\Delta$	93
Tabla 5.58 Deflexión de servicio	93
Tabla 5.59 Control de deflexión por servicio.....	93
Tabla 5.60 Periodo de vibración de la estructura.....	95
Tabla 5.61 Centro de masa y rigidez.....	95
Tabla 5.62 Peso de la estructura.....	95
Tabla 5.63 Cortante en la dirección x-x	96
Tabla 5.64 Cortante en la dirección y-y	96
Tabla 5.65 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático).....	96
Tabla 5.66 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático).....	97
Tabla 5.67 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	97
Tabla 5.68 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	97
Tabla 5.69 Análisis de piso blando (dirección x-x)	97
Tabla 5.70 Análisis de piso blando (dirección y-y)	98
Tabla 5.71 Discontinuidad de Muro P41 (dirección x-x)	98
Tabla 5.72 Periodo de vibración de la estructura.....	102
Tabla 5.73 Centro de masa y rigidez.....	103
Tabla 5.74 Peso de la estructura.....	103
Tabla 5.75 Cortante en la dirección x-x	104
Tabla 5.76 Cortante en la dirección y-y	104
Tabla 5.77 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático).....	105
Tabla 5.78 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático).....	105
Tabla 5.79 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	105

Tabla 5.80 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	106
Tabla 5.81 Análisis de piso blando (dirección x-x)	106
Tabla 5.82 Análisis de piso blando (dirección y-y)	106
Tabla 5.83 Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	107
Tabla 5.84 Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	107
Tabla 5.85 Periodo de vibración de la estructura	112
Tabla 5.86 Centro de masa y rigidez.....	113
Tabla 5.87 Peso de la estructura.....	113
Tabla 5.88 Cortante en la dirección x-x	114
Tabla 5.89 Cortante en la dirección y-y	114
Tabla 5.90 Factor de escala dirección x-x	115
Tabla 5.91 Factor de escala dirección y-y.....	115
Tabla 5.92 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)	115
Tabla 5.93 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)	115
Tabla 5.94 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	116
Tabla 5.95 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	116
Tabla 5.96 Análisis de piso blando (dirección x-x)	116
Tabla 5.97 Análisis de piso blando (dirección y-y)	117
Tabla 5.98 Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	117
Tabla 5.99 Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	117
Tabla 5.100 Discontinuidad de Muro P21 y P22 (dirección x-x)	118
Tabla 5.101 Control de Esfuerzo Axial.....	119
Tabla 5.102 Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje x-x	122
Tabla 5.103 Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje y-y	123
Tabla 5.104 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x).....	124
Tabla 5.105 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y).....	124
Tabla 5.106 Verificación de la Resistencia al Corte(dirección x-x)	125
Tabla 5.107 Verificación de la Resistencia al Corte (dirección y-y)	126
Tabla 5.108 Periodo de vibración de la estructura.....	130
Tabla 5.109 Centro de masa y rigidez.....	131

Tabla 5.110	Peso de la estructura.....	131
Tabla 5.111	Cortante en la dirección x-x.....	132
Tabla 5.112	Cortante en la dirección y-y.....	132
Tabla 5.113	Factor de escala dirección x-x	133
Tabla 5.114	Factor de escala dirección y-y.....	133
Tabla 5.115	Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático).....	133
Tabla 5.116	Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático).....	133
Tabla 5.117	Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	134
Tabla 5.118	Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	134
Tabla 5.119	Análisis de piso blando (dirección x-x)	134
Tabla 5.120	Análisis de piso blando (dirección y-y)	135
Tabla 5.121	Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	135
Tabla 5.122	Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	135
Tabla 5.123	Control de Esfuerzo Axial.....	136
Tabla 5.124	Cortante y momento en los muros (dirección x-x)	137
Tabla 5.125	Cortante y momento en los muros (dirección y-y)	137
Tabla 5.126	Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x).....	137
Tabla 5.127	Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y).....	138
Tabla 5.128	Verificación de la Resistencia al Corte (dirección x-x).....	138
Tabla 5.129	Verificación de la Resistencia al Corte(dirección y-y)	138
Tabla 5.130	Periodo de vibración de la estructura.....	141
Tabla 5.131	Centro de masa y rigidez.....	142
Tabla 5.132	Peso de la estructura.....	142
Tabla 5.133	Cortante en la dirección x-x	143
Tabla 5.134	Cortante en la dirección y-y	143
Tabla 5.135	Factor de escala dirección x-x	144
Tabla 5.136	Factor de escala dirección y-y.....	144
Tabla 5.137	Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático).....	144
Tabla 5.138	Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático).....	144

Tabla 5.139 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	144
Tabla 5.140 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	145
Tabla 5.141 Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	146
Tabla 5.142 Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	146
Tabla 5.143 Control de Esfuerzo Axial.....	147
Tabla 5.144 Cortante y momento en los muros (dirección x-x)	148
Tabla 5.145 Cortante y momento en los muros (dirección y-y)	149
Tabla 5.146 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x).....	150
Tabla 5.147 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y).....	150
Tabla 5.148 Verificación de la Resistencia al Corte (dirección x-x)	152
Tabla 5.149 Verificación de la Resistencia al Corte (dirección y-y)	152
Tabla 5.150 Periodo de vibración de la estructura.....	155
Tabla 5.151 Centro de masa y rigidez.....	156
Tabla 5.152 Peso de la estructura.....	157
Tabla 5.153 Cortante en la dirección x-x	157
Tabla 5.154 Cortante en la dirección y-y	158
Tabla 5.155 Factor de escala dirección x-x	158
Tabla 5.156 Factor de escala dirección y-y.....	158
Tabla 5.157 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)	159
Tabla 5.158 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)	159
Tabla 5.159 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	159
Tabla 5.160 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	160
Tabla 5.161 Análisis de piso blando (dirección x-x)	160
Tabla 5.162 Análisis de piso blando (dirección y-y)	160
Tabla 5.163 Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	161
Tabla 5.164 Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	161
Tabla 5.165 Periodo de vibración de la estructura.....	164
Tabla 5.166 Centro de masa y rigidez.....	165
Tabla 5.167 Peso de la estructura.....	165

Tabla 5.168 Cortante en la dirección x-x	166
Tabla 5.169 Cortante en la dirección y-y	166
Tabla 5.170 Factor de escala dirección x-x	167
Tabla 5.171 Factor de escala dirección y-y.....	167
Tabla 5.172 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)	167
Tabla 5.173 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)	167
Tabla 5.174 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)	167
Tabla 5.175 Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)	168
Tabla 5.176 Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)	169
Tabla 5.177 Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)	169
Tabla 5.178 Control de Esfuerzo Axial.....	171
Tabla 5.179 Cortante y momento en los muros (dirección x-x)	174
Tabla 5.180 Cortante y momento en los muros (dirección y-y)	174
Tabla 5.181 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x).....	175
Tabla 5.182 Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y).....	176
Tabla 5.183 Verificación de la Resistencia al Corte (dirección x-x)	177
Tabla 5.184 Verificación de la Resistencia al Corte (dirección y-y)	177

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Sectores más severamente afectados por los sismos de 1957, 1979 y 1985 en Ciudad de México (Ref.: UNAM).....	5
Figura 2.2 Corte con las características de suelos a través de las tres zonas de Ciudad de México (Ref.: Marsal, Rosenblueth).....	6
Figura 2.3 Acelerogramas registrados en el terremoto de México del 19 de setiembre de 1985 Ref.: UNAM	7
Figura 2.4 Metodología aplicada a las patologías en las edificaciones	8
Figura 2.5 Origen de problemas patológicos en obras civiles en Latinoamérica	9
Figura 2.6 Origen de problemas patológicos en Obras Civiles en Europa.	9
Figura 2.7 Irregularidad de Rigidez-Piso blando.	11
Figura 2.8 Irregularidad de Resistencia-Piso Débil	11
Figura 2.9 Irregularidad de Masa o Peso	11
Figura 2.10 Irregularidad Geométrica Vertical	12
Figura 2.11 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	12
Figura 2.12 Irregularidad Torsional	13
Figura 2.13 Esquinas Entrantes.....	13
Figura 2.14 Irregularidad Sistemas no Paralelos.....	13
Figura 2.15 Discontinuidad del Diafragma.....	13
Figura 2.16 Daños en Las Estructuras por Efecto de Piso Blando	14
Figura 2.17 Daños en las estructuras debido a irregularidad geométrica vertical, en la vista Izquierda se aprecia la zona de concentración de esfuerzos y a la derecha se ve un ejemplo del efecto fenómeno de latigazo.....	14
Figura 2.18 Daños en edificio debido a formas complejas asimétricas	15
Figura 2.19 Daños entre edificios debido a la ausencia de junta sísmica	15
Figura 2.20 Daños por efecto de columna corta	16
Figura 2.21 Daños en edificio por gran diferencia en relación de dimensiones	16
Figura 2.22 Talón triturado de un muro confinado	17
Figura 2.23 Deflexión de losa maciza en la Estructura N°1	17
Figura 2.24 Indicios de daños en alero de una longitud $L=1.54$ m de la Estructura N°2.....	18
Figura 2.25 Daños por corte en muro de albañilería.....	19
Figura 2.26 Estructura N°2, Barras de acero expuestas al ambiente, resultado de no asegurar los aceros respectivamente, en la zona 1 el elemento estructural es una viga y en la zona 2 es una columna.	21
Figura 2.27 Estructura N°3, Dosificación del concreto sin ningún criterio	

técnico, no se controla el slump, no se extrae moldes en briquetas para su determinación de la resistencia del concreto.....	22
Figura 2.28 Estructura N°3, vaciado de techo del piso 5. Se aprecia la colocación del concreto mal dosificado en las vigas	22
Figura 2.29 Eflorescencia moderada en la estructura N°1 y en los muros P1 y P8	24
Figura 2.30 Agregado grueso que no cumplen con las exigencias normativas	25
Figura 2.31 Zonas Sísmicas.	29
Figura 2.32 Factor de Amplificación Sísmica.....	31
Figura 2.33 Fuerza cortante en la base.....	40
Figura 4.1 Fuente: plan de desarrollo urbano de la ciudad de Barranca 2008 – 2018.....	55
Figura 5.1 Estructura N°1 a evaluar, a la derecha se muestra la fachada de la vivienda	57
Figura 5.2 Modelado de la estructura N°1	58
Figura 5.3 En la vista izquierda se observa la planta de la estructura , y en la vista derecha se muestra la losa maciza en 2 direcciones	58
Figura 5.4 Estructura a Evaluar se observa fisuras y grietas en los muros	59
Figura 5.5 Eflorescencia moderada en los muros de albañilería.....	59
Figura 5.6 Principales modos de vibración	60
Figura 5.7 Espectro en la dirección x-x	62
Figura 5.8 Espectro en la dirección y-y	62
Figura 5.9 Irregularidad torsional	65
Figura 5.10 Dimensiones de losa Maciza	66
Figura 5.11 Deflexión de Losa maciza (Sap2000).....	71
Figura 5.12 Deflexión de Losa Maciza (Etabs)	72
Figura 5.13 Grietas debido a la deflexión de losa maciza.....	73
Figura 5.14 Esfuerzos axiales en los muros de albañilería las zonas de color verde son los más críticos con esfuerzos que superan lo normativo.....	75
Figura 5.15 Fisuras y grietas en los muros de albañilería, a causa del aporte de los esfuerzos de la losa maciza sobre los muros.	75
Figura 5.16 Estructura N°2	79
Figura 5.17 Estructura N°2	80
Figura 5.18 El muro P23 presenta fisuras y grietas	81
Figura 5.19 Viga del eje 2-2 presenta fisuras.....	81
Figura 5.20 Vista del primer modo de vibración en el sentido del eje x-x con T:0.126 seg.	84

Figura 5.21 Espectro en la dirección x-x	86
Figura 5.22 Espectro en la dirección y-y	86
Figura 5.23 Esquinas Entrantes.....	89
Figura 5.24 Deflexión de Losas aligeradas	90
Figura 5.25 Deflexión de Losas aligeradas	92
Figura 5.26 Planteamiento de Solución ante deflexión de aleros de la Estructura N°2	94
Figura 5.27 Esquinas Entrantes.....	99
Figura 5.28 Estructura N°3	100
Figura 5.29 Estructura N°3	101
Figura 5.30 Principales modos de vibración	103
Figura 5.31 Espectro en la dirección x-x	105
Figura 5.32 Espectro en la dirección y-y	105
Figura 5.33 Estructura N°4	108
Figura 5.34 Primera Planta de la Estructura N°4	108
Figura 5.35 Segunda y Tercera Planta de la Estructura N°4.....	109
Figura 5.36 Estructura N°4	110
Figura 5.37 Principales modos de vibración	112
Figura 5.38 Espectro en la dirección x-x	114
Figura 5.39 Espectro en la dirección y-y	114
Figura 5.40 Esfuerzos axiales en el muro de albañilería P30 superando el esfuerzo admisible	121
Figura 5.41 Estructura N°5	127
Figura 5.42 Estructura N°5	128
Figura 5.43 Principales modos de vibración	130
Figura 5.44 Espectro en la dirección x-x	132
Figura 5.45 Espectro en la dirección y-y	132
Figura 5.46 Estructura N°6	139
Figura 5.47 Estructura N°6	140
Figura 5.48 Principal modo de vibración	142
Figura 5.49 Espectro en la dirección x-x	143
Figura 5.50 Espectro en la dirección y-y	143
Figura 5.51 Irregularidad torsional	145
Figura 5.52 Muros con sus respectivos Piers	151
Figura 5.53 Estructura N°7	153
Figura 5.54 Estructura N°7	154
Figura 5.55 Principales modos de vibración	156

Figura 5.56 Espectro en la dirección x-x	158
Figura 5.57 Espectro en la dirección y-y	158
Figura 5.58 Estructura N°8	162
Figura 5.59 Estructura N°8	163
Figura 5.60 Principales modos de vibración	165
Figura 5.61 Espectro en la dirección x-x	166
Figura 5.62 Espectro en la dirección y-y	166
Figura 5.63 Irregularidad torsional	169
Figura 5.64 Estructura N°8	172
Figura 5.65 Esfuerzos axiales en los muros de albañilería las zonas de color celeste son los más críticos con esfuerzos que superan lo normativo.....	173
Figura 5.66 Esfuerzos axiales críticos en Pier-12	173
Figura 5.67 Esfuerzos axiales críticos en Pier-15	173
Figura 1 Descripción: Plano de distribución de muros de la vivienda N°1 (Prop. Ramirez Duran, Víctor).....	191
Figura 2 Descripción: Planta sótano de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	192
Figura 3 Descripción: Planta 1° piso de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	193
Figura 4 Descripción: Planta 2° piso de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	194
Figura 5 Descripción: Planta azotea de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	195
Figura 6 Descripción: Aligerado de Sótano de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	196
Figura 7 Descripción: Aligerado 1° Piso de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	197
Figura 8 Descripción: Aligerado de 2° Piso de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	198
Figura 9 Descripción: Aligerado Azotea de la estructura N°2 (Prop. Martínez de Medina, Bertha)	199
Figura 10 Descripción: Planta 1° piso de la estructura N°3 (Prop. Alicia Jara)	201
Figura 11 Descripción: Planta 2° piso de la estructura N°3 (Prop. Alicia Jara)	202
Figura 12 Descripción: Planta azotea de la estructura N°3	

(Prop. Alicia Jara)	203
Figura 13 Descripción: Aligerado 1° Piso de la estructura N°3	
(Prop. Alicia Jara)	204
Figura 14 Descripción: Aligerado 2° Piso de la estructura N°3	
(Prop. Alicia Jara)	205
Figura 15 Descripción: Planta 1° piso de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	206
Figura 16 Descripción: Planta 2° piso de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	207
Figura 17 Descripción: Planta 3°,4° y 5° piso de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	208
Figura 18 Descripción: Planta azotea de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	209
Figura 19 Descripción: Planta techo de azotea de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	210
Figura 20 Descripción: Aligerado 1°, 2° y 3° Piso de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	211
Figura 21 Descripción: Aligerado 4° y 5° Piso de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	212
Figura 22 Descripción: Aligerado Azotea de la estructura N°4	
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén).....	213
Figura 23 Descripción: Planta 1° piso de la estructura N°5	
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)	215
Figura 24 Descripción: Planta 2° piso de la estructura N°5	
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)	216
Figura 25 Descripción: Planta 3° piso de la estructura N°5	
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)	217
Figura 26 Descripción: Planta azotea de la estructura N°5	
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)	218
Figura 27 Descripción: Aligerado 1°, 2° Piso de la estructura N°5	
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)	219
Figura 28 Descripción: Aligerado 3° y Azotea de la estructura N°5	
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)	220
Figura 29 Descripción: Planos de la estructura N°6	
(Prop. Salazar Veramendi).....	221
Figura 30 Descripción: Planta Primer Piso de la estructura N°7	
(Prop. Casa de la Cultura).....	222

Figura 31 Descripción: Planta 2° y 3° Piso de la estructura N°7 (Prop. Casa de la Cultura)	223
Figura 32 Descripción: Planta Azotea de la estructura N°7 (Prop. Casa de la Cultura)	224
Figura 33 Descripción: Cimentación de la estructura N°7 (Prop. Casa de la Cultura)	225
Figura 34 Descripción: Detalles de la estructura N°7 (Prop. Casa de la Cultura)	226
Figura 35 Descripción: Aligerado 1°, 2° y 3° Piso de la estructura N°7 (Prop. Casa de la Cultura)	227
Figura 36 Descripción: Planta 1° piso de la estructura N°8 (Prop. Espino Oré, Juan)	228
Figura 37 Descripción: Aligerado 1° piso de la estructura N°8 (Prop. Espino Oré, Juan)	229

RESUMEN

La patología estructural es la parte de la ingeniería dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando las causas, los síntomas y consecuencias de ellas, para que mediante la formulación de procesos, se generen posteriormente las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura. (Domínguez, 2008, p.9). En consecuencia se tiene la necesidad de lograr que nuestras edificaciones en la ciudad de Barranca se desarrollen con la calidad correspondiente, siendo necesario evaluar el estado de las actuales viviendas. Planteándose como **hipótesis** que los daños generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera y maciza, inciden en forma perjudicial, en el comportamiento estructural de las viviendas de material noble de la ciudad de Barranca. **El objetivo** de la investigación fue determinar y evaluar los daños generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza, y su incidencia en el comportamiento estructural de las viviendas de material noble. Es una **investigación** no experimental y transversal con enfoque predominantemente cuantitativo como cualitativo y de alcance explicativo. **Es no experimental** porque se considera las propiedades de los materiales indicados en la Norma Técnica de Albañilería E.070 y de Concreto Armado E.060 . Y se cuenta con valores de carga para los elementos estructurales (Norma Técnica de Cargas E.020) que serán sometidas a la evaluación estructural. **Es investigación transversal** por cuanto se enmarca en un periodo de tiempo comprendido entre sí. **Por su alcance explicativo** porque está dirigido a dar respuesta mediante el diagnóstico, los posibles daños que inciden en el comportamiento estructural y si fuera el caso un debido pronóstico. La recolección de datos se realizó in situ mediante inspecciones detalladas usándose fichas de inspección tipo encuesta con contenido; información del propietario, N° de pisos, distribución de ambientes, tipo de unidad de albañilería, sistema estructural, año de construcción, observaciones, tipo de daño predominante, se tomó fotografías y mediciones.

La investigación servirá como herramienta para profesionales, estudiantes, técnicos, maestros y público en general. Contribuyéndose a la seguridad, salud y economía de las personas que habitan en aquel lugar.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento de la investigación; descripción del problema, la formulación del problema, la justificación, objetivos, hipótesis, variables y definición de términos.

En el Capítulo II, referido al marco teórico, se ha considerado los antecedentes de investigaciones, el fundamento teórico del tema, origen de problemas patológicos y la evaluación estructural.

En el Capítulo III, Se describe la Metodología de la investigación, ya sean la perspectiva, tipo y límites. También se menciona el contexto de unidad de análisis, instrumentos, técnicas, fuentes o informantes usados, el plan de recopilación de datos y plan de procesamiento de la información.

En el Capítulo IV, muestra los aspectos generales de la zona de estudio; como es la ubicación geográfica.

En el Capítulo V, Presentación de resultados, se muestra el proceso de análisis de las edificaciones que presenten daños como también en estructuras donde no sea perceptible, sin embargo se pueda prevenir futuros daños, teniendo en consideración; la determinación de los periodos de vibración, control de derivas en los entresijos, control de los esfuerzos axiales en los muros de albañilería, control de fisuración, verificación de la resistencia al corte del edificio, verificación de deflexiones tanto en losas aligeradas como en losas macizas.

En el Capítulo VI, se expresa la síntesis de la investigación como son las conclusiones y las recomendaciones. Servirá como base para realizar futuras investigaciones a la zona de estudio.

Palabras claves: edificaciones, daños estructurales, comportamiento estructural.

ABSTRACT

The Structural pathology is the part of engineering dedicated to study the systematic and orderly of the damages and failures that occur in buildings, analyzing the causes, symptoms and consequences of them, so that through the formulation of processes, generates measures to recover the performance conditions of the structure. (Dominguez, 2008, p.9). Consequently, there is a need to ensure that our buildings in the city of Barranca develop with the corresponding quality, being necessary to assess the state of the current homes. It is hypothesized that the damages generated in the masonry walls, columns, beams, foundations, lightweight and solid slabs, have a detrimental effect on the structural behavior of the homes of noble material. The objective of the investigation was to determine and evaluate the damages generated in the masonry walls, columns, beams, foundations, lightened or solid slab, and its incidence in the structural behavior of the houses of noble material. It is a non-experimental and transversal research with a predominantly quantitative approach as qualitative and explanatory in scope. It is not experimental because the properties of the materials indicated in the Technical Standard of Masonry E.070 and of Reinforced Concrete E.060 are considered. And there are load values for the structural elements (Technical Load Standard E.020) that will be subjected to the structural evaluation. It is cross-sectional research because it is framed in a period of time between them. Due to its explanatory scope because it is aimed at responding through diagnosis, the possible damages that affect structural behavior and, if appropriate, a due prognosis. Data collection was carried out on site through detailed inspections using survey inspection forms with content; Owner information, No. of floors, distribution of environments, type of masonry unit, structural system, year of construction, observations, predominant type of damage, photographs and measurements were taken.

The research will serve as a tool for professionals, students, technicians, teachers and the general public. Contributing to the safety, health and economy of the people who live there.

In Chapter I, the research approach is described; problem description, problem formulation, justification, objectives, hypotheses, variables and definition of terms.

In Chapter II, referring to the theoretical framework, the research background, the theoretical basis of the subject, origin of pathological problems and structural evaluation have been considered.

In Chapter III, the Research Methodology is described, whether they are the perspective, type and limits. The context of the unit of analysis, instruments, techniques, sources or informants used, the data collection plan and information processing plan are also mentioned.

In Chapter IV, it shows the general aspects of the study area; As is the geographical location.

Chapter V, Presentation of results, shows the process of analysis of buildings that show damage as well as structures where it is not noticeable, however, future damage can be prevented, taking into account; the determination of the periods of vibration, control of drifts in the mezzanines, control of the axial stresses in the masonry walls, cracking control, verification of the resistance to the cut of the building, verification of deflections in both lightened slabs and in solid slabs .

In Chapter VI, the synthesis of the research is expressed as are the conclusions and recommendations. It will serve as the basis for future research in the study area.

Keywords: buildings, structural damage, structural behavior

INTRODUCCIÓN

Las viviendas correctamente diseñadas, ejecutadas con los materiales de calidad y bajo la supervisión del profesional respectivo no deberían presentar problemas importantes durante su vida útil. Es relevante verificar el diseño estructural de acuerdo a las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.), siguiendo las metodologías respectivas para evaluar los daños.

En la Ciudad de Barranca, la mayor parte de las viviendas son informales y presentan defectos o daños que amerita realizar un estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando las causas, los síntomas y consecuencias de ellas, para que mediante la formulación de procesos, se generen posteriormente las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura.

La presente investigación es realizado con el propósito de determinar y evaluar los daños generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza, y su incidencia en el comportamiento estructural de las viviendas de material noble. Se propone medidas correctivas de acuerdo al diagnóstico de la evaluación estructural en las viviendas.

La recolección de datos se realizó in situ mediante inspecciones detalladas usándose fichas de inspección tipo encuesta con contenido; información del propietario, N° de pisos, distribución de ambientes, tipo de unidad de albañilería, sistema estructural, año de construcción, observaciones, tipo de daño predominante, se tomó fotografías y mediciones.

La investigación servirá como herramienta para profesionales, estudiantes, técnicos, maestros y público en general. Contribuyéndose a la seguridad, salud y economía de las personas que habitan en aquel lugar.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las viviendas correctamente diseñadas, ejecutadas con los materiales de calidad y bajo la supervisión del profesional respectivo no deberían presentar problemas importantes durante su vida útil. Es relevante verificar el diseño estructural de acuerdo a las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.), siguiendo las metodologías respectivas para evaluar los daños, en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza.

En la Ciudad de Barranca, la mayor parte de las viviendas son informales y presentan defectos o daños que amerita realizar un estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando las causas, los síntomas y consecuencias de ellas, para que mediante la formulación de procesos, se generen posteriormente las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera se puede evaluar y determinar el nivel de daño y su incidencia en el comportamiento estructural de las viviendas de material noble en la ciudad de Barranca?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Dado que la Ciudad de Barranca está ubicado en la Zona 4, zona altamente sísmica, según la Norma Técnica Diseño Sismorresistente E.030 del R.N.E., 2018. Y

teniéndose en consideración el silencio sísmico alertándonos que se aproximará un sismo de gran magnitud del cuál es de responsabilidad poder prevenir, así también como el aumento de construcciones ejecutados por maestros de obras con carencias de conocimientos técnicos y con la falta de calidad de ingeniería. Se justifica la necesidad de evaluar el estado y la determinación de los tipos de daños más frecuentes en los elementos estructurales y su incidencia en el comportamiento estructural de las viviendas.

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar y evaluar los daños generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza, y su incidencia en el comportamiento estructural de las viviendas de material noble en la ciudad de Barranca.

1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Evaluar y determinar los daños en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza de las viviendas de material noble en la ciudad de Barranca.
- ✓ Evaluar la incidencia de los daños en el comportamiento estructural de las viviendas de la ciudad de Barranca.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLE

1.5.1 HIPOTESIS

“Los daños generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera y maciza., inciden en forma perjudicial, en el comportamiento estructural de las viviendas de material noble de la ciudad de Barranca”.

1.5.2 VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Manifestaciones de daños generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera y maciza .

VARIABLES DEPENDIENTES

- Comportamiento estructural de las viviendas.

1.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Albañilería confinada**, Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Albañilería o Mampostería**, Material estructural compuesto por <<unidades de albañilería>> asentadas con mortero o por <<unidades de albañilería>> apiladas. En cuyo caso son integradas con concreto líquido (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural**, Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de la Norma (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Arriostre**, Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Borde Libre**, Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Carga**, Es la fuerza externa que acciona sobre un cuerpo dado (Abanto, 2012, p. 35)
- **Columna**, Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede

funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento (Norma E.070, R.N.E., 2016).

- **Confinamiento**, Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Deformación**, Es la variación de la longitud de un cuerpo causado por el esfuerzo unitario interno producido por una fuerza externa (Abanto, 2012, p. 36)
- **Mortero**, Mezcla de arena, cemento y agua en proporciones adecuadas; que se utiliza como adhesivo para pegar las unidades de albañilería (Abanto, 2012, p. 37)
- **Muro No Portante, Muro** diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Muro Portante**, Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Tabique**, Muro no portante separador de ambientes (Abanto, 2012, p. 37)
- **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta)**, Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Unidad de Albañilería**, Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular (Norma E.070, R.N.E., 2016).
- **Viga Solera**, Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento (Norma E.070, R.N.E., 2016).

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.

2.1.1 INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL

En el sismo de Ciudad de México (CdM) ocurrido en 1985, con epicentro en el océano Pacífico, frente a las costas de ese estado, ubicada a unos 300 km de distancia del foco. Los daños se concentraron en el fondo del antiguo lago Texcoco, que es suelo pantanoso, blando, saturado de agua. Allí colapsaron o sufrieron severos daños unas 3 mil viviendas de concreto armado y albañilería. (Kuroiwa, et al., 2008, p.22).

En la Figura 2.1 se aprecia la influencia de daños en porcentajes del terremoto, según las características físicas del suelo. La zona del lago (C) de color naranja con suelo fangoso y de grano fino, saturado de agua, daño de 95.6%. La zona de transición (B), de color amarillo intermedia entre C y A con un daño de 4%. Y la zona de suelo firme (A) con daño de 0.4%.

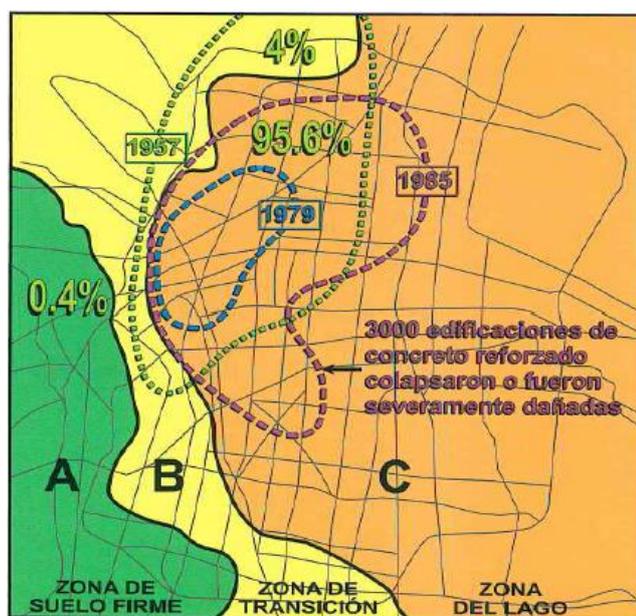


Figura 2. 1 Sectores más severamente afectados por los sismos de 1957, 1979 y 1985 en Ciudad de México (Ref.: UNAM)

También se muestra en la Figura 2.2 el corte del terreno. La zona C donde estaba ubicado el fondo del lago Texcoco se tiene un relleno superficial de 5 a 10m de espesor con suelo arcilloso y saturado de agua. En la zona A se tiene suelo firme y seco predominando la grava. Y en la zona B hay una combinación de estratos, gravas, arena y limo.

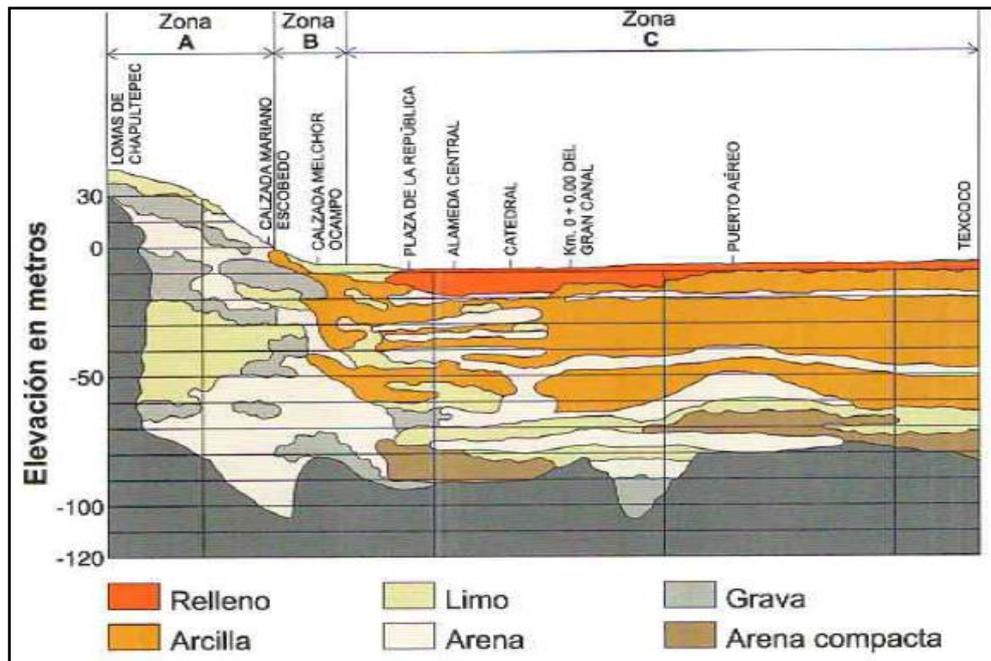


Figura 2. 2 Corte con las características de suelos a través de las tres zonas de Ciudad de México (Ref.: Marsal, Rosenblueth)

Los pocos daños cerca del epicentro y la gravedad en CdM alejada del foco se explican en la Figura 2.3, con los Acelerogramas obtenidos en las costas de Michoacán a 50 Km del epicentro, y en CdM a 300 Km del foco. En el eje horizontal se presenta el tiempo en segundos y en el vertical la aceleración en cm/s^2 . Comparándose las aceleraciones cerca al epicentro de 15 cm/s^2 y lejos con una distancia de 300 Km del foco con aceleración de 150 cm/s^2 , concluyendo que la diferencia son 10 veces mayores en el lago de Texcoco.

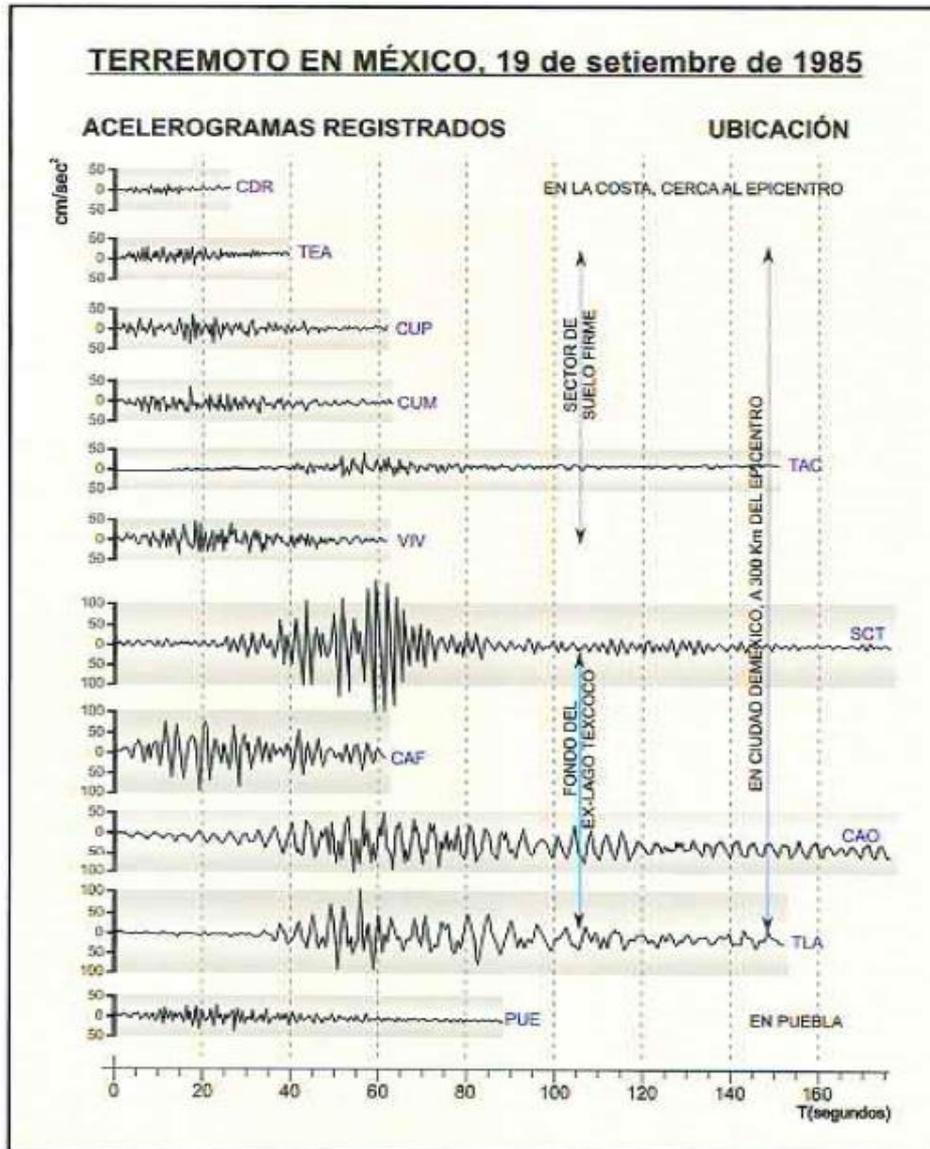


Figura 2. 3 Acelerogramas registrados en el terremoto de México del 19 de setiembre de 1985 Ref.: UNAM

2.2 FUNDAMENTO TEORICO DEL TEMA

2.2.1 PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Es la parte de la ingeniería dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando las causas, los síntomas y consecuencias de ellas, para que mediante la formulación de procesos, se generen posteriormente las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de

desempeño de la estructura. (Domínguez, 2008, p.9). En la Figura 2.4 se tiene el modelo secuencial de los procesos a seguir:

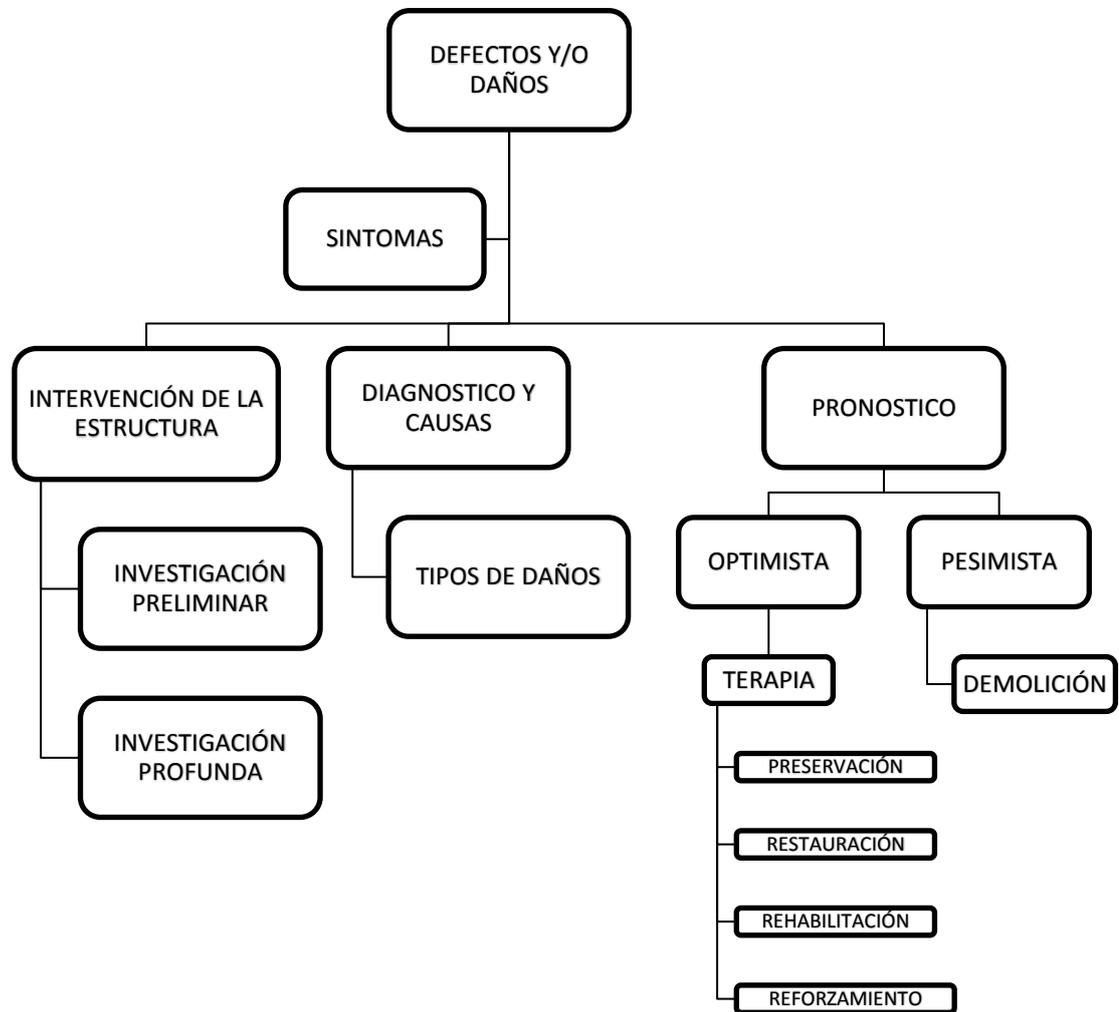


Figura 2.4 Metodología aplicada a las patologías en las edificaciones

De acuerdo a trabajos estadísticos realizados en Europa y Latinoamérica sobre las fallas ocurridas en diversos edificios, se ha llegado a la conclusión que el gran problema radica en la mala calidad del proyecto, en segundo plano tenemos las malas prácticas constructivas, deficiente calidad de materiales, cambio de usos, falta de mantenimiento a la estructura, entre otros, como se aprecia en la Figura 2.5 y 2.6

(Córdova, p.214)



Figura 2.5 Origen de problemas patológicos en obras civiles en Latinoamérica

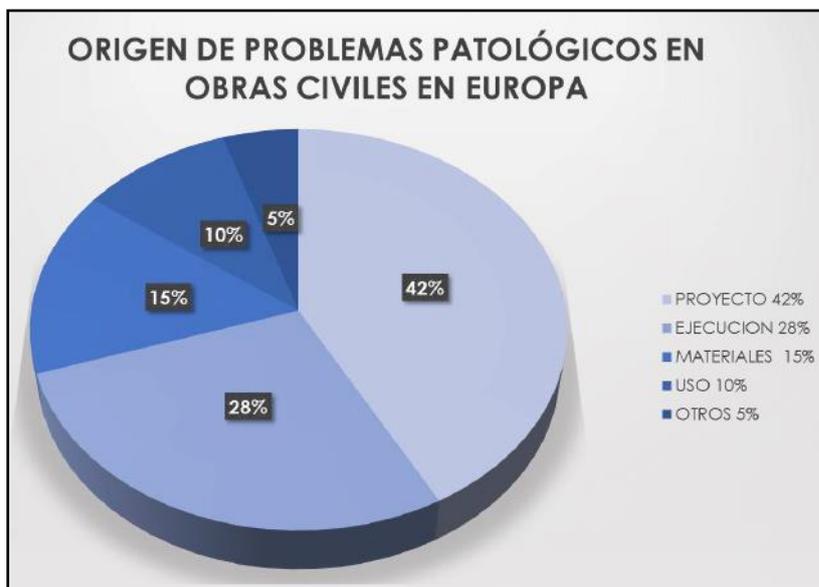


Figura 2.6 Origen de problemas patológicos en Obras Civiles en Europa.

2.3 ORIGEN DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos según lo señalado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del R.N.E.:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.

- c) Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- d) Resistencia adecuada, en ambas direcciones principales, frente a las cargas laterales.
- e) Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- f) Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- g) Deformación lateral limitada.
- h) Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- i) Consideración de las condiciones locales.
- j) Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

2.3.1 PATOLOGÍA POR DISEÑO

Las patologías por diseño se dan principalmente por la ausencia o mala aplicabilidad de las Normas Técnicas del R.N.E., y se dan en mayor porcentaje en edificaciones informales que en edificaciones formales. Para la evaluación de las estructuras se tendrá en consideración la falta de compatibilidad en el diseño de los planos de las distintas especialidades, falta de junta sísmica de separación entre estructuras, ausencia de drenajes en los techos, irregularidades en planta como en altura, derivas de entrepisos, deflexiones, daños por esfuerzos axiales y fisuración por corte en muros de albañilería, daños por falta de resistencia al corte del edificio

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Las estructuras al ser diseñados deben seguir previamente una revisión estructural de irregularidades en altura como en planta, para la obtención de los factores de irregularidad (I_a, I_p) ver Tablas 2.8 y 2.9 y así proceder a la determinación del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas R que es el reajuste del factor $\langle\langle Ro \rangle\rangle$ por los factores (I_a, I_p).

a) **Irregularidad en Altura**

- ✓ Irregularidad de Rigidez-Piso Blando (Ver Figura 2.7)
- ✓ Irregularidad de Resistencia-Piso Débil (Ver Figura 2.8)
- ✓ Irregularidad de Masa o Peso (Ver Figura 2.9)
- ✓ Irregularidad Geométrica vertical (Ver Figura 2.10)
- ✓ Discontinuidad en los Sistemas Resistentes (Ver Figura 2.11)



Figura 2.7 Irregularidad de Rigidez-Piso blando
Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.

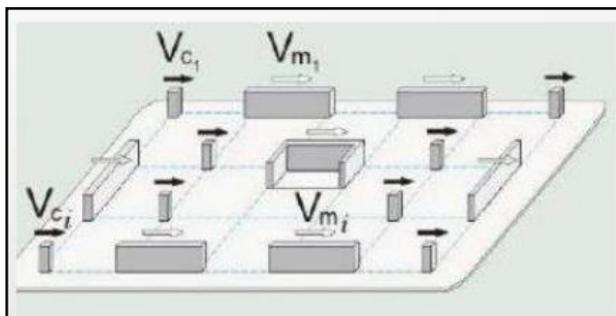


Figura 2.8
Irregularidad de Resistencia-Piso Débil
Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.

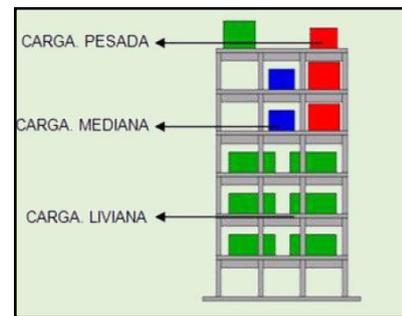


Figura 2.9
Irregularidad de Masa o Peso
Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes para Arquitectos.



Figura 2.10 Irregularidad Geométrica Vertical

Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.



Figura 2.11 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.

b) Irregularidad en Planta

- ✓ Irregularidad Torsional (Ver Figura 2.12)
- ✓ Esquinas Entrantes (Ver Figura 2.13)
- ✓ Sistemas no Paralelos (Ver Figura 2.14)
- ✓ Discontinuidad del Diafragma (Ver Figura 2.15)

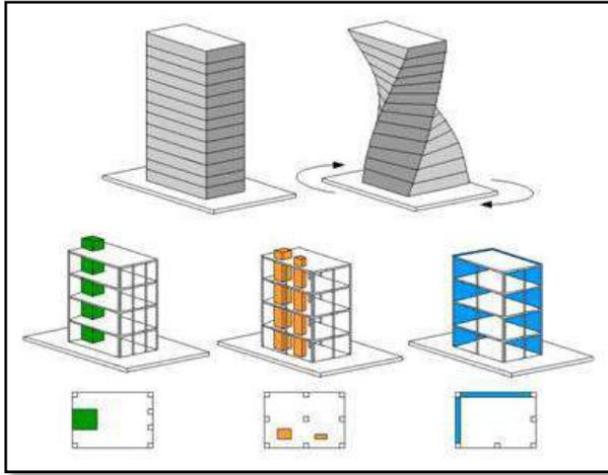


Figura 2.12

Irregularidad Torsional

Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes para Arquitectos.

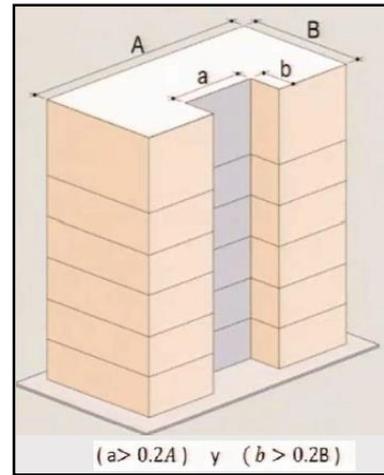


Figura 2.13

Esquinas Entrantes

Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes para Arquitectos.

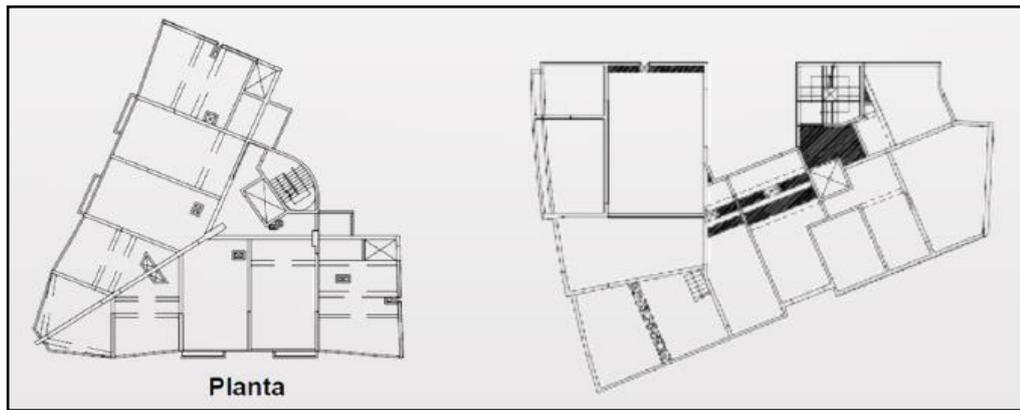


Figura 2.14 Irregularidad Sistemas no Paralelos

Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.

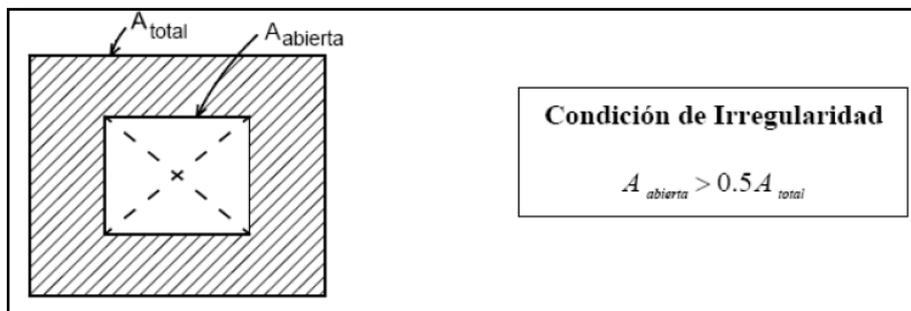


Figura 2.15 Discontinuidad del Diafragma

Fuente: internet

c) Ejemplos de Daños por Deficiente Configuración Estructural

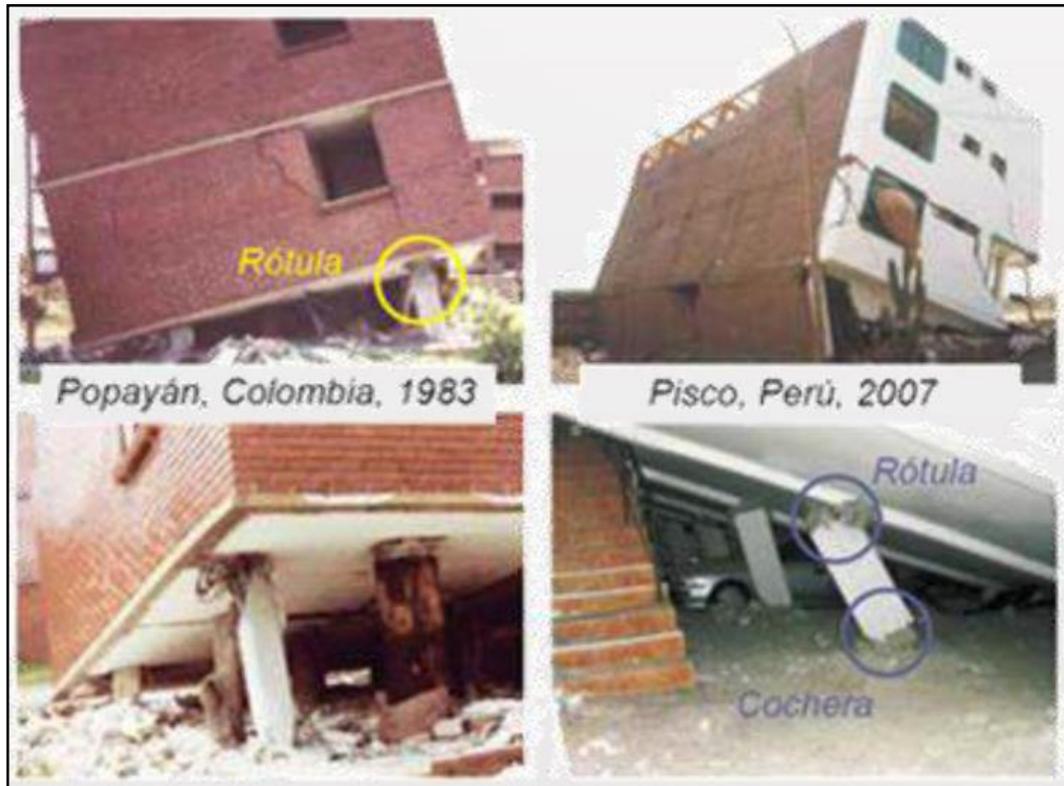


Figura 2.16 Daños en Las Estructuras por Efecto de Piso Blando
Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.



Figura 2.17 Daños en las estructuras debido a irregularidad geométrica vertical, en la vista Izquierda se aprecia la zona de concentración de esfuerzos y a la derecha se ve un ejemplo del efecto fenómeno de latigazo.

Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.

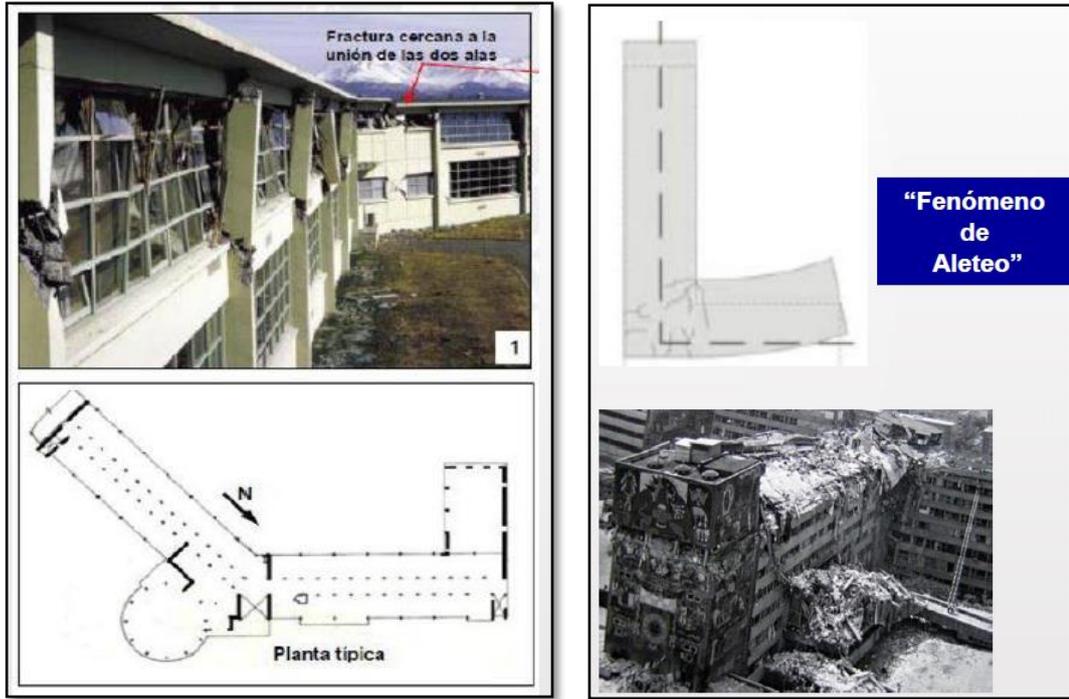


Figura 2.18

Daños en edificio debido a formas complejas asimétricas

Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes para Arquitectos.

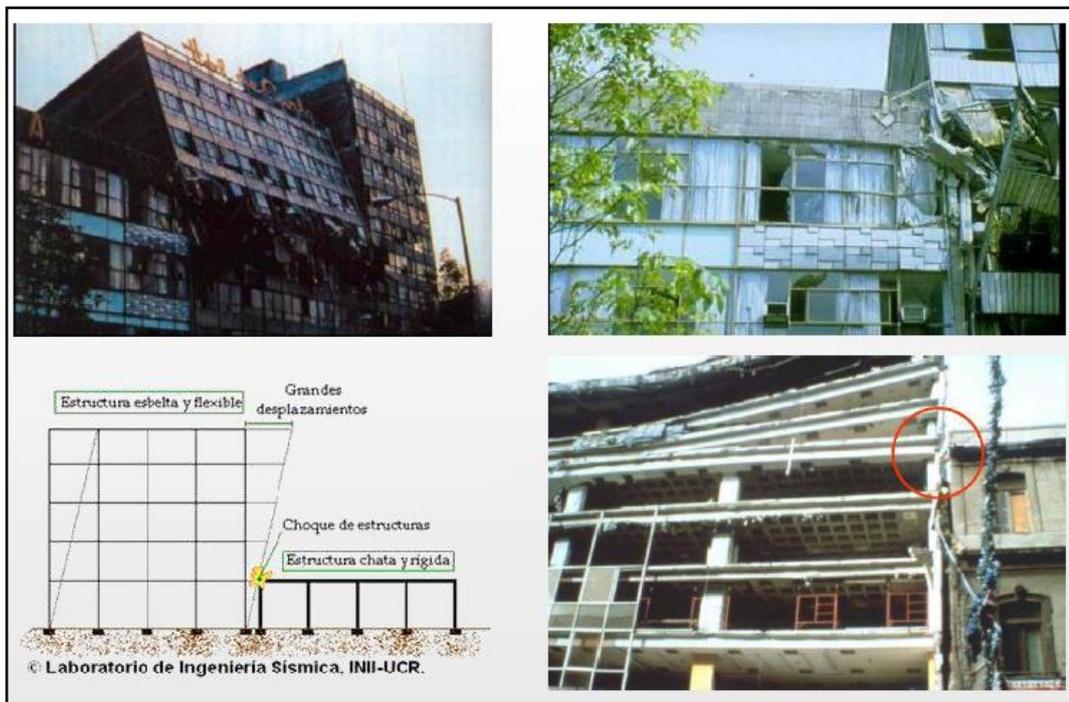


Figura 2.19

Daños entre edificios debido a la ausencia de junta sísmica

Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes para Arquitectos.

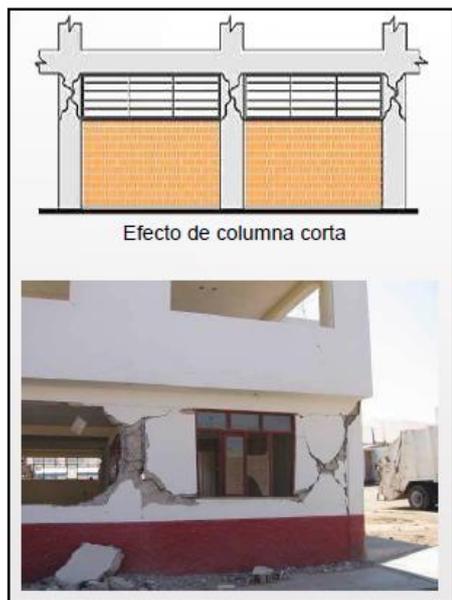


Figura 2.20

Daños por efecto de columna corta
Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes para Arquitectos.

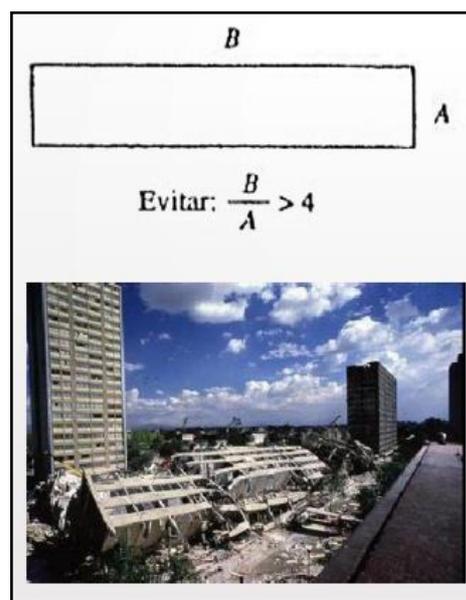


Figura 2.21

Daños en edificio por gran diferencia en relación de dimensiones
Fuente: Conf. Criterios sismorresistentes

DERIVAS EXCESIVAS

Para verificar si las derivas de entre piso se encuentran en el rango respectivo es necesario hacer uso de la Tabla 2.11 donde de acuerdo al sistema estructural se le asigna el límite para la distorsión del entrepiso que no deberá ser superado. De lo contrario las estructuras se encontrarán en peligro de no garantizar un comportamiento adecuado.

Un ejemplo se ve reflejado en los muros, experimentalmente ha podido observarse que cuando se aplica a los muros distorsiones angulares mayores que 0.005 (1/200), se pierde la última línea resistente de los muros (armados o confinado), que por lo general son los talones. Una vez que se trituran los talones (Figura 2.22), el refuerzo vertical patea y la resistencia sísmica degrada notablemente. (San Bartolomé A., 2005, p. 90)



Figura 2.22 Talón triturado de un muro confinado
Fuente: San Bartolomé A., 2005

DEFLEXIONES

Se debe verificar que los elementos estructurales como losas aligeradas, macizas, vigas continuas, apoyadas y en voladizo se encuentren en los límites señalados en la Tabla 2.13. Aquellas estructuras que presenten indicios de este tipo de daño deberán ser evaluados según los límites de deflexión de la Norma Técnica E.060, Ver la Figura 2.23, 2.24, donde se muestra la estructura N°1, con estos indicios.



Figura 2.23 Deflexión de losa maciza en la Estructura N°1



Figura 2.24 Indicios de daños en alero de una longitud $L=1.54$ m de la Estructura N°2

DAÑOS POR ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Cuando el esfuerzo actuante en los muros de albañilería superen el esfuerzo admisible como se indica en el procedimiento de evaluación que se detalla en el Ítem 2.4 Evaluación estructural / 2.4.3 Control de esfuerzo axial máximo en muros de albañilería, se originarán fallas por pandeo en muros esbeltos sujetos a cargas verticales excesivas. El límite máximo del esfuerzo axial admisible (0.15 f'm), previene la reducción de ductilidad cuando el muro está sujeto a cargas sísmicas severas. (San Bartolomé A., 2005, p. 78)

FISURACIÓN POR CORTE EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado que son el 50 % del cortante generado por el sismo severo según la Norma Técnica E.070, R.N.E., 2016. El procedimiento de evaluación se detalla en el Ítem 2.4 Evaluación estructural / 2.4.4 Control de Fisuración. Ver la Figura 2.25

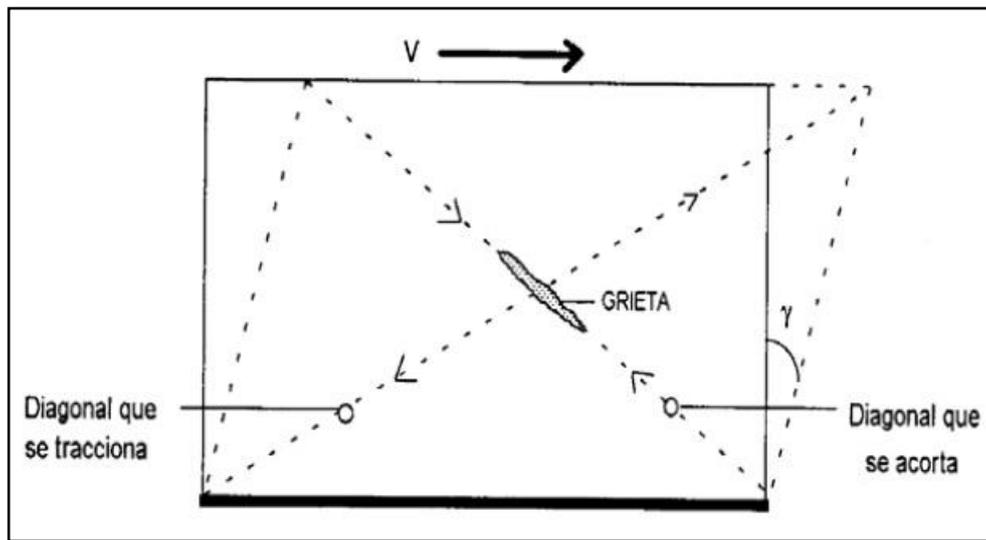


Figura 2.25 Daños por corte en muro de albañilería
Fuente: San Bartolomé A., 2005

DAÑOS POR FALTA DE RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso “i” y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo y cumplir con el objetivo de Norma Técnica E.070, donde se establece:

Que el diseño de los muros cubra todo su rango de comportamiento, desde la etapa elástica hasta su probable incursión en el rango inelástico, proveyendo suficiente ductilidad y control de la degradación de resistencia y rigidez. El diseño es por el método de resistencia, con criterios de desempeño. El Diseño está orientado, en consecuencia, a proteger a la estructura contra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer la necesaria resistencia para soportar el sismo severo, conduciendo el tipo de falla y limitando la degradación de resistencia y rigidez con el propósito de limitar el nivel de daños en los muros, de manera que éstos sean económicamente reparables mediante procedimientos sencillos.

2.3.2 PATOLOGÍA POR CONSTRUCCIÓN

Los procesos constructivos deben ser orientados por el ingeniero a cargo, de acuerdo a las especificaciones técnicas y diseño de los planos.

Domínguez C., indica que las fallas más comunes por proceso constructivo se dan por las siguientes causas:

- Por no calcular o diseñar el encofrado.
- Por defectos o deformación del encofrado.
- Por no respetar las tolerancias dimensionales permisibles en los elementos.
- Por no inspeccionar el encofrado antes del vaciado, para verificar su integridad y estabilidad.
- Por no colocar apropiadamente ni asegurar el acero de refuerzo, permitiendo el desplazamiento durante el vaciado, ver la Figura 2.26
- Por no respetar la separación de barras y el recubrimiento propuesto en las normas, mediante el uso de separadores adecuados.
- Por no inspeccionar el acero de refuerzo antes del vaciado, para verificar el cumplimiento de los planos y especificaciones.
- Por inadecuada interpretación de los planos.
- Por malas prácticas de manejo, colocación y compactación del concreto. En la Figura 2.27 y 2.28, se muestra la elaboración del concreto para el vaciado de la losa aligerada del piso 5, de la Estructura N°3, se a usado una proporción para una tanda de concreto; 1 bls. de cemento, 34 lampas de arena, 21 lampas de piedra chancada, 60 Lt de agua aproximadamente. Calculándose una relación de agua/cemento igual 1.4, este valor difiere excesivamente de lo recomendado para concreto de $f'c:210 \text{ kg/cm}^2$
- Por labores de desencofrado prematuro o inapropiado.
- Por indisposición de juntas apropiadas de contracción, dilatación o construcción.
- Por no usar procedimientos adecuados de protección y curado del concreto.
- Por cargar la estructura antes de que el concreto alcance suficiente capacidad resistente.
- Por picar o abrir huecos en la estructura para soportar o conectar instalaciones anexas a la estructura.



Figura 2. 26 Estructura N°2, Barras de acero expuestas al ambiente, resultado de no asegurar los aceros respectivamente, en la zona 1 el elemento estructural es una viga y en la zona 2 es una columna.



Figura 2. 27 Estructura N°3, Dosificación del concreto sin ningún criterio técnico, no se controla el slump, no se extrae moldes en briquetas para su determinación de la resistencia del concreto.



Figura 2. 28 Estructura N°3, vaciado de techo del piso 5. Se aprecia la colocación del concreto mal dosificado en las vigas

2.3.3 PATOLOGÍA POR DEFICIENTE CALIDAD DE MATERIALES

Los materiales deben seguir un procedimiento de control de calidad de acuerdo a los protocolos normativos.

CALIDAD DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Las unidades de albañilería usadas para las construcciones de las viviendas de la ciudad de Barranca son de procedencia del Anexo Santa Rosa, y La Campiña de Supe ubicados en el Distrito de Supe, Provincia de Barranca. De la tesis “Determinación de las características estructurales de las unidades de albañilería sólidas artesanales en el Anexo Santa Rosa, Supe, 2015”. Realizado por Asis García, con una muestra de 7 ladrilleras (Cherlod, Miki, Kibi, Caral, Kazuyoshi, Pedro y Virgen María) se llegó a la siguiente conclusión:

- a) Todas las muestras de las ladrilleras analizadas presentan características muy aceptables según la NTP E. 070 del RNE: en cuanto a La Variabilidad Dimensional, clasificando como tipo IV y V; en cuanto al Alabeo las unidades clasifican como Tipo III y IV.
- b) El Peso Específico está en el rango de 1.65 a 1.80 gr/cm³, las cuales son muy aceptables para unidades sólidas artesanales.
- c) La Resistencia a Compresión de las unidades de las ladrilleras Cherlod, Kibi y Miki, clasifican como Tipo I según la Norma E.070 del RNE.
- d) Las unidades provenientes de Caral, Kazuyoshi y Pedro, presentan resistencia a la compresión en el rango de 40 a 46 kg/cm² y de la ladrillera Virgen María presentan una resistencia de 31.3 kg/cm², por lo tanto no cumplen con la Norma E.070 del RNE.
- e) La resistencia a compresión en pilas f´m y la resistencia a Corte de muretes V´m de las unidades producidas en las ladrilleras Cherlod, Kibi y Miki son:

Ladrillera Cherlod:

- Resistencia a compresión en pilas, f´m=36.89 kg/cm²
- Resistencia a corte en muretes, v´m=5.52 kg/cm² 149

Ladrillera Kibi:

- Resistencia a compresión en pilas, $f'm=44.12 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a corte en muretes, $v'm=6.64 \text{ kg/cm}^2$

Ladrillera Miki:

- Resistencia a compresión en pilas, $f'm=34.65 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a corte en muretes, $v'm=5.59 \text{ kg/cm}^2$

De los resultados de Asis, 3 de 7 ladrilleras clasifican de acuerdo a la Norma Técnica Albañilería E.070 del R.N.E. con lo que respecta a la determinación de unidades de albañilería estructurales, en variabilidad dimensional y propiedades mecánicas. Por tanto para las evaluaciones de las estructuras es relevante señalar que se usaran las propiedades mecánicas señaladas por la Norma Técnica Albañilería E.070 del R.N.E. por cuanto se desconoce y no se tiene la seguridad de las procedencias de las unidades de albañilería.

EFLORESCENCIA:

Son manchas producidas por la cristalización de sales solubles como nitratos, sulfatos alcalinos o de magnesio, que están disueltas en el agua y al evaporarse ésta, aparecen en la superficie del ladrillo (Kuroiwa, et al., 2010, p. 195) como se muestra en la figura 2.29. La causa es la presencia de sales en los ladrillos, o en la arena con la que se elabora el mortero, o que se encuentren como álcalis en el cemento; estas sales reaccionan con el agua utilizada en la preparación de la mezcla (Abanto, 2012, p. 48).



Figura 2. 29 Eflorescencia moderada en la estructura N°1 y en los muros P1 y P8

CALIDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Agregado Grueso

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi - angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas, según la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

En la Figura 2.30 se muestra el agregado grueso con falta de uniformidad que es usado para la elaboración de concreto en la estructura N°3



Figura 2.30 Agregado grueso que no cumplen con las exigencias normativas serán usados para la elaboración de concreto y la colocación en elemento estructurales como vigas y viguetas en la estructura

Agregado Fino

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 2.1, según la Norma E.070 del RNE.

Tabla 2.1

Granulometría de la arena gruesa

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

CALIDAD DEL AGUA

Agua no debe tener impureza, debe ser limpia, bebible y fresca

CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO

Por el uso de aceros corroídos, con grasas quiebre, escamas, deformaciones e imperfecciones.

2.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Es un estudio que sirve para conocer la capacidad estructural que presenta una edificación, pudiendo o no presentar patologías, esto se consigue mediante la realización de ensayos de campo, de laboratorio, investigación de la información existente y elaboración de modelos matemáticos (Córdoba, p.213).

Nomenclatura indicadas en la Norma Técnica Diseño Sismorresistente E.030:

C Factor de amplificación sísmica.

CT Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

di	Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i .
ei	Excentricidad accidental en el nivel "i".
Fi	Fuerza sísmica horizontal en el nivel "i".
g	Aceleración de la gravedad.
hi	Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno.
hei	Altura del entrepiso "i".
hn	Altura total de la edificación en metros.
Mti	Momento torsor accidental en el nivel "i".
m	Número de modos usados en la combinación modal.
n	Número de pisos del edificio.
P	Peso total de la edificación.
Pi	Peso del nivel "i".
R	Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.
r	Respuesta estructural máxima elástica esperada.
ri	Respuestas elásticas máximas correspondientes al modo "i".
S	Factor de amplificación del suelo.
Sa	Espectro de pseudo aceleraciones.
T	Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.
TP	Período que define la plataforma del factor C.
TL	Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.
U	Factor de uso o importancia.
V	Fuerza cortante en la base de la estructura.
Z	Factor de zona.
R0	Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.
Ia	Factor de irregularidad en altura.
Ip	Factor de irregularidad en planta.
fi	Fuerza lateral en el nivel i.
Vs	Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.
N60	Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.
Su	Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada

2.4.1 CONTROL DE DERIVAS EN LOS ENTREPISOS

De acuerdo a lo señalado en la E.030 Diseño Sismorresistente del R.N.E del año 2018 se debe tener en consideración los siguientes parámetros para la determinación de las derivas de entrepiso:

Modelos para el Análisis

El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura. **Las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.**

Para edificios que funcionan como diafragmas rígidos, se puede usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. El modelo estructural incluye la tabiquería que no esté debidamente aislada.

El procedimiento para el análisis se determina por:

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes
- Análisis dinámico modal espectral

El análisis se hace considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Se debe tener en consideración los parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño:

❖ Factor de Zona (Z)

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N°2.31 . La zonificación propuesta se basa en distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El anexo II del R.N.E. contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.

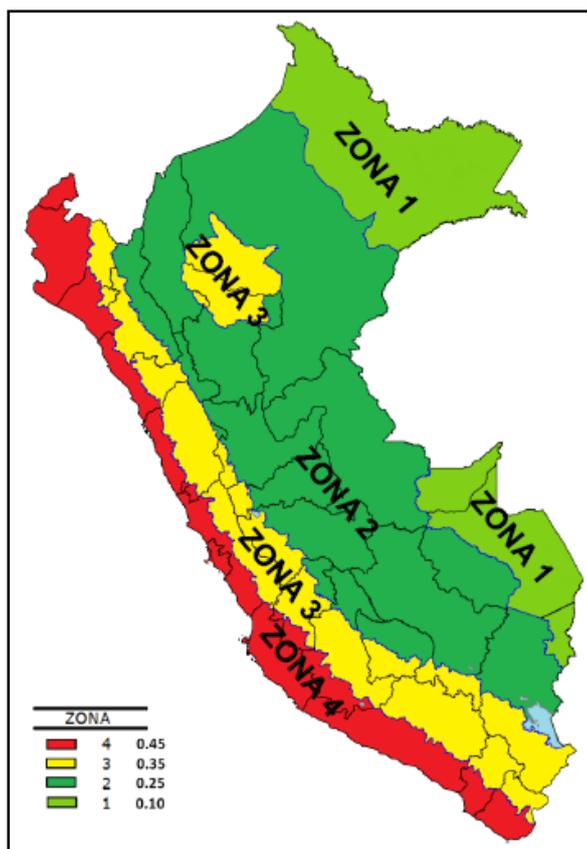


Figura 2. 31 Zonas Sísmicas.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 2.2. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 2.2

Factores de Zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

❖ **Factor de Uso (U)**

- Por tratarse de viviendas la categoría se denomina como "C" y un factor de uso <<1>> ver Tabla 2.3

- También se ha considerado una edificación de categoría importante denominada como “B” y un factor de uso <<1.3>> ver Tabla 2.3

Tabla 2.3

Categoría De Las Edificaciones Y Factor De “U”

CATEGORÍA		DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	EDIFICACIONES ESENCIALES	A1: Establecimiento de salud del Sector Salud (públicos Y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado Por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
		<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de Salud no comprendidos en la categoría A1. • Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. • Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del estado</p>	1.5
B	EDIFICACIONES IMPORTANTES	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1.3
C	EDIFICACIONES COMUNES	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D	EDIFICACIONES MENORES	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la

entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

❖ Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 T < T_P & C = 2.5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2.5 \left(\frac{T_P}{T} \right) \\
 T > T_L & C = 2.5 \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Donde, el coeficiente “C” se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo. T es el periodo fundamental de vibración de la estructura. T_P , periodo que define la plataforma del factor C y T_L , periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante, en la Figura 2.32 se muestra los valores que va tomando el factor de amplificación sísmica (C).

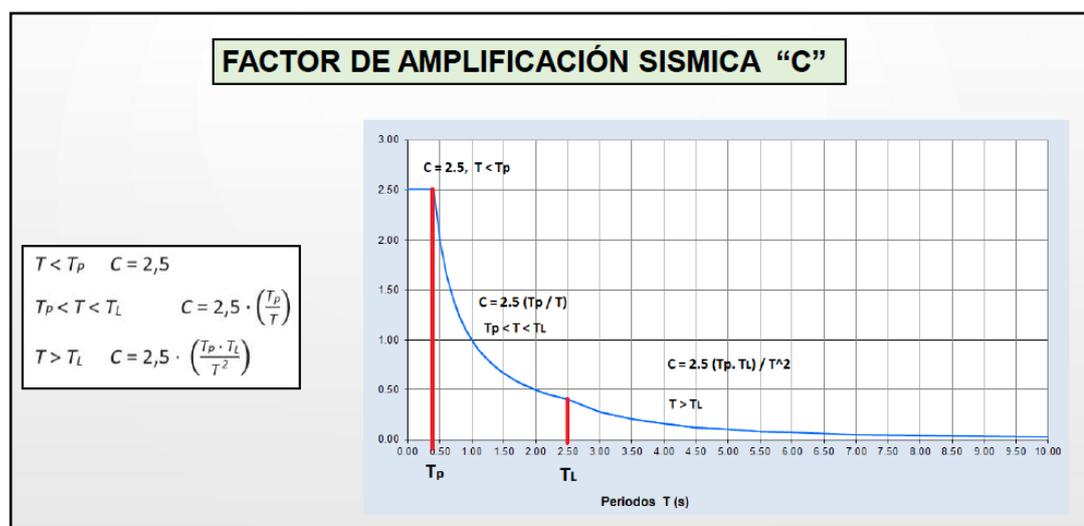


Figura 2.32 Factor de Amplificación Sísmica
Fuente: Conf. Criterios Sismorresistentes para Arquitectos.

❖ Factor de Suelo (*S*)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación de suelo “*S*” y de los periodos T_P y T_L dados en las Tablas 2.4 y 2.5

Tabla 2.4

Factor De Suelo “S”

ZONA \ SUELO	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 2.5

Periodos “T_P” Y “T_L”

	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L	3.0	2.5	2.0	1.0

Donde:

a) Perfil Tipo S₀: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte \bar{V}_s , mayor que 1500 m/s. Las mediciones corresponden al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s .

b) Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- b.1) Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- b.2) Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.
- b.3) Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c) Perfil Tipo S2: Suelos intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{S}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d) Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d.3) Cualquier perfil que no corresponda al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u menor que 25 kPa.

e) Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo es necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla 2.6 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

Tabla 2.6

Clasificación de los Perfiles de Suelos

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	>1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

❖ Coeficiente Básico de Reducción (R_0)

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla 2.7. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente R_0 que corresponda.

Tabla 2.7*Sistemas Estructurales*

SISTEMA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8 6
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (COBF)	8
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

(*) estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplicarán a estructuras tipo péndulo invertido.

Sistemas Estructurales

- a) **Pórticos.** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- b) **Muros Estructurales.** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.
- c) **Dual.** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.

Regularidad Estructural

Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- a) Cumplir las restricciones de la Tabla 2.10

- b) Establecer los procedimientos de análisis.
- c) Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas

Estructuras Regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas 2.8 y 2.9. En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a 1.0. **Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas 2.8 y 2.9

Factores de Irregularidad (I_a, I_p)

El factor I_a se determina como el menor de los valores de la Tabla 2.8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor I_p se determina como el menor de los valores de la Tabla 2.9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis. Si al aplicar las Tablas 2.8 y 2.9 se obtuvieran valores distintos de los factores I_a ó I_p para las dos direcciones de análisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla 2.8

Irregularidades Estructurales en Altura

Descripción	Factor de Irregularidad I_a
<p>Irregularidad de Rigidez-Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad de resistencia-Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla 2.10)	0.50

<p>Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla 2.10)</p> <p>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso</p> <p>Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical</p> <p>La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</p> <p>Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0.80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla 2.10)</p> <p>Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0.60

Tabla 2.9

Irregularidades Estructurales en Altura

Descripción	Factor de Irregularidad I_p
-------------	----------------------------------

<p>Sistemas no Paralelos</p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	0.90
--	-------------

Restricciones a la Irregularidad

Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla 2.10

Tabla 2.10

Categoría y Regularidad de las Edificaciones

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto En edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Coeficientes de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla 2.7 y de los factores I_a, I_p obtenido de las Tablas 2.8 y 2.9 donde:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

ANÁLISIS ESTÁTICO O DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas puede emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, según las Tablas 2.8 y 2.9, de no más de 30 m de altura, y para las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- En edificaciones de la categoría A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

Fuerza Contante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada se expresa en la Figura 2.33:

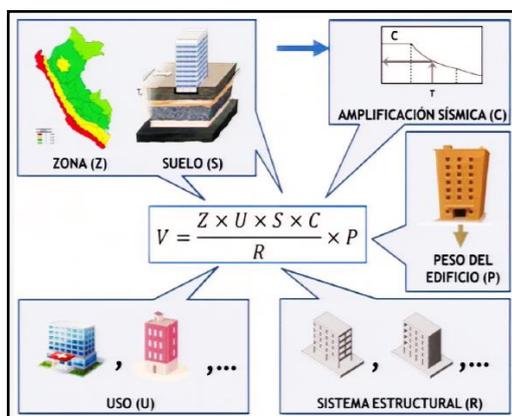


Figura 2.33 Fuerza cortante en la base
Fuente ing. A. Muñoz

El valor de C/R no se considera menor que:

$$C/R \geq 0.11$$

Distribución de las Fuerzas Sísmicas en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondiente a la dirección considerada, se calculan mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada que se calcula de acuerdo a:

- Para T menor o igual a 0.5 segundos: $k = 1.0$
- Para T mayor que 0.5 segundos: $k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$

Periodo Fundamental de Vibración

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

Donde:

$C_t = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente, pórticos de concreto armado sin muros de corte.

$C_t = 60$ para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supone que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y se considera además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estático actuante, se aplica un momento torsos accidental (M_{ti}) que se calcula con:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considera como 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

- b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se consideran únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL

Modos de Vibración

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} g$$

Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se puede obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como

fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) puede determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde “ r ” representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas, los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2}$$

$$\lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0.05. ω_i , ω_j son las frecuencias angulares de los modos i , j

Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado del cortante estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares. **Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.**

Excentricidad Accidental (Efecto de Torsión)

Se considera una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable.

Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Desplazamiento Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculados según la determinación de desplazamiento laterales, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla 2.11

Tabla 2.11

Límites Para La Distorsión Del Entrepiso

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con Muros de ductilidad limitada	0.005

2.4.2 CONTROL DE DEFLEXIONES

Los elementos de concreto reforzado sometidos a flexión deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deformación que pudiese afectar adversamente la resistencia o el funcionamiento de la estructura bajo condiciones de servicio (Norma E.060, RNE 2016).

Cuando se calculen las deflexiones, aquellas que ocurren inmediatamente con la aplicación de la carga, deben calcularse mediante los métodos o fórmulas usuales para deflexiones elásticas, tomando en consideración los efectos de la fisuración y del refuerzo en la rigidez del elemento (Norma E.060, RNE 2016).

Deflexión inmediata

La deflexión inmediata para elementos de concreto de peso normal podrá calcularse con el módulo de elasticidad del concreto y con el momento de inercia efectivo de la sección transformada agrietada (I_e). Cuando el momento flector para condiciones de servicio en cualquier sección del elemento no exceda el momento de agrietamiento (M_{cr}), podrá usarse el momento de inercia de la sección no agrietada (I_g). El momento de agrietamiento de la sección se calculará mediante:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

Donde f_r es la resistencia del concreto a tracción por flexión (módulo de rotura) que a falta de información experimental confiable podrá considerarse, para concretos de peso normal, como:

$$f_r = 0.62 \sqrt{f'_c}$$

Para el cálculo del momento de inercia de la sección transformada agrietada (I_e), cuando exista acero en compresión, se podrá utilizar una relación modular de $2n$ ($n = E_s/E_c$) para la transformación del acero en compresión a concreto equivalente.

El cálculo de las deflexiones se hará suponiendo que las rigidez en flexión del elemento ($E_c I_e$) es constante a lo largo del tramo y el momento de inercia efectivo será un promedio ponderado calculado de acuerdo a:

- a) En elementos continuos en ambos extremos:

$$I_e \text{ promedio} = \frac{I_{e1} + I_{e2} + 2 I_{e3}}{4}$$

donde I_{e1} y I_{e2} son momentos de inercia en las secciones extremas del tramo y I_{e3} es el momento de inercia de la sección central del tramo.

- b) Si el tramo sólo es continuo en un extremo:

$$I_e \text{ promedio} = \frac{I_{e2} + 2 I_{e3}}{3}$$

Donde I_{e2} es el momento de inercia en la sección en el extremo continuo y I_{e3} es el momento de inercia en la sección central del tramo.

- c) Para elementos simplemente apoyado en ambos extremos, se usará el momento de inercia calculado para la sección central.
- d) Para elementos en voladizo se usará el momento de inercia calculado para la sección en el apoyo del voladizo.

Deflexión diferida o adicional en el tiempo

Resultante del flujo plástico del concreto y de la retracción de los elementos en flexión, podrá estimarse multiplicando la deflexión inmediata causada por las cargas sostenidas (carga muerta y la porción de carga viva que se prevé actuará permanentemente) por el factor $\lambda\Delta$:

$$\lambda\Delta = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

Donde ρ' es la cuantía del acero en compresión calculado en la mitad de la luz para tramos simples y continuos y en el punto de apoyo para voladizos. Puede tomarse ξ el factor dependiente del tiempo para cargas sostenidas, según la Tabla 2.12

Tabla 2.12

Factor dependiente del tiempo para cargas sostenidas

Duración de la carga sostenida, meses	Factor dependiente del tiempo, ξ
3	1
6	1.2
12	1.4
60 ó más	2

La deflexión calculada no debe exceder los límites establecidos en la Tabla 2.13

Tabla 2.13*Deflexiones Máximas Admisibles*

Tipo de elemento	Deflexión considerada	Límite de deflexión
Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes	Deflexión inmediata debida a la carga viva	L/180
Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles a sufrir daños debido a deflexiones grandes	Deflexión inmediata debida a la carga viva	L/360
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional)	L/480
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		L/240

2.4.3 CONTROL ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producto por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m \leq \sigma_{adm} = 0.2 * f' m \left(1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right) \leq 0.15 f' m$$

Donde $\langle\langle L \rangle\rangle$ es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería (f'_m), aumentar el espesor del muro, transformando en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial $\langle\langle P_m \rangle\rangle$ (Norma E.070, RNE 2016)

2.4.4 CONTROL DE FISURACIÓN

Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_e \leq 0.55 V_m$$

En caso el muro no cumpla con la expresión, donde podría admitirse hasta un error de 5%, puede incrementarse la resistencia al agrietamiento diagonal (V_m) mejorando la calidad de la albañilería (v'_m). En caso se incremente el grosor del muro, se le reemplace por una placa de concreto armado, o se incremente el peralte de las vigas de acoplamiento para aumentar V_m , se deberá reanalizar sísmicamente al edificio (San Bartolomé, 2008, p. 100)

Cálculo de la resistencia al agrietamiento diagonal (V_m)

La resistencia al corte (v_m) de los muros de albañilería se calcularán en cada entrepiso mediante las siguientes expresiones, para unidades de arcilla (Norma Técnica E.070, RNE 2016):

$$V_m = 0.55(V'_m)(\alpha)(t)(L) + 0.23Pg$$

Donde:

v'_m = resistencia característica a corte de la albañilería

Pg =Carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (R.N.E. E.030)

t = espesor efectivo del muro

L = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)

α = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\alpha = \frac{V_e L}{M_e}; \text{ donde: } 1/3 < \alpha < 1$$

Donde:

V_e = es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico del sismo moderado

M_e = es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico del sismo moderado

2.4.5 VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO

Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso <<*i*>> y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\Sigma V_{Ei} \leq \Sigma V_{mi}$$

La sumatoria de resistencia al corte (ΣV_{mi}) incluirá sólo el aporte de los muros reforzados (confinados o armados) y el aporte de los muros de concreto armado, sin considerar en este caso la contribución del refuerzo horizontal. El valor << V_{Ei} >> corresponde a la fuerza cortante actuante en el entrepiso <<*i*>> del edificio, producida por el <<sismo severo>> (Norma Técnica E.070, RNE 2016).

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 PERSPECTIVA METODOLÓGICA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 PERSPECTIVA METODOLÓGICA

La perspectiva metodológica es cuantitativa, porque se recolecta datos de los elementos estructurales que componen las viviendas in situ: como las dimensiones, calidad de materiales, daños visibles, tiempo de vida. Posteriormente se realiza en gabinete el diagnóstico en base a los resultados de la evaluación estructural indicados en el Ítem 2.4 . Concluyendo con el pronóstico que es el resultado de la reevaluación estructural.

3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de una investigación no experimental y transversal con enfoque predominantemente cuantitativo como cualitativo y de alcance explicativo. **Es no experimental** porque se considera las propiedades de los materiales indicados en la Norma Técnica de Albañilería E.070 y de Concreto Armado E.060 . Y se cuenta con valores de carga para los elementos estructurales (Norma Técnica de Cargas E.020) que serán sometidas a la evaluación estructural. **Es investigación transversal** por cuanto se enmarca en un periodo de tiempo comprendido entre sí. **Por su alcance explicativo** porque está dirigido a dar respuesta mediante el diagnóstico, los posibles daños que inciden en el comportamiento estructural y si fuera el caso un debido pronóstico.

3.2 LIMITES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio comprende el uso de información disponible a la fecha, la realidad de las construcciones existentes, las teorías al respecto.

3.3 CONTEXTO DE UNIDAD DE ANALISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

Las viviendas que se estudian están ubicadas en la ciudad de Barranca, son del tipo albañilería confinada y de concreto armado, nuevas o antiguas con respecto al tiempo de vida. Así también cuentan con diafragmas rígidos o techos flexibles, se estudia en función de su configuración estructural siendo regulares o irregulares.

3.3.2 MUESTRA

- ❖ El muestreo adecuado tiene una importancia crucial en la investigación. Por esta razón es necesario reflexionar detenidamente sobre cuál es la estrategia de muestreo más pertinente para lograr los objetivos de investigación, tomando en cuenta criterios de rigor, estratégicos, éticos y pragmáticos (Hernández, et al., 20010, p.394) :
 - Capacidad operativa de recolección y análisis (el número de casos que podemos manejar de manera realista y de acuerdo con los recursos que dispongamos).
 - El entendimiento del fenómeno (el número de casos que nos permitan responder a las preguntas de investigación, denominado **“saturación de categorías”**)
 - La naturaleza del fenómeno bajo análisis (si los casos son frecuentes y accesibles o no, si el recolectar información sobre éstos lleva relativamente poco o mucho tiempo)

- ❖ En la presente investigación se presenta una muestra no probabilística. Según Hernández (20010), en la indagación cualitativa el tamaño de muestra no se fija a priori (previamente a la recolección de los datos), sino que se establece un tipo de unidad de análisis y a veces se perfila un número relativamente aproximado de casos, pero la muestra final se conoce cuando las unidades que van adicionándose no aportan información o datos novedosos a lo que se le

denomina “**saturación de categorías**”, aun cuando agreguemos casos extremos. Entonces para esta investigación se ha tomado en referencia este autor **para la ejecución de la presente tesis se estudia una muestra de 8 viviendas para el desarrollo y solución del problema.**

3.4 INSTRUMENTO, TÉCNICAS, Y FUENTES O INFORMANTES

3.4.1 INSTRUMENTOS O EQUIPOS

- Solicitud dirigida a la gobernadora de Balneario de Chorrillos, informado los objetivos de la tesis y recopilación de datos de campo.
- Acreditación de Tesista Investigador, por la ONG COPRODELI
- Ficha de Programa de Titulación con Tesis por extendida por la UNASAM.
- Copia de Bachiller, expedida por El Consejo Universitario.
- Ficha técnica, fotografías, filmaciones,
- Escuadra, huincha, vernier, cordel, plomada, clavos, martillo.

3.4.2 TÉCNICAS

- Control de derivas en los entrepisos mediante el análisis estático y dinámico de las estructuras.
- Control de deflexiones
- Control esfuerzo axial máximo en muros de albañilería
- Control de fisuración
- Verificación de la resistencia al corte del edificio

3.5 PLAN DE RECOPIACIÓN DE DATOS

3.5.1 CONSTRUCCIÓN DEL BOSQUEJO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN PARA SU CLARIFICACIÓN, DIAGNOSTICO Y PRONÓSTICO QUE INCLUIRÁ LAS SIGUIENTES ACCIONES:

- ❖ Búsqueda y obtención del plano catastral de la Ciudad de Barranca.
- ❖ Reconocimiento de las viviendas
- ❖ Organizar las visitas de campo a las viviendas seleccionadas.
- ❖ Elaboración de fichas técnicas para determinar las características, daños en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza.
- ❖ Procesamiento de las fichas técnicas
- ❖ Evaluación estructural de las viviendas para su diagnóstico
- ❖ Reevaluación de la estructura si fuera necesario para su debido pronóstico.

3.5.2 FORMULACIÓN DEL PLAN PARA ANALIZAR EL PROBLEMA

- ❖ Determinar y evaluar los daños que son generados en los muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza.
- ❖ Determinar la incidencia en el comportamiento estructural de las viviendas, haciendo uso de métodos analíticos, normas técnicas.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1 EL ANÁLISIS DE LOS DATOS SE INICIARÁ CON LA ESTRUCTURACIÓN DE LOS MISMOS

- ❖ La organización de los datos recolectados como; fichas, planos, fotos, videos
- ❖ Transcripción del material, se realizarán los dibujos de los planos de cada edificación y sus respectivas características haciendo uso de software AutoCAD- 2018.
- ❖ Para el Análisis de las estructuras, se ha modelado las estructuras haciendo uso de la interacción del software AutoCAD y Etabs 2016.

3.6.2 CON BASE EN LA ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS, SE COMENZARÁ A INTERPRETAR LOS RESULTADOS.

- ❖ se procederá aplicar de forma correlacional las metodologías de evaluación estructural y el análisis estructural, para el diagnóstico de las estructuras.

- ❖ Finalmente se resolverá el diagnóstico mediante un rediseño estructural si fuera el caso, que será el procedimiento para el pronóstico de la edificación.

3.6.3 CON LA INFORMACIÓN CLASIFICADA SE PROCEDERÁ A VERIFICAR LA HIPÓTESIS Y ESTABLECER CONCLUSIONES:

- ❖ Si los resultados de las edificaciones evaluadas con respecto a los daños (muros de albañilería, columnas, vigas, cimentación, losa aligera o maciza) y su incidencia en el comportamiento estructural son asertivas se estará validando la hipótesis o caso contrario será refutada.

CAPITULO IV. ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El distrito de Barranca se encuentra situado en la vertiente occidental del Pacífico, en la cuenca baja del río Pativilca. Geográficamente, se ubica en las coordenadas UTM WGS84 Zona18 Sur 198 032 E, 8 809 859 N y presenta altitudes entre 0 y 80 m.s.n.m. Ver Figura 4.1

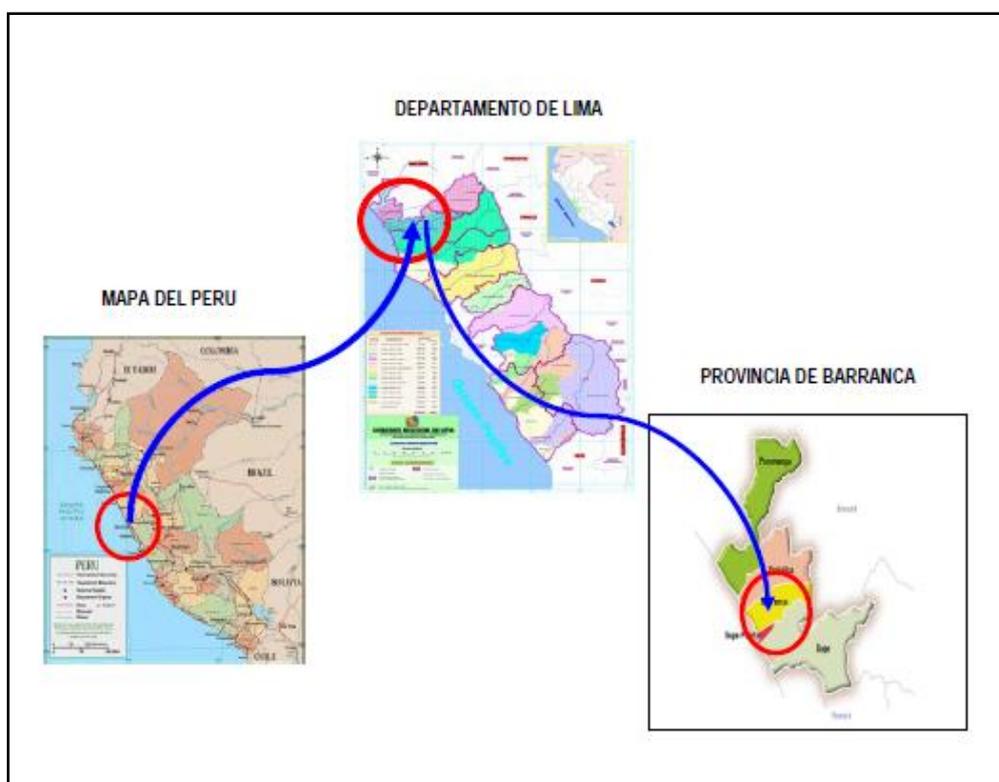


Figura 4.1 Fuente: plan de desarrollo urbano de la ciudad de Barranca 2008 – 2018.

División política, el Distrito de Barranca políticamente se encuentra ubicado en la provincia de Barranca, siendo parte de la Región Lima Provincias; se ubica a 193 Km al noreste de la ciudad de Lima. **Altitud**, el Distrito de Barranca se encuentra a una altitud promedio de 49 m.s.n.m. **Extensión y Límites**, El Distrito de Barranca cuenta con una extensión de 153.6 km² y presenta los siguientes límites territoriales:

Por el Norte : *Con el distrito de Pativilca.*
Por el Sur : *Con los distritos de Supe Puerto y Supe.*
Por el Oeste : *Con el Océano Pacífico.*
Por el Este : *Con el distrito de Cochabambas. Provincia de Cochabambas*

La Población, de acuerdo al Censo Nacional del año 2007 “XI de Población y VI de Vivienda” realizado por el INEI presenta 61178 habitantes, lo que determina una densidad poblacional de 397,88 habitantes/ km². **Accesos y Vías de Comunicación**
Para acceder al distrito de Barranca, se toma como referencia la ciudad de Lima, siguiendo la carretera asfaltada de la Panamericana Norte; continúa por la ruta de Lima – Barranca (194 Km.) llegando al distrito de Barranca por el Jirón José Gálvez. Además, también presenta una nueva ruta, por el Óvalo de la nueva Panamericana Norte, que se accede por el Jirón Lauriama.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se detalla el proceso de análisis de las edificaciones que presenten daños como también en estructuras donde no sea perceptible, sin embargo se pueda prevenir futuros daños, teniendo en consideración; la determinación de los periodos de vibración, control de derivas en los entrepisos, control de los esfuerzos axiales en los muros de albañilería, control de fisuración, verificación de la resistencia al corte del edificio, verificación de deflexiones tanto en losas aligeradas como en losas macizas. Para los cálculos se usa el programa Etabs Ultimate V.16.2.0 y el Sap2000 V.20.

5.1 Evaluación de la Estructura N°1

La estructura N°1, como se muestra en la Figura 5.1, está ubicada la Ca. Principal de Puerto Chico N°222, con un tiempo de construcción de 38 años. No se cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.



Figura 5.1 Estructura N°1 a evaluar, a la derecha se muestra la fachada de la vivienda y a la Izquierda se presenta una vista general.

Se analiza la estructura de 1 piso en base a muros de albañilería como se observa en la Figura 5.2 y 5.3, no se cuenta con escalera, en ambas direcciones se tiene muros de albañilería de 15 y 25 cm de espesor a nivel de acabado, el techo está conformado por una losa maciza en 2 direcciones de 10 cm de espesor.

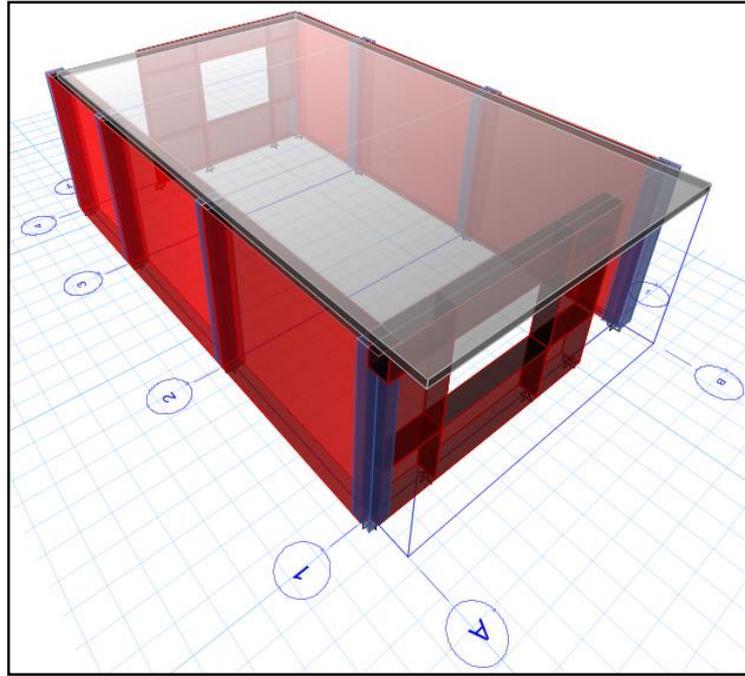


Figura 5.2 Modelado de la estructura N°1

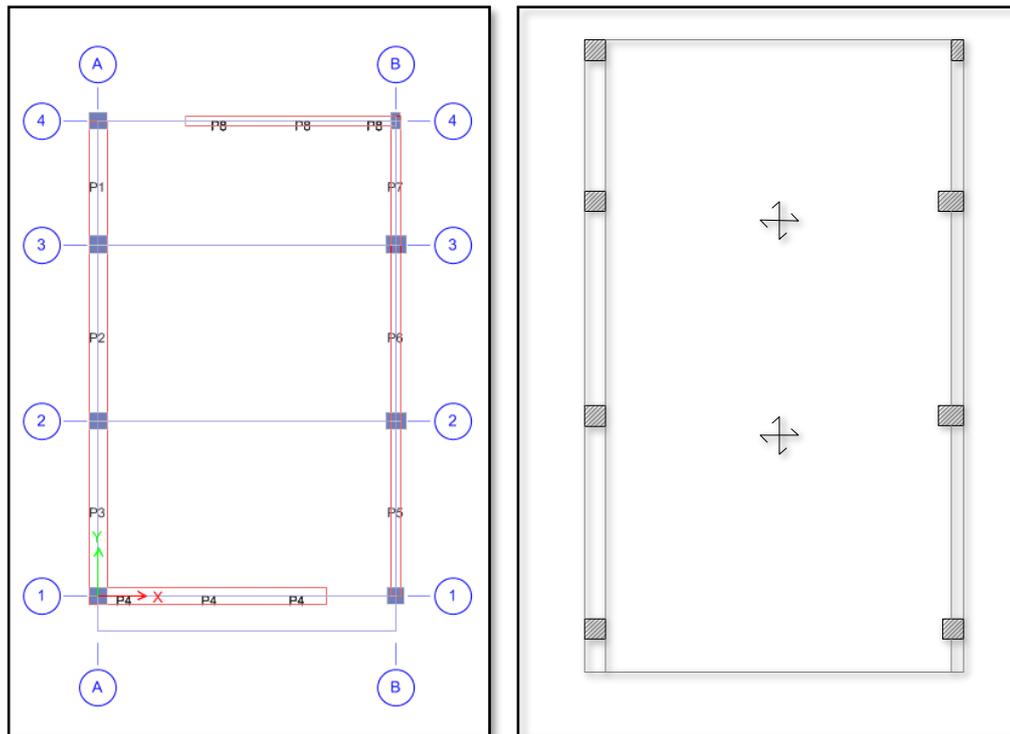


Figura 5.3 En la vista izquierda se observa la planta de la estructura , y en la vista derecha se muestra la losa maciza en 2 direcciones

La estructura presenta fisuras, grietas y eflorescencias en los muros de albañilería ver Figura 5.4 y 5.5 . la estructura se reforzó con un pórtico en el eje 2-2 por la deflexión de la losa maciza ver Anexo 2 – Planos, Figura 1.



Figura 5.4 Estructura a Evaluar se observa fisuras y grietas en los muros



Figura 5.5 Eflorescencia moderada en los muros de albañilería

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas maciza en 2 direcciones

$$1^\circ \text{ piso } e = 0.10 \text{ m}$$

Cargas

Acabados de piso y techo

Acabado	100 kg/m ²
---------	-----------------------

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Cargas vivas

Techos 100 kg/m²

Parámetros sísmicos

Zona sísmica 4 Z= 0.45

Categoría C U= 1

Coefficiente de amplificación sísmica C=2.5

Perfil de suelo S3 S= 1.10

Coefficiente de reducción R_{d(x-x)}= 3

R_{d(y-y)}= 3

Periodos T_p= 1.0

T_L= 1.6

Elementos:

Columnas – C15x25, C25x25, C30x25

Vigas – no se cuenta con vigas

❖ **PERIODO DE VIBRACIÓN**

Tabla 5.1

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.079	81.55%	0.01%	81.55%	0.01%	0.00%	42.77%	0.08%	0.00%	42.77%	0.08%	X-X	-
2	0.044	0.01%	5.24%	81.56%	5.25%	0.68%	0.00%	1.64%	0.68%	42.77%	1.73%	-	
3	0.032	0.10%	51.21%	81.66%	56.46%	21.37%	0.16%	19.10%	22.05%	42.93%	20.83%	Y-Y	Torsión en Z-Z
4	0.028	2.33%	15.38%	83.99%	71.84%	3.80%	6.67%	16.53%	25.86%	49.60%	37.35%	-	-
5	0.024	0.87%	19.32%	84.85%	91.16%	5.19%	4.98%	23.22%	31.05%	54.58%	60.58%	Z-Z	-
6	0.016	8.35%	0.15%	93.20%	91.31%	0.18%	24.25%	1.19%	31.23%	78.83%	61.76%	-	-

Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 3, es el sentido del eje y-y. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 3, se está presentando 19.10% de masa participativa en el sentido del eje z-z, lo cual conlleva a realizar una evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.16 y 5.17

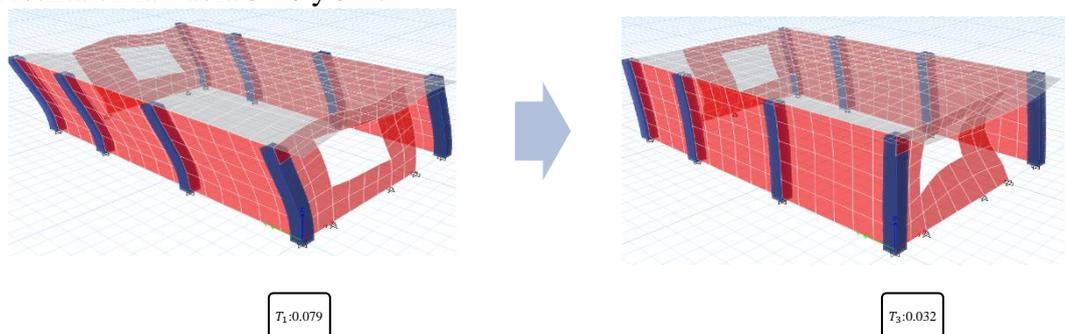


Figura 5.6 Principales modos de vibración

❖ CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.2

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
1 Piso	D1	2.15	3.28	1.66	2.79	Excentr. X-X	0.49 m

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.3

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
1 Piso	2.83	2.83	27.77

Σ Peso: 27.77

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (R_o) en el eje y-y no se ha reajustado porque la estructura no presentó irregularidad cómo se había supuesto.

$$R_x=3.00 \quad R_y=3.00$$

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

$$K_x= 0.4125$$

$$K_y= 0.4125$$

$$V_x= 11.45 \text{ Ton}$$

$$V_y= 11.45 \text{ Ton}$$

Tabla 5.4

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
1 Piso	27.77	2.40	66.64	1.00	11.45	11.45	27.49

Tabla 5.5

Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
1 Piso	27.77	2.40	66.64	1.00	11.45	11.45	27.49

❖ **FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA (VDX-VDY)**

VDX=9.59 Ton

VDY=7.48 Ton

Tabla 5.6

Aceleración x-x

E.030 Direc X-X	
T (s)	Sa/g
0	0.413
0.1	0.413
0.2	0.413
0.3	0.413
0.4	0.413
0.5	0.413
0.6	0.413
0.7	0.413
0.8	0.413
0.9	0.413
1	0.413
2	0.165
3	0.073
4	0.041
5	0.026
6	0.018
7	0.013
8	0.010
9	0.008
10	0.007

Tabla 5.7

Aceleración y-y

E.030 Direc Y-Y	
T (s)	Sa/g
0	0.413
0.1	0.413
0.2	0.413
0.3	0.413
0.4	0.413
0.5	0.413
0.6	0.413
0.7	0.413
0.8	0.413
0.9	0.413
1	0.413
2	0.165
3	0.073
4	0.041
5	0.026
6	0.018
7	0.013
8	0.010
9	0.008
10	0.007

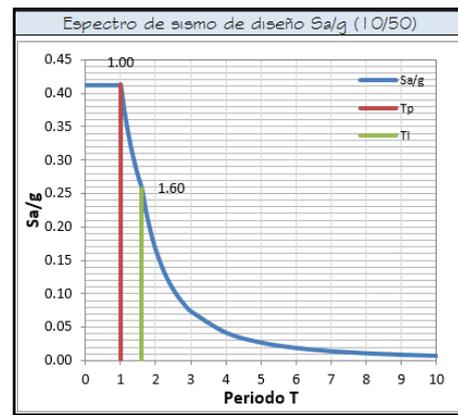


Figura 5.7 Espectro en la dirección x-x

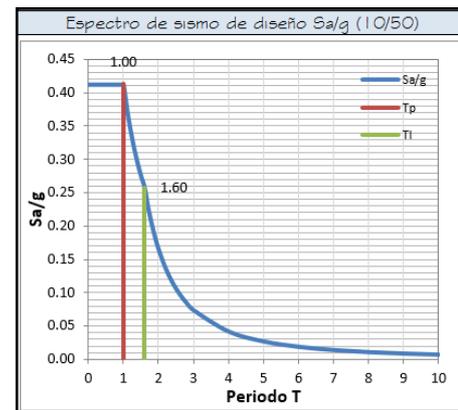


Figura 5.8 Espectro en la dirección y-y

❖ FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO

Tabla 5.8

Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	11.45 Ton
Vx Dinámico	9.59 Ton
Vx Din/ Vx Est	84%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Tx)	0.955

Tabla 5.9

Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	11.45 Ton
Vy Dinámico	7.48 Ton
Vy Din/ Vy Est	65%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Ty)	1.226

De los resultados de las Tablas 5.8 y 5.9, se toma el factor: 1.226 para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.10

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.746	0.75	3	0.75	1.68	2400	0.00031	0.0007	0.005	<i>Cumple</i>

Tabla 5.11

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.16	0.16	3	0.75	0.36	2400	0.00007	0.0002	0.005	<i>Cumple</i>

Tabla 5.12*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)*

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.75	0.75	3	0.75	1.69	2400	0.00031	0.0007	0.005	Cumple

Tabla 5.13*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.14	0.14	3	0.75	0.32	2400	0.00006	0.0001	0.005	Cumple

❖ **IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES****Irregularidad Estructural en Altura****Piso blando****Tabla 5.14***Análisis de piso blando (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
PISO 1	16227.805	-	-	-	-	-

Tabla 5.15*Análisis de piso blando (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
PISO 1	-	111688.037	-	-	-	-

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Se procederá a evaluar la irregularidad torsional (Figura 5.9), si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible así como lo indica la Tabla 2.11 . Los resultados de los desplazamientos relativos no superan los límites del desplazamiento relativo indicados en las Tablas 5.10 y 5.11, sin embargo la excentricidad pronunciada en la dirección x-x de la estructura (Tabla 5.2) y teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 3, es el sentido del eje y-y. Y que para el mismo modo 3, se está presentando 19.10% de masa participativa en el sentido del eje z-z, lo conlleva hacer una revisión por irregularidad torsional.

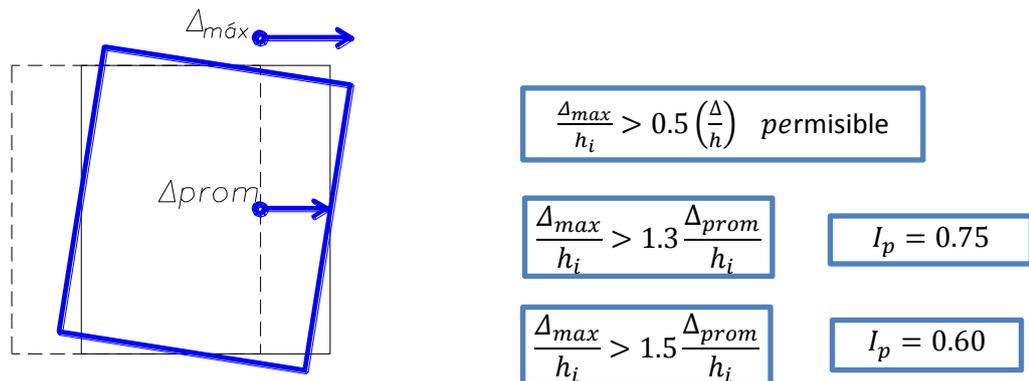


Figura 5.9 Irregularidad torsional

Tabla 5.16

Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
1 Piso	2.4	0.0007130	0.00029708	0.000314	1.06

Tabla 5.17

Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
1 Piso	2.4	0.000137	0.00005708	0.00006700	1.17

De los resultados de las Tablas 5.16 y 5.17, se concluye que no se presenta irregularidad torsional en la estructura N°1, porque los valores están dentro de los rangos permisibles según la Norma Técnica E. 030 . Por consiguiente no será necesario realizar los reajustes del coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0).

❖ **CONTROL DE DEFLEXIÓN EN LOSA MACIZA DE 2 DIRECCIONES**

Para la evaluación de la losa maciza se ha usado el programa Sap2000. Haciendo el uso de la aplicación de los elementos finitos y su respectiva comprobación.

Tabla 5.18

Datos de losa maciza

DATOS DE LOSA MACIZA		
$F'c=$	210	kg/cm ²
$F_y=$	4200	kg/cm ²
$E_c=$	217370.6512	kg/cm ²
$E_c=$	3086663.247	Lb/in ²
$E_s=$	2000000	kg/cm ²
$t=$	0.1	m
$t=$	3.94	in
$v=$	0.2	
$D=$	16350672.58	Lb-in
$D=$	188775.95	Kg-m
$L=$	4.6	m
$W=$	440	Kg/m ²

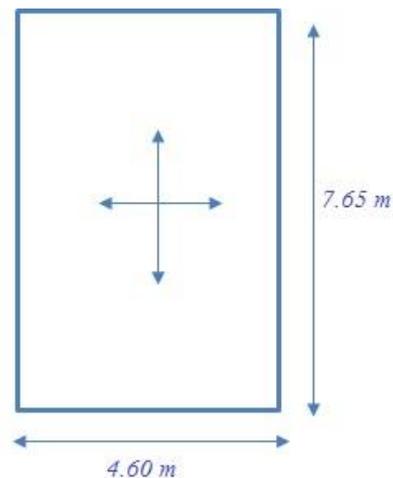


Figura 5.10 Dimensiones de losa Maciza

Donde:

E_c , módulo de elasticidad del concreto,

E_s , módulo de elasticidad del acero de refuerzo

ν , coeficiente de poisson

D , rigidez

W , carga de servicio

Tabla 5.19

Relación de dimensión de losa maciza

Dimensión de Losa Maciza	
a	4.6
b	7.65
b/a	1.66

Cálculo de deflexión

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{5\omega L^4}{384D} - \frac{4\omega L^4}{\pi^5 D} \sum_{m=1,2,3,\infty} \frac{(-1)^{(m-1)/2} \alpha_m \operatorname{tg} h\alpha_m + 2}{m^5 2\cos h\alpha_m} \quad (5.1)$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1 - \nu^2)}$$

$$\alpha_m = \frac{m\pi b}{2a}$$

Tabla 5.20

Valor de la expresión “Σ” de la Ecuación 5.1

CHEQUEO EN 2 DIRECCIÓN		
m	α_m	Σ
1	2.61	0.33453081
3	7.84	-1.5986E-05
5	13.06	1.0244E-08
7	18.29	-1.3809E-11

Reemplazando los valores en la Ecuación 5.1, se obtiene la deflexión de la losa maciza en el punto más crítico bajo carga de servicio:

$$\delta_{(serv)} = 9.03 \quad mm$$

Determinación del refuerzo, mediante la Ecuación 5.2

$$A_s = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u \cdot 10^5}{\phi 0.85 f'_c b d}} \right) \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} \quad (5.2)$$

Tabla 5.21

Momento amplificado (dirección x-x)

TABLE: Element Forces - Area Shells										
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	M11	M22	MMax	MMin	MAngle	M11x0.25
Text	Text	Text	Text	Text	Tonf-m/m	Tonf-m/m	Tonf-m/m	Tonf-m/m	Degrees	Tonf-m
277	277	Shell-Thin	287	1.4CM+1.7CV	1.12	0.57	1.12	0.57	0.00	0.28
277	277	Shell-Thin	317	1.4CM+1.7CV	1.12	0.57	1.12	0.57	0.00	0.28
277	277	Shell-Thin	318	1.4CM+1.7CV	1.12	0.57	1.12	0.57	0.00	0.28
277	277	Shell-Thin	288	1.4CM+1.7CV	1.12	0.57	1.12	0.57	0.00	0.28

Tabla 5.22

Momento amplificado (dirección y-y)

TABLE: Element Forces - Area Shells										
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	M11	M22	MMax	MMin	MAngle	M22x0.25
Text	Text	Text	Text	Text	Tonf-m/m	Tonf-m/m	Tonf-m/m	Tonf-m/m	Degrees	Tonf-m
277	277	Shell-Thin	287	1.4CM+1.7CV	1.12445	0.56846	1.12445	0.56846	-8.605E-13	0.28
277	277	Shell-Thin	317	1.4CM+1.7CV	1.12445	0.56846	1.12445	0.56846	1.869E-12	0.28
277	277	Shell-Thin	318	1.4CM+1.7CV	1.12445	0.56846	1.12445	0.56846	6.225E-12	0.28
277	277	Shell-Thin	288	1.4CM+1.7CV	1.12445	0.56846	1.12445	0.56846	3.496E-12	0.28

Tabla 5.23

Acero en la dirección x-x

DIRECCIÓN X-X(1-1)

$h = 10 \text{ cm}$

$r = 2.5 \text{ cm}$

$b = 25 \text{ cm}$

$\phi = 0.9 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$d = 7.5 \text{ cm}$

$M_u = 0.281 \text{ ton-m}$

$A_s = 1.06 \text{ cm}^2$

$A_s(\text{asum}) = 1.27 \text{ cm}^2$

Tabla 5.24
Acero en la dirección y-y

DIRECCIÓN Y-Y (2-2)		
$h=$	10	cm
$r=$	2.5	cm
$b=$	25	cm
$\emptyset=$	0.9	kg/cm ²
$f_y=$	4200	kg/cm ²
$f'_c=$	210	kg/cm ²
$d=$	7.5	cm
$M_u=$	0.142	ton-m
$A_s=$	0.52	cm ²
$A_s(\text{asum})=$	1.27	cm ²

Determinación del momento de inercia efectivo (I_e)

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \quad M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$$I_{cr} = \frac{bc^3}{3} + nA_s(d - c)^2 \quad C = \left(\sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho\right) d$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad I_g = \frac{b d^3}{12} \quad f_r = 2 \sqrt{f'_c}$$

Tabla 5.25
Momento actuante (dirección x-x)

TABLE: Element Forces - Area Shells										
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	M11	M22	MMax	MMin	MAngle	M11x25
Text	Text	Text	Text	Text	Kgf-cm/cm	Kgf-cm/cm	Kgf-cm/cm	Kgf-cm/cm	Degrees	Kg f-cm
277	277	Shell-Thin	287	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	-8.743E-13	19147
277	277	Shell-Thin	317	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	1.871E-12	19147
277	277	Shell-Thin	318	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	6.262E-12	19147
277	277	Shell-Thin	288	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	3.518E-12	19147

Tabla 5.26*Momento actuante (dirección y-y)*

TABLE: Element Forces - Area Shells										
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	M11	M22	MMax	MMin	MAngle	M22x25
Text	Text	Text	Text	Text	Kgf-cm/cm	Kgf-cm/cm	Kgf-cm/cm	Kgf-cm/cm	Degrees	Kg f-cm
277	277	Shell-Thin	287	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	-8.743E-13	9679.75
277	277	Shell-Thin	317	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	1.871E-12	9679.75
277	277	Shell-Thin	318	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	6.262E-12	9679.75
277	277	Shell-Thin	288	CM+CV	765.88	387.19	765.88	387.19	3.518E-12	9679.75

Tabla 5.27*Momento de inercia dirección x-x***DIRECCIÓN X-X** $n = 9.20$ $\rho = 0.00676$ $c = 2.219205328$ $I_g = 2083.33 \text{ cm}^4$ $I_{cr} = 416.17 \text{ cm}^4$ $M_a = 19147.00 \text{ kg-cm}$ $M_{cr} = 12076.15 \text{ kg-cm}$ $I_e = 834.44 \text{ cm}^4$ $I_e/I_g = 0.4005$ **Tabla 5.28***Momento de inercia dirección y-y***DIRECCIÓN Y-Y** $n = 9.20$ $\rho = 0.00676$ $c = 2.21920533$ $I_g = 2083.33 \text{ cm}^4$ $I_{cr} = 416.17 \text{ cm}^4$ $M_a = 9679.75 \text{ kg-cm}$ $M_{cr} = 12076.15 \text{ kg-cm}$ $I_e = 3653.38 \text{ cm}^4$ $I_e/I_g = 1.7536$

- 1) Se modifica el momento de inercia de la losa maciza en el sentido del Eje $x-x$ por la relación Ie/Ig .
- 2) Se obtiene un nuevo desplazamiento lo cual debe compararse con los desplazamientos límites de la Norma E.030

Deflexión inmediata

Se ha usado el programa Sap2000, para modelar la losa maciza mediante elementos finitos.

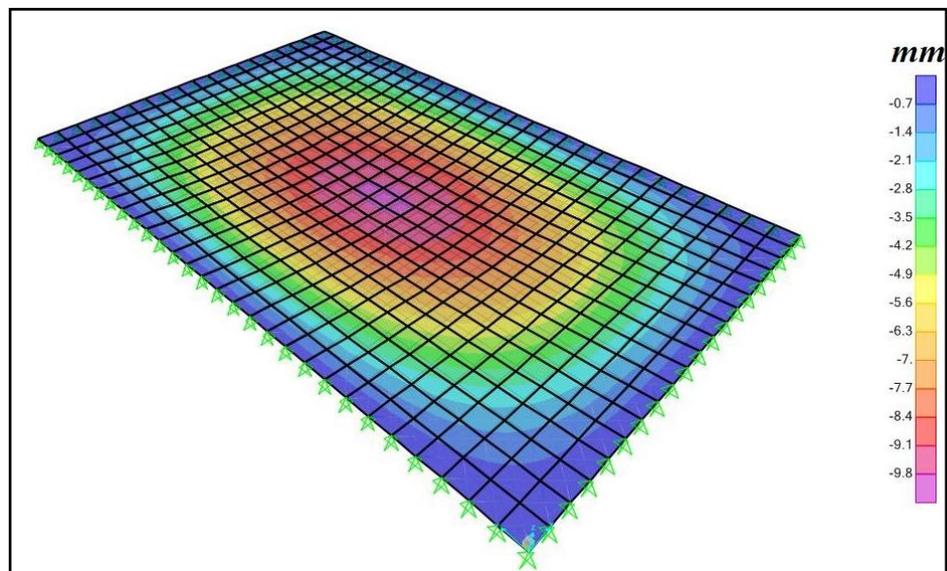


Figura 5.11 Deflexión de Losa maciza (Sap2000)

- Debido a la carga muerta D :

$$\delta D = 9.91 \text{ mm}$$

- Debido al 100% de la carga viva L :

$$\delta L(100\%) = 2.92 \text{ mm}$$

- Debido al 30% de la carga viva L :

$$\delta L(30\%) = 0.88 \text{ mm}$$

Deflexiones diferidas:

Tabla 5.29

Deflexión Diferida

Duración de la carga sostenida, meses	Factor dependiente del tiempo, ξ
3	1
6	1.2
12	1.4
60 ó más	2

- 1) Se usa el factor dependiente del tiempo $\xi=2$, debido que la edificación cuenta con más de 5 años de construido.
- 2) No se cuenta con cuantía a compresión en la losa maciza (ρ'), por lo que se asume un valor de cero, reemplazando en la fórmula:

$$\lambda\Delta = \frac{\xi}{1+50\rho'} \rightarrow \lambda\Delta = 2$$

Deflexión total

$$\delta_{Dif} = \lambda\Delta \times \delta_{D,L}$$

$\delta D.\lambda \Delta =$	19.82 mm
$\delta L(30\%).\lambda \Delta =$	1.75 mm
$\delta L(100\%) =$	2.92 mm
$\delta_{serv} =$	24.49 mm

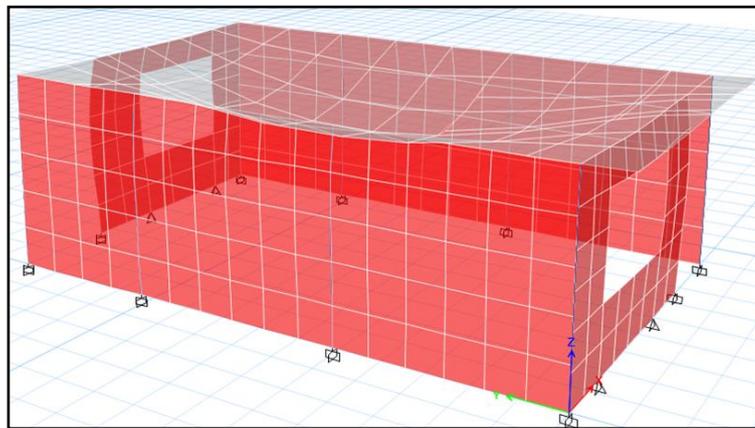


Figura 5.12 Deflexión de Losa Maciza (Etabs)

$$\delta_{serv} < \delta_{Lim} = L/480$$

Tabla 5.30
Deflexión

Losa	δ_{serv} (mm)	δ_{lim} (mm)	$\delta_{serv} < \delta_{lim}$
2 Direcciones	24.49	9.58	<i>No Cumple</i>



Figura 5.13 Grietas debido a la deflexión de losa maciza

Se concluye que la deflexión de la losa maciza es mayor al límite máximo establecido por la norma técnica de concreto armado E-0.60, para pisos o techos ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños. Y efectivamente estos resultados se ve reflejado en las grietas de la Figura 5.13

❖ CONTROL ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Datos:

$$h = 240 \text{ cm}$$

$$f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

Se hace un chequeo de los esfuerzos axiales máximos en todos los muros según la norma E.070 Como se muestra en la Tabla 5.31:

$$Pg = P_D + P_L$$

$$\sigma_m = \frac{Pg}{Lt}$$

$$\sigma_m \leq \sigma_{adm} = 0.2 * f'm (1 - (\frac{h}{35t})^2) \leq 0.15f'm$$

Tabla 5.31

Control de Esfuerzo Axial

CONTROL ESFUERZO AXIAL NTE E-070							
Muro	L (cm)	t (cm)	Pg (ton)	σ_m (Ton/m2)	σ_{adm} (ton/m2)	0.15*f'm (ton/m2)	$\sigma_m \leq \sigma_{adm}$
P1	182.5	25	1.47	3.22	64.73	52.50	Conforme
P2	260	25	3.09	4.75	64.73	52.50	Conforme
P3	257.5	25	2.72	4.22	64.73	52.50	Conforme
P4	332.5	25	4.41	5.31	64.73	52.50	Conforme
P5	257.5	15	1.52	3.95	55.37	52.50	Conforme
P6	260	15	1.82	4.68	55.37	52.50	Conforme
P7	182.5	15	1.01	3.68	55.37	52.50	Conforme
P8	307.5	15	2.31	5.02	55.37	52.50	Conforme

Se verifica que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}), sin embargo aquellos resultados han sido evaluados a nivel local, se debe hacer una evaluación a nivel de toda la estructura con el aporte de los esfuerzos generado por la losa maciza ver Figura 5.14 y 5.15

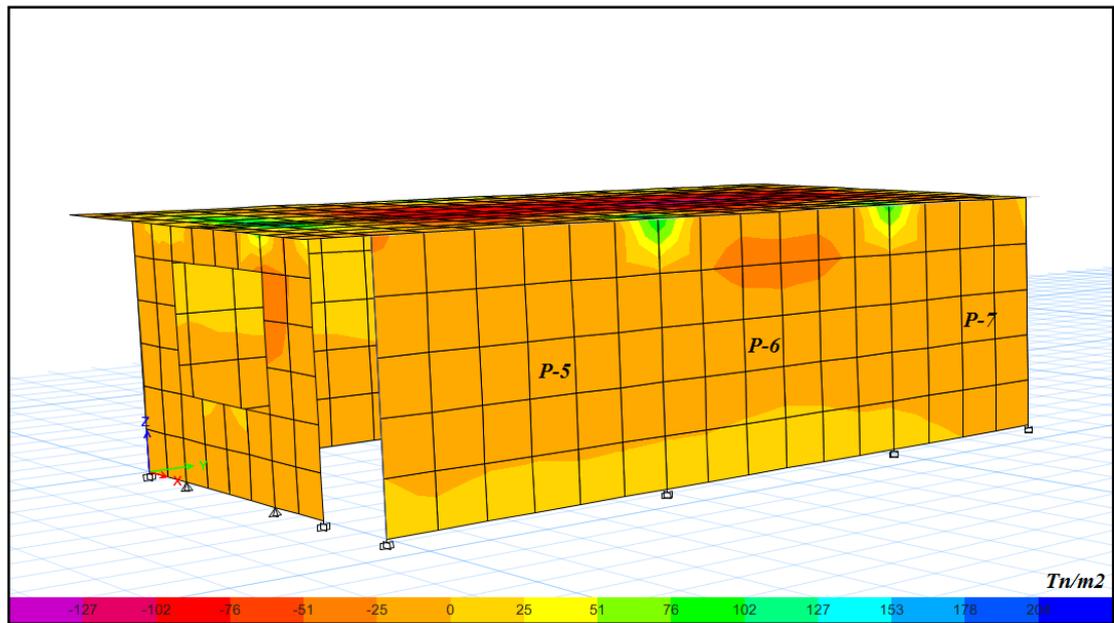


Figura 5.14 Esfuerzos axiales en los muros de albañilería las zonas de color verde son los más críticos con esfuerzos que superan lo normativo.



Figura 5.15 Fisuras y grietas en los muros de albañilería, a causa del aporte de los esfuerzos de la losa maciza sobre los muros.

Con el uso del Etabs, se sometió a la determinación de los esfuerzos axiales en los muros de albañilería a nivel de toda la estructura considerando el aporte de esfuerzos generado por la deflexión de la losa maciza . Obteniendo como resultado del análisis zonas críticas en los muros de color verde que representan a esfuerzos axiales máximos Figura 5.14 y 5.15, estos esfuerzos no cumplen con los esfuerzos admisibles ya determinados en la Tabla 5.31 . Se llega a la conclusión que el origen de los daños

generados en los muros de albañilería como fisuras y grietas, son el resultado de la baja capacidad de resistencia ante esfuerzos axiales de los muros en las zonas críticas de color verde y la transmisión de esfuerzos que se generan producto de la deflexión de la losa maciza.

❖ RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL EN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA

Tabla 5.32

Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje x-x

DATOS DE ETABS EJE X-X				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)
P4	4.08	0.92	2.04	0.46
P8	2.70	1.37	1.35	0.69

Tabla 5.33

Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje y-y

DATOS DE ETABS EJE Y-Y				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)
P1	1.73	0.51	0.87	0.26
P2	2.78	0.62	1.39	0.31
P3	2.75	0.75	1.38	0.38
P5	2.33	0.60	1.17	0.30
P6	2.52	0.69	1.26	0.34
P7	1.59	0.40	0.79	0.20

Unidades de Arcilla y de Concreto:

$$Vm = 0.55(V'm)(\alpha)(t)(L) + 0.23Pg$$

$$\alpha = \frac{V_e L}{M_e}; \text{ donde: } 1/3 < \alpha < 1$$

$$P_g = P_D + 0.25P_L$$

Donde: $\langle\langle V_e \rangle\rangle$ es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,

$\langle\langle M_e \rangle\rangle$ es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

Tabla 5.34

Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (Dirección X-X)

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE (DIRECCIÓN X-X NTE E-030)											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=V_e*L/M_e$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P4	332.5	25	2.04	0.46	51	14.74	1.00	4.03	24.24	13.33	Conforme
P8	307.5	15	1.35	0.69	51	6.04	1.00	2.13	13.43	7.39	Conforme

Tabla 5.35

Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (Dirección Y-Y)

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE (DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030)											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=V_e*L/M_e$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P1	182.5	25	0.87	0.26	51	6.16	1.00	1.40	13.12	7.22	Conforme
P2	260	25	1.39	0.31	51	11.59	1.00	2.88	18.90	10.39	Conforme
P3	257.5	25	1.38	0.38	51	9.40	1.00	2.58	18.65	10.26	Conforme
P5	257.5	15	1.17	0.30	51	9.96	1.00	1.43	11.16	6.14	Conforme
P6	260	15	1.26	0.34	51	9.56	1.00	1.69	11.33	6.23	Conforme
P7	182.5	15	0.79	0.20	51	7.19	1.00	0.95	7.90	4.34	Conforme

❖ VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO

$$\Sigma v_s \leq \Sigma v_m$$

Tabla 5.36

*Verificación de la Resistencia al Corte
dirección x-x*

VERIFICACIÓN DE LA RESITENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P4	4.08	24.24
P8	2.70	13.43

$\sum Vs=6.78 < \sum Vm=37.67$ Conforme

Tabla 5.37

*Verificación de la Resistencia al Corte
dirección y-y*

VERIFICACIÓN DE LA RESITENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P1	1.73	13.12
P2	2.78	18.90
P3	2.75	18.65
P5	2.33	11.16
P6	2.52	11.33
P7	1.59	7.90

$\sum Vs=13.70 < \sum Vm=81.05$ Conforme

5.2 Evaluación de la Estructura N°2

La estructura N°2 (Figura 5.16), está ubicada en el Balneario de Chorrillos, Av. Chorrillos N°301, con un tiempo de construcción aproximadamente de 40 años. No se cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.



Figura 5.16 Estructura N°2

Se analiza una estructura de 2 pisos más un semisótano en base a muros de albañilería como se observa en la Figura 5.17, se cuenta con una escalera. En ambas direcciones se tiene muros de albañilería de 15 y 27.5 cm de espesor a nivel de acabado, el techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de 20 cm de espesor.

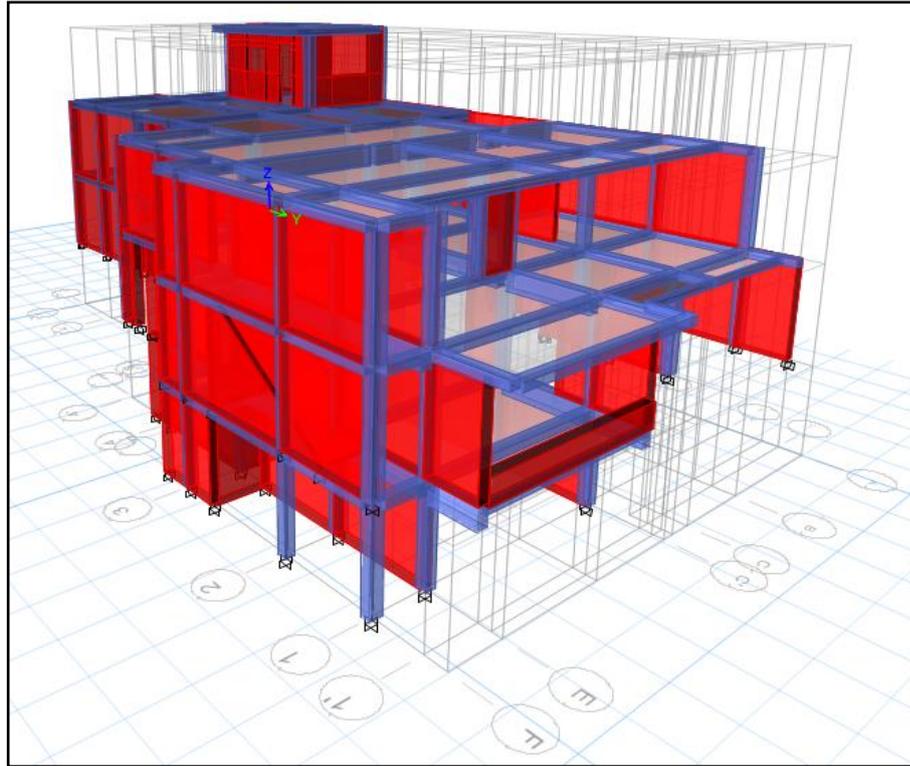


Figura 5.17 Estructura N°2

En el 1° Piso la estructura presenta fisuras y grietas en el muro de albañilería del eje $I'-I'$ ver Figura 5.18, así también en la viga estructural ubicado en el eje 2-2 ver Figura 5.19. La posible causa de los daños que se presentan en el muro sea por la excesiva luz del alero del 1° Piso y en el caso de la viga sea por la excesiva luz del alero del 2° Piso que transmite sus cargas a los muros, columnas y estas sobre la viga del 1° Piso ver Anexo 2 – Planos, Figura 2 al 9

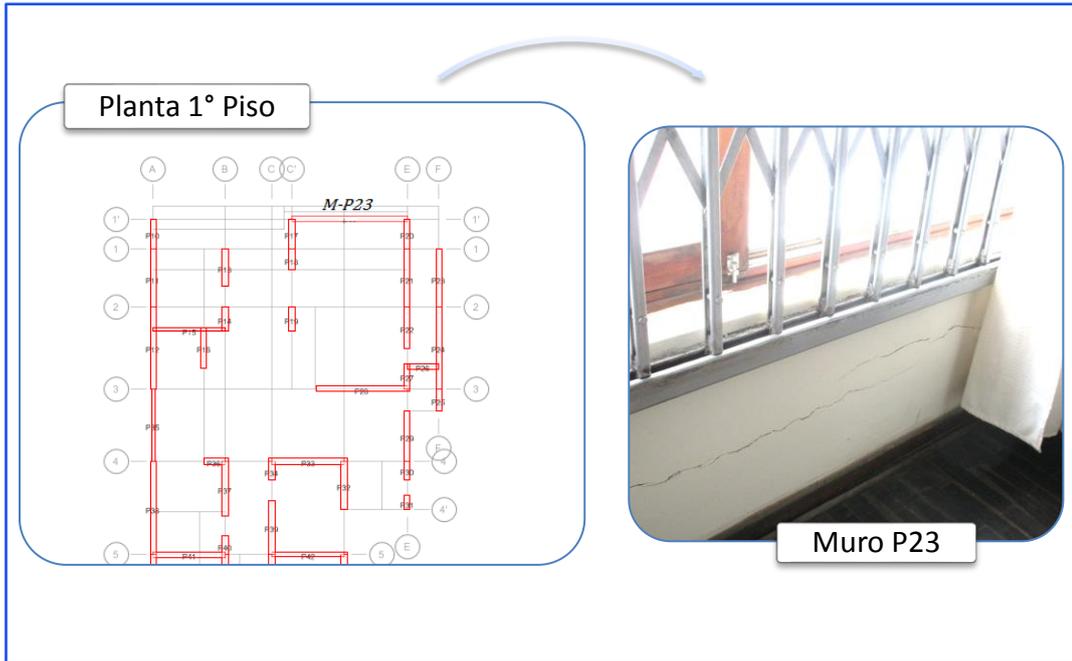


Figura 5.18 El muro P23 presenta fisuras y grietas

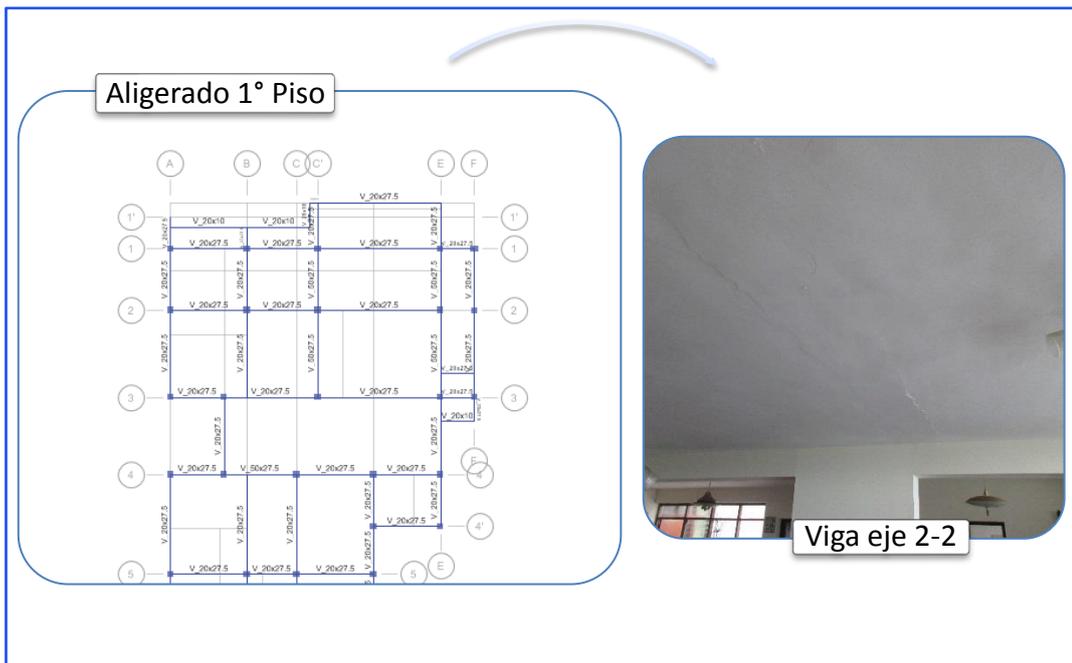


Figura 5.19 Viga del eje 2-2 presenta fisuras

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_Y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

Semisótano $e = 0.20 \text{ m}$

1° piso $e = 0.20 \text{ m}$

2° piso $e = 0.20 \text{ m}$

Azotea $e = 0.20 \text{ m}$

Cargas

Acabados de piso y techo

Acabado 100 kg/m^2

Cargas vivas

Viviendas 200 kg/m^2

Techos 100 kg/m^2

Parámetros sísmicos

Zona sísmica 4 $Z = 0.45$

Categoría C $U = 1$

Coefficiente de amplificación sísmica $C = 2.5$

Perfil de suelo S3 $S = 1.10$

Coefficiente de reducción $R_{d(x-x)} = 2.16$

$R_{d(y-y)} = 2.7$

Periodos $T_p = 1.0$

$T_L = 1.6$

Elementos:

Columnas – C27.5x27.5, C32x25, C25x25, C40x27.5, C36x17, C32x27.5, C27.5x20,
C30x18

Vigas – V50x27.5, V20x27.5, V20x10

❖ **PERIODO DE VIBRACIÓN****Tabla 5.38**

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.126	71.96%	0.03%	71.96%	0.03%	0.05%	40.44%	5.91%	0.05%	40.44%	5.91%	X-X	-
2	0.090	3.45%	2.28%	75.41%	2.31%	2.98%	0.12%	61.88%	3.03%	40.55%	67.79%	Z-Z	-
3	0.072	0.03%	62.04%	75.43%	64.35%	35.17%	0.03%	2.94%	38.20%	40.58%	70.73%	Y-Y	-
4	0.067	2.65%	7.79%	78.08%	72.14%	1.80%	5.33%	5.78%	39.99%	45.91%	76.51%	-	-
5	0.051	2.19%	6.81%	80.28%	78.96%	1.17%	6.44%	0.02%	41.16%	52.34%	76.53%	-	-
6	0.045	7.50%	0.51%	87.78%	79.47%	0.32%	13.35%	0.37%	41.48%	65.69%	76.89%	-	-
7	0.039	0.02%	2.31%	87.80%	81.78%	4.61%	0.51%	0.97%	46.09%	66.21%	77.87%	-	-
8	0.022	0.09%	9.35%	87.88%	91.13%	27.60%	0.35%	0.57%	73.69%	66.56%	78.44%	-	-
9	0.017	5.88%	0.11%	93.77%	91.24%	0.38%	14.61%	0.09%	74.07%	81.17%	78.53%	-	-

Se observa que los periodos para cada caso modal están en el orden aceptado de estructuras de 3 pisos no superando el 0.3 seg.

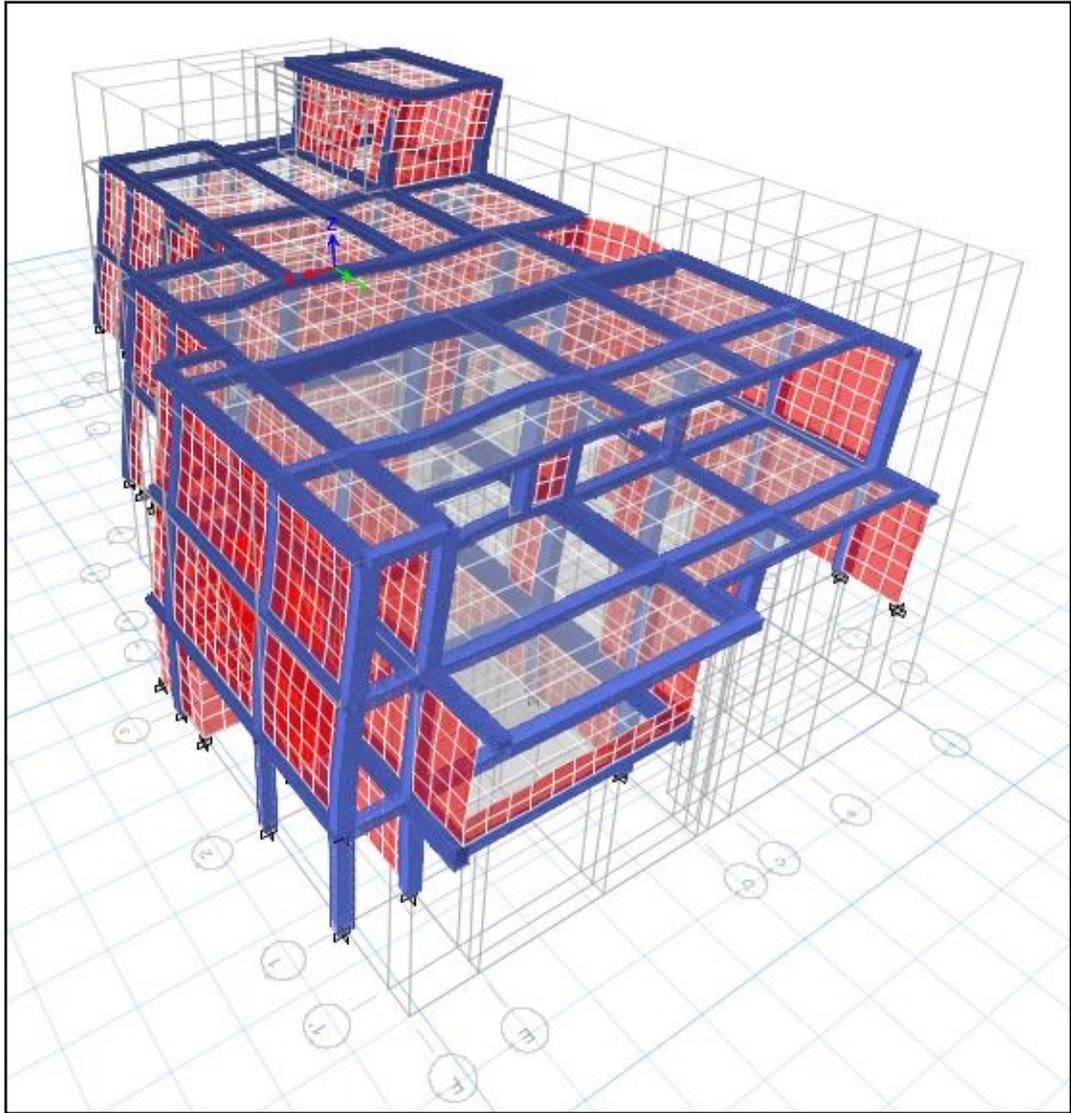


Figura 5.20
Vista del primer modo de vibración en el sentido del eje $x-x$ con $T:0.126$ seg.

❖ **CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ**

Tabla 5.39

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez						
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones
		m	m	m	m	
Azotea	D1	1.93	4.40	1.00	3.17	Excentr. Y-Y 1.23
2 Piso	D1	5.34	10.31	5.55	10.54	Excentr. Y-Y 0.23
1 Piso	D1	5.50	11.08	6.01	11.45	Excentr. Y-Y 0.51

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.40

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
Azotea	1.93	1.93	18.95
2 Piso	21.49	21.49	210.79
1 Piso	25.84	25.84	253.54

∑ Peso: 483.27

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (Ro) en los dos ejes se ha reajustado por la irregularidad que presenta la estructura en aquel sentido:

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

$$R_x = 2.16$$

$$R_y = 2.70$$

$$K_x = 0.573$$

$$K_y = 0.458$$

$$V_x = 276.88 \text{ Ton}$$

$$V_y = 221.50 \text{ Ton}$$

Tabla 5.41

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	18.95	8.60	162.97	0.08	21.02	21.02	58.87
2 Piso	210.79	5.80	1222.57	0.57	157.72	178.75	559.37
1 Piso	253.54	3.00	760.61	0.35	98.13	276.88	1389.99

∑ 483.27

∑ 2146.15

Tabla 5.42
Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	18.95	8.60	162.97	0.08	16.82	16.82	47.09
2 Piso	210.79	5.80	1222.57	0.57	126.18	143.00	447.49
1 Piso	253.54	3.00	760.61	0.35	78.50	221.50	1111.99
	Σ 483.27		Σ 2146.15				

❖ **FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA**

$V_{DX}=215.75$ Ton

$V_{DY}=167.19$ Ton

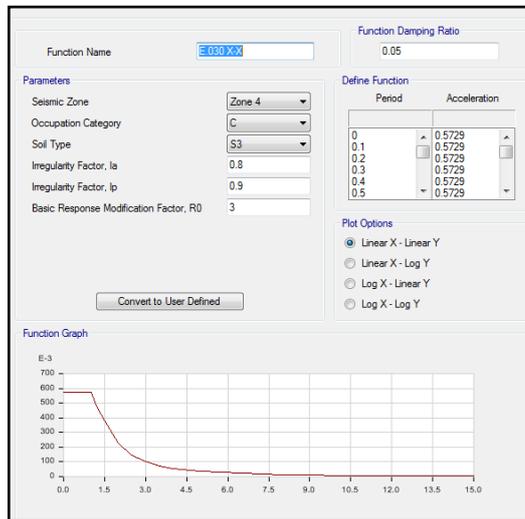


Figura 5.21 Espectro en la dirección x-x

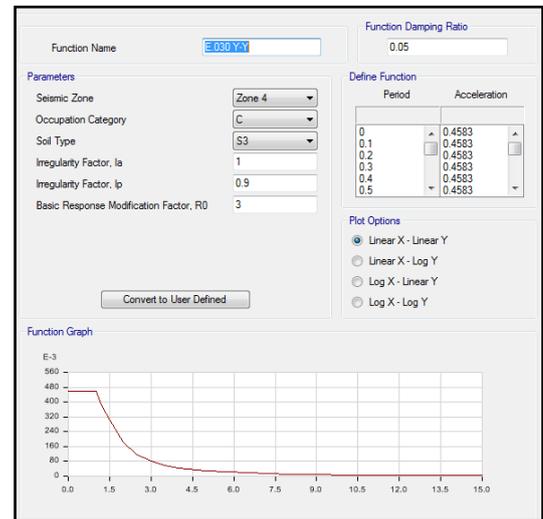


Figura 5.22 Espectro en la dirección y-y

❖ **FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO**

Tabla 5.43
Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	276.88 Ton
Vx Dinámico	215.75 Ton
Vx Din/ Vx Est	78%
Configuración	Irregular
Cociente Mínim	0.90
Factor (Tx)	1.155

Tabla 5.44
Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	221.50 Ton
Vy Dinámico	167.19 Ton
Vy Din/ Vy Est	75%
Configuración	Irregular
Cociente Mínim	0.90
Factor (Ty)	1.192

De los resultados de las Tablas 5.43 y 5.44, se toma el factor: T_x : 1.155 y T_y : 1.192, para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.45

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	4.456	1.68	2.16	0.85	3.09	2600	0.00065	0.0012	0.005	Cumple
2 Piso	2.773	1.37	2.16	0.85	2.51	2600	0.00053	0.0010	0.005	Cumple
1 Piso	1.405	1.41	2.16	0.85	2.58	2600	0.00054	0.0010	0.005	Cumple

Tabla 5.46

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	1.401	0.70	2.7	0.85	1.60	2600	0.00027	0.0006	0.005	Cumple
2 Piso	0.704	0.35	2.7	0.85	0.80	2600	0.00013	0.0003	0.005	Cumple
1 Piso	0.354	0.35	2.7	0.85	0.81	2600	0.00014	0.0003	0.005	Cumple

Tabla 5.47

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	4.11	1.02	2.16	0.85	1.88	2600	0.00039	0.0007	0.005	Cumple
2 Piso	3.086	1.49	2.16	0.85	2.74	2600	0.00057	0.0011	0.005	Cumple
1 Piso	1.592	1.59	2.16	0.85	2.92	2600	0.00061	0.0011	0.005	Cumple

Tabla 5.48

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	1.323	0.58	2.7	0.85	1.34	2600	0.00022	0.0005	0.005	Cumple
2 Piso	0.741	0.39	2.7	0.85	0.89	2600	0.00015	0.0003	0.005	Cumple
1 Piso	0.355	0.36	2.7	0.85	0.81	2600	0.00014	0.0003	0.005	Cumple

❖ IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Altura

Piso Blando

Tabla 5.49

Análisis de piso blando (dirección x-x)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	12782.008	-	-	-	-	-
2 Piso	104404.778	-	8.17	-	-	-
1 Piso	189807.195	-	1.82	-	3.24	-

Tabla 5.50

Análisis de piso blando (dirección y-y)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	-	23442.344	-	-	-	-
2 Piso	-	365235.236	-	15.58	-	-
1 Piso	-	572647.083	-	1.57	-	2.95

Se cumple la relación $K_i/K_{i+1} > 0.7$ por lo tanto la estructura no presenta piso blando

Discontinuidad en los sistemas resistentes

$$I_a = 0.80$$

$$\Delta \geq D * 25\%$$

$$\frac{V_2}{V_x} \geq 10\%$$

Tabla 5.51

Discontinuidad de Muro P41 (dirección x-x)

DIRECCIÓN X-X						
Story	Pier	Load	Location	Vx(tonf)	V2(tonf)	V2/Vx(%)
Story1	P41	SX-Estático	Top	276.88	30.58	11.04%

La relación V_2/V_x , supera al 10% estipulado por la Norma Técnica E.030, por lo tanto se designa el valor I_a : 0.80.

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

No será necesario realizar un análisis por irregularidad torsional debido que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es menor que el 50% del desplazamiento permisible así como lo indica la Tabla 2.11 .

Esquinas Entrantes

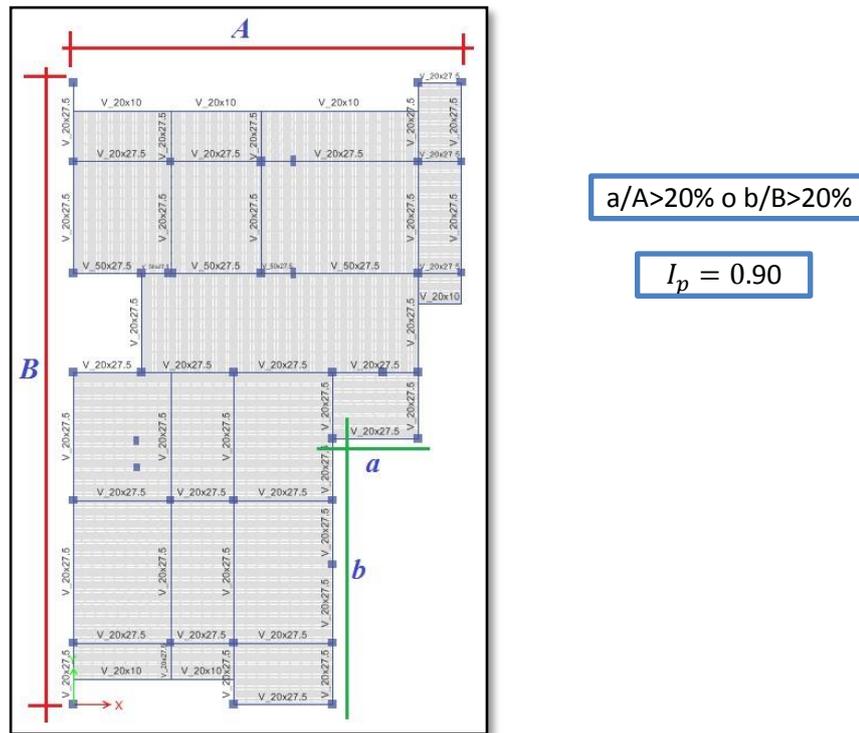


Figura 5.23 Esquinas Entrantes

$$A=12.96\text{m} \quad a=2.79\text{m} \quad 21.53\% : a/A > 20\%$$

$$B=22.63\text{m} \quad b=8.76\text{m} \quad 38.71\% : b/B > 20\%$$

De los resultados se concluye que la estructura N°2 presenta irregularidad de esquina entrante y discontinuidad de los sistemas resistente, porque los valores no están dentro de los rangos permisibles según la Norma Técnica E. 030 . Por consiguiente será necesario realizar los reajustes de los coeficientes de reducción y para posteriormente realizar un reanálisis de la estructura.

$$R_o(x-x) = 3 \quad R_o(y-y) = 3$$

$$I_a = 0.8 \quad I_a = 1$$

$$I_p = 0.9 \qquad I_p = 0.9$$

$$R(x-x) = 2.16 \qquad R(y-y) = 2.7$$

❖ **CONTROL DE DEFLEXIÓN EN LOSAS ALIGERADAS**

Para la evaluación de las losas aligeradas se ha usado el programa Etabs v16.2, Haciendo el uso de la aplicación de los elementos finitos.

❖ **Diagnóstico**

Dimensiones:

Alero del sótano: 1.37 m

Alero del 1°Piso: 1.95 m

Alero del 2° Piso: 1.54 m

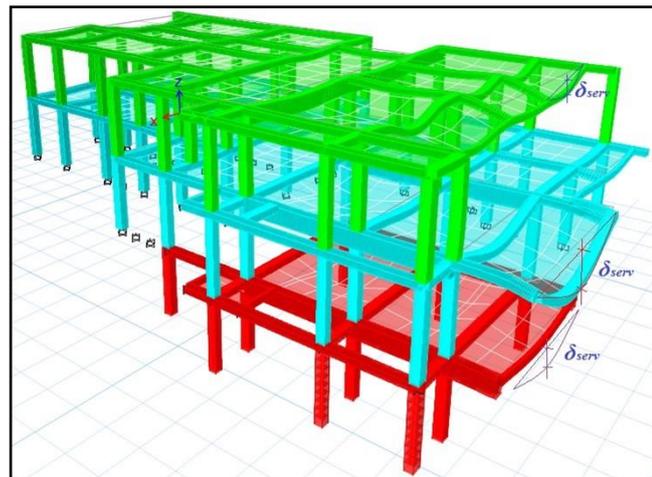


Figura 5.24 Deflexión de Losas aligeradas

Deflexión inmediata:

Tabla 5.52

Deflexión inmediata

Descripción/Deflexión	Aligerado Sótano (mm)	Aligerado 1° Piso (mm)	Aligerado 2° Piso (mm)
Debido a la Carga Muerta (δD)	0.80	2.84	1.97
Debido a Carga Viva $\delta L(100\%)$	0.15	0.97	0.40
Debido a Carga Viva $\delta L(30\%)$	0.05	0.29	0.12

Deflexiones diferidas:

$$\lambda \Delta = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{A_{bxt}}$$

Tabla 5.53

Valor del Factor $\lambda \Delta$

Alero	ρ'	ξ	$\lambda \Delta$
Sótano	0.363%	2	1.69
Piso 1	0.363%	2	1.69
Piso 2	0.363%	2	1.69

Deflexiones totales:

$$\delta_{Dif} = \lambda \Delta \times \delta_{D,L}$$

Tabla 5.54

Deflexión de servicio

Descripción/Deflexión	Aligerado Sótano (mm)	Aligerado 1° Piso (mm)	Aligerado 2° Piso (mm)
$\delta D \cdot \lambda \Delta \dots\dots\dots(1)$	1.35	4.81	3.33
$\delta L(30\%) \cdot \lambda \Delta \dots\dots(2)$	0.08	0.49	0.20
$\delta L(100\%) \dots\dots\dots(3)$	0.15	0.97	0.40
$\delta_{serv} = (1) + (2) + (3)$	1.58	6.27	3.94

La deflexión calculada no debe exceder los límites establecidos, pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes:

$$\delta_{serv} < \delta_{Lim} = L/480$$

Tabla 5.55

Control de deflexión por servicio

Alero	δ_{serv} (mm)	δ_{lim} (mm)	$\delta_{serv} < \delta_{lim}$
Sótano	1.58 mm	2.85	Si Cumple
1° Piso	6.27 mm	4.06	No Cumple
2° Piso	3.94 mm	3.21	No Cumple

La deflexión de los aleros del 1° y 2° Piso son mayores al límite máximo establecido por la norma, para pisos o techos ligados a elementos no estructurales susceptibles de

sufrir daños. Es preciso destacar que el cálculo de las deflexiones se realizó empleando la inercia de la sección sin fisurar (I_g); tener en consideración que las deflexiones reales serán mayores a las determinadas.

❖ Pronóstico N°1

Se reanaliza la estructura, con los aleros reducidos, para mejorar el comportamiento de la estructura.

Dimensiones:

Alero del sótano: 0.92 m

Alero del 1°Piso:0.92 m

Alero del 2° Piso: 0.00 m

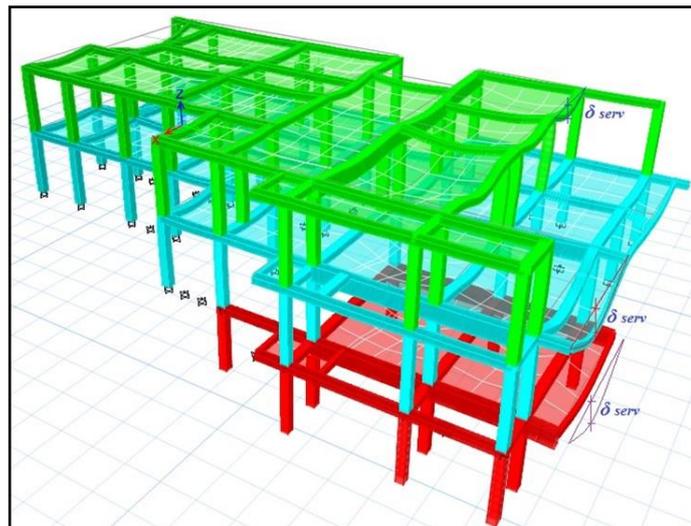


Figura 5.25 Deflexión de Losas aligeradas

Deflexión inmediata:

Tabla 5.56

Deflexión inmediata

Descripción/Deflexión	Aligerado Sótano (mm)	Aligerado Piso 1 (mm)	Aligerado Piso 2 (mm)
Debido a la Carga Muerta	0.54	1.48	0.00
Debido al 100% de Carga Viva	0.09	0.58	0.00
Debido al 30% de Carga Viva	0.03	0.17	0.00

Deflexiones diferidas:

$$\lambda \Delta = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

$$\rho' = \frac{A'_s}{A_{bxt}}$$

Tabla 5.57

Valor del Factor $\lambda \Delta$

Alero	ρ'	ξ	$\lambda \Delta$
Sótano	0.363%	2	1.69
Piso 1	0.363%	2	1.69
Piso 2	0.363%	2	1.69

Deflexiones totales:

$$\delta_{Dif} = \lambda \Delta \times \delta_{D,L}$$

Tabla 5.58

Deflexión de servicio

Descripción/Deflexión	Aligerado Sótano (mm)	Aligerado Piso 1 (mm)	Aligerado Piso 2 (mm)
$\delta D.\lambda \Delta \dots\dots(1)$	0.91	2.51	0.00
$\delta L(30\%).\lambda \Delta \dots(2)$	0.04	0.29	0.00
$\delta L(100\%)\dots\dots(3)$	0.09	0.58	0.00
$\delta_{serv}=(1)+(2)+(3)$	1.04	3.38	0.00

La deflexión calculada no debe exceder los límites establecidos, Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes:

$$\delta_{serv} < \delta_{Lim} = L/480$$

Tabla 5.59

Control de deflexión por servicio

Alero	δ_{serv} (mm)	δ_{lim} (mm)	$\delta_{serv} < \delta_{lim}$
Sótano	1.04 mm	1.92	Si Cumple
Piso 1	3.38 mm	1.92	No Cumple
Piso 2	0.00 mm	0.00	Sin deflexión

❖ Pronóstico N°2

Se propone la demolición de los aleros del 1° y 2° Piso para evitar que más elementos de la estructura se dañen por causa de las deflexiones de los aligerados, así también demoler el alero del sótano a nivel de la losa aligerada del 1° Piso para mejorar la arquitectura ver la Figura 5.26. De este modo se recomienda volver hacer la evaluación estructural para garantizar la seguridad en la edificación.

Dimensiones:

Alero del sótano: 0.00 m

Alero del 1°Piso:0.00 m

Alero del 2° Piso: 0.00 m

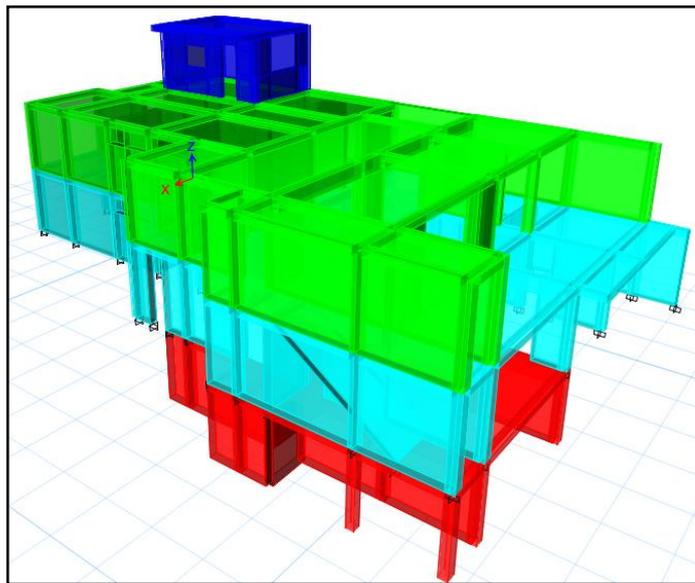


Figura 5.26 Planteamiento de Solución ante deflexión de aleros de la Estructura N°2

PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 5.60

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.124	71.17%	0.05%	71.17%	0.05%	0.07%	40.38%	7.61%	0.07%	40.38%	7.61%	X-X	
2	0.086	5.20%	3.32%	76.37%	3.36%	3.93%	0.08%	58.26%	4.00%	40.46%	65.87%	Z-Z	
3	0.07	0.01%	57.88%	76.37%	61.24%	33.33%	0.05%	4.79%	37.33%	40.51%	70.66%	Y-Y	
4	0.066	2.50%	10.54%	78.88%	71.78%	2.83%	5.19%	5.59%	40.16%	45.70%	76.26%	-	
5	0.051	1.97%	7.89%	80.85%	79.67%	1.14%	6.10%	0.00%	41.30%	51.79%	76.26%	-	
6	0.044	7.59%	0.64%	88.44%	80.31%	0.56%	14.85%	0.10%	41.86%	66.64%	76.36%	-	
7	0.038	0.06%	2.27%	88.51%	82.59%	4.86%	0.05%	1.54%	46.72%	66.69%	77.90%	-	
8	0.022	0.00%	9.21%	88.51%	91.80%	28.11%	0.06%	0.79%	74.83%	66.75%	78.69%	-	
9	0.017	5.75%	0.00%	94.26%	91.80%	0.01%	14.98%	0.14%	74.84%	81.73%	78.83%	-	

CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.61

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
Azotea	D1	1.93	4.40	1.00	3.17	Excentr. Y-Y	1.23
2 Piso	D1	5.33	9.67	5.53	10.51	Excentr. Y-Y	0.84
1 Piso	D1	5.43	10.57	5.98	11.41	Excentr. Y-Y	0.85

PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.62

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
Azotea	1.93	1.93	18.95
2 Piso	20.57	20.57	201.78
1 Piso	24.81	24.81	243.39

Σ Peso: 464.12

FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (R_0) en los dos ejes se ha reajustado por la irregularidad que presenta la estructura en aquel sentido:

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

$$R_x = 2.16$$

$$R_y = 2.70$$

$$K_x = 0.573$$

$$K_y = 0.458$$

$$V_x = 265.90 \text{ Ton}$$

$$V_y = 212.72 \text{ Ton}$$

Tabla 5.63

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	18.95	8.60	162.97	0.08	21.00	21.00	58.80
2 Piso	201.78	5.80	1170.33	0.57	150.81	171.81	539.87
1 Piso	243.39	3.00	730.16	0.35	94.09	265.90	1337.58
	Σ 464.12		Σ 2063.46				

Tabla 5.64

Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	18.95	8.60	162.97	0.08	16.80	16.80	47.04
2 Piso	201.78	5.80	1170.33	0.57	120.65	137.45	431.90
1 Piso	243.39	3.00	730.16	0.35	75.27	212.72	1070.06
	Σ 464.12		Σ 2063.46				

CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.65

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	5.131	1.91	2.16	0.85	3.50	2600	0.00073	0.0013	0.005	Cumple
2 Piso	3.225	1.53	2.16	0.85	2.80	2600	0.00059	0.0011	0.005	Cumple
1 Piso	1.698	1.70	2.16	0.85	3.12	2600	0.00065	0.0012	0.005	Cumple

Tabla 5.66*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	1.594	0.828	2.7	0.85	1.90	2600	0.00032	0.0007	0.005	Cumple
2 Piso	0.766	0.335	2.7	0.85	0.77	2600	0.00013	0.0003	0.005	Cumple
1 Piso	0.431	0.431	2.7	0.85	0.99	2600	0.00017	0.0004	0.005	Cumple

Tabla 5.67*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)*

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	4.797	1.555	2.16	0.85	2.85	2600	0.00060	0.0011	0.005	Cumple
2 Piso	3.242	1.558	2.16	0.85	2.86	2600	0.00060	0.0011	0.005	Cumple
1 Piso	1.684	1.684	2.16	0.85	3.09	2600	0.00065	0.0012	0.005	Cumple

Tabla 5.68*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	1.431	0.66	2.7	0.85	1.51	2600	0.00025	0.0006	0.005	Cumple
2 Piso	0.771	0.377	2.7	0.85	0.87	2600	0.00015	0.0003	0.005	Cumple
1 Piso	0.394	0.394	2.7	0.85	0.90	2600	0.00015	0.0003	0.005	Cumple

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Altura

Piso Blando

Tabla 5.69*Análisis de piso blando (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i+1/ Kx i	Ky i+1/ Ky i	Prom Kx/ Kx i	Prom Ky/ Ky i
Azotea	13505.605	-	-	-	-	-
2 Piso	110051.568	-	8.15	-	-	-
1 Piso	175077.86	-	1.59	-	2.83	-

Tabla 5.70*Análisis de piso blando (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i+1/ Kx i	Ky i+1/ Ky i	Prom Kx/ Kx i	Prom Ky/ Ky i
Azotea	-	25941.61	-	-	-	-
2 Piso	-	383212.726	-	14.77	-	-
1 Piso	-	516950.16	-	1.35	-	2.53

Se cumple la relación $K_i/K_{i+1} > 0.7$ por lo tanto la estructura no presenta piso blando

Discontinuidad en los sistemas resistentes

$$I_a = 0.80 \quad \Delta \geq D * 25\% \quad \frac{V_2}{V_x} \geq 10\%$$

Tabla 5.71*Discontinuidad de Muro P41 (dirección x-x)*

DIRECCIÓN X-X						
Story	Pier	Load	Location	Vx(tonf)	V2(tonf)	V2/Vx(%)
Story1	P41	SX-Estático	Top	265.90	31.95	12.02%

La relación V_2/V_x , supera al 10% estipulado por la Norma Técnica E.030, por lo tanto se designa el valor I_a : 0.80 .

Irregularidad Estructural en Planta**Esquinas Entrantes**

Del diagnóstico:

$$A=12.96m \quad a=2.79m \quad 21.53\% : a/A > 20\%$$

$$B=22.63m \quad b=8.76m \quad 38.71\% : b/B > 20\%$$

$$a/A > 20\% \text{ o } b/B > 20\% \quad I_p = 0.90$$

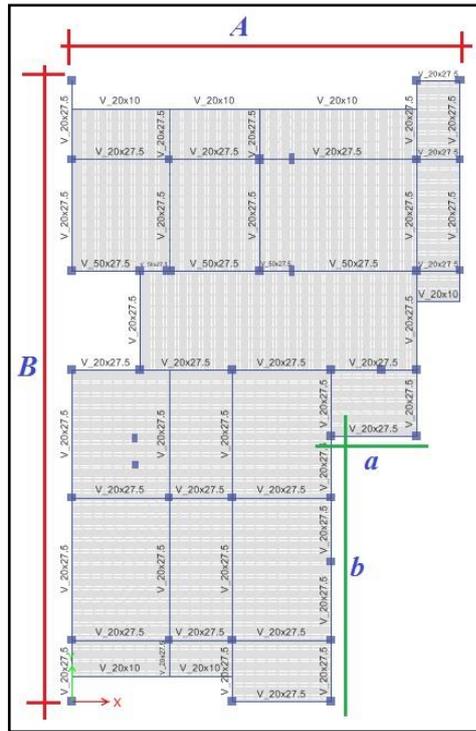


Figura 5.27 Esquinas Entrantes

Del diagnóstico N°2, se concluye que se debe demoler los aleros del 1°, 2° y sótano para mejorar el comportamiento de la estructura. La estructura presenta irregularidad de esquina entrante y discontinuidad de los sistemas resistente, porque los valores no están dentro de los rangos permisibles según la Norma Técnica E. 030 . Por tanto será necesario realizar los reajustes de los coeficientes de reducción y para posteriormente realizar un reanálisis de la estructura.

$$R_o(x-x) = 3$$

$$I_a = 0.8$$

$$I_p = 0.9$$

$$R(x-x) = 2.16$$

$$R_o(y-y) = 3$$

$$I_a = 1$$

$$I_p = 0.9$$

$$R(y-y) = 2.7$$

5.3 Evaluación de la Estructura N°3

La estructura N°3 (Figura 5.28), está ubicada en el Jr. Garcilazo de la Vega Mz:D5 Lt:5, con un tiempo de construcción aproximadamente de 6 años. No se cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.



Figura 5.28 Estructura N°3

La estructura a la actualidad no presenta daños, sin embargo es importante realizar un análisis estructural para conocer el comportamiento de la edificación ante esfuerzos axiales, corte de tal modo poder prevenir daños si fuere el caso.

Se analiza la estructura de 2 pisos, el 1° Piso está conformado por muros de adobe y columnas de concreto, para el análisis no se considera la interacción de los muros con las columnas es decir la estructura se comportará como un pórtico sin embargo en el 2° Piso se considera el aporte de esfuerzos de los muros de albañilería de espesor de 15 cm. Se cuenta también con dos escaleras, , el techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de 20 cm de espesor ver Figura 5.29

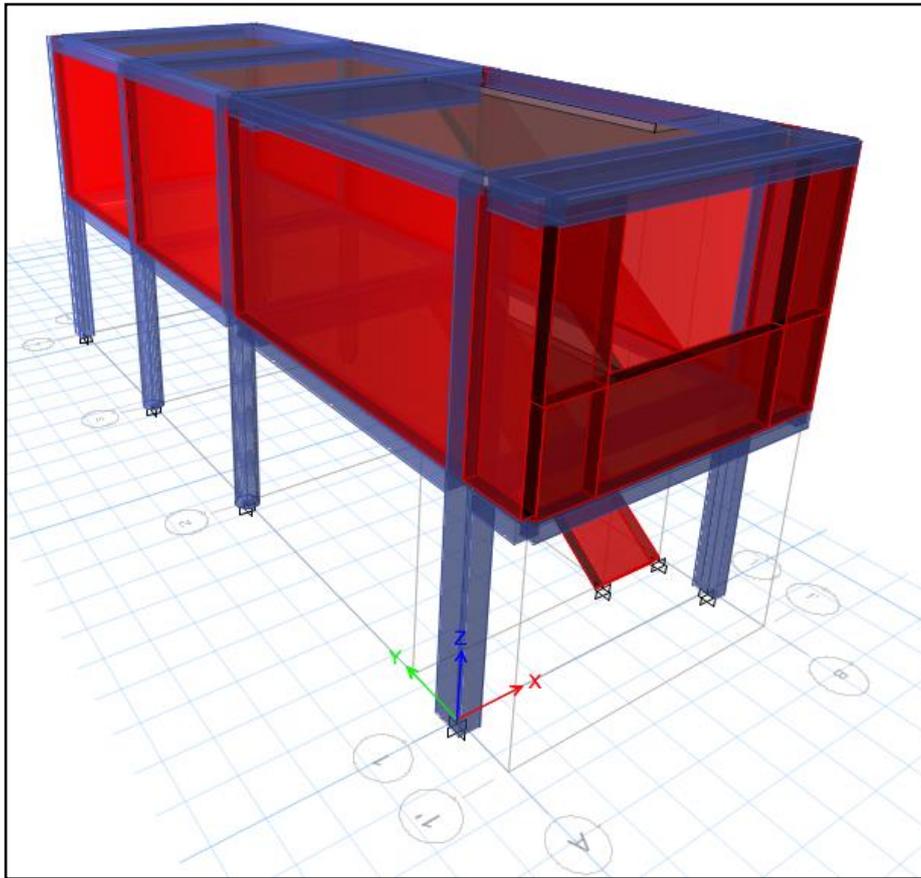


Figura 5.29 Estructura N°3

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

$$1^\circ \text{ piso} \quad e = 0.20 \text{ m}$$

$$2^\circ \text{ piso} \quad e = 0.20 \text{ m}$$

Cargas

Acabados de piso y techo

Acabado 100 kg/m²

Cargas vivas

Viviendas 200 kg/m²

Techos 100 kg/m²

Parámetros sísmicos

Zona sísmica 4 $Z= 0.45$

Categoría C $U= 1$

Coefficiente de amplificación sísmica $C=2.5$

Perfil de suelo S2 $S= 1.05$

Coefficiente de reducción $R_{d(x-x)}= 2.40$

$R_{d(y-y)}= 3.00$

Periodos $T_p= 0.60$

$T_L= 2.00$

Elementos:

Columnas – C25x25, C(φ)30, C35x25, C30x30, C30x15

Vigas – V40x30, V20x25, V20x15

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 5.72

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.239	35.55%	6.15%	35.55%	6.15%	0.14%	1.79%	59.49%	0.14%	1.79%	59.49%	Z-Z	-
2	0.173	58.77%	12.04%	94.32%	18.19%	0.26%	7.38%	23.96%	0.40%	9.17%	83.45%	X-X	Torsión en Z-Z
3	0.085	0.34%	72.23%	94.66%	90.42%	3.40%	12.07%	11.51%	3.80%	21.24%	94.96%	Y-Y	Torsión en Z-Z

Se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total. Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 2 y 3, es el sentido de los ejes $x-x$ e $y-y$. Se debe tener cuidado, ya

que para estos modos, se está presentando 23.96% y 11.51% de masa participativa en el sentido del eje z-z, lo cual conlleva a realizar una evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.83 y 5.84.



Figura 5.30 Principales modos de vibración

❖ CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.73

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
2 Piso	D1	1.82	4.97	2.89	4.12	Excentr. X-X	1.07
1 Piso	D1	1.84	4.84	3.05	3.49	Excentr. Y-Y	1.34

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.74

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
2 Piso	3.24	3.24	31.78
1 Piso	3.68	3.68	36.05

∑ Peso: 67.83

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (R_0) en los dos ejes se ha reajustado por la irregularidad que presenta la estructura en aquel sentido:

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

$$R_x = 3.60$$

$$R_y = 3.00$$

$$K_x = 0.328$$

$$K_y = 0.394$$

$$V_x = 22.26 \text{ Ton}$$

$$V_y = 26.71 \text{ Ton}$$

Tabla 5.75

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
2 Piso	31.78	5.20	165.25	0.64	14.20	14.20	36.92
1 Piso	36.05	2.60	93.74	0.36	8.06	22.26	94.79
	$\Sigma 67.83$		$\Sigma 258.98$				

Tabla 5.76

Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
2 Piso	31.78	5.20	165.25	0.64	17.04	17.04	44.31
1 Piso	36.05	2.60	93.74	0.36	9.67	26.71	113.75
	$\Sigma 67.83$		$\Sigma 258.98$				

❖ FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA

$$V_{DX} = 15.91 \text{ Ton}$$

$$V_{DY} = 16.65 \text{ Ton}$$

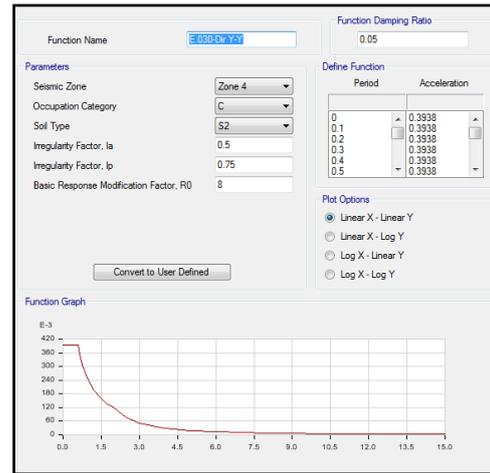
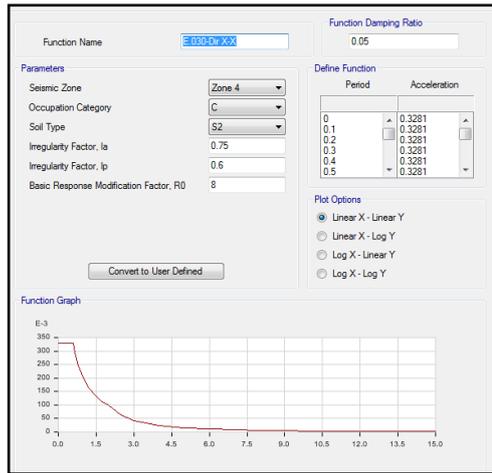


Figura 5.31 Espectro en la dirección x-x Figura 5.32 Espectro en la dirección y-y

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.77

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
2 Piso	5.897	0.846	3.6	0.85	2.59	2600	0.00033	0.0010	0.007	<i>Cumple</i>
1 Piso	5.051	5.051	3.6	0.85	15.46	2600	0.00194	0.0059	0.007	<i>Cumple</i>

Tabla 5.78

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
2 Piso	1.892	0.201	3.0	0.85	0.51	2600	0.00008	0.0002	0.007	<i>Cumple</i>
1 Piso	1.691	1.691	3.0	0.85	4.31	2600	0.00065	0.0017	0.007	<i>Cumple</i>

Tabla 5.79

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
2 Piso	5.316	0.423	3.6	0.85	1.29	2600	0.00016	0.0005	0.007	<i>Cumple</i>
1 Piso	4.893	4.893	3.6	0.85	14.97	2600	0.00188	0.0058	0.007	<i>Cumple</i>

Tabla 5.80*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relat (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < \text{REG}$
2 Piso	1.074	0.074	3.0	0.85	0.19	2600	0.00003	0.0001	0.007	Cumple
1 Piso	1.000	1.000	3.0	0.85	2.55	2600	0.00038	0.0010	0.007	Cumple

Para el 1° piso las distorsiones de entrepisos en la dirección del eje x-x están próximos a los límites normativos, por lo cual no asegura que la edificación tenga un comportamiento adecuado.

❖ IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Altura

Piso Blando

Tabla 5.81*Análisis de piso blando (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx_i / Kx_{i+1}	Ky_i / Ky_{i+1}	$Kx_i / \text{Prom Kx}$	$Kx_i / \text{Prom Kx}$
2 Piso	12075.805	-	-	-	-	-
1 Piso	7567.321	-	0.63	-	-	-

Tabla 5.82*Análisis de piso blando (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx_i / Kx_{i+1}	Ky_i / Ky_{i+1}	$Kx_i / \text{Prom Kx}$	$Kx_i / \text{Prom Kx}$
2 Piso	-	89990.005	-	-	-	-
1 Piso	-	23532.148	-	0.26	-	-

Factor de irregularidad de rigidez en la dirección del eje x-x, $I_a = 0.75$, para el eje y-y $I_a = 0.50$ por tratarse de **irregularidad extrema de rigidez**.

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Tabla 5.83*Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
2 Piso	2.6	0.00398	0.00153	0.00058	0.38
1 Piso	2.6	0.00280	0.00108	0.00194	1.80

Tabla 5.84*Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
2 Piso	2.6	0.00132	0.00051	0.00008	0.15
1 Piso	2.6	0.00114	0.00044	0.00065	1.49

De los resultados de las Tablas 5.83 y 5.84, se verifica **irregularidad torsional extrema en la dirección x-x e irregularidad torsional en la dirección y-y del 1° Piso de la estructura N°3**, según estos valores obtenidos no están dentro de los rangos permisibles de la Norma Técnica E. 030 . Por consiguiente será necesario realizar los reajustes de los coeficientes de reducción y con estos datos realizar un reanálisis de la estructura.

$$R_o(x-x) = 8$$

$$I_a = 0.75$$

$$I_p = 0.6$$

$$R(x-x) = 3.6$$

$$R_o(y-y) = 8$$

$$I_a = 0.5$$

$$I_p = 0.75$$

$$R(y-y) = 3.0$$

Del diagnóstico se concluye que la estructura N°3 presenta irregularidad extrema de rigidez y torsión. Según la Tabla 2.10 referida a categoría y regularidad de las edificaciones, se prohíbe irregularidades extremas para edificaciones ubicadas en la zona 4 y 3. Por tanto se debe realizar un reforzamiento en el primer piso de la estructura con elementos que aporten rigidez, de acuerdo a las exigencias de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

5.4 Evaluación de la Estructura N°4

La estructura N°4 (Figura 5.33), está ubicada en la Urb. Las Palmeras Etapa II y III Mz: F Lt:7, con un tiempo de construcción aproximadamente de 1 año. Se cuenta con

planos elaborados por un Ing. Civil, sin embargo en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor alterando los diseños de los planos de cada especialidad. La estructura proyectada según los planos es de 3 pisos, sin embargo se observa en la realidad una estructura construida de 5 Pisos.



Figura 5.33 Estructura N°4

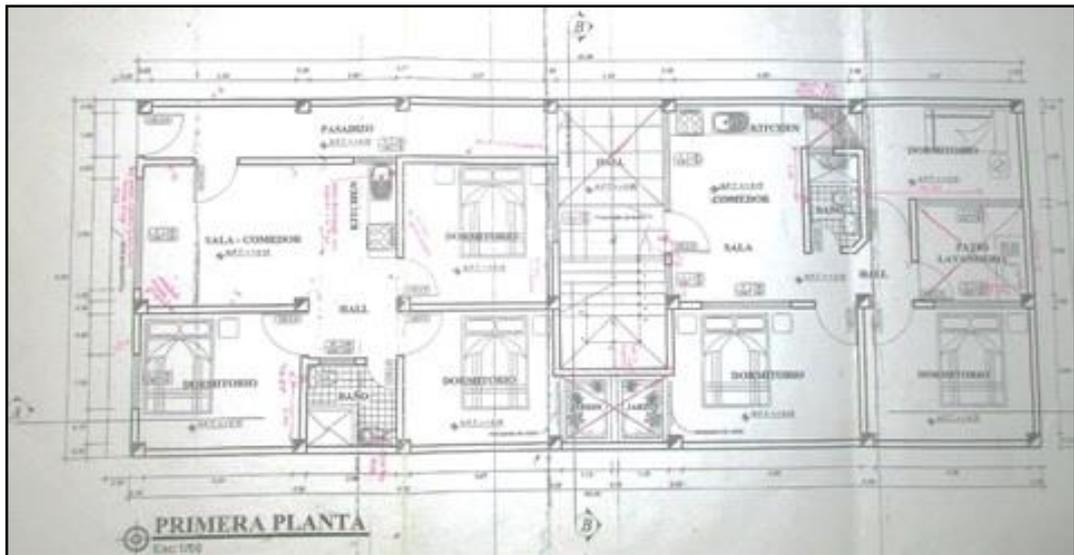


Figura 5.34 Primera Planta de la Estructura N°4

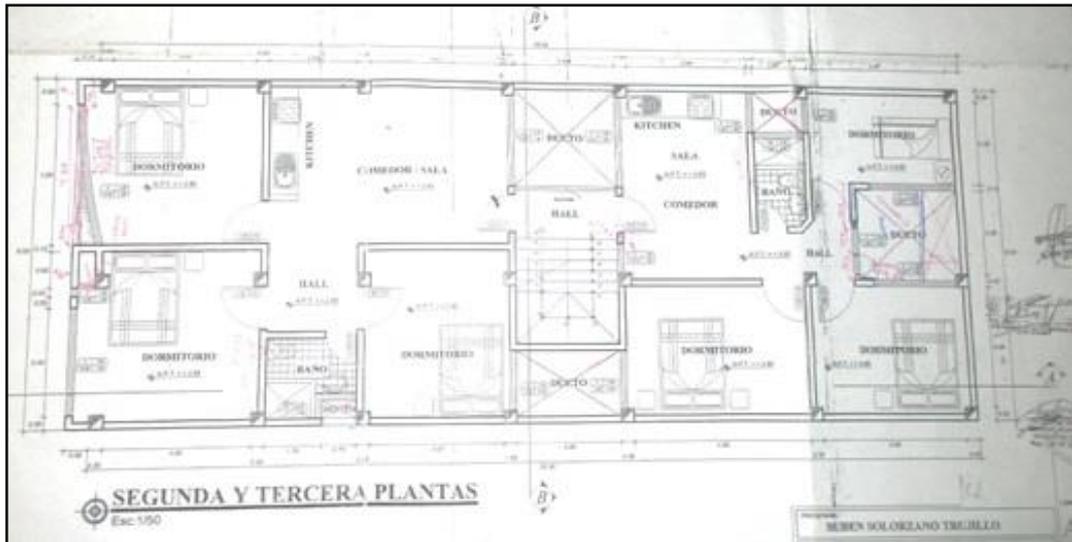


Figura 5.35 Segunda y Tercera Planta de la Estructura N°4

La estructura a la actualidad no presenta daños, sin embargo es importante realizar un análisis estructural para conocer el comportamiento de la edificación ante esfuerzos axiales, corte de tal modo poder prevenir daños si fuere el caso.

Se analiza la estructura de 5 pisos, constituido en el 1° Piso por muros de unidades de albañilería de la ladrillo King Kong macizo, en el 2° Piso los muros están constituidos por dos tipos de unidades de albañilería, los perimetrales de ladrillo King Kong macizo y los internos por ladrillo pandereta. Desde el 3°, 4° y 5° Piso las unidades de albañilerías predominantes en los muros son de ladrillos pandereta. Se cuenta también con escaleras desde el 1° hasta el 5° Piso, considerándose el aporte de rigidez que transmiten a la estructura. El techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de espesores variables que se procederán a detallar en el proceso de análisis ver Figura 5.36

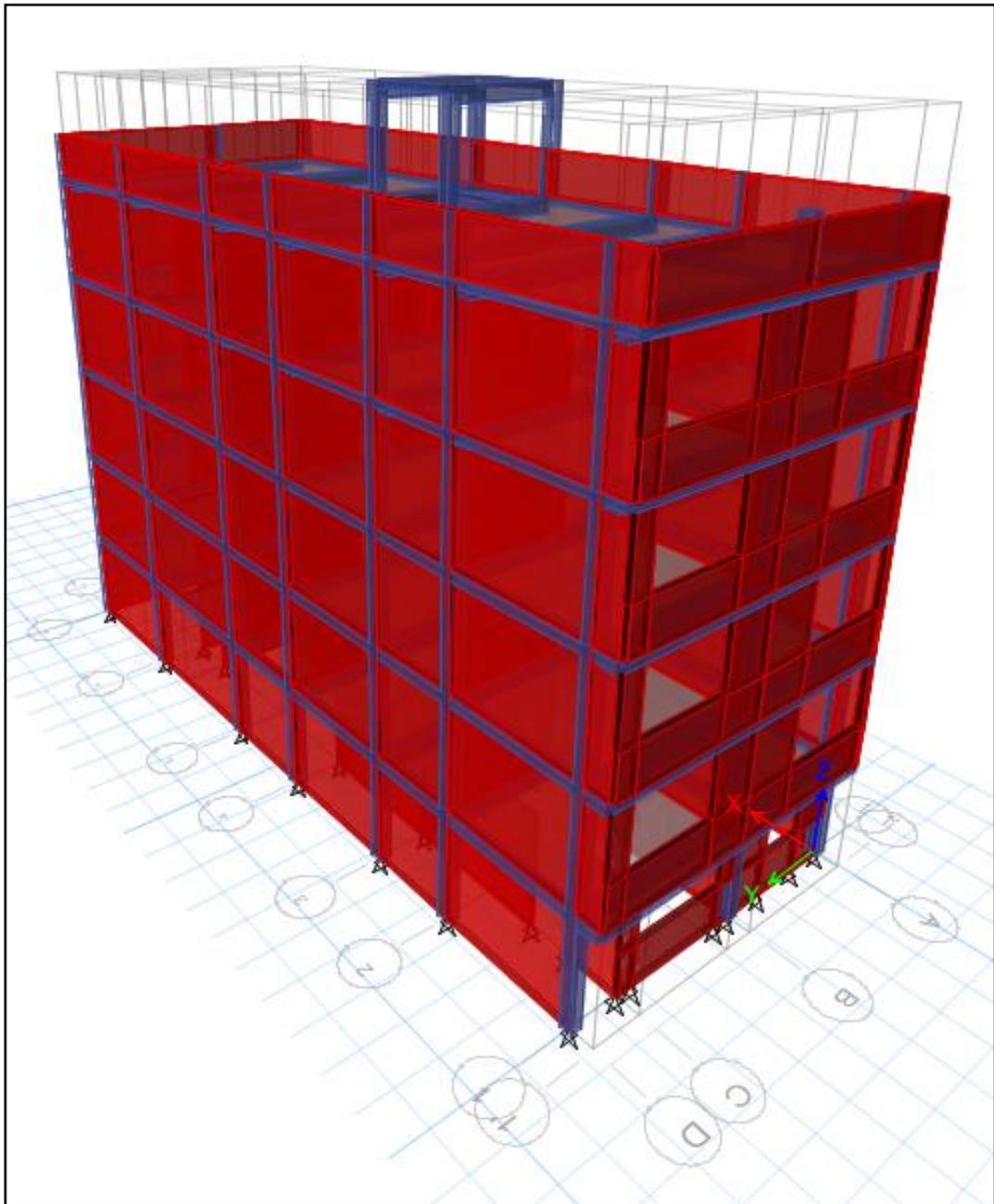


Figura 5.36 Estructura N°4

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_m = 22.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_Y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

$$1^\circ \text{ 2}^\circ \text{ y } 3^\circ \text{ Piso} \quad e = 0.20 \text{ m}$$

$$4^\circ, 5^\circ \text{ Piso} \quad e = 0.17 \text{ m}$$

$$\text{caja de escalera} \quad e = 0.17 \text{ m}$$

Cargas

Acabados de piso y techo

$$\text{Acabado} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Cargas vivas

$$\text{Viviendas} \quad 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Techos} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Parámetros sísmicos

$$\text{Zona sísmica 4} \quad Z = 0.45$$

$$\text{Categoría C} \quad U = 1$$

$$\text{Coeficiente de amplificación sísmica} \quad C = 2.5$$

$$\text{Perfil de suelo S2} \quad S = 1.05$$

$$\text{Coeficiente de reducción} \quad R_{d(x-x)} = 3.0$$

$$R_{d(y-y)} = 2.25$$

$$\text{Periodos} \quad T_p = 0.60$$

$$T_L = 2.00$$

Elementos:

Columnas – C30x30, C30x35

Vigas – V17x10, V17x25, V17x30, V20x10, V20x25, V20x30, V40x30

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 5.85

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.314	0.00%	72.45%	0.00%	72.45%	22.79%	0.00%	9.99%	22.79%	0.00%	9.99%	Y-Y	Torsión en Z-Z
2	0.221	0.71%	8.81%	0.71%	81.26%	4.01%	0.30%	72.39%	26.80%	0.30%	82.38%	Z-Z	-
3	0.211	79.60%	0.07%	80.31%	81.33%	0.02%	27.57%	0.66%	26.83%	27.86%	83.03%	X-X	-
4	0.11	0.01%	8.53%	80.31%	89.86%	38.52%	0.04%	0.41%	65.34%	27.90%	83.45%	-	-
5	0.103	1.48%	0.06%	81.80%	89.92%	0.26%	4.21%	0.02%	65.60%	32.11%	83.47%	-	-
6	0.095	0.00%	2.36%	81.80%	92.29%	10.39%	0.00%	1.82%	75.99%	32.11%	85.29%	-	-
7	0.077	0.06%	2.49%	81.86%	94.78%	9.36%	0.29%	9.12%	85.35%	32.39%	94.41%	-	-
8	0.073	8.26%	0.10%	90.12%	94.88%	0.35%	34.87%	0.43%	85.71%	67.26%	94.84%	-	-
9	0.069	4.34%	0.00%	94.46%	94.88%	0.01%	17.13%	0.35%	85.72%	84.39%	95.19%	-	-
10	0.062	0.09%	2.61%	94.55%	97.49%	5.92%	0.29%	0.64%	91.64%	84.67%	95.83%	-	-
11	0.047	0.16%	1.63%	94.72%	99.12%	5.04%	0.28%	0.55%	96.68%	84.96%	96.38%	-	-
12	0.045	3.23%	0.07%	97.95%	99.19%	0.20%	6.53%	0.04%	96.89%	91.49%	96.42%	-	-
13	0.039	0.00%	0.42%	97.95%	99.60%	1.47%	0.00%	0.00%	98.35%	91.49%	96.42%	-	-
14	0.034	0.85%	0.00%	98.80%	99.61%	0.03%	3.82%	0.14%	98.39%	95.31%	96.56%	-	-
15	0.031	0.05%	0.29%	98.84%	99.90%	1.21%	0.19%	0.92%	99.60%	95.50%	97.49%	-	-
16	0.029	1.06%	0.01%	99.91%	99.90%	0.01%	4.18%	0.20%	99.61%	99.68%	97.68%	-	-
17	0.011	0.03%	0.02%	99.94%	99.92%	0.00%	0.08%	0.80%	99.61%	99.76%	98.48%	-	-
18	0.007	0.05%	0.04%	99.99%	99.99%	0.09%	0.17%	0.00%	99.70%	99.93%	98.48%	-	-

Se cumple que para el octavo modo de vibración la suma de masas efectivas al 90% de la masa total es suficiente para realizar el análisis dinámico. Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje y-y. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 10% de masa participativa en el sentido del eje z-z, esto generará un cambio del centro de rigidez cuando la estructura se encuentre en el rango inelástico, lo cual es perjudicial para la estructura. Por tanto es necesario realizar la evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.98 y 5.99.

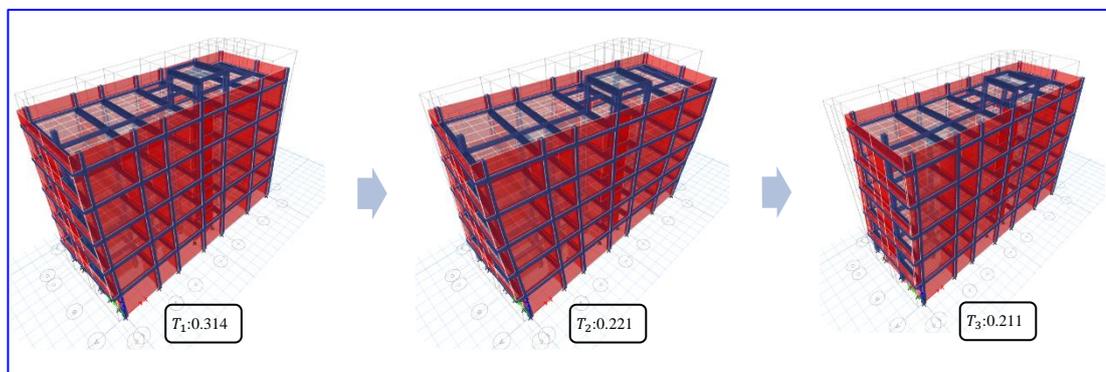


Figura 5.37 Principales modos de vibración

CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.86

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
Azotea	D1	10.53	1.46	10.52	0.97	Excentr. Y-Y	0.49
5 Piso	D1	9.88	3.73	11.50	3.79	Excentr. X-X	1.62
4 Piso	D1	9.86	3.76	11.60	3.78	Excentr. X-X	1.74
3 Piso	D1	9.85	3.77	11.75	3.77	Excentr. X-X	1.89
2 Piso	D1	9.85	3.78	12.00	3.79	Excentr. X-X	2.15
1 Piso	D1	9.82	3.79	11.91	3.86	Excentr. X-X	2.08

La excentricidad en la dirección del eje $x-x$ de la estructura es excesiva por lo cual es necesario realizar un control por irregularidad torsional en la dirección del eje $y-y$.

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.87

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
Azotea	0.78	0.78	7.66
5 Piso	14.46	14.46	141.90
4 Piso	16.81	16.81	164.87
3 Piso	17.24	17.24	169.09
2 Piso	17.24	17.24	169.09
1 Piso	17.27	17.27	169.46

Σ Peso: **822.06**

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (R_0) en los dos ejes no se ha reajustado porque la estructura no presenta irregularidad que aquellos sentidos:

$$R_x=3.00$$

$$R_y=3.00$$

$$K_x= 0.39375$$

$$K_y= 0.39375$$

$$V_x= 323.69 \text{ Ton}$$

$$V_y= 323.69 \text{ Ton}$$

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

Tabla 5.88
Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	7.66	16.20	124.17	0.02	6.13	6.13	16.54
5 Piso	141.90	13.50	1915.63	0.29	94.51	100.64	288.27
4 Piso	164.87	10.80	1780.59	0.27	87.85	188.49	797.19
3 Piso	169.09	8.10	1369.61	0.21	67.57	256.06	1488.57
2 Piso	169.09	5.40	913.07	0.14	45.05	301.11	2301.57
1 Piso	169.46	2.70	457.53	0.07	22.57	323.69	3175.53
	Σ 822.06		Σ 6560.60				

Tabla 5.89
Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	7.66	16.20	124.17	0.02	6.13	6.13	16.54
5 Piso	141.90	13.50	1915.63	0.29	94.51	100.64	288.27
4 Piso	164.87	10.80	1780.59	0.27	87.85	188.49	797.19
3 Piso	169.09	8.10	1369.61	0.21	67.57	256.06	1488.57
2 Piso	169.09	5.40	913.07	0.14	45.05	301.11	2301.57
1 Piso	169.46	2.70	457.53	0.07	22.57	323.69	3175.53
	Σ 822.06		Σ 6560.60				

❖ FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA

$V_{DX}=263.27$ Ton

$V_{DY}=241.26$ Ton

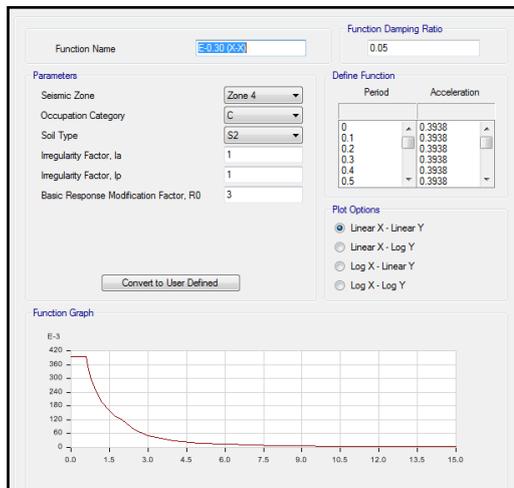


Figura 5.38 Espectro en la dirección x-x

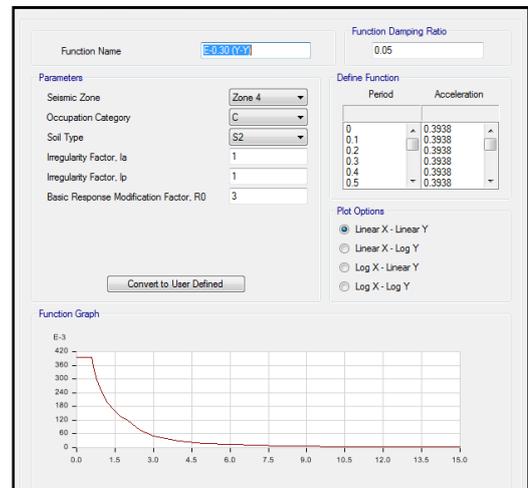


Figura 5.39 Espectro en la dirección y-y

❖ FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO

Tabla 5.90

Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	323.69Ton
Vx Dinámico	263.27 Ton
Vx Din/ Vx Est	81%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Tx)	0.984

Tabla 5.91

Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	323.69 Ton
Vy Dinámico	241.26 Ton
Vy Din/ Vy Est	75%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Ty)	1.073

De los resultados de las Tablas 5.90 y 5.91, se toma el factor: T_y : 1.073 para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.92

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	9.91	2.70	3	0.75	6.08	2700	0.00100	0.0023	0.005	Cumple
5 Piso	7.21	0.97	3	0.75	2.18	2700	0.00036	0.0008	0.005	Cumple
4 Piso	6.24	1.50	3	0.75	3.37	2700	0.00055	0.0012	0.005	Cumple
3 Piso	4.74	1.86	3	0.75	4.18	2700	0.00069	0.0015	0.005	Cumple
2 Piso	2.88	1.56	3	0.75	3.51	2700	0.00058	0.0013	0.005	Cumple
1 Piso	1.32	1.32	3	0.75	2.97	2700	0.00049	0.0011	0.005	Cumple

Tabla 5.93

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	17.69	0.96	3	0.75	2.16	2700	0.00036	0.0008	0.005	Cumple
5 Piso	16.73	2.18	3	0.75	4.91	2700	0.00081	0.0018	0.005	Cumple
4 Piso	14.54	3.17	3	0.75	7.13	2700	0.00117	0.0026	0.005	Cumple
3 Piso	11.37	3.87	3	0.75	8.72	2700	0.00143	0.0032	0.005	Cumple
2 Piso	7.50	4.18	3	0.75	9.39	2700	0.00155	0.0035	0.005	Cumple
1 Piso	3.32	3.32	3	0.75	7.48	2700	0.00123	0.0028	0.005	Cumple

Tabla 5.94*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)*

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	8.368	2.481	3	0.75	5.5823	2700	0.00092	0.00207	0.005	Cumple
5 Piso	5.887	0.777	3	0.75	1.7483	2700	0.00029	0.00065	0.005	Cumple
4 Piso	5.110	1.215	3	0.75	2.7338	2700	0.00045	0.00101	0.005	Cumple
3 Piso	3.895	1.526	3	0.75	3.4335	2700	0.00057	0.00127	0.005	Cumple
2 Piso	2.369	1.281	3	0.75	2.8823	2700	0.00047	0.00107	0.005	Cumple
1 Piso	1.088	1.088	3	0.75	2.4480	2700	0.00040	0.00091	0.005	Cumple

Tabla 5.95*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	14.202	3.923	3	0.75	8.8268	2700	0.00145	0.00327	0.005	Cumple
5 Piso	18.125	2.146	3	0.75	4.8285	2700	0.00079	0.00179	0.005	Cumple
4 Piso	15.979	3.376	3	0.75	7.5960	2700	0.00125	0.00281	0.005	Cumple
3 Piso	12.603	4.311	3	0.75	9.6998	2700	0.00160	0.00359	0.005	Cumple
2 Piso	8.292	4.508	3	0.75	10.1430	2700	0.00167	0.00376	0.005	Cumple
1 Piso	3.784	3.784	3	0.75	8.5140	2700	0.00140	0.00315	0.005	Cumple

❖ IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Altura

Piso Blando

Tabla 5.96*Análisis de piso blando (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	2552.70	-	-	-	-	-
5 Piso	88912.98	-	34.83	-	-	-
4 Piso	116757.84	-	1.31	-	-	-
3 Piso	150685.72	-	1.29	-	-	-
2 Piso	201879.24	-	1.34	-	-	-
1 Piso	248941.59	-	1.23	-	1.59	-

Tabla 5.97*Análisis de piso blando (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	-	1922.36	-	-	-	-
5 Piso	-	39664.98	-	20.63	-	-
4 Piso	-	58930.62	-	1.49	-	-
3 Piso	-	71515.42	-	1.21	-	-
2 Piso	-	87765.73	-	1.23	-	-
1 Piso	-	119909.98	-	1.37	-	1.65

Se cumple la relación $K_i/K_{i+1} > 0.7$ por lo tanto la estructura no presenta piso blando

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Tabla 5.98*Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
Azotea	2.7	0.00939	0.00348	0.00106	0.30
5 Piso	2.7	0.00707	0.00262	0.00036	0.14
4 Piso	2.7	0.00611	0.00226	0.00055	0.24
3 Piso	2.7	0.00464	0.00172	0.00069	0.40
2 Piso	2.7	0.00283	0.00105	0.00058	0.55
1 Piso	2.7	0.00130	0.00048	0.00049	1.02

Tabla 5.99*Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
Azotea	2.7	0.02325	0.00861	0.00160	0.19
5 Piso	2.7	0.01925	0.00713	0.00108	0.15
4 Piso	2.7	0.01655	0.00613	0.00157	0.26
3 Piso	2.7	0.01275	0.00472	0.00191	0.41
2 Piso	2.7	0.00820	0.00304	0.00206	0.68
1 Piso	2.7	0.00362	0.00134	0.00162	1.21

No se cumple la relación $\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.3 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$, por lo tanto la estructura no presenta irregularidad torsional.

Discontinuidad en los sistemas resistentes

$$I_a = 0.80$$

$$\Delta \geq D * 25\%$$

$$\frac{V_2}{V_x} \geq 10\%$$

Tabla 5.100

Discontinuidad de Muro P21 y P22 (dirección x-x)

DIRECCIÓN X-X						
Story	Pier	Load	Location	Vx(tonf)	V2(tonf)	V2/Vx(%)
Story1	P21	SX-Estático	Top	323.69	16.25	5.02%
Story1	P21	SX-Estático	Top	323.69	25.31	7.82%

La relación V_2/V_x , no supera al 10% estipulado por la Norma Técnica E.030, por lo tanto la estructura no presenta discontinuidad de muro.

❖ CONTROL ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Datos:

$$h = 270 \text{ cm}$$

$$f'_m = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

Se hace un chequeo de los esfuerzos axiales en los muros según la norma E.070 Como se muestra en la Tabla 5.101:

$$\sigma_m \leq \sigma_{adm} = 0.2 * f'_m \left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right) \leq 0.15f'_m$$

$$P_g = P_D + P_L$$

$$\sigma_m = \frac{P_g}{Lt}$$

Tabla 5.101*Control de Esfuerzo Axial*

CONTROL ESFUERZO AXIAL NTE E-070							
Muro	L (cm)	t (cm)	Pg (ton)	σ_m (Ton/m ²)	σ_{adm} (ton/m ²)	0.15*f'm (ton/m ²)	$\sigma_m \leq \sigma_{adm}$
P1	350.00	15	12.07	22.99	51.49	52.50	Conforme
P2	230.00	15	8.00	23.18	51.49	52.50	Conforme
P3	337.00	15	11.76	23.27	51.49	52.50	Conforme
P4	270.00	15	9.14	22.58	51.49	52.50	Conforme
P5	435.00	15	16.52	25.32	51.49	52.50	Conforme
P6	377.00	15	13.40	23.70	51.49	52.50	Conforme
P7	315.00	15	10.71	22.67	51.49	52.50	Conforme
P8	455.00	15	16.83	24.66	51.49	52.50	Conforme
P9	377.00	15	14.01	24.77	51.49	52.50	Conforme
P10	435.00	15	18.20	27.90	51.49	52.50	Conforme
P11	270.00	15	11.28	27.86	51.49	52.50	Conforme
P12	337.00	15	13.38	26.48	51.49	52.50	Conforme
P13	230.00	15	9.15	26.53	51.49	52.50	Conforme
P14	350.00	15	14.30	27.23	51.49	52.50	Conforme
P15	333.00	15	5.49	10.99	51.49	52.50	Conforme
P16	315.00	15	9.40	19.89	51.49	52.50	Conforme
P17	133.47	15	5.75	28.71	51.49	52.50	Conforme
P18	350.00	15	12.18	23.19	51.49	52.50	Conforme
P19	337.00	15	8.95	17.71	51.49	52.50	Conforme
P20	227.50	15	7.09	20.78	51.49	52.50	Conforme
P21	350.00	15	14.07	26.79	51.49	52.50	Conforme
P22	337.00	15	13.14	25.99	51.49	52.50	Conforme
P23	200.00	15	7.56	25.19	51.49	52.50	Conforme
P24	200.00	15	7.78	25.94	51.49	52.50	Conforme
P25	333.00	15	9.81	19.65	51.49	52.50	Conforme
P26	197.50	15	10.19	34.41	51.49	52.50	Conforme
P27	270.00	15	13.01	32.12	51.49	52.50	Conforme
P28	197.50	15	9.22	31.11	51.49	52.50	Conforme
P29	320.00	15	8.46	17.63	51.49	52.50	Conforme
P30	232.50	15	18.20	52.20	51.49	52.50	Cambiar
P32	192.40	15	11.65	40.37	51.49	52.50	Conforme
P33	315.00	15	14.27	30.20	51.49	52.50	Conforme
P34	135.00	15	5.28	26.07	51.49	52.50	Conforme

Se verifica que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}), sin embargo el muro P30 no cumple con estas

exigencias, por lo que se recomienda tomar alternativas para mejorar las propiedades a nivel de diseño.

Aquellos resultados han sido evaluados a nivel local, sin embargo se realizará la evaluación a nivel de toda la estructura con el aporte de los esfuerzos axiales así como se muestra en Figura 5.40. De la figura se observa los muros de albañilería del 1° Piso representados como elementos Shell y discretizados en mallas de 0.5x0.5 m, los colores rojo, amarillo, anaranjado, son esfuerzos axiales que superan los límites de esfuerzos admisibles indicado por la Norma Técnica de Albañilería E.070, aquellas zonas son susceptibles de presentar daños como fisuras y grietas.

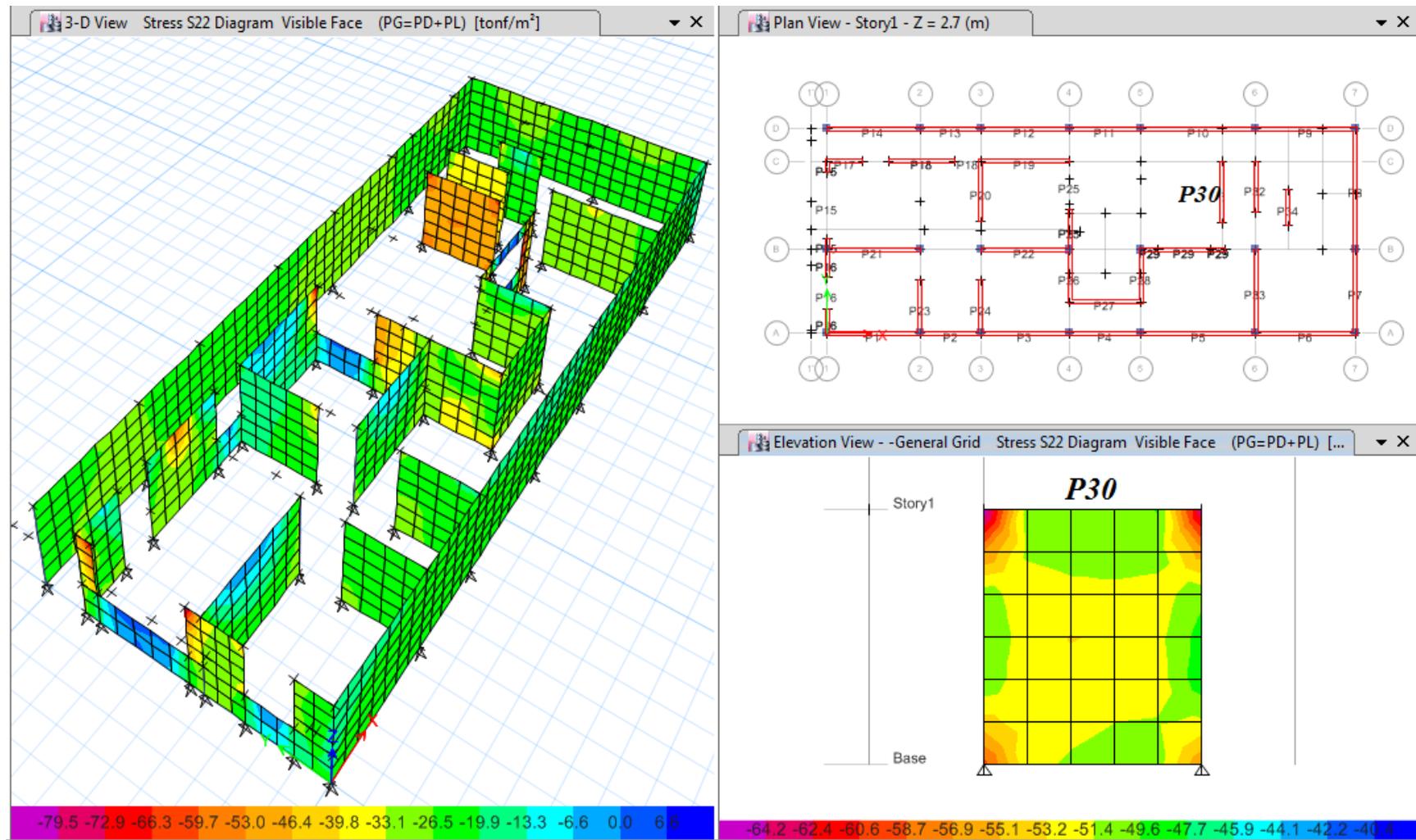


Figura 5.40 Esfuerzos axiales en el muro de albañilería P30 superando el esfuerzo admisible

❖ **RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL EN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA**

Tabla 5.102

Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje x-x

DATOS DE ETABS EJE X-X				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)	Me (ton-m)
P7	16.91	7.63	8.46	3.81
P8	24.82	14.67	12.41	7.33
P15	15.06	9.13	7.53	4.57
P16	31.28	12.18	15.64	6.09
P20	23.90	22.77	11.95	11.38
P23	21.07	19.54	10.53	9.77
P24	18.64	17.46	9.32	8.73
P25	18.27	2.90	9.13	1.45
P26	19.73	10.98	9.87	5.49
P28	7.95	8.60	3.98	4.30
P30	6.48	16.80	3.24	8.40
P32	6.52	10.67	3.26	5.33
P33	22.65	10.43	11.32	5.21
P34	2.19	4.07	1.10	2.03

Tabla 5.103*Control de Esfuerzo Cortante en los Muros Eje y-y*

DATOS DE ETABS EJE Y-Y				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)
P1	15.23	5.80	7.61	2.90
P2	10.55	2.22	5.27	1.11
P3	15.90	2.80	7.95	1.40
P4	12.38	2.78	6.19	1.39
P5	20.37	3.62	10.19	1.81
P6	16.85	5.84	8.42	2.92
P9	16.80	5.94	8.40	2.97
P10	20.40	3.63	10.20	1.81
P11	12.58	2.57	6.29	1.28
P12	15.78	3.07	7.89	1.54
P13	10.46	2.24	5.23	1.12
P14	15.01	6.13	7.50	3.07
P17	1.71	2.32	0.85	1.16
P18	8.81	9.99	4.41	4.99
P19	10.48	10.09	5.24	5.05
P21	14.50	6.53	7.25	3.27
P22	15.35	4.33	7.67	2.17
P27	7.43	8.61	3.71	4.30
P29	3.80	2.63	1.90	1.32

Unidades de Arcilla y de Concreto:

$$Vm = 0.55(V'm)(\alpha)(t)(L) + 0.23Pg$$

$$\alpha = \frac{VeL}{Me}; \text{ donde: } 1/3 < \alpha < 1$$

$$Pg = Pd + 0.25PL$$

Donde: <<Ve>> es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,

<<Me>> es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

Tabla 5.104*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=Ve*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P1	350.00	15	7.61	2.90	51	9.19	1.00	11.0473	17.27	9.50	Conforme
P2	230.00	15	5.27	1.11	51	10.94	1.00	7.3004	11.36	6.25	Conforme
P3	337.00	15	7.95	1.40	51	19.11	1.00	10.8361	16.67	9.17	Conforme
P4	270.00	15	6.19	1.39	51	12.03	1.00	8.4843	13.31	7.32	Conforme
P5	435.00	15	10.19	1.81	51	24.48	1.00	15.1624	21.79	11.98	Conforme
P6	377.00	15	8.42	2.92	51	10.88	1.00	12.3107	18.69	10.28	Conforme
P9	377.00	15	8.40	2.97	51	10.67	1.00	12.8677	18.82	10.35	Conforme
P10	435.00	15	10.20	1.81	51	24.45	1.00	16.6698	22.14	12.18	Conforme
P11	270.00	15	6.29	1.28	51	13.24	1.00	10.3178	13.73	7.55	Conforme
P12	337.00	15	7.89	1.54	51	17.30	1.00	12.195	16.98	9.34	Conforme
P13	230.00	15	5.23	1.12	51	10.74	1.00	8.2686	11.58	6.37	Conforme
P14	350.00	15	7.50	3.07	51	8.57	1.00	12.9597	17.71	9.74	Conforme
P17	133.47	15	0.85	1.16	51	0.98	0.98	5.0292	6.67	3.67	Conforme
P18	350.00	15	4.41	4.99	51	3.09	1.00	10.6987	17.19	9.45	Conforme
P19	337.00	15	5.24	5.05	51	3.50	1.00	7.9382	16.01	8.80	Conforme
P21	350.00	15	7.25	3.27	51	7.77	1.00	12.4356	17.59	9.67	Conforme
P22	337.00	15	7.67	2.17	51	11.94	1.00	11.7176	16.87	9.28	Conforme
P27	270.00	15	3.71	4.30	51	2.33	1.00	11.9403	14.11	7.76	Conforme
P29	320.00	15	1.90	1.32	51	4.62	1.00	7.62	15.22	8.37	Conforme

Tabla 5.105*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=Ve*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P7	315.00	15	8.46	3.81	51	6.98	1.00	9.88	15.53	8.54	Conforme
P8	455.00	15	12.41	7.33	51	7.70	1.00	15.52	22.71	12.49	Conforme
P15	333.00	15	7.53	4.57	51	5.49	1.00	4.90	15.14	8.33	Conforme
P16	315.00	15	15.64	6.09	51	8.09	1.00	8.46	15.20	8.36	Cambiar
P20	227.50	15	11.95	11.38	51	2.39	1.00	6.19	11.00	6.05	Cambiar
P23	200.00	15	10.53	9.77	51	2.16	1.00	6.75	9.97	5.48	Cambiar
P24	200.00	15	9.32	8.73	51	2.13	1.00	6.96	10.02	5.51	Cambiar
P25	333.00	15	9.13	1.45	51	20.95	1.00	8.84	16.04	8.82	Cambiar
P26	197.50	15	9.87	5.49	51	3.55	1.00	9.26	10.44	5.74	Cambiar
P28	197.50	15	3.98	4.30	51	1.83	1.00	8.37	10.24	5.63	Conforme
P30	232.50	15	3.24	8.40	51	0.90	0.90	15.58	12.35	6.79	Conforme
P32	192.40	15	3.26	5.33	51	1.18	1.00	10.17	10.43	5.74	Conforme
P33	315.00	15	11.32	5.21	51	6.84	1.00	12.60	16.15	8.88	Cambiar
P34	135.00	15	1.10	2.03	51	0.73	0.73	4.48	5.17	2.84	Conforme

De la evaluación de control de fisuración por corte se tiene los siguientes muros de albañilería que no cumplen con los límites establecidos por la Norma Técnica de Albañilería; P16, P20, P23, P24, P25, P26 y P33 por tanto se debe prevenir realizando un reforzamiento en el primer piso de la estructura con elementos que aporten rigidez, de acuerdo a las exigencias de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

❖ VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO

$$\Sigma v_s \leq \Sigma v_m$$

Tabla 5.106

*Verificación de la Resistencia al Corte
(dirección x-x)*

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P1	15.23	17.27
P2	10.55	11.36
P3	15.90	16.67
P4	12.38	13.31
P5	20.37	21.79
P6	16.85	18.69
P9	16.80	18.82
P10	20.40	22.14
P11	12.58	13.73
P12	15.78	16.98
P13	10.46	11.58
P14	15.01	17.71
P17	1.71	6.67
P18	8.81	17.19
P19	10.48	16.01
P21	14.50	17.59
P22	15.35	16.87
P27	7.43	14.11
P29	3.80	15.22

$$\Sigma V_s=244.37 < \Sigma V_m=303.70 \text{ Conforme}$$

Tabla 5.107
Verificación de la Resistencia al Corte
(dirección y-y)

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P7	16.91	7.63
P8	24.82	14.67
P15	15.06	9.13
P16	31.28	12.18
P20	23.90	22.77
P23	21.07	19.54
P24	18.64	17.46
P25	18.27	2.90
P26	19.73	10.98
P28	7.95	8.60
P30	6.48	16.80
P32	6.52	10.67
P33	22.65	10.43
P34	2.19	4.07

$$\sum V_s=235.46 < \sum V_m=167.82 \text{ No Cumple}$$

De los resultados de la resistencia al corte de la estructura, se observa que en la dirección y-y la resistencia al corte es menor que la fuerza cortante producida por el sismo severo; $\sum V_m=167.82 < \sum V_s=235.46$

5.5 Evaluación de la Estructura N°5

La estructura N°5 (Figura 5.41), está ubicada en la Ca. San Martín 3° Cuadra Pje. Velarde Mz:A Lt:15, con un tiempo de construcción aproximadamente de 7 años. No se cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesionales respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.



Figura 5.41 Estructura N°5

La estructura a la actualidad no presenta daños, sin embargo es importante realizar un análisis estructural para conocer el comportamiento de la edificación ante esfuerzos axiales, corte de tal modo poder prevenir daños si fuere el caso.

Se analiza la estructura de 3 pisos, constituido en el 1° Piso por muros de unidades de albañilería de la ladrillo King Kong macizo, en el 2° Piso los muros están constituidos por dos tipos de unidades de albañilería, los perimetrales de ladrillo King Kong macizo y los internos por ladrillo pandereta. Y en el 3° Piso las unidades de albañilerías predominantes en los muros son de ladrillos pandereta. Se cuenta también con escaleras de concreto armado en el 1°, 2° Piso considerándose el aporte de rigidez que transmiten a la estructura y en el 3° Piso se cuenta con una escalera de material de madera. El techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de espesores variables que se procederán a detallar en el proceso de análisis ver Figura 5.42

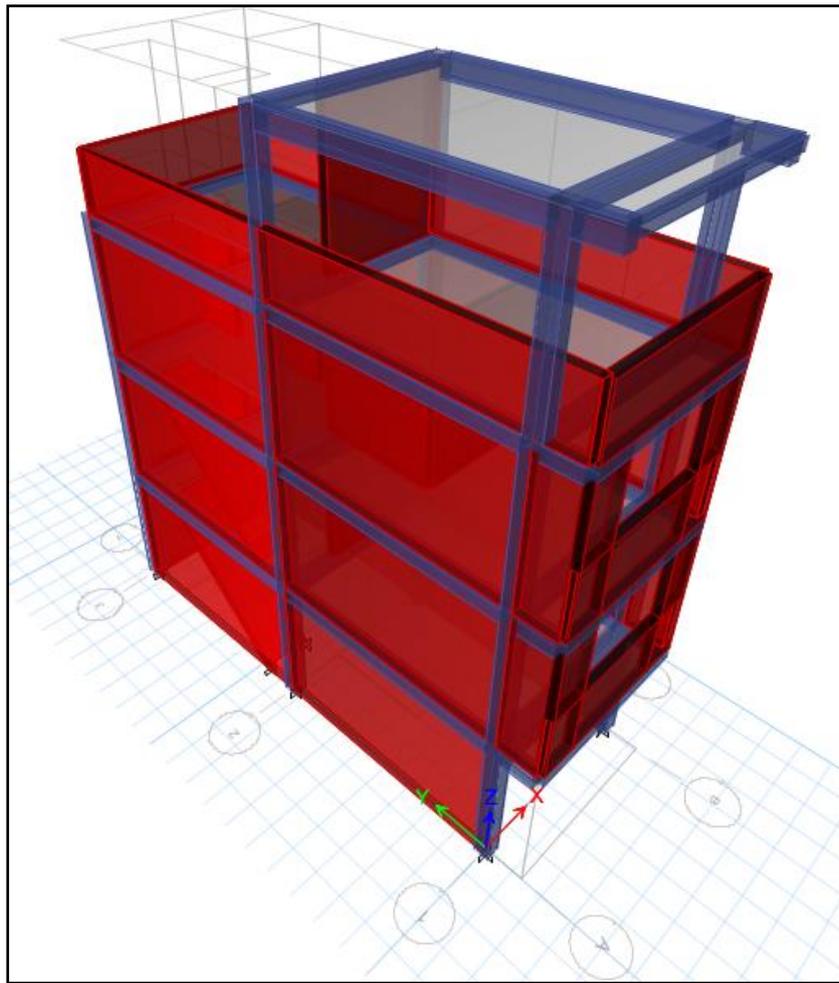


Figura 5.42 Estructura N°5

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_m = 22.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_Y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

1° y 2° Piso	$e = 0.20 \text{ m}$
3° Piso	$e = 0.20 \text{ m}$
Azotea	$e = 0.17 \text{ m}$

Cargas

Acabados de piso y techo

Acabado	100 kg/m^2
---------	----------------------

Cargas vivas

Viviendas	200 kg/m^2
Techos	100 kg/m^2

Parámetros sísmicos

Zona sísmica 4	$Z = 0.45$
Categoría C	$U = 1$
Coefficiente de amplificación sísmica	$C = 2.5$
Perfil de suelo S2	$S = 1.05$
Coefficiente de reducción	$R_{d(x-x)} = 4.80$
	$R_{d(y-y)} = 3.00$
Periodos	$T_p = 0.60$
	$T_L = 2.00$

Elementos:

Columnas – C25x25, C25x20

Vigas – V50x25, V45x25, V30x20, V20x25, V20x15, V15x25, V15x15

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 5.108

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.259	72.26%	0.13%	72.26%	0.13%	0.02%	26.72%	14.95%	0.02%	26.72%	14.95%	X-X	Torsión en Z-Z
2	0.135	3.07%	40.51%	75.34%	40.64%	38.95%	0.06%	8.19%	38.97%	26.77%	23.14%	Y-Y	-
3	0.130	12.73%	5.48%	88.07%	46.12%	6.11%	4.64%	17.09%	45.08%	31.41%	40.23%	Z-Z	-
4	0.114	0.17%	0.04%	88.24%	46.17%	2.31%	21.07%	45.82%	47.38%	52.48%	86.04%	-	-
5	0.083	0.00%	40.50%	88.25%	86.66%	0.49%	0.15%	1.41%	47.88%	52.63%	87.45%	-	-
6	0.074	8.17%	0.00%	96.41%	86.66%	0.08%	34.90%	2.60%	47.96%	87.52%	90.05%	-	-
7	0.058	0.43%	0.02%	96.85%	86.68%	0.17%	1.93%	0.80%	48.13%	89.45%	90.85%	-	-
8	0.045	0.01%	0.01%	96.86%	86.69%	0.11%	0.03%	2.97%	48.24%	89.48%	93.82%	-	-
9	0.042	2.45%	0.01%	99.31%	86.71%	0.04%	7.99%	4.05%	48.28%	97.46%	97.87%	-	-
10	0.036	0.01%	10.73%	99.32%	97.43%	41.30%	0.07%	0.16%	89.58%	97.53%	98.02%	-	-
11	0.026	0.68%	0.07%	100.00%	97.51%	0.18%	2.47%	1.93%	89.76%	100.00%	99.95%	-	-
12	0.023	0.00%	2.49%	100.00%	100.00%	10.24%	0.00%	0.05%	99.99%	100.00%	100.00%	-	-

Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje $x-x$. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 14.95% de masa participativa en el sentido del eje $z-z$, esto generará un cambio del centro de rigidez cuando la estructura se encuentre en el rango inelástico, lo cual es muy perjudicial para la estructura. Por tanto es necesario realizar la evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.121 y 5.122

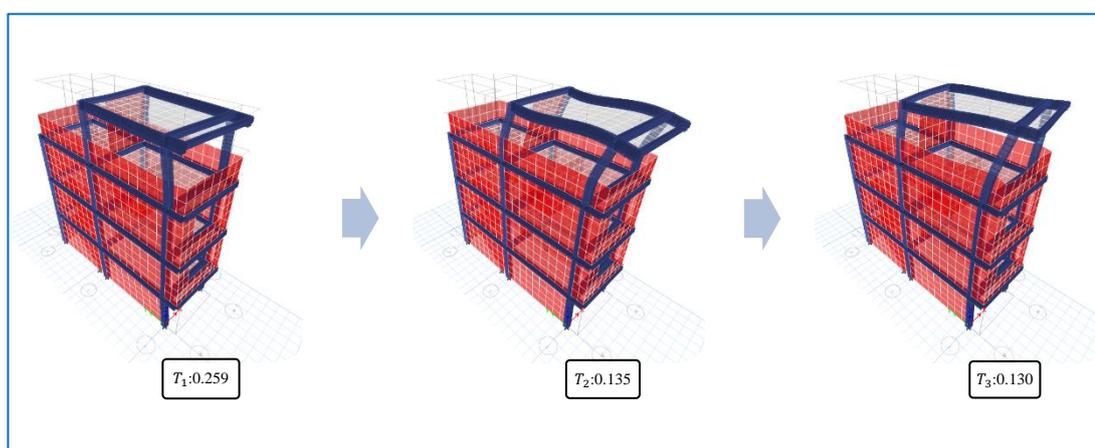


Figura 5.43 Principales modos de vibración

❖ CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.109

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
Azotea	D1	1.58	2.17	1.51	3.91	Excentr. Y-Y	1.75
3 Piso	D1	1.55	3.84	1.31	5.82	Excentr. Y-Y	1.99
2 Piso	D1	1.55	4.14	1.23	6.37	Excentr. Y-Y	2.23
1 Piso	D1	1.54	4.22	1.21	6.74	Excentr. Y-Y	2.52

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.110

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
Azotea	1.04	1.04	10.25
3 Piso	3.34	3.34	32.76
2 Piso	3.86	3.86	37.87
1 Piso	3.57	3.57	35.04

∑ Peso: 115.92

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (Ro) en los dos ejes no se ha reajustado porque la estructura no presenta irregularidad en aquellos sentidos:

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

$$R_x = 4.80$$

$$R_y = 3.00$$

$$K_x = 0.24609$$

$$K_y = 0.39375$$

$$V_x = 28.53 \text{ Ton}$$

$$V_y = 45.64 \text{ Ton}$$

Tabla 5.111
Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	10.25	10.00	102.50	0.16	4.68	4.68	11.69
3 Piso	32.76	7.50	245.71	0.39	11.21	15.89	51.42
2 Piso	37.87	5.00	189.33	0.30	8.64	24.53	112.74
1 Piso	35.04	2.50	87.60	0.14	4.00	28.53	184.06
Σ 115.92		Σ 625.14					

Tabla 5.112
Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	10.25	10.00	102.50	0.16	7.48	7.48	18.71
3 Piso	32.76	7.50	245.71	0.39	17.94	25.42	82.27
2 Piso	37.87	5.00	189.33	0.30	13.82	39.25	180.38
1 Piso	35.04	2.50	87.60	0.14	6.40	45.64	294.49
Σ 115.92		Σ 625.14					

❖ **FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA**

❖ **$V_{DX}=21.48$ Ton**

$V_{DY}=29.28$ Ton

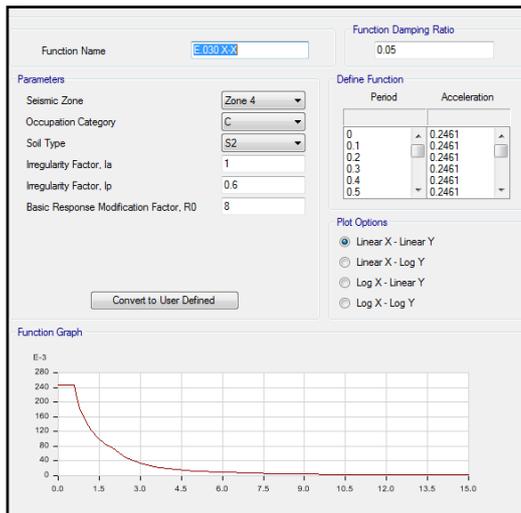


Figura 5.44 Espectro en la dirección x-x

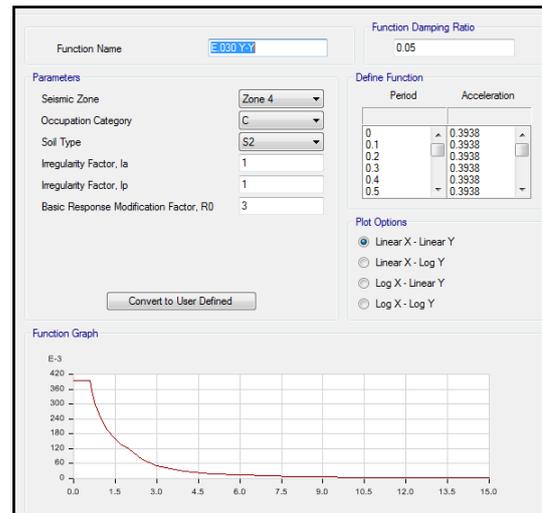


Figura 5.45 Espectro en la dirección y-y

❖ FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO

Tabla 5.113

Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	28.53 Ton
Vx Dinámico	21.48 Ton
Vx Din/ Vx Est	75%
Configuración	Irregular
Cociente Mínim	0.90
Factor (Tx)	1.195

Tabla 5.114

Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	45.64 Ton
Vy Dinámico	29.28 Ton
Vy Din/ Vy Est	64%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Ty)	1.247

De los resultados de las Tablas 5.113 y 5.114, se toma el factor: T_x : 1.195 y T_y : 1.247, para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.115

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	12.68	3.36	6	0.85	17.13	2500	0.00134	0.0069	0.007	Cumple
3 Piso	9.32	2.30	6	0.85	11.70	2500	0.00092	0.0047	0.007	Cumple
2 Piso	7.02	2.84	6	0.85	14.46	2500	0.00113	0.0058	0.007	Cumple
1 Piso	4.19	4.19	6	0.85	21.35	2500	0.00167	0.0085	0.007	No Cumple

Tabla 5.116

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	4.92	2.96	3	0.75	6.66	2500	0.00118	0.0027	0.005	Cumple
3 Piso	1.95	0.68	3	0.75	1.53	2500	0.00027	0.0006	0.005	Cumple
2 Piso	1.28	0.64	3	0.75	1.43	2500	0.00025	0.0006	0.005	Cumple
1 Piso	0.64	0.64	3	0.75	1.44	2500	0.00026	0.0006	0.005	Cumple

Tabla 5.117*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)*

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	11.88	3.78	6	0.85	19.26	2500	0.00151	0.0077	0.007	<i>Cumple</i>
3 Piso	8.11	1.97	6	0.85	10.02	2500	0.00079	0.0040	0.007	<i>Cumple</i>
2 Piso	6.14	2.43	6	0.85	12.37	2500	0.00097	0.0049	0.007	<i>Cumple</i>
1 Piso	3.72	3.72	6	0.85	18.95	2500	0.00149	0.0076	0.007	<i>No Cumple</i>

Tabla 5.118*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	4.09	2.95	3	0.75	6.64	2500	0.00118	0.0027	0.005	<i>Cumple</i>
3 Piso	1.14	0.40	3	0.75	0.90	2500	0.00016	0.0004	0.005	<i>Cumple</i>
2 Piso	0.74	0.37	3	0.75	0.83	2500	0.00015	0.0003	0.005	<i>Cumple</i>
1 Piso	0.37	0.37	3	0.75	0.84	2500	0.00015	0.0003	0.005	<i>Cumple</i>

La distorsión del diafragma en la dirección x-x, del 1° Piso no cumple con las distorsiones límites según la norma técnica E.030.

❖ IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Altura

Piso Blando

Tabla 5.119*Análisis de piso blando (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	2200.16	-	-	-	-	-
3 Piso	8636.27	-	3.93	-	-	-
2 Piso	12528.00	-	1.45	-	-	-
1 Piso	11455.28	-	0.91	-	1.47	-

Tabla 5.120*Análisis de piso blando (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	-	3476.10	-	-	-	-
3 Piso	-	46438.98	-	13.36	-	-
2 Piso	-	70192.61	-	1.51	-	-
1 Piso	-	85046.40	-	1.21	-	2.12

Se cumple la relación $K_i/K_{i+1} > 0.7$ por lo tanto la estructura no presenta piso blando

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Tabla 5.121*Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
Azotea	2.5	0.01040	0.00416	0.00163	0.39
3 Piso	2.5	0.00665	0.00266	0.00092	0.34
2 Piso	2.5	0.00481	0.00192	0.00113	0.59
1 Piso	2.5	0.00271	0.00108	0.00159	1.47

Tabla 5.122*Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
Azotea	2.5	0.00473	0.00189	0.00119	0.63
3 Piso	2.5	0.00181	0.00073	0.00027	0.37
2 Piso	2.5	0.00116	0.00046	0.00025	0.55
1 Piso	2.5	0.00056	0.00022	0.00026	1.14

No se cumple la relación $\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.3 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$, por lo tanto la estructura presenta irregularidad torsional. Por consiguiente será necesario realizar los reajustes de los coeficientes de reducción y con estos datos realizar un reanálisis de la estructura.

$$\begin{array}{ll}
 R_o(x-x) = 8 & R_o(y-y) = 3 \\
 I_a = 1.0 & I_a = 1.0 \\
 I_p = 0.6 & I_p = 1.0 \\
 \mathbf{R(x-x) = 6.0} & \mathbf{R(y-y) = 3.0}
 \end{array}$$

❖ CONTROL ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Datos:

$$h = 250 \text{ cm}$$

$$f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

Se hace un chequeo de los esfuerzos axiales máximos en los muros más críticos según la norma E.070 Como se muestra en la Tabla 5.123:

$$Pg = P_D + P_L$$

$$\sigma_m = \frac{Pg}{Lt}$$

$$\sigma_m \leq \sigma_{adm} = 0.2 * f'm \left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right) \leq 0.15f'm$$

Tabla 5.123

Control de Esfuerzo Axial

CONTROL ESFUERZO AXIAL NTE E-070							
Muro	L (cm)	t (cm)	Pg (ton)	σ_m (Ton/m ²)	σ_{adm} (ton/m ²)	0.15*f'm (ton/m ²)	$\sigma_m \leq \sigma_{adm}$
P1	350.00	15	12.07	22.99	51.49	52.50	Conforme
P2	230.00	15	8.00	23.18	51.49	52.50	Conforme
P3	230.00	15	8.00	23.18	51.49	52.50	Conforme
P4	337.00	15	11.76	23.27	51.49	52.50	Conforme
P5	270.00	15	9.14	22.58	51.49	52.50	Conforme

Se verifica que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}),

❖ RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL EN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA

Tabla 5.124*Cortante y momento en los muros (dirección x-x)*

DATOS DE ETABS EJE X-X					
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6		
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)	Me (ton-m)
P3		8.30	8.34	4.15	4.17

Tabla 5.125*Cortante y momento en los muros (dirección y-y)*

DATOS					
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6		
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)	Me (ton-m)
P1		5.93	4.47	2.97	2.23
P2		6.24	3.59	3.12	1.80
P4		7.10	3.48	3.55	1.74
P5		7.16	3.99	3.58	1.99

Unidades de Arcilla y de Concreto:

$$Vm = 0.55(V'm)(\alpha)(t)(L) + 0.23Pg$$

$$\alpha = \frac{VeL}{Me}; \text{ donde: } 1/3 < \alpha < 1$$

$$Pg = Pd + 0.25PL$$

Donde: <<Ve>> es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,

<<Me>> es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

Tabla 5.126*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=Ve*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P3	315.00	15	4.15	4.17	51	3.14	1.00	5.93	14.62	8.04	Conforme

Tabla 5.127*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=V_e*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P1	350.00	15	2.97	2.23	51	4.65	1.00	9.22	16.85	9.27	Conforme
P2	230.00	15	3.12	1.80	51	3.99	1.00	11.86	12.41	6.82	Conforme
P3	337.00	15	3.55	1.74	51	6.87	1.00	10.81	16.67	9.17	Conforme
P4	270.00	15	3.58	1.99	51	4.85	1.00	12.91	14.33	7.88	Conforme

❖ **VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO**

$$\Sigma v_s \leq \Sigma v_m$$

Tabla 5.128*Verificación de la Resistencia al Corte (dirección x-x)*

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P3	8.30	14.62

$$\Sigma V_s=8.30 < \Sigma V_m=14.62 \text{ Cumple}$$

Tabla 5.129*Verificación de la Resistencia al Corte (dirección y-y)*

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P1	5.93	16.85
P2	6.24	12.41
P3	7.10	16.67
P4	7.16	14.33

$$\Sigma V_s=26.43 < \Sigma V_m=60.25 \text{ Conforme}$$

5.6 Evaluación de la Estructura N°6

La estructura N°6 (Figura 5.46), está ubicada en el Pje. Común S/N que nace de la Ca. Pedro Bustamante, con un tiempo de construcción aproximadamente de 15 años. Se cuenta con planos, con proyección a 2 pisos sin embargo se observa en la realidad una estructura construida de 1 Piso. Y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.



Figura 5.46 Estructura N°6

La estructura a la actualidad no presenta daños, sin embargo es importante realizar un análisis estructural para conocer el comportamiento de la edificación ante esfuerzos axiales, corte de tal modo poder prevenir daños si fuere el caso.

Se analiza la estructura de 1 piso, constituido por muros de unidades de albañilería de la ladrillo King Kong macizo. Se cuenta también con escaleras en la 1° planta, considerándose el aporte de rigidez que trasmite a la estructura. El techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de 20 cm de espesor. Ver Figura 5.47

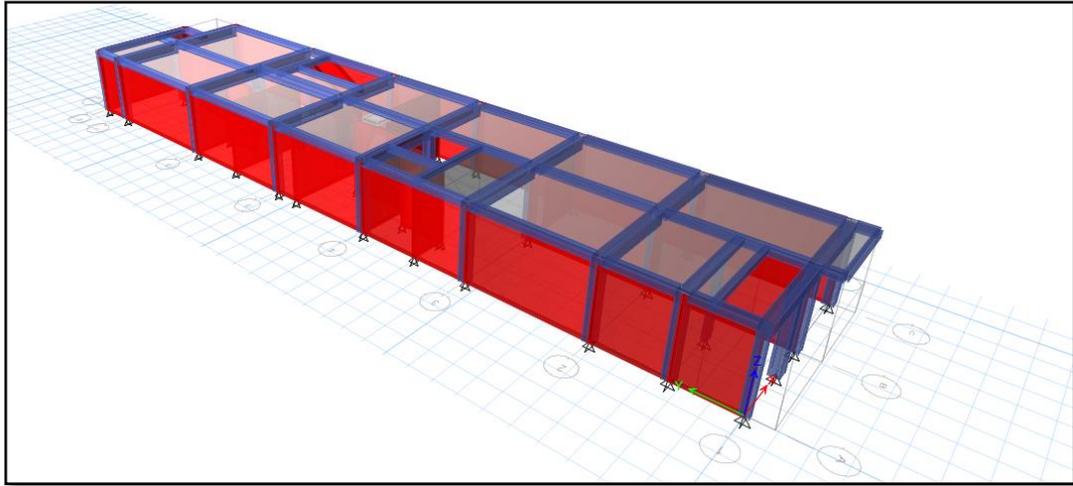


Figura 5.47 Estructura N°6

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_Y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

$$1^\circ \text{ Piso} \quad e = 0.20 \text{ m}$$

Cargas

Acabados de piso y techo

$$\text{Acabado} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Cargas vivas

$$\text{Viviendas} \quad 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Techos} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Parámetros sísmicos

$$\text{Zona sísmica 4} \quad Z = 0.45$$

$$\text{Categoría C} \quad U = 1$$

$$\text{Coeficiente de amplificación sísmica} \quad C = 2.5$$

Perfil de suelo S2	$S = 1.05$
Coeficiente de reducción	$R_{d(x-x)} = 1.80$
	$R_{d(y-y)} = 3.00$
Periodos	$T_p = 0.60$
	$T_L = 2.00$

Elementos:

Columnas – C15x25, C25x30, C35x30, C62x30

Vigas – V20x15, V20x25, V35x30, V40x30

❖ **PERIODO DE VIBRACIÓN**

Tabla 5.130

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.106	58.03%	0.07%	58.03%	0.07%	0.01%	13.61%	35.68%	0.01%	13.61%	35.68%	X-X	Torsión en Z-Z
2	0.063	30.82%	0.01%	88.86%	0.07%	0.01%	1.54%	52.01%	0.02%	15.15%	87.68%	Z-Z	-
3	0.059	0.04%	5.42%	88.90%	5.49%	2.34%	0.03%	0.17%	2.36%	15.19%	87.85%	-	-
4	0.042	4.99%	8.45%	93.89%	13.94%	2.21%	0.03%	2.81%	4.56%	15.22%	90.67%	-	-
5	0.04	1.25%	47.60%	95.14%	61.54%	13.52%	0.06%	1.14%	18.08%	15.28%	91.81%	Y-Y	-
6	0.034	0.33%	31.48%	95.47%	93.02%	8.28%	0.03%	0.04%	26.36%	15.31%	91.85%	-	-

Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje $x-x$. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 35.68% de masa participativa en el sentido del eje $z-z$, lo cual conlleva a realizar una evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.141 y 5.142

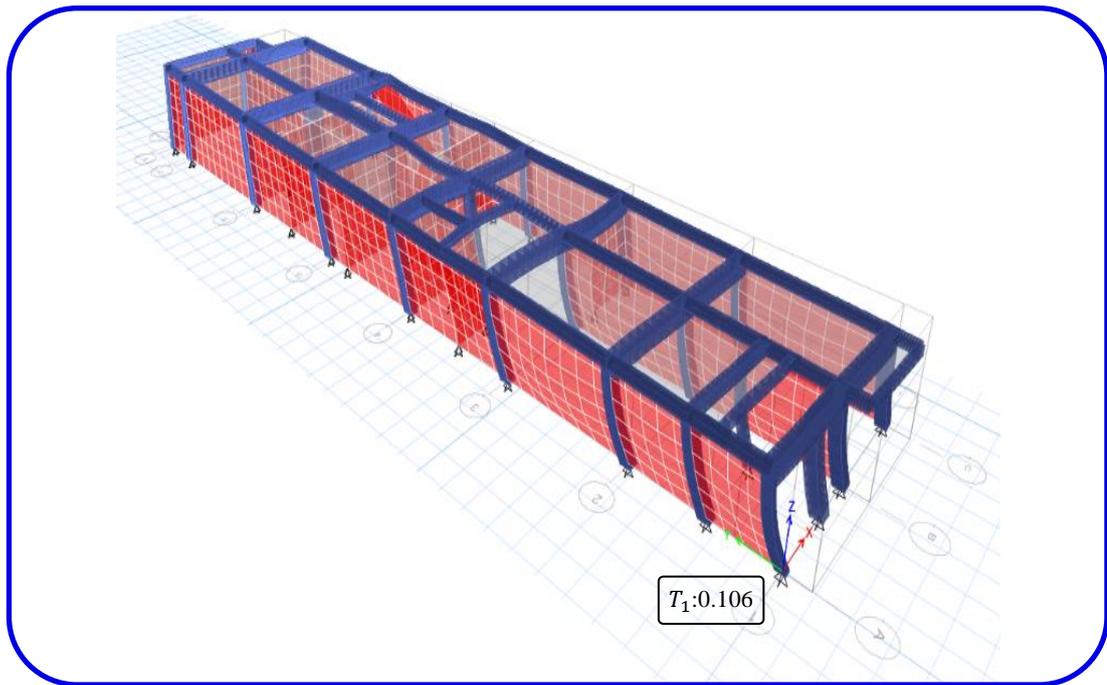


Figura 5.48 Principal modo de vibración

❖ CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.131

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
1 Piso	D1	2.86	13.01	3.04	17.98	Excentr. Y-Y	4.97 m

La excentricidad en la dirección del eje y-y de la estructura es 4.97m, siendo excesivo y perjudicial por lo cual es necesario realizar un control por irregularidad torsional en la dirección del eje x-x.

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.132

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
1 Piso	15.42	15.42	151.30

Σ Peso: 151.30

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (Ro) en el eje x-x, se ha reajustado porque la estructura presentó irregularidad cómo se había previsto.

R_x= 1.80
R_y= 3.00
K_x= 0.6563
K_y= 0.3938
V_x= 99.29 Ton
V_y= 59.57 Ton

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

Tabla 5.133

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
1 Piso	151.30	2.60	393.38	1.00	99.29	99.29	258.16

Tabla 5.134

Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
1 Piso	151.30	2.60	363.12	1.00	59.57	59.57	142.98

❖ FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA

❖ **V_{DX}=66.20 Ton**

V_{DY}=47.30 Ton

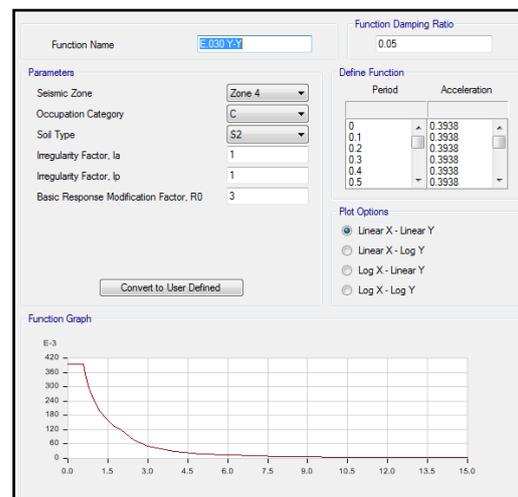
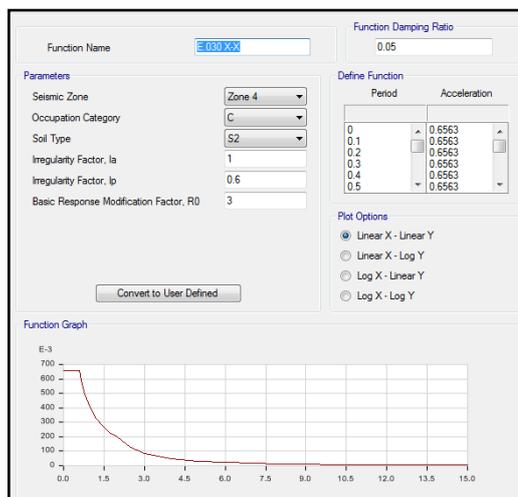


Figura 5.49 Espectro en la dirección x-x Figura 5.50 Espectro en la dirección y-y

❖ FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO

Tabla 5.135

Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	99.29 Ton
Vx Dinámico	66.20 Ton
Vx Din/ Vx Est	67%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Tx)	1.20

Tabla 5.136

Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	59.57 Ton
Vy Dinámico	47.30 Ton
Vy Din/ Vy Est	79%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Tx)	1.00

De los resultados de las Tablas 5.135 y 5.136, se toma el factor: T_x : 1.20, para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.137

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	2.18	2.18	1.8	0.85	3.33	2600	0.00084	0.0013	0.005	Cumple

Tabla 5.138

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.16	0.155	3	0.75	0.35	2600	0.00006	0.0001	0.005	Cumple

Tabla 5.139

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	2.91	2.911	1.8	0.85	4.45	2600	0.00112	0.0017	0.005	Cumple

Tabla 5.140

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.13	0.128	3	0.75	0.29	2600	0.00005	0.0001	0.005	<i>Cumple</i>

❖ **IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES**

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Se procederá a evaluar la irregularidad torsional (Figura 5.51), si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible así como lo indica la Tabla 2.11 . Los resultados de los desplazamientos relativos no superan los límites del desplazamiento relativo indicados en las Tablas 5.139 y 5.140, sin embargo la excentricidad pronunciada en la dirección y-y de la estructura (Tabla 5.131) y teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje x-x. Y que para el mismo modo 1, se está presentando 35.68% de masa participativa en el sentido del eje z-z, lo que conlleva hacer una revisión por irregularidad torsional.

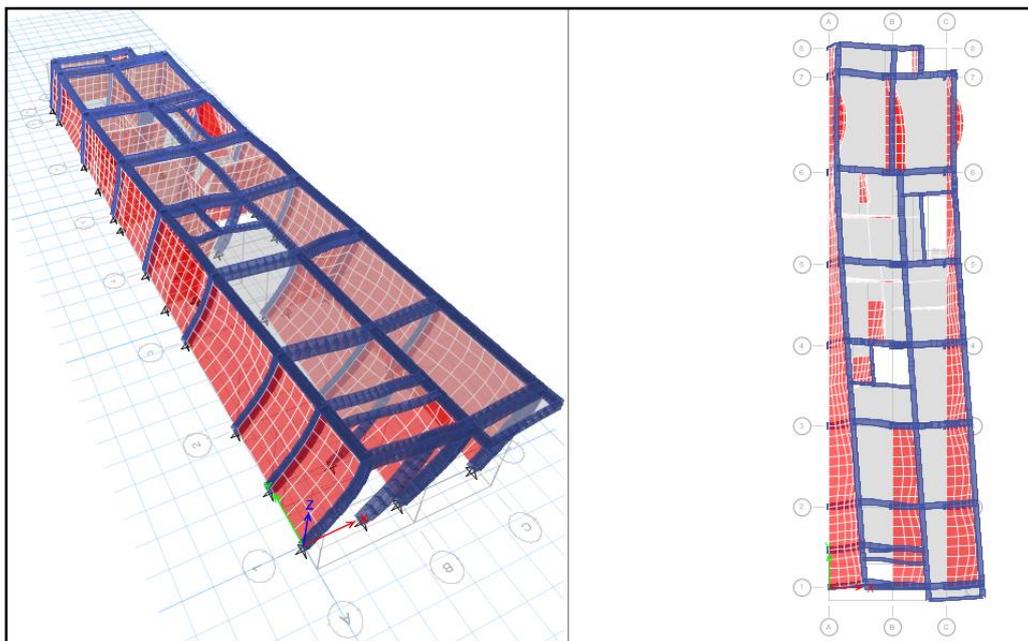


Figura 5.51 Irregularidad torsional

Tabla 5.141*Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
1 Piso	2.6	0.00082	0.00032	0.00050	1.60

Tabla 5.142*Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
1 Piso	2.6	0.00015	0.00006	0.00005	0.86

No se cumple la relación $\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.5 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$, por lo tanto la estructura presenta irregularidad torsional.

De los resultados del análisis de irregularidad torsional se tiene las Tablas 5.141 y 5.142, verificando **irregularidad torsional extrema en la dirección x-x, del 1° Piso de la estructura N°6**, según estos valores obtenidos no están dentro de los rangos permisibles de la Norma Técnica E. 030. Por consiguiente será necesario realizar los reajustes de los coeficientes de reducción y con estos datos realizar un reanálisis de la estructura.

$$R_o(x-x) = 3$$

$$I_a = 1.0$$

$$I_p = 0.6$$

$$R(x-x) = 1.8$$

$$R_o(y-y) = 3$$

$$I_a = 1.0$$

$$I_p = 1.0$$

$$R(y-y) = 3.0$$

Del diagnóstico se concluye que la estructura N°6 presenta irregularidad extrema de torsión, era de esperarse ya que la longitud de la estructura es excesiva que conllevará a que los elementos estructurales sufran daños ante un sismo severo. Según la Tabla 2.10 referida a categoría y regularidad de las edificaciones, se prohíbe irregularidades extremas para edificaciones ubicadas en la zona 4 y 3. Por tanto se debe realizar un reforzamiento en el primer piso de la estructura con elementos que aporten rigidez, en

la zona de la fachada en dirección del eje $x-x$, para cumplir con las exigencias de la Norma Técnica E.030 y E.070.

❖ CONTROL ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Datos:

$$h = 260 \text{ cm}$$

$$f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

Se hace un chequeo de los esfuerzos axiales máximos en los muros según la norma E.070 Como se muestra en la Tabla 5.143:

$$Pg = P_D + P_L$$

$$\sigma_m = \frac{Pg}{Lt}$$

$$\sigma_m \leq \sigma_{adm} = 0.2 * f'm \left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right) \leq 0.15f'm$$

Tabla 5.143

Control de Esfuerzo Axial

CONTROL ESFUERZO AXIAL NTE E-070							
Muro	L (cm)	t (cm)	Pg (ton)	σ_m (Ton/m ²)	σ_{adm} (ton/m ²)	0.15*f'm (ton/m ²)	$\sigma_m \leq \sigma_{adm}$
P1	397.00	15	3.08	5.17	52.83	52.50	Conforme
P2	399.00	15	3.31	5.53	52.83	52.50	Conforme
P3	400.00	15	3.22	5.37	52.83	52.50	Conforme
P4	400.00	15	3.88	6.47	52.83	52.50	Conforme
P5	455.00	15	4.04	5.92	52.83	52.50	Conforme
P6	475.00	15	3.65	5.12	52.83	52.50	Conforme
P7	182.50	15	0.94	3.42	52.83	52.50	Conforme
P8	214.50	15	1.46	4.55	52.83	52.50	Conforme
P9	399.00	15	3.22	5.38	52.83	52.50	Conforme
P10	400.00	15	3.52	5.86	52.83	52.50	Conforme
P11	400.00	15	3.28	5.47	52.83	52.50	Conforme
P12	455.00	15	4.27	6.26	52.83	52.50	Conforme
P13	475.00	15	3.72	5.22	52.83	52.50	Conforme
P14	139.50	15	0.85	4.06	52.83	52.50	Conforme

P15	397.00	15	4.49	7.54	52.83	52.50	Conforme
P16	399.00	15	4.48	7.48	52.83	52.50	Conforme
P17	172.50	15	1.41	5.45	52.83	52.50	Conforme
P18	265.00	15	3.32	8.35	52.83	52.50	Conforme
P19	310.00	15	4.75	10.21	52.83	52.50	Conforme
P20	310.00	15	5.71	12.29	52.83	52.50	Conforme
P21	475.00	15	4.10	5.75	52.83	52.50	Conforme
P22	139.50	15	0.88	4.22	52.83	52.50	Conforme
P23	167.00	15	1.18	4.70	52.83	52.50	Conforme
P24	408.00	15	3.08	5.02	52.83	52.50	Conforme
P25	153.50	15	1.47	6.39	52.83	52.50	Conforme
P26	151.00	15	1.81	7.98	52.83	52.50	Conforme
P27	219.00	15	2.52	7.66	52.83	52.50	Conforme
P28	192.00	15	1.84	6.40	52.83	52.50	Conforme
P29	124.50	15	1.44	7.71	52.83	52.50	Conforme
P30	150.50	15	1.97	8.71	52.83	52.50	Conforme

Se verifica que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}),

❖ RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL EN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA

Tabla 5.144

Cortante y momento en los muros (dirección x-x)

DATOS DE ETABS EJE X-X				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)
P17	11.29	8.00	5.64	4.00
P18	10.90	12.02	5.45	6.01
P19	13.04	12.95	6.52	6.47
P20	8.31	9.85	4.16	4.92
P23	4.90	1.86	2.45	0.93
P24	15.18	5.35	7.59	2.68
P25	4.06	1.74	2.03	0.87
P28	11.29	5.66	5.64	2.83
P29	5.43	3.50	2.71	1.75

Tabla 5.145*Cortante y momento en los muros (dirección y-y)*

DATOS				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Muro	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)
P1	2.4361	0.584	1.22	0.29
P2	2.5236	0.4537	1.26	0.23
P3	2.5502	0.4198	1.28	0.21
P4	2.7237	0.5374	1.36	0.27
P5	3.0188	0.6854	1.51	0.34
P6	3.1111	0.499	1.56	0.25
P7	1.0339	0.2722	0.52	0.14
P8	1.2867	0.2523	0.64	0.13
P9	2.4722	0.4259	1.24	0.21
P10	2.5783	0.5417	1.29	0.27
P11	2.5731	0.4871	1.29	0.24
P12	2.9254	0.566	1.46	0.28
P13	2.9812	0.4761	1.49	0.24
P14	0.8228	0.1999	0.41	0.10
P15	2.3434	0.5505	1.17	0.28
P16	2.37	0.56	1.18	0.28
P21	2.67	1.84	1.34	0.92
P22	0.85	0.29	0.43	0.14
P26	0.84	0.45	0.42	0.22
P27	1.15	0.84	0.57	0.42
P30	0.82	0.45	0.41	0.23

Unidades de Arcilla y de Concreto:

$$Vm = 0.55(V'm)(\alpha)(t)(L) + 0.23Pg$$

$$\alpha = \frac{V_e L}{M_e}; \text{ donde: } 1/3 < \alpha < 1$$

$$Pg = P_D + 0.25P_L$$

Donde: <<Ve>> es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,

<<Me>> es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

Tabla 5.146*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=Ve*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P17	172.5	15	5.64	4.00	51	2.43	1.00	1.409	7.58	4.17	Cambiar
P18	265	15	5.45	6.01	51	2.40	1.00	3.3191	11.91	6.55	Conforme
P19	310	15	6.52	6.47	51	3.12	1.00	4.7479	14.14	7.77	Conforme
P20	310	15	4.16	4.92	51	2.62	1.00	5.7131	14.36	7.90	Conforme
P23	167	15	2.45	0.93	51	4.41	1.00	1.1762	7.30	4.01	Conforme
P24	408	15	7.59	2.68	51	11.58	1.00	3.075	17.87	9.83	Conforme
P25	153.5	15	2.03	0.87	51	3.58	1.00	1.4711	6.80	3.74	Conforme
P28	192	15	5.64	2.83	51	3.83	1.00	1.84	8.50	4.68	Cambiar
P29	124.5	15	2.71	1.75	51	1.93	1.00	1.44	5.57	3.06	Conforme

Tabla 5.147*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=Ve*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P1	397	15	1.22	0.29	51	16.56	1.00	2.8554	17.36	9.55	Conforme
P2	399	15	1.26	0.23	51	22.19	1.00	3.0588	17.49	9.62	Conforme
P3	400	15	1.28	0.21	51	24.30	1.00	2.9983	17.52	9.64	Conforme
P4	400	15	1.36	0.27	51	20.27	1.00	3.5225	17.64	9.70	Conforme
P5	455	15	1.51	0.34	51	20.04	1.00	3.8112	20.02	11.01	Conforme
P6	475	15	1.56	0.25	51	29.61	1.00	3.452	20.78	11.43	Conforme
P7	182.5	15	0.52	0.14	51	6.93	1.00	0.8858	7.88	4.34	Conforme
P8	214.5	15	0.64	0.13	51	10.94	1.00	1.3314	9.33	5.13	Conforme
P9	399	15	1.24	0.21	51	23.16	1.00	2.981	17.47	9.61	Conforme
P10	400	15	1.29	0.27	51	19.04	1.00	3.2291	17.57	9.66	Conforme
P11	400	15	1.29	0.24	51	21.13	1.00	3.048	17.53	9.64	Conforme
P12	455	15	1.46	0.28	51	23.52	1.00	3.8938	20.04	11.02	Conforme
P13	475	15	1.49	0.24	51	29.74	1.00	3.5095	20.79	11.44	Conforme
P14	139.5	15	0.41	0.10	51	5.74	1.00	0.7776	6.05	3.33	Conforme
P15	397	15	1.17	0.28	51	16.90	1.00	3.9567	17.61	9.69	Conforme
P16	399	15	1.18	0.28	51	16.99	1.00	3.96	17.70	9.73	Conforme
P21	475	15	1.34	0.92	51	6.89	1.00	3.81	20.86	11.47	Conforme
P22	139.5	15	0.43	0.14	51	4.15	1.00	0.85	6.06	3.34	Conforme
P26	151	15	0.42	0.22	51	2.82	1.00	1.62	6.73	3.70	Conforme
P27	219	15	0.57	0.42	51	3.00	1.00	2.29	9.74	5.36	Conforme
P30	150.5	15	0.41	0.23	51	2.73	1.00	1.79	6.74	3.71	Conforme

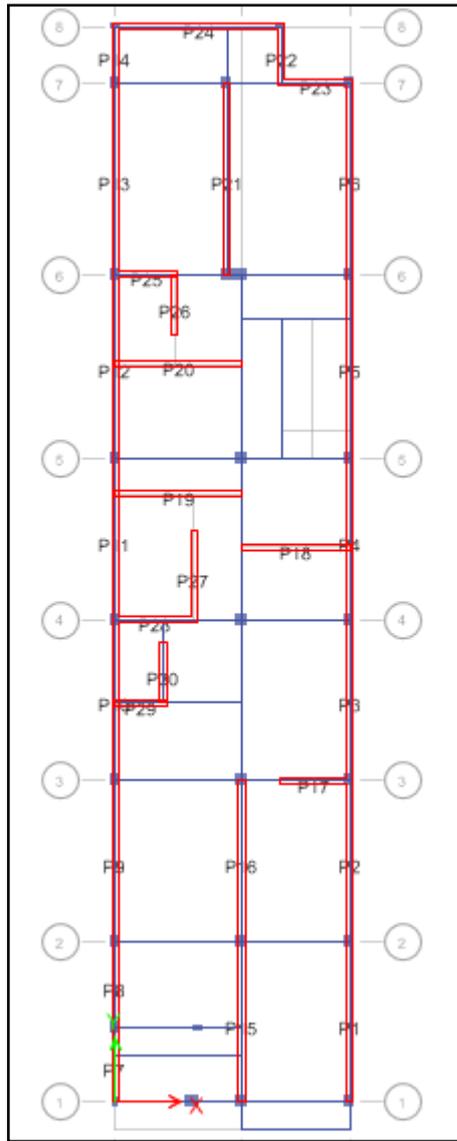


Figura 5.52 Muros con sus respectivos Piers

Se concluye que los muros P17 y P28 no cumplen con los requisitos de control de fisuración por corte, también tener en consideración que el muro P29 está próximo a los límites establecidos. Se debe adoptar medidas correctivas en estos muros, con la finalidad de reforzar la estructura.

❖ VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO

$$\Sigma v_s \leq \Sigma v_m$$

Tabla 5.148*Verificación de la Resistencia al Corte (dirección x-x)*

VERIFICACIÓN DE LA RESITENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P17	11.29	7.58
P18	10.90	11.91
P19	13.04	14.14
P20	8.31	14.36
P23	4.90	7.30
P24	15.18	17.87
P25	4.06	6.80
P28	11.29	8.50
P29	5.43	5.57

$$\sum V_s=84.39 < \sum V_m=94.03 \text{ Conforme}$$

Tabla 5.149*Verificación de la Resistencia al Corte (dirección y-y)*

VERIFICACIÓN DE LA RESITENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P1	2.4361	17.36
P2	2.5236	17.49
P3	2.5502	17.52
P4	2.7237	17.64
P5	3.0188	20.02
P6	3.1111	20.78
P7	1.0339	7.88
P8	1.2867	9.33
P9	2.4722	17.47
P10	2.5783	17.57
P11	2.5731	17.53
P12	2.9254	20.04
P13	2.9812	20.79
P14	0.8228	6.05
P15	2.3434	17.61
P16	2.3662	17.70
P21	2.6728	20.86
P22	0.851	6.06
P26	0.8362	6.73
P27	1.1456	9.74
P30	0.8167	6.74

$$\sum V_s=44.07 < \sum V_m=312.93 \text{ Conforme}$$

5.7 Evaluación de la Estructura N°7

La estructura N°7 (Figura 5.53), está ubicada en el Jr. Gálvez N° 212, con un tiempo de construcción aproximadamente de 8 años. Se cuenta con planos elaborados por un Ing. Civil, en la fase del proceso constructivo intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por el ingeniero residente de la obra. La estructura proyectada según los planos es de 3 pisos.



Figura 5.53 Estructura N°7

La estructura a nivel global no presenta daños, sin embargo hay fisuras locales por lo que es importante realizar un análisis estructural para conocer el comportamiento de la edificación ante esfuerzos axiales, corte de tal modo poder prevenir daños si fuere el caso.

Se analiza la estructura de 3 pisos, constituido por muros de unidades de albañilería de la ladrillo King Kong de 18 huecos. Se cuenta también con escaleras desde el 1° hasta el 3° Piso, considerándose el aporte de rigidez que transmiten a la estructura. El techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de 20 cm de espesor
 Figura 5.54

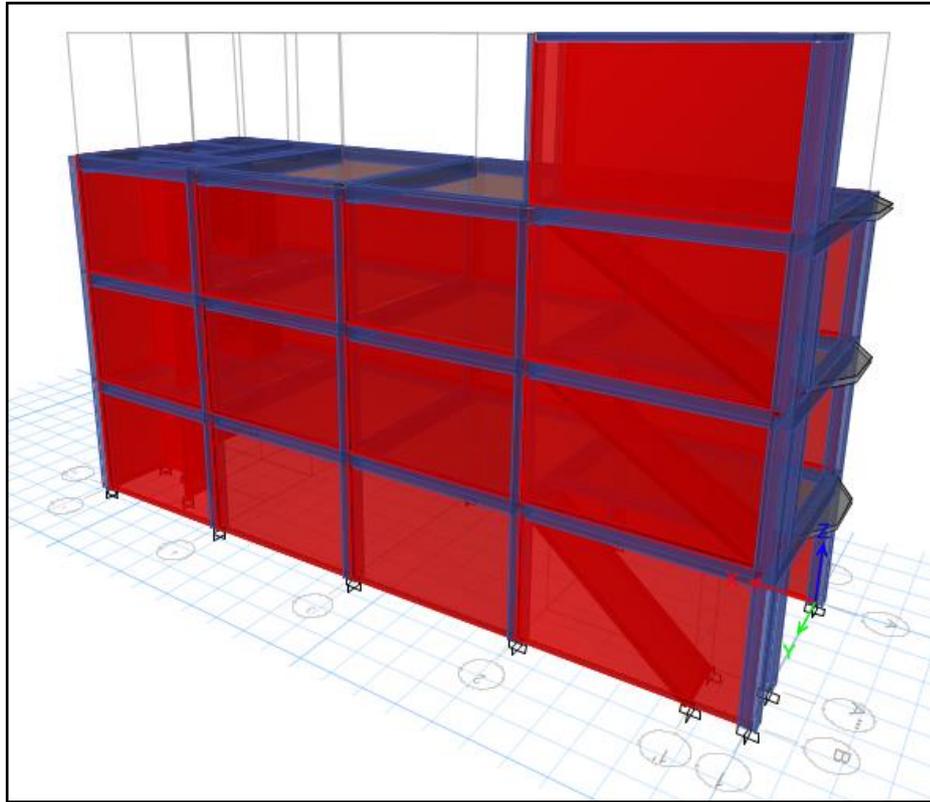


Figura 5.54 Estructura N°7

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

1° 2° y 3° Piso $e = 0.20 \text{ m}$

Cargas

Acabados de piso y techo

Acabado 100 kg/m^2

Cargas vivas

Ambientes 400 kg/m^2

Techos 100 kg/m^2

Parámetros sísmicos

Zona sísmica 4 $Z = 0.45$

Categoría B $U = 1.3$

Coefficiente de amplificación sísmica $C = 2.5$

Perfil de suelo S2 $S = 1.05$

Coefficiente de reducción $R_{d(x-x)} = 3.0$

$R_{d(y-y)} = 6.0$

Periodos $T_p = 0.60$

$T_L = 2.00$

Elementos:

Columnas – C30x30, C15x30

Vigas – V10x15, V20x15, V20x25, V20x25, V30x25, V40x25

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 5.150

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.279	0.25%	63.60%	0.25%	63.60%	37.35%	0.05%	10.22%	37.35%	0.05%	10.22%	Y-Y	Torsión en Z-Z
2	0.162	0.12%	15.99%	0.37%	79.58%	2.80%	0.00%	1.16%	40.15%	0.05%	11.38%	-	-
3	0.109	0.60%	6.39%	0.97%	85.97%	2.81%	0.00%	77.81%	42.96%	0.05%	89.18%	Z-Z	-
4	0.087	81.66%	0.34%	82.62%	86.31%	3.93%	22.50%	0.18%	46.89%	22.55%	89.36%	X-X	-
5	0.08	5.71%	11.01%	88.33%	97.32%	41.49%	3.60%	1.15%	88.38%	26.15%	90.52%	-	-
6	0.063	0.00%	0.28%	88.33%	97.60%	0.75%	0.00%	0.13%	89.13%	26.16%	90.65%	-	-
7	0.052	0.00%	1.26%	88.33%	98.85%	3.12%	0.03%	0.37%	92.26%	26.19%	91.01%	-	-
8	0.039	0.05%	0.93%	88.38%	99.78%	7.06%	0.02%	7.90%	99.32%	26.21%	98.91%	-	-
9	0.033	8.77%	0.07%	97.16%	99.85%	0.34%	59.48%	0.01%	99.65%	85.69%	98.92%	-	-

Se cumple que para el noveno modo de vibración la suma de masas efectivas al 90% de la masa total es suficiente para realizar el análisis dinámico. Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje y-y. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 10.22% de masa participativa en el sentido del eje z-z, esto generará un cambio del centro de rigidez cuando la estructura se encuentre en el rango inelástico, lo cual es muy perjudicial para la estructura. Por tanto es necesario realizar la evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.163 y 5.164.



Figura 5.55 Principales modos de vibración

❖ CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.151

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
Azotea	D1	2.23	3.94	2.77	3.94	Excentr. X-X	0.54
3 Piso	D1	8.03	2.48	13.72	2.87	Excentr. X-X	5.70
2 Piso	D1	8.53	2.38	12.94	2.96	Excentr. X-X	4.41
1 Piso	D1	8.66	2.36	12.05	3.04	Excentr. X-X	3.39

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.152

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
Azotea	0.68	0.68	6.70
3 Piso	8.07	8.07	79.17
2 Piso	9.78	9.78	95.92
1 Piso	10.00	10.00	98.09

Σ Peso: 279.87

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (Ro) en el eje y-y, se ha reajustado porque la estructura presenta irregularidad en aquel sentido:

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

$$R_x = 3.00$$

$$R_y = 6.00$$

$$K_x = 0.51188$$

$$K_y = 0.25594$$

$$V_x = 143.26 \text{ Ton}$$

$$V_y = 71.63 \text{ Ton}$$

Tabla 5.153

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	6.70	11.40	76.41	0.05	6.81	6.81	19.06
3 Piso	79.17	8.60	680.83	0.42	60.66	67.47	207.99
2 Piso	95.92	5.80	556.31	0.35	49.57	117.04	535.70
1 Piso	98.09	3.00	294.26	0.18	26.22	143.26	965.48

Σ 279.87

Σ 1607.82

Tabla 5.154

Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
Azotea	6.70	11.40	76.41	0.05	3.40	3.40	9.53
3 Piso	79.17	8.60	680.83	0.42	30.33	33.74	103.99
2 Piso	95.92	5.80	556.31	0.35	24.78	58.52	267.85
1 Piso	98.09	3.00	294.26	0.18	13.11	71.63	482.74
	Σ 279.87		Σ 1607.82				

❖ **FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA**

***V_{DX}*=263.27 Ton**

***V_{DY}*=241.26 Ton**

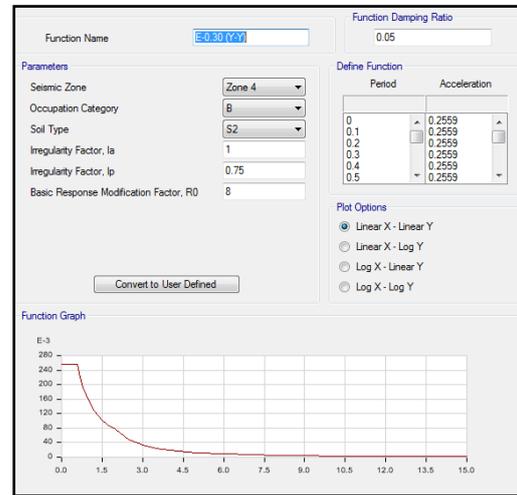
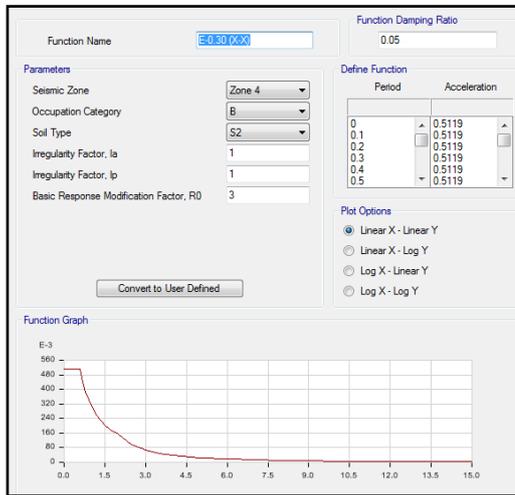


Figura 5.56 Espectro en la dirección x-x

Figura 5.57 Espectro en la dirección y-y

❖ **FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO**

Tabla 5.155

Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	143.26 Ton
Vx Dinámico	121.76 Ton
Vx Din/ Vx Est	85%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Tx)	0.941

Tabla 5.156

Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	71.63 Ton
Vy Dinámico	49.42 Ton
Vy Din/ Vy Est	69%
Configuración	Irregular
Cociente Mínim	0.90
Factor (Ty)	1.305

De los resultados de las Tablas 5.155 y 5.156, se toma el factor: T_y : 1.305 para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.157

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	1.89	0.39	3	0.75	0.88	2800	0.00014	0.0003	0.005	Cumple
3 Piso	1.50	0.35	3	0.75	0.79	2800	0.00013	0.0003	0.005	Cumple
2 Piso	1.15	0.52	3	0.75	1.17	2800	0.00019	0.0004	0.005	Cumple
1 Piso	0.63	0.63	3	0.75	1.42	3000	0.00021	0.0005	0.005	Cumple

Tabla 5.158

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	15.76	6.59	6	0.85	33.62	2800	0.00235	0.0120	0.007	Cumple
3 Piso	9.17	2.96	6	0.85	15.09	2800	0.00106	0.0054	0.007	Cumple
2 Piso	6.21	3.46	6	0.85	17.64	2800	0.00124	0.0063	0.007	Cumple
1 Piso	2.75	2.75	6	0.85	14.03	3000	0.00092	0.0047	0.007	Cumple

Tabla 5.159

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	1.62	0.39	3	0.75	0.88	2800	0.00014	0.0003	0.005	Cumple
3 Piso	1.23	0.32	3	0.75	0.73	2800	0.00012	0.0003	0.005	Cumple
2 Piso	0.91	0.40	3	0.75	0.90	2800	0.00014	0.0003	0.005	Cumple
1 Piso	0.51	0.51	3	0.75	1.14	3000	0.00017	0.0004	0.005	Cumple

Tabla 5.160*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
Azotea	16.35	8.36	6	0.85	42.62	2800	0.00298	0.0152	0.007	<i>Cumple</i>
3 Piso	8.00	2.66	6	0.85	13.58	2800	0.00095	0.0049	0.007	<i>Cumple</i>
2 Piso	5.33	2.97	6	0.85	15.16	2800	0.00106	0.0054	0.007	<i>Cumple</i>
1 Piso	2.36	2.36	6	0.85	12.04	3000	0.00079	0.0040	0.007	<i>Cumple</i>

Se cumple con las distorsiones límites según la normativa E.030, sin embargo las distorsiones en el sentido del eje y-y, del 2° y 3° Piso están próximos a los límites por lo cual no garantiza que la estructura tenga un comportamiento adecuado

❖ IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Altura

Piso Blando

Tabla 5.161*Análisis de piso blando (dirección x-x)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	15224.924	-	-	-	-	-
3 Piso	181169.18	-	11.90	-	-	-
2 Piso	235083.18	-	1.30	-	-	-
1 Piso	261057.286	-	1.11	-	1.82	-

Tabla 5.162*Análisis de piso blando (dirección y-y)*

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y NTE E-030-2018						
PISO	Kx tonf/m	Ky tonf/m	Kx i / Kx i+1	Ky i / Ky i+1	Kx i / Prom Kx	Kx i / Prom Kx
Azotea	-	597.307	-	-	-	-
3 Piso	-	16654.555	-	27.88	-	-
2 Piso	-	26189.83	-	1.57	-	-
1 Piso	-	39876.449	-	1.52	-	2.75

Se cumple la relación $K_i/K_{i+1} > 0.7$ por lo tanto la estructura no presenta piso blando

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Tabla 5.163

Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
Azotea	2.80	0.0018	0.00065	0.000168	0.26
3 Piso	2.80	0.0014	0.00050	0.000142	0.29
2 Piso	2.80	0.0010	0.00037	0.000178	0.48
1 Piso	3.00	0.0005	0.00018	0.000192	1.05

Tabla 5.164

Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
Azotea	2.80	0.013455	0.00481	0.002055	0.43
3 Piso	2.80	0.006096	0.00218	0.001127	0.52
2 Piso	2.80	0.004074	0.00146	0.001028	0.71
1 Piso	3.00	0.001794	0.00060	0.000784	1.31

Se cumple la relación $\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.3 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$, por lo tanto la estructura presenta irregularidad torsional en el 1° Piso en la dirección del eje y-y correspondiéndole el factor: $I_p = 0.75$

De los resultados de las Tablas 5.163 y 5.164, se concluye que la estructura N°7 presenta irregularidad torsional en la dirección del eje y-y, porque los valores no están dentro de los rangos permisibles según la Norma Técnica E. 030 .

Ro(x-x) =3

Ro(y-y) =8

Ia =1.0

Ia =1

Ip =1.0

Ip =0.75

R(x-x) =3.00

R(y-y) =6.00

5.8 Evaluación de la Estructura N°8

La estructura N°8 (Figura 5.58), está ubicado en la Asoc. Pro-Vivienda Nueva Esperanza Mz: B Lt:18, con un tiempo de construcción aproximadamente de 9 años. Se cuenta con planos elaborados por un Ing. Civil, sin embargo en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor alterando los diseños de los planos de cada especialidad. La estructura proyectada según los planos es de 2 pisos, sin embargo se observa en la realidad una estructura construida de 1 Piso.



Figura 5.58 Estructura N°8

La estructura a la actualidad no presenta daños, sin embargo es importante realizar un análisis estructural para conocer el comportamiento de la edificación ante esfuerzos axiales, corte de tal modo poder prevenir daños si fuere el caso. Se analiza la estructura de 1 piso, constituido por muros de unidades de albañilería de la ladrillo King Kong macizo. Se cuenta también con escaleras en la 1° planta, considerándose el aporte de rigidez que trasmite a la estructura. El techo está conformado por losas aligeradas en una dirección de 20 cm de espesor. Ver Figura 5.59

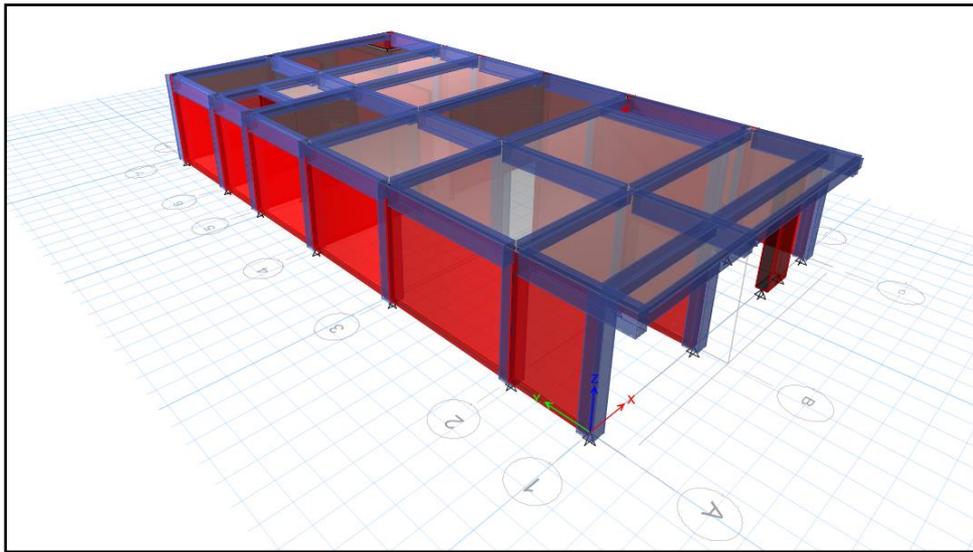


Figura 5.59 Estructura N°8

Propiedades de materiales

Concreto armado

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Albañilería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 500f'_m$$

$$\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$$

Acero de refuerzo

$$F_Y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sistema de piso

Losas aligeradas en 1 dirección

$$1^\circ \text{ Piso} \quad e = 0.20 \text{ m}$$

Cargas

Acabados de piso y techo

$$\text{Acabado} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Cargas vivas

$$\text{Viviendas} \quad 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Techos} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Parámetros sísmicos

Zona sísmica 4	$Z= 0.45$
Categoría C	$U= 1$
Coefficiente de amplificación sísmica	$C=2.5$
Perfil de suelo S2	$S= 1.05$
Coefficiente de reducción	$R_{d(x-x)}= 2.25$
	$R_{d(y-y)}= 3.00$
Periodos	$T_p= 0.60$
	$T_L= 2.00$

Elementos:

Columnas – C15x30, C30x30

Vigas – V20x15, V20x25, V40x25

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 5.165

Periodo de vibración de la estructura

Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ	Eje	Observaciones
	sec												
1	0.027	77.04%	0.14%	77.04%	0.14%	0.14%	13.61%	26.06%	0.14%	77.04%	26.06%	X-X	Torsión en Z-Z
2	0.014	19.86%	18.52%	96.90%	18.67%	18.52%	1.54%	59.30%	18.67%	96.90%	85.36%	Z-Z	-
3	0.013	3.09%	81.33%	99.99%	100%	81.33%	0.03%	14.62%	100%	99.99%	99.98%	Y-Y	Torsión en Z-Z
4	0.005	0.00%	0.00%	99.99%	100%	0.00%	0.03%	0.01%	100%	99.99%	99.99%	-	-
5	0.003	0.01%	0.00%	100%	100%	0.00%	0.06%	0.01%	100%	100%	100%	-	-

Teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje $x-x$. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 26.06% de masa participativa en el sentido del eje $z-z$, lo cual conlleva a realizar una evaluación de irregularidad torsional como se presenta en la Tabla 5.176 y 5.177.

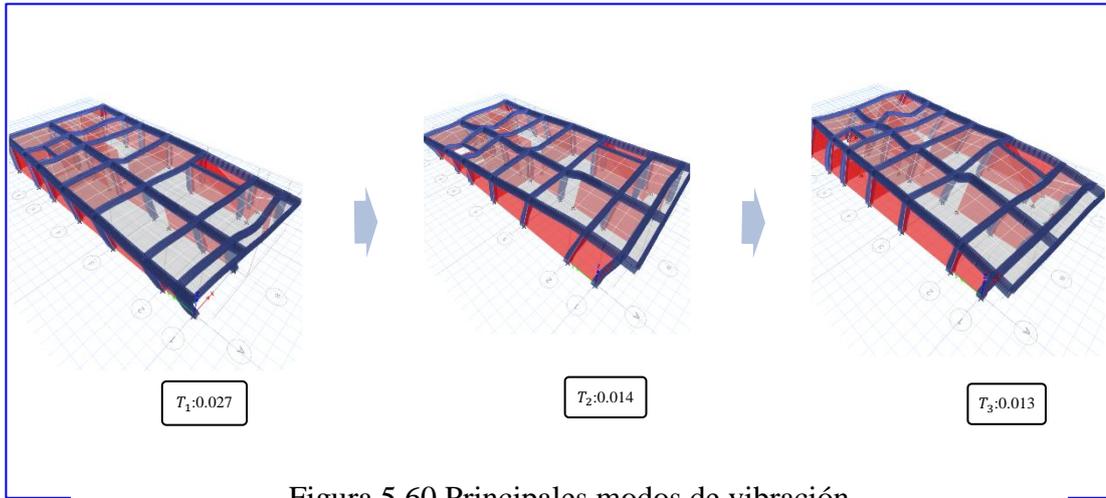


Figura 5.60 Principales modos de vibración

❖ CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ

Tabla 5.166

Centro de masa y rigidez

Centro de Masa y Rigidez							
Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Observaciones	
		m	m	m	m		
1 Piso	D1	3.72	6.80	4.02	11.34	Excentr. Y-Y	4.54 m

La excentricidad en la dirección del eje y-y, de la estructura es excesiva por lo cual es necesario realizar un control por irregularidad torsional en la dirección del eje x-x.

❖ PESO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 5.167

Peso de la estructura

Peso de la Estructura			
Story	UX	UY	Peso
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	ton
1 Piso	13.66	13.66	134.02

∑ Peso: 134.02

❖ FUERZA CORTANTE ESTÁTICA EN LA ESTRUCTURA

Tener en consideración que el coeficiente básico de reducción (R_o) en el eje x-x, se ha reajustado porque la estructura presentó irregularidad cómo se había previsto.

$$K_{x,y} = ZUCS/R$$

R_x=2.25

R_y=3.00

K_x= 0.5250

K_y= 0.3938

V_x= 70.36 Ton

V_y= 52.77 Ton

Tabla 5.168

Cortante en la dirección x-x

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN X-X							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
1 Piso	134.02	2.60	248.44	1.00	70.36	70.36	182.93

Tabla 5.169

Cortante en la dirección y-y

CORTANTE EN LA DIRECCIÓN Y-Y							
PISO	P (ton)	hi (m)	Pixhi (ton-m)	Incidencia	F Sismica	Cortante (ton)	MY
1 Piso	134.02	2.60	321.64	1.00	52.77	52.77	126.65

❖ **FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA ESTRUCTURA**

V_{DX}=53.92 Ton

V_{DY}=49.12 Ton

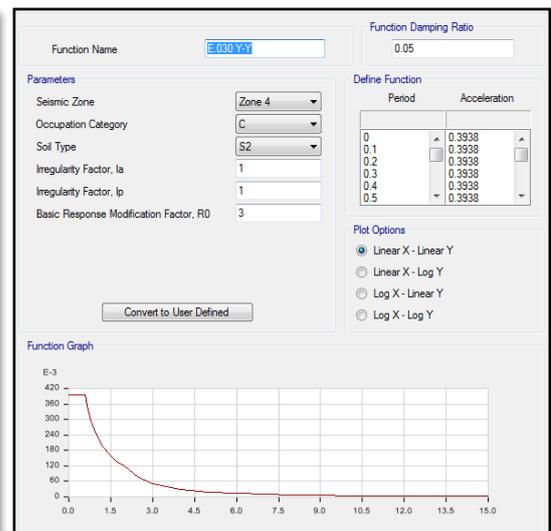
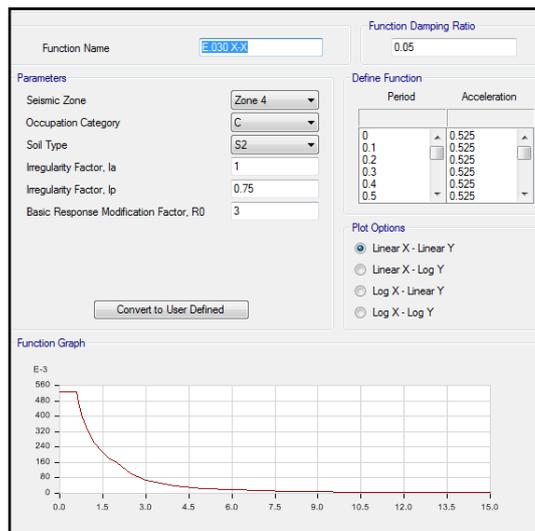


Figura 5.61 Espectro en la dirección x-x

Figura 5.62 Espectro en la dirección y-y

❖ FACTOR DE ESCALA DE DISEÑO

Tabla 5.170

Factor de escala dirección x-x

Dirección X-X	
Vx Estático	70.36 Ton
Vx Dinámico	53.92 Ton
Vx Din/ Vx Est	77%
Configuración	Irregular
Cociente Mínim	0.90
Factor (Tx)	1.174

Tabla 5.171

Factor de escala dirección y-y

Dirección Y-Y	
Vy Estático	52.77 Ton
Vy Dinámico	49.12 Ton
Vy Din/ Vy Est	93%
Configuración	Regular
Cociente Mínim	0.80
Factor (Tx)	0.859

De los resultados de las Tablas 5.170 y 5.171, se toma el factor: T_x : 1.174, para escalar las fuerzas sísmica dinámicas que se usarán para la evaluación de esfuerzos a corte en los muros de albañilería.

❖ CONTROL DE DERIVAS

Tabla 5.172

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis estático)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.13	0.13	2.25	0.85	0.24	2600	0.00005	0.0001	0.005	<i>Cumple</i>

Tabla 5.173

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis estático)

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.02	0.019	3	0.75	0.04	2600	0.00001	0.0000	0.005	<i>Cumple</i>

Tabla 5.174

Desplazamiento relativo inelástico en la dirección x-x (del análisis dinámico)

Dirección X-X										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.85	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	2.91	2.911	1.8	0.85	4.45	2600	0.00112	0.0017	0.005	<i>Cumple</i>

Tabla 5.175*Desplazamiento relativo inelástico en la dirección y-y (del análisis dinámico)*

Dirección Y-Y										
Nivel	Despl.Piso (mm)	Despl.Relt (mm)	R	0.75	Δ	H	Drift	Δ/H	REG	$\Delta/H < REG$
1	0.13	0.128	3	0.75	0.29	2600	0.00005	0.0001	0.005	<i>Cumple</i>

- Se cumple con las distorsiones límites según la normativa E.030

❖ IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Irregularidad Estructural en Planta

Irregularidad torsional

Se procederá a evaluar la irregularidad torsional (Figura 5.63), si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible así como lo indica la Tabla 2.11 . Los resultados de los desplazamientos relativos no superan los límites del desplazamiento relativo indicados en las Tablas 5.174 y 5.175, sin embargo la excentricidad pronunciada en la dirección $x-x$ de la estructura (Tabla 5.166) y teniéndose en consideración que la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje $x-x$. Y que para el mismo modo 1, se está presentando 26.06% de masa participativa en el sentido del eje $z-z$, lo conlleva hacer una revisión por irregularidad torsional.

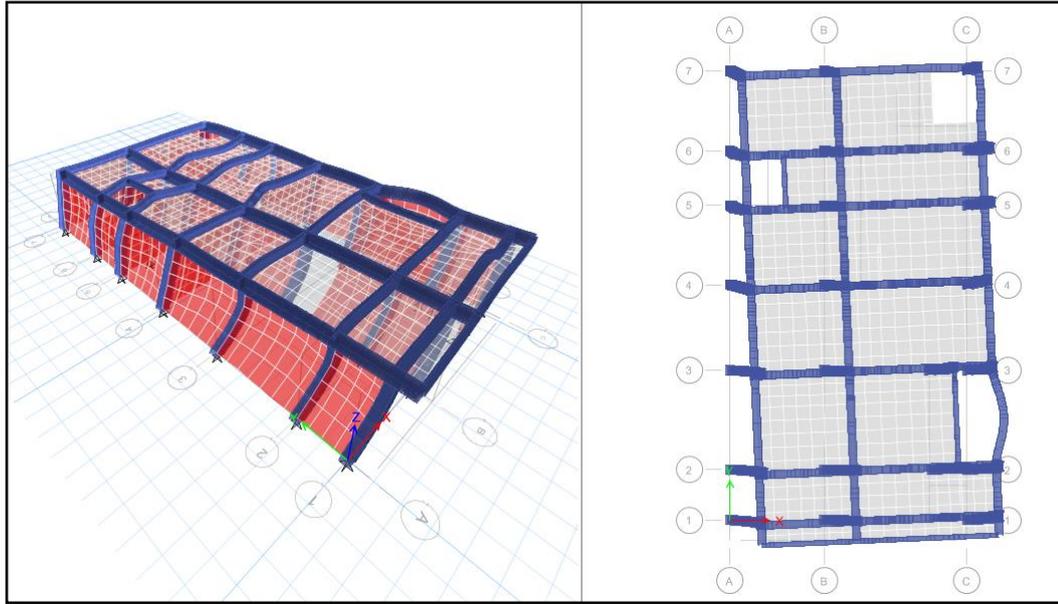


Figura 5.63 Irregularidad torsional

$$\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.3 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$I_p = 0.75$$

$$\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.5 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$$

$$I_p = 0.60$$

Tabla 5.176

Análisis de irregularidad torsional (dirección x-x)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN X-X					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
1 Piso	2.6	0.00008	0.00003	0.00004	1.42

Tabla 5.177

Análisis de irregularidad torsional (dirección y-y)

ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN Y-Y					
PISO	h m	Δ -prom m	Drift prom	Drift Max.	Drift Max/ Drift prom
1 Piso	2.6	0.00002	0.00001	0.00001	1.01

No se cumple la relación $\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1.3 \frac{\Delta_{prom}}{h_i}$, por lo tanto la estructura presenta irregularidad torsional.

Del diagnóstico se concluye que la estructura N°8 presenta **irregularidad torsional en la dirección x-x, del 1° Piso.**

Por consiguiente será necesario realizar los reajustes de los coeficientes de reducción y con estos datos realizar un reanálisis de la estructura.

$$\begin{array}{ll} R_o(x-x) = 3 & R_o(y-y) = 3 \\ I_a = 1.0 & I_a = 1.0 \\ I_p = 0.75 & I_p = 1.0 \\ \mathbf{R(x-x) = 2.25} & \mathbf{R(y-y) = 3.0} \end{array}$$

❖ CONTROL ESFUERZO AXIAL MÁXIMO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

Datos:

$$h = 260 \text{ cm}$$

$$f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$$

Se hace un chequeo de los esfuerzos axiales máximos en los muros según la norma E.070 Como se muestra en la Tabla 5.178:

$$Pg = P_D + P_L$$

$$\sigma_m = \frac{Pg}{Lt}$$

$$\sigma_m \leq \sigma_{adm} = 0.2 * f'm \left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right) \leq 0.15f'm$$

Tabla 5.178
Control de Esfuerzo Axial

CONTROL ESFUERZO AXIAL NTE E-070							
Muro	L (cm)	t (cm)	Pg (ton)	σ_m (Ton/m ²)	σ_{adm} (ton/m ²)	0.15*f'm (ton/m ²)	$\sigma_m \leq \sigma_{adm}$
P1	307.00	15	4.32	9.39	52.83	52.50	Conforme
P2	165.00	15	3.31	13.36	52.83	52.50	Conforme
P3	325.00	15	6.05	12.40	52.83	52.50	Conforme
P4	280.00	15	4.84	11.52	52.83	52.50	Conforme
P5	260.00	15	4.03	10.34	52.83	52.50	Conforme
P6	178.00	15	2.45	9.19	52.83	52.50	Conforme
P7	262.00	15	3.81	9.68	52.83	52.50	Conforme
P8	463.00	15	6.24	8.99	52.83	52.50	Conforme
P9	262.00	15	3.38	8.61	52.83	52.50	Conforme
P10	178.00	15	3.05	11.41	52.83	52.50	Conforme
P11	260.00	15	4.70	12.05	52.83	52.50	Conforme
P12	280.00	15	4.67	11.12	52.83	52.50	Conforme
P13	325.00	15	4.16	8.53	52.83	52.50	Conforme
P14	165.00	15	2.45	9.88	52.83	52.50	Conforme
P15	325.00	15	8.28	16.98	52.83	52.50	Conforme
P16	220.00	15	7.59	23.00	52.83	52.50	Conforme
P17	165.00	15	5.58	22.56	52.83	52.50	Conforme
P18	280.00	15	8.20	19.51	52.83	52.50	Conforme
P19	307.00	15	5.38	11.69	52.83	52.50	Conforme
P20	353.00	15	6.45	12.18	52.83	52.50	Conforme
P21	155.00	15	3.05	13.14	52.83	52.50	Conforme
P22	307.00	15	5.48	11.90	52.83	52.50	Conforme
P23	307.00	15	4.33	9.40	52.83	52.50	Conforme
P24	348.00	15	9.22	17.66	52.83	52.50	Conforme
P25	160.50	15	3.21	13.35	52.83	52.50	Conforme
P26	169.97	15	2.95	11.57	52.83	52.50	Conforme
P27	262.00	15	4.42	11.25	52.83	52.50	Conforme
P28	81.00	15	3.72	30.61	52.83	52.50	Conforme

Se verifica que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}), sin embargo aquellos resultados han sido evaluados a nivel local, se debe hacer una evaluación a nivel de toda la estructura con el aporte de los esfuerzos axiales generado por la losa maciza ver Figura 5.64. al 5.67

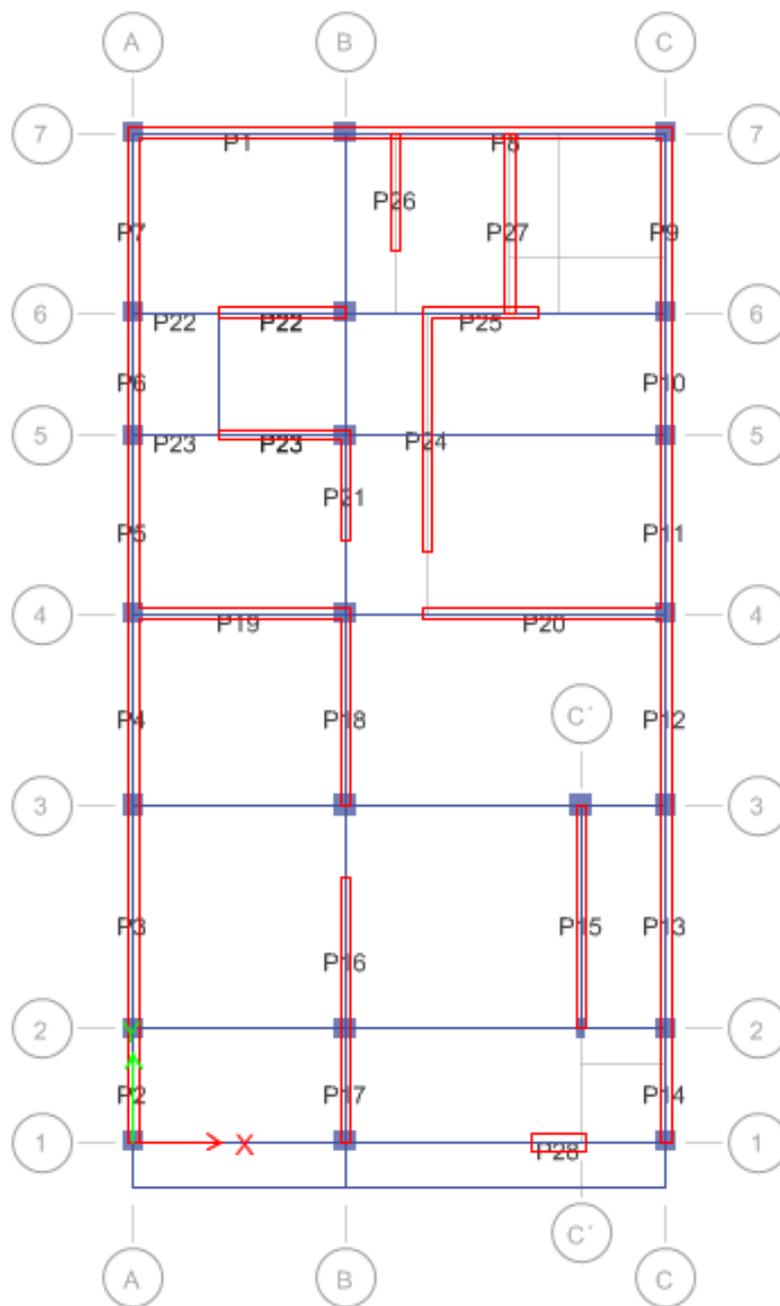


Figura 5.64 Estructura N°8

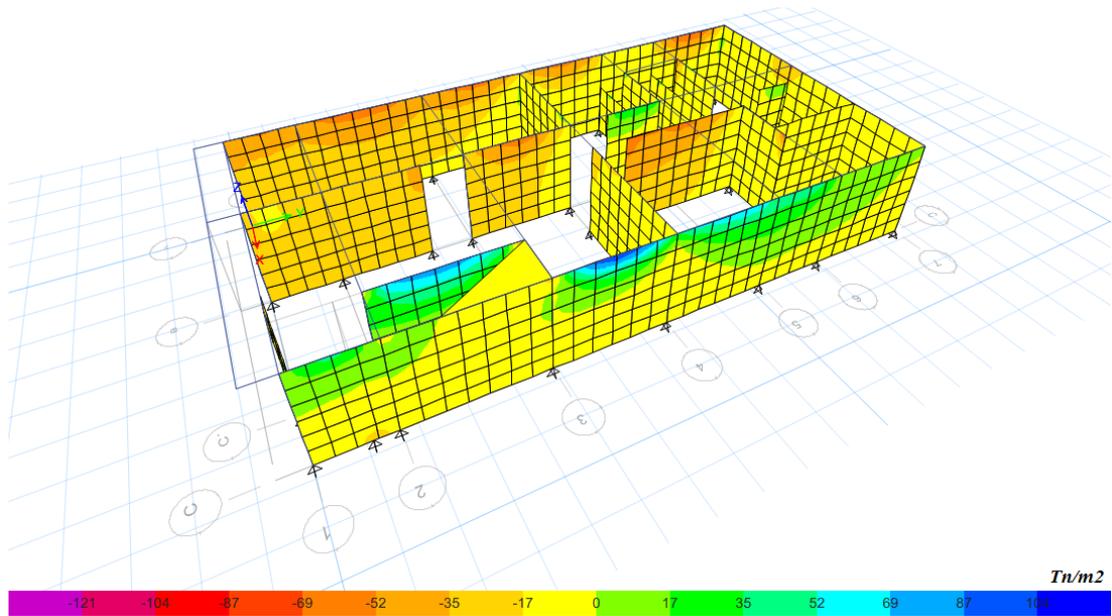


Figura 5.65 Esfuerzos axiales en los muros de albañilería las zonas de color celeste son los más críticos con esfuerzos que superan lo normativo.

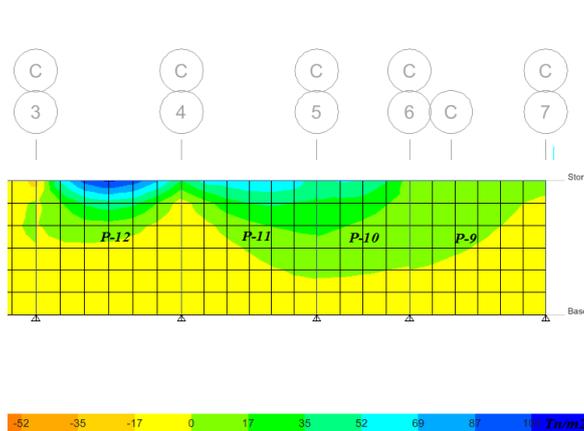


Figura 5.66 Esfuerzos axiales críticos en Pier-12

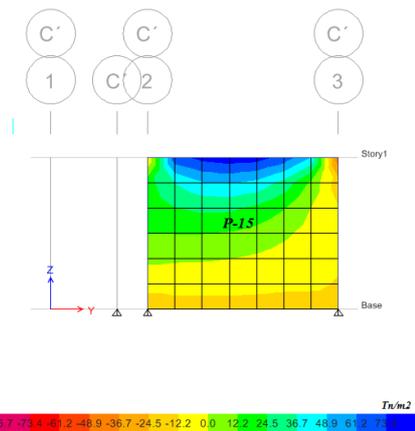


Figura 5.67 Esfuerzos axiales críticos en Pier-15

Se concluye que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}) evaluados a nivel local, sin embargo cuando se evalúa la estructura a nivel global se observa que en el muro P12 y P15 los esfuerzos axiales superan los esfuerzos admisibles, por lo que se recomienda tomar alternativas para mejorar las propiedades a nivel de diseño.

❖ **RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL EN LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA**

Tabla 5.179*Cortante y momento en los muros (dirección x-x)*

DATOS DE ETABS EJE X-X				
Primer Piso	Sismo Severo R=2.25		Sismo Moderado R=5.50	
	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)	Me (ton-m)
Muro				
P1	7.15	3.54	3.57	1.77
P8	11.43	6.84	5.71	3.42
P19	12.52	6.81	6.26	3.40
P20	12.04	14.26	6.02	7.13
P22	5.16	4.45	2.58	2.23
P23	6.66	4.11	3.33	2.06
P25	3.13	2.55	1.56	1.28
P28	1.04	1.65	0.52	0.82

Tabla 5.180*Cortante y momento en los muros (dirección y-y)*

DATOS				
Primer Piso	Sismo Severo R=3		Sismo Moderado R=6	
	Vs (ton)	Ms (ton-m)	Ve (ton)	Me (ton-m)
Muro				
P2	1.48	0.59	0.74	0.30
P3	3.53	0.82	1.77	0.41
P4	3.24	0.63	1.62	0.31
P5	3.07	0.57	1.54	0.28
P6	2.08	0.41	1.04	0.21
P7	2.89	1.01	1.44	0.51
P9	2.81	0.99	1.41	0.50
P10	2.00	0.42	1.00	0.21
P11	3.10	0.58	1.55	0.29
P12	3.31	0.55	1.65	0.28
P13	3.41	0.79	1.71	0.39
P14	1.43	0.60	0.71	0.30
P15	2.49	2.99	1.24	1.49
P16	1.72	1.32	0.86	0.66
P17	1.35	0.60	0.68	0.30
P18	2.63	1.76	1.31	0.88
P21	1.06	0.81	0.53	0.40
P24	2.91	3.52	1.45	1.76
P26	1.26	1.00	0.63	0.50
P27	2.87	1.43	1.44	0.71

Unidades de Arcilla y de Concreto:

$$V_m = 0.55(V'm)(\alpha)(t)(L) + 0.23Pg$$

$$\alpha = \frac{V_e L}{M_e}; \text{ donde: } 1/3 < \alpha < 1$$

$$Pg = P_D + 0.25P_L$$

Donde: <<Ve>> es la fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico; y,

<<Me>> es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico.

Tabla 5.181

Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección x-x)

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=V_e*L/M_e$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P1	307	15	3.57	1.77	51	6.20	1.00	4.05	13.85	7.62	Conforme
P8	463	15	5.71	3.42	51	7.74	1.00	5.89	20.84	11.46	Conforme
P19	307	15	6.26	3.40	51	5.64	1.00	4.87	14.04	7.72	Conforme
P20	353	15	6.02	7.13	51	2.98	1.00	5.78	16.18	8.90	Conforme
P22	307	15	2.58	2.23	51	3.55	1.00	4.91	14.05	7.73	Conforme
P23	307	15	3.33	2.06	51	4.97	1.00	4.00	13.84	7.61	Conforme
P25	160.5	15	1.56	1.28	51	1.97	1.00	2.83	7.40	4.07	Conforme
P28	81	15	0.52	0.82	51	0.51	1.00	3.22	2.48	1.36	Conforme

Tabla 5.182*Resistencia al Agrietamiento y Control de Fisuración por Corte (dirección y-y)*

RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL Y CONTROL DE FISURACIÓN POR CORTE											
Muro	L(cm)	t(cm)	Ve total(ton)	Me(ton-m)	V'm(ton/m2)	$\alpha=Ve*L/Me$	α final	Pg	Vm(ton)	0.55Vm	Ve<0.55Vm
P2	165	15	0.74	0.30	51	4.12	1.00	3.00	7.63	4.20	Conforme
P3	325	15	1.77	0.41	51	14.04	1.00	5.49	14.94	8.22	Conforme
P4	280	15	1.62	0.31	51	14.52	1.00	4.42	12.80	7.04	Conforme
P5	260	15	1.54	0.28	51	14.13	1.00	3.73	11.80	6.49	Conforme
P6	178	15	1.04	0.21	51	9.02	1.00	2.31	8.02	4.41	Conforme
P7	262	15	1.44	0.51	51	7.46	1.00	3.55	11.84	6.51	Conforme
P9	262	15	1.41	0.50	51	7.41	1.00	3.26	11.77	6.48	Conforme
P10	178	15	1.00	0.21	51	8.40	1.00	2.80	8.13	4.47	Conforme
P11	260	15	1.55	0.29	51	13.97	1.00	4.27	11.92	6.56	Conforme
P12	280	15	1.65	0.28	51	16.71	1.00	4.34	12.78	7.03	Conforme
P13	325	15	1.71	0.39	51	14.07	1.00	4.09	14.62	8.04	Conforme
P14	165	15	0.71	0.30	51	3.91	1.00	2.32	7.48	4.11	Conforme
P15	325	15	1.24	1.49	51	2.70	1.00	7.20	15.33	8.43	Conforme
P16	220	15	0.86	0.66	51	2.87	1.00	6.40	10.73	5.90	Conforme
P17	165	15	0.68	0.30	51	3.73	1.00	4.78	8.04	4.42	Conforme
P18	280	15	1.31	0.88	51	4.18	1.00	7.00	13.39	7.37	Conforme
P21	155	15	0.53	0.40	51	2.02	1.00	2.74	7.15	3.93	Conforme
P24	348	15	1.45	1.76	51	2.87	1.00	7.84	16.45	9.05	Conforme
P26	170	15	0.63	0.50	51	2.15	1.00	2.66	7.76	4.27	Conforme
P27	262	15	1.44	0.71	51	5.27	1.00	3.98	11.94	6.57	Conforme

❖ **VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL EDIFICIO**

$$\Sigma v_s \leq \Sigma v_m$$

Tabla 5.183

*Verificación de la Resistencia al Corte
(dirección x-x)*

VERIFICACIÓN DE LA RESITENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P1	7.15	13.85
P8	11.43	20.84
P19	12.52	14.04
P20	12.04	16.18
P22	5.16	14.05
P23	6.66	13.84
P25	3.13	7.40
P28	1.04	2.48

$$\sum Vs=59.11 < \sum Vm=102.67 \text{ Conforme}$$

Tabla 5.184

*Verificación de la Resistencia al Corte
(dirección y-y)*

VERIFICACIÓN DE LA RESITENCIA AL CORTE (SISMO SEVERO)		
Muro	Vs (ton)	Vm (ton)
P2	1.48	7.63
P3	3.53	14.94
P4	3.24	12.80
P5	3.07	11.80
P6	2.08	8.02
P7	2.89	11.84
P9	2.81	11.77
P10	2.00	8.13
P11	3.10	11.92
P12	3.31	12.78
P13	3.41	14.62
P14	1.43	7.48
P15	2.49	15.33
P16	1.72	10.73
P17	1.35	8.04
P18	2.63	13.39
P21	1.06	7.15
P24	2.91	16.45
P26	1.26	7.76
P27	2.87	11.94

$$\sum Vs=48.65 < \sum Vm=224.51 \text{ Conforme}$$

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Estructura N°1:

- ❖ La estructura no cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.
- ❖ La estructura no presenta irregularidad
- ❖ La eflorescencia no ha sido materia de estudio porque no es representativa ni presenta severidad en la influencia de los muros de albañilería.
- ❖ Se concluye que la deflexión de la losa maciza es mayor al límite máximo establecido por la norma técnica de concreto armado, para pisos o techos ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños. Y efectivamente estos resultados se ve reflejado en las fisuras y grietas de los muros de albañilería.
- ❖ Se llega a la conclusión que el origen de los daños generados en los muros de albañilería como fisuras y grietas, son a causa de la baja capacidad de resistencia ante esfuerzos axiales de los muros en las zonas críticas y la transmisión de esfuerzos que se generan producto de la deflexión de la losa maciza.

Estructura N°2:

- ❖ La estructura no cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.

- ❖ La estructura presenta irregularidad de esquina entrante y discontinuidad de los sistemas resistente, porque los valores no están dentro de los rangos permisibles según la Norma Técnica E. 030
- ❖ La deflexión de los aleros del 1° y 2° Piso son mayores al límite máximo establecido por la norma, para pisos o techos ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños. Es preciso destacar que el cálculo de las deflexiones se realizó empleando la inercia de la sección sin fisurar (I_g); tener en consideración que las deflexiones reales serán mayores a las determinadas.

Estructura N°3:

- ❖ La estructura no cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.
- ❖ la estructura en el 1° Piso se comporta como un pórtico porque los muros que rodean a las columnas son de adobes sin embargo para el 2° Piso si se cuenta con unidades de albañilería y se considera el aporte de esfuerzos de los muros.
- ❖ Para el 1° piso las distorsiones de entrepisos en la dirección del eje $x-x$ están próximos a los límites normativos, por lo cual no asegura que la edificación tenga un comportamiento adecuado.
- ❖ se concluye que la estructura N°3 presenta irregularidad extrema de rigidez y torsión. Según la Tabla 2.10 referida a categoría y regularidad de las edificaciones, se prohíbe irregularidades extremas para edificaciones ubicadas en la zona 4 y 3.

Estructura N°4:

- ❖ La estructura si cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.
- ❖ Se concluye que la estructura N°4 no presenta irregularidad de piso blando e irregularidad torsional.

- ❖ Se verifica que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}), sin embargo el muro P30 no cumple con estas exigencias, por lo que se recomienda tomar alternativas para mejorar las propiedades a nivel de diseño.
- ❖ De la evaluación de control de fisuración por corte se tiene los siguientes muros de albañilería P16, P20, P23, P24, P25, P26 y P33 que no cumplen con los límites establecidos por la Norma Técnica de Albañilería.
- ❖ De los resultados de la resistencia al corte de la estructura, se observa que en la dirección y-y la resistencia al corte es menor que la fuerza cortante producida por el sismo severo; $\sum V_m=167.82 < \sum V_s=235.46$

Estructura N°5:

- ❖ La estructura no cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.
- ❖ La distorsión de entrepiso en la dirección x-x, del 1° Piso no cumple con las distorsiones límites según la norma técnica E.030.
- ❖ Se concluye que la estructura N°5 presenta irregularidad torsional

Estructura N°6:

- ❖ La estructura no cuenta con planos y en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor.
- ❖ la masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje x-x. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 35.68% de masa participativa en el sentido del eje z-z.
- ❖ La excentricidad en la dirección del eje y-y de la estructura es 4.97m, siendo excesivo y perjudicial.

- ❖ se concluye que la estructura N°6 presenta irregularidad extrema de torsión, era de esperarse ya que la longitud de la estructura es excesiva que conllevará a que los elementos estructurales sufran daños ante un sismo severo. Según la Tabla 2.10 referida a categoría y regularidad de las edificaciones, se prohíbe irregularidades extremas para edificaciones ubicadas en la zona 4 y 3.
- ❖ Se concluye que los muros P17 y P28 no cumplen con los requisitos de control de fisuración por corte, también tener en consideración que el muro P29 está próximo a los límites establecidos. Se debe adoptar medidas correctivas en estos muros, con la finalidad de reforzar la estructura.

Estructura N°7:

- ❖ La estructura si cuenta con planos elaborados por un Ing. Civil, en la fase del proceso constructivo intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por el ingeniero residente de la obra.
- ❖ Se cumple con las distorsiones de entrepiso límites según la normativa E.030, sin embargo las distorsiones en el sentido del eje y-y, del 2° y 3° Piso están próximos a los límites por lo cual no garantiza que la estructura tenga un comportamiento adecuado
- ❖ De los resultados del análisis se concluye que la estructura N°7 presenta irregularidad torsional en la dirección del eje y-y, porque los valores no están dentro de los rangos permisibles según la Norma Técnica E. 030 .

Estructura N°8:

- ❖ La estructura si cuenta con planos elaborados por un Ing. Civil, sin embargo en la fase del proceso constructivo no intervinieron los profesional respectivos, la construcción fue dirigida por un maestro constructor alterando los diseños de los planos de cada especialidad.
- ❖ La masa participativa de mayor porcentaje para el modo de vibración 1, es el sentido del eje x-x. Se debe tener cuidado, ya que para el mismo modo 1, se está presentando 26.06% de masa participativa en el sentido del eje z-z.

- ❖ se verifica **irregularidad torsional en la dirección x-x, del 1° Piso de la estructura N°8.**
- ❖ Se concluye que los esfuerzos axiales máximos (σ_m) en los muros son menores a los esfuerzos admisibles (σ_{adm}) evaluados a nivel local, sin embargo cuando se evalúa la estructura a nivel global se observa que en el muro P12 y P15 los esfuerzos axiales superan los esfuerzos admisibles, por lo que se recomienda tomar alternativas para mejorar las propiedades a nivel de diseño.

En conclusión; los daños no visibles como visibles en los elementos estructurales de las estructuras se presentan en mayores casos cuando no se tiene una buena concepción arquitectónica y configuración estructural es decir; la mala calidad del proyecto, incidiendo de tal manera en el comportamiento estructural de las viviendas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la estructura N°1 demoler la losa maciza y ser remplazado por una losa aligerada teniéndose en consideración el diseño de esta como de las vigas.
- Se recomienda del pronóstico N°2 de la estructura N°2, demoler los aleros del 1°, 2° y sótano para mejorar el comportamiento de la estructura.
- Se recomienda para la estructura N°3 reforzar el primer piso con elementos que aporten rigidez, siendo muros de albañilería o placas según las exigencias de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y E.030 Concreto Armado.
- Se recomienda para la estructura N°4 primer piso, reforzar los siguientes muros de albañilería P16, P20, P23, P24, P25, P26 y P33 con elementos que aporten rigidez, de acuerdo a las exigencias de la Norma Técnica E.070.
- Se recomienda controlar las derivas de entrepiso en la dirección x-x y la irregularidad torsional de la estructura N°5. Reforzando la estructura del primer al tercer piso con elementos que aporten rigidez, siendo muros de albañilería o placas

según las exigencias de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y E.030 Concreto Armado.

- Se recomienda para la estructura N°6, dividir congruentes la estructura en 2 estructuras mediante una junta sísmica, para reducir la longitud excesiva que conlleva a que los elementos estructurales sufran daños ante sismo severo.
- Se recomienda controlar las derivas de entrepiso en la dirección y-y, del 2° y 3° Piso y la irregularidad torsional de la estructura N°7. Reforzando la estructura del segundo al tercer piso con elementos que aporten rigidez, siendo muros de albañilería o placas según las exigencias de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y E.030 Concreto Armado.
- Se recomienda controlar la irregularidad torsional en la dirección x-x de la estructura N°8. Así también mejorar las propiedades a nivel de diseño de los muros de albañilería P12 Y P15 según las exigencias de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y E.030 Concreto Armado.
- Se recomienda el asesoramiento de un Ingeniero Civil para la elaboración de los planos y supervise la construcción de la edificación. De esta forma se contribuye a prevenir los daños presentados.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Kuroiwa H, Torrealva D, San Bartolomé R y Zabala T. PNUD, (2008), *Manual para el Desarrollo de Viviendas Sismorresistentes*
- Kuroiwa H, Pando P y Pando M. (2010) *¡Alto a los desastres! Viviendas seguras y saludables para los peruanos con menores recursos*
- Hernández S, Fernández C y Baptista L. (2010) *Metodología de la Investigación* (5^{ta} ed. 2010) Editorial; McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Blanco B., 1990,. *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado* (2^{da} ed. 2011). Perú: Capitulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima y Colegio de Ingenieros del Perú
- Abanto C. 2007, *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería* (3^{ra} ed. 2012). Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L
- Arango O. 2002, *Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería*. Perú: Editado por el Capítulo Peruano ACI
- Ottazzi P., 2006, *Diseño en Concreto Armado* (2^{da} ed. 2013). Perú: Editado por la Asociación Capítulo Peruano del Instituto Americano del Concreto
- Harmsen, 1997, *Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (4^{ta} ed. 2005). Perú: Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú
- Quiroz T., *Análisis y Diseño de Edificaciones con Etabs v.9.x* (1^{ra} ed. 2011). Perú: Editorial, Macro E.I.R.L
- Cruz R., 2009. *Análisis y Diseño de Estructuras con Etabs v.9.7.2 y Aplicaciones con Safe v.12.2* Perú: Editorial Grupo Universitario Sac.
- Cruz R., 2013. *Análisis y Diseño de Estructural con Sap2000 v.15*. Perú: Editorial Grupo Universitario Sac.
- Alvarado R.N., (2011). Determinación y evaluación de las patologías en muros de albañilería de instituciones educativas sector oeste de Piura, distrito, provincia y departamento de Piura: febrero 2011. Tesis Ing. Civil ULADECH, PE.
- Carreño C. y Serrano R., (2005). Metodología de evaluación en patología estructural. Tesis Ing. Civil, Universidad Industrial de Santander.

- San Bartolomé A., 2005, “Comentario a la norma técnica de edificación E.070 albañilería informe final” Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción (SENCICO). Lima, Perú.
- Norma Técnica E.0.70 Albañilería, 2016, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.)
- Norma Técnica E.0.20 Cargas, 2016, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.)
- Norma Técnica E.0.30 Diseño Sismorresistente, 2018, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.)
- Norma Técnica E.0.60 Concreto Armado, 2016, del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.)
- San marco SISTEMI VERNICIANTI PER L'EDILIZIA “Soluciones para la humedad de los muros y la humedad ascendente”
file:///C:/Users/Luis%20Conqui%20Ayala/Downloads/131025144440_folder_deumidificante_spa_lr-1.pdf
- Convenio entre el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2007. “Estudio de mapa de peligros de la ciudad de Barranca”. Disponible en :
http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Lima/barranca/barranca.pdf
- Plan de desarrollo urbano de la Provincia de Barranca 2008-2018
http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PDU_MUNICIPALIDADES/BARRANCA/PDU-BARRANCA.pdf
- Cordova R. “Criterios Sismorresistentes para Arquitectos”
www.cordovaingenieros.com
- Guía patológica constructivas estructurales y no estructurales Colombia
http://www.elespectador.com/files/pdf_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf

ANEXO

ANEXO 1. DOCUMENTOS PRESENTADOS A AUTORIDADES / PROPIETARIOS

“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

**SOLICITO: AMPLIACIÓN DE PLAZO DE
PRESENTACIÓN DE BORRADOR
DE TESIS**

Ing. Elio Alejandro Milla Vergara

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil-UNASAM

Yo, Conqui Ayala, Luis egresado de la Facultad de Ingeniería Civil, con código universitario: 101.0904.753 identificado con DNI. 47199935, ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

Que se me aprobó con Resolución expedida en el mes Junio del 2015, mi plan de tesis con el tema: **“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS MUROS, Y SU INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS DE MATERIAL NOBLE EN LA CIUDAD DE BARRANCA-2015”**, por lo que recurro a su digno despacho para saludarlo cordialmente a fin de que se me pueda realizar la ampliación de plazo de presentación de borrador de tesis, por motivos de trabajo, por lo que recurro a su despacho para que se me pueda ampliar por un plazo de un año, tal como lo indica el Reglamento de Grados y Títulos, para la elaboración de dicha tesis, para lo cual cuento como jurados a los siguientes ingenieros:

- **Presidente: ING. JORGE EMILIANO BEDÓN LÓPEZ**
- **Secretario: ING. RAMÓN TEODORO URTECHO CASIMIRO**
- **Vocal: ING. REYNALDO MELQUIADES REYES ROQUE**

Por lo tanto: pido a Ud. Acceder a mi petición acorde a lo indicado al Reglamento de Grados y Títulos de esta Facultad

Huaraz, 28 de Abril del 2017



Conqui Ayala, Luis
DNI N° 47199935



“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

Barranca, de Marzo del 2017

Señora :

GLADYS GABRIELA, MEJIA GONZALES

TENIENTE GOBERNADORA DEL BALNEARIO

*Es grato dirigirme a usted para saludarle cordialmente y expresarle lo siguiente: Yo **Conqui Ayala Luis**, identificado con D.N.I. N°. 47199935, domiciliado en la Provincia de Barranca, Distrito de Barranca, Centro Poblado Pampas de Velarde S/N. Egresado de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo- Filial Barranca, con el Grado de Bachiller en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil.:*

*Que mediante la presente brinde usted su apoyo para sustentar la recopilación de datos de las viviendas ubicadas en el balneario de Chorrillos, Miraflores y Puerto Chico, afectadas por alguna patología para la presente tesis titulada: “**Determinación y evaluación de las Patologías en los Muros y su Incidencia en el Comportamiento Estructural de las Viviendas de Material Noble en la Ciudad de Barranca**”. Esta tesis beneficiará a la población cuyas viviendas están ubicadas en el Balneario de Miraflores, Chorrillos y Puerto Chico.*

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

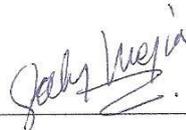
Adjunto:

- ❖ Acreditación de tesista investigador.
- ❖ Ficha de matrícula
- ❖ Dni.



Tesista: Conqui Ayala, Luis

Dni: 47199935



Gladys Mejia Gonzales



“AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN”

Ing. ARNULFO SALAZAR ROJAS, Con CIP. 100273. Representante del Área Técnica de Coprodeli en Elaboración de Proyectos de Ingeniería Civil,

Otorga el presente:

ACREDITACIÓN DE TESISISTA INVESTIGADOR

El que suscribe, en representación de COPRODELI con RUC 20138693326, con domicilio legal en Av. Guardia Chalaca N°.1371 del Distrito del Callao y Provincia Constitucional del Callao, acredita que el Bachiller en Ingeniería Civil, **Conqui Ayala Luis**, identificado con D.N.I. N°. 47199935, egresado de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo - Filial Barranca de la Facultad de Ingeniería Civil, se encuentra realizando la tesis titulada:

“Determinación y Evaluación de las Patologías en los Muros y su Incidencia en el Comportamiento Estructural de las Viviendas de Material Noble en la Ciudad de Barranca” viviendas ubicadas en el Balneario de Miraflores, Chorrillos y Puerto Chico. Para optar para el grado de Ingeniero Civil,

Se expide la presente acreditación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Callao, Setiembre del 2015.



ARNULFO SALAZAR ROJAS
INGENIERO CIVIL
CIP 100273

Fundación de Coprodeli en el Perú
Av. Guardia Chalaca – N° 1371 P.C. del Callao-Cel:956827051



REPÚBLICA DEL PERÚ
UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
EN NOMBRE DE LA NACIÓN

*El Rector de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”
Por cuanto: El Consejo Universitario ha conferido el Grado Académico de Bachiller en*

INGENIERÍA CIVIL
Luis Conqui Ayala

A: _____
Aprobado por la Facultad de _____

INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL

Carrera Profesional de _____

*Por tanto: Se expide el presente Diploma para que se le reconozca como tal, y se le otorgue los goces y privilegios que i
confieren las leyes de la República.*

Dado y firmado en Huarax, el **31** *de* **MAYO** *de* **2016**


SECRETARIO GENERAL

MAG. EVA DELFINA ZARZOSA MARQUEZ


RECTOR

DR. JULIO GREGORIO POTERICO HUAMAYALLI


DECANO

MAG. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

Acto Académico:
31/05/2016



Código de la Universidad: 033

Del graduado:

Tipo de documento : DNI

N° de documento : 47199935

Denominación : BACHILLER

Abreviatura : B

Modalidad de obtención : BACHILLERATO AUTOMÁTICO

Modalidad de estudios : PRESENCIAL

Tipo de emisión del Diploma : ORIGINAL

Conferido con Resolución de Consejo Universitario - Rector

N° 129-2016-UNASAM

de fecha: 31-05-2016

Registrado en el Libro de Grados de Bachiller-UGYT-UNASAM-SG

Libro XXIV Folio N° 180 Registro N° 7000

SECRETARIO GENERAL

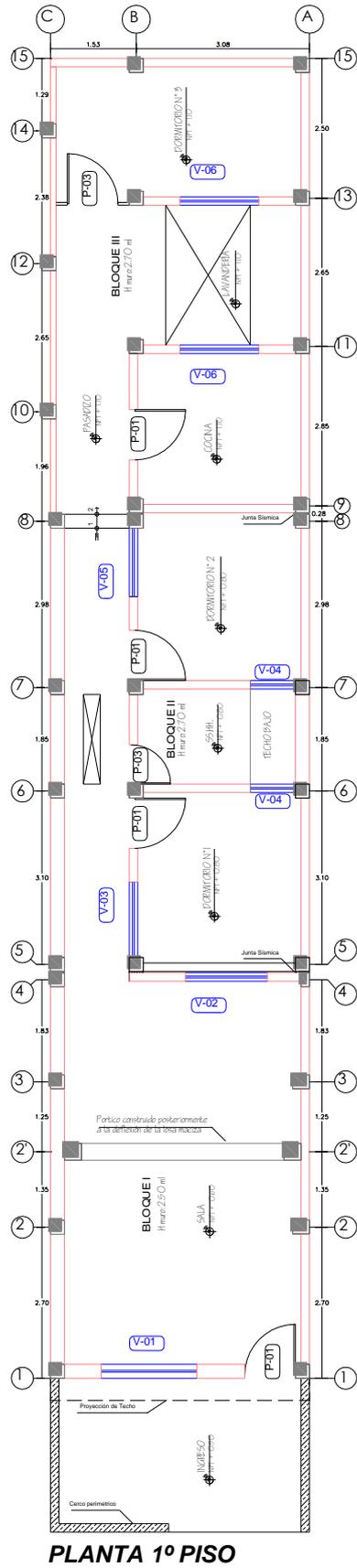
MAG. EVA DELFINA ZARZOSA MARQUEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"



B 0000123

ANEXO 2. PLANOS

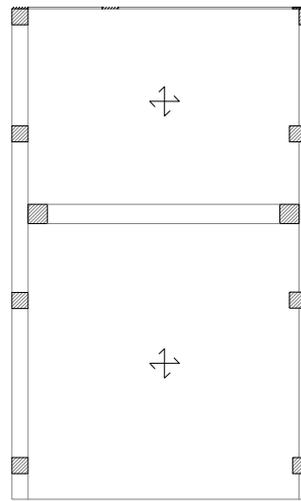


Frontis



ITEM	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD
V-01	1.70	1.50	1.00	1
V-02	1.50	1.50	1.00	1
V-03	1.35	1.70	1.00	1
V-04	0.80	0.40	2.30	2
V-05	1.40	1.70	1.00	1
V-06	1.23	1.07	1.00	2

ITEM	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD
P-01	0.90	2.10	MADERA	4
P-02	1.30	2.10	MADERA	1
P-03	0.70	2.10	MADERA	1



ALIGERADO 1º PISO
ESC. 1/50

Figura 1

Descripción: Plano de distribución de muros de la vivienda N°1
(Prop. Ramirez Duran, Víctor)

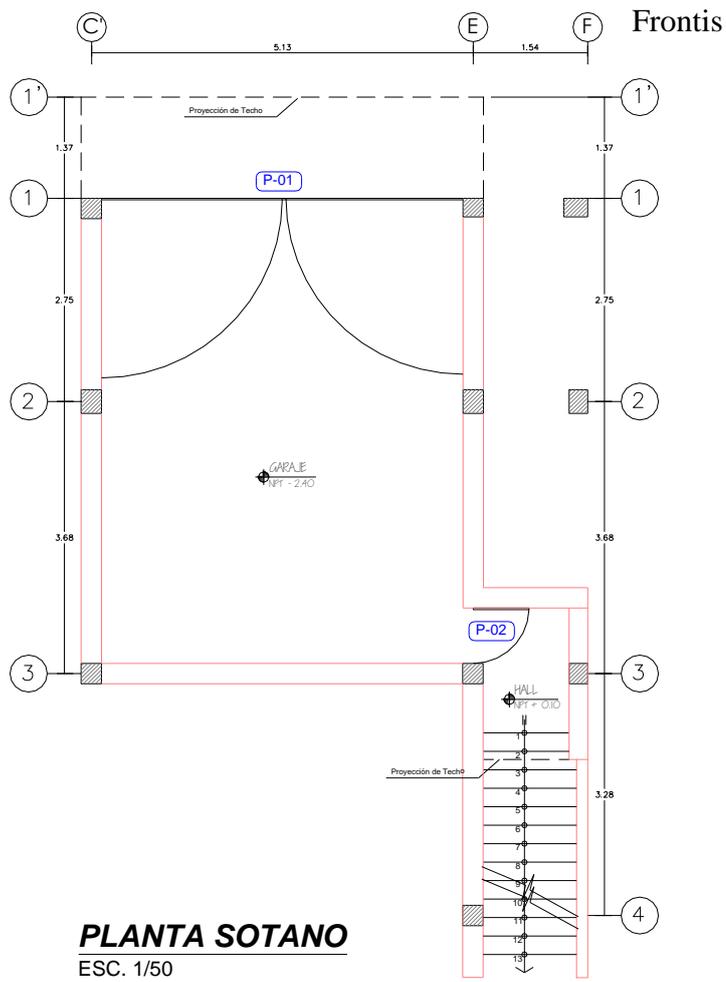
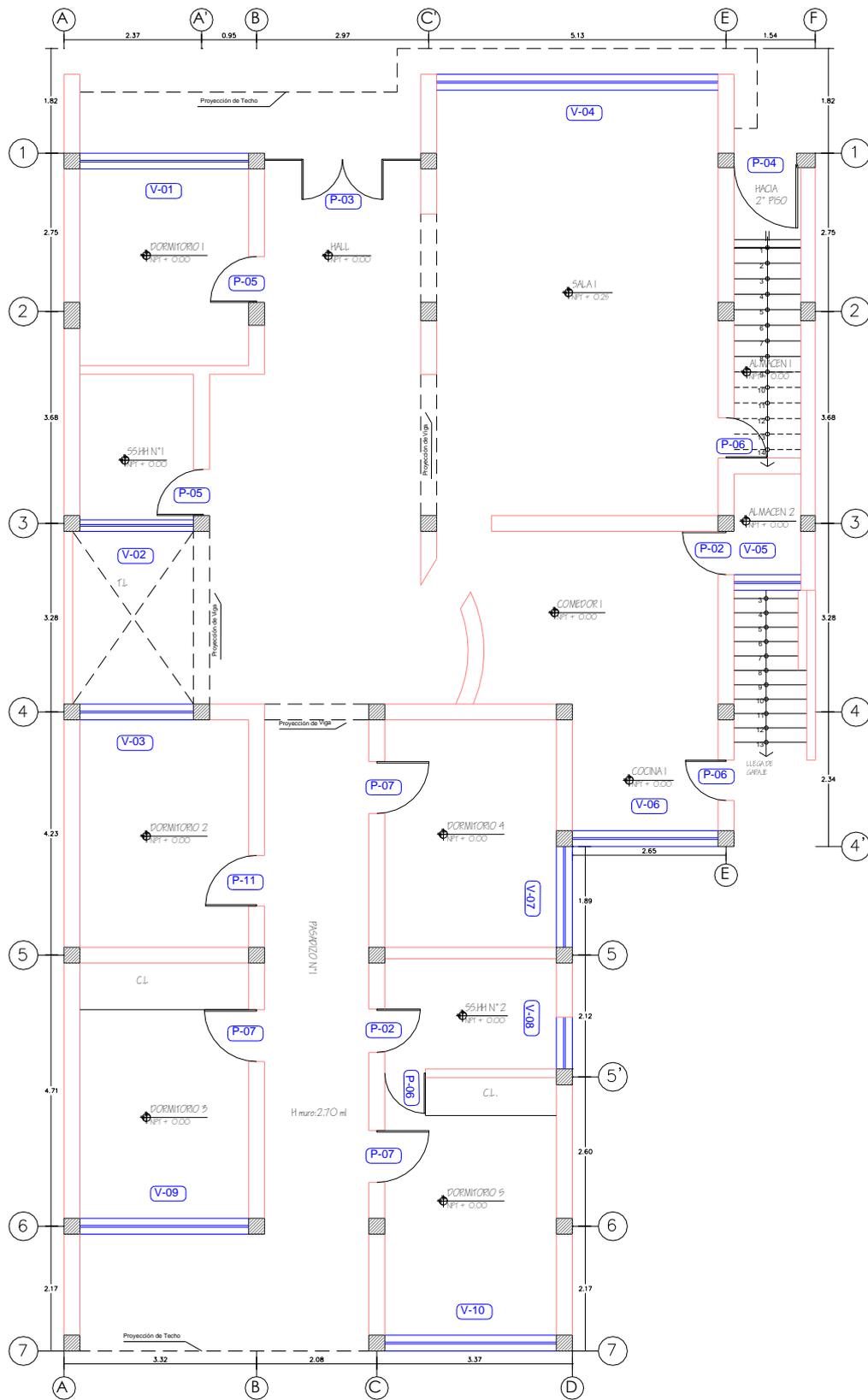


Figura 2

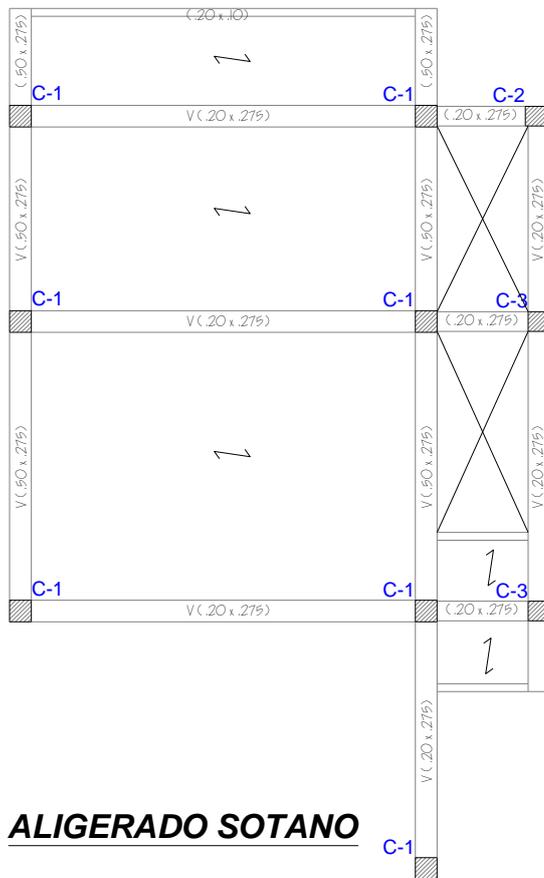
Descripción: Planta sótano de la estructura N°2
(Prop. Martínez de Medina, Bertha)



PLANTA 1º PISO

Figura 3

Descripción: Planta 1º piso de la estructura N°2
(Prop. Martínez de Medina, Bertha)



ALIGERADO SOTANO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

SOTANO:

- SE USÓ LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES.

1º PISO:

- SE USÓ LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES.

2º PISO:

- SE USÓ LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES.

AZOTEA:

- SE USÓ LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES.

PROPIEDADES:

CONCRETO - COLUMNAS

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO - VIGAS

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ACERO

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

LOZA ALIGERDA

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOBRECARGA:

TECHO 1 SOTANO 200 kg/m²

MORTERO:

TECHO 1 PISO 200 kg/m²

JUNTA HORIZONTAL MAX 1.5 cm

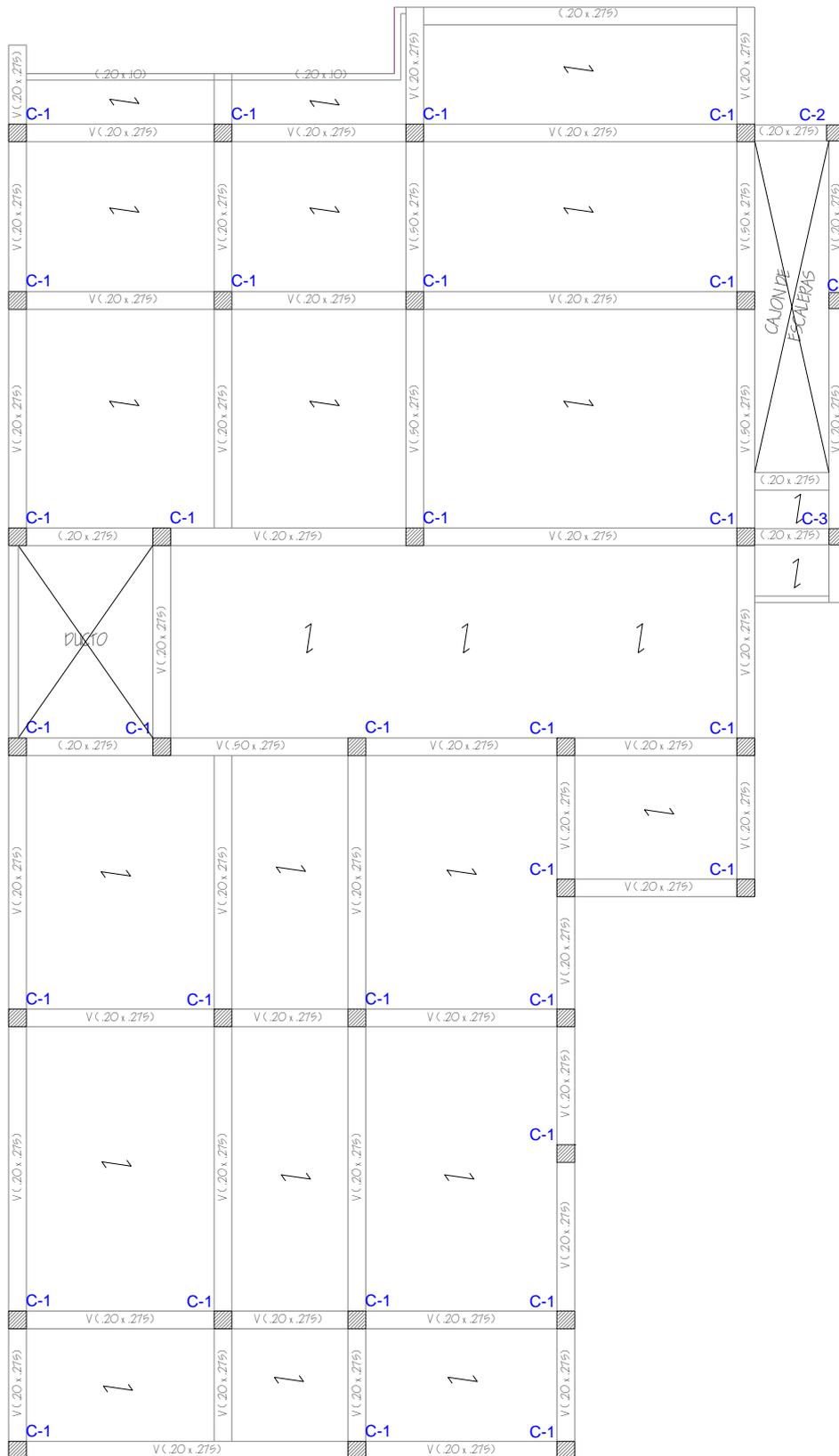
TECHO 2 PISO 100 kg/m²

JUNTA VERTICAL MAX 1.5 cm

AZOTEA 100 kg/m²

Figura 6

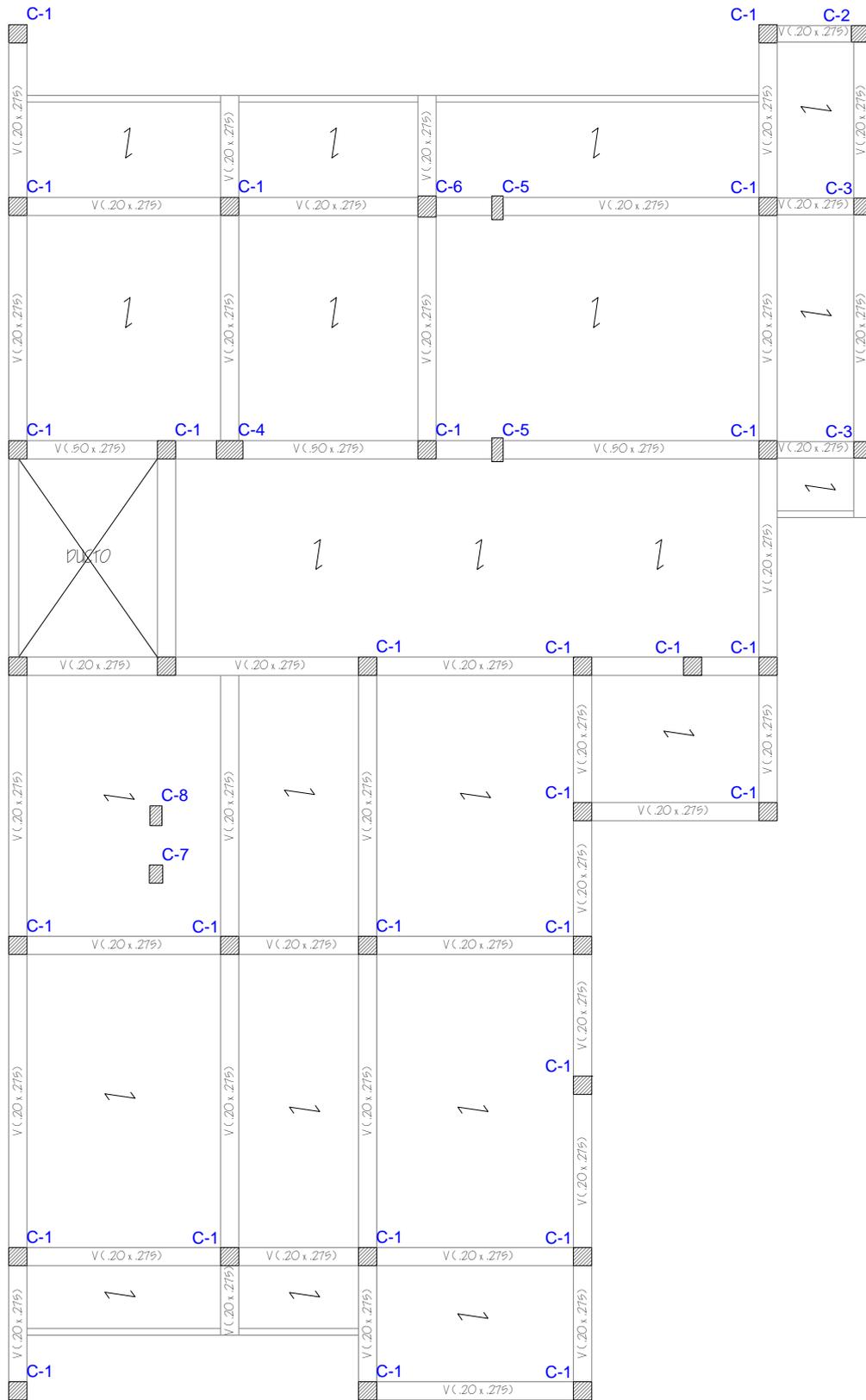
Descripción: Aligerado de Sótano de la estructura N°2
(Prop. Martínez de Medina, Bertha)



ALIGERADO 1º PISO

Figura 7

Descripción: Aligerado 1º Piso de la estructura N°2
(Prop. Martínez de Medina, Bertha)



ALIGERADO 2º PISO

Figura 8

Descripción: Aligerado de 2º Piso de la estructura N°2
(Prop. Martínez de Medina, Bertha)

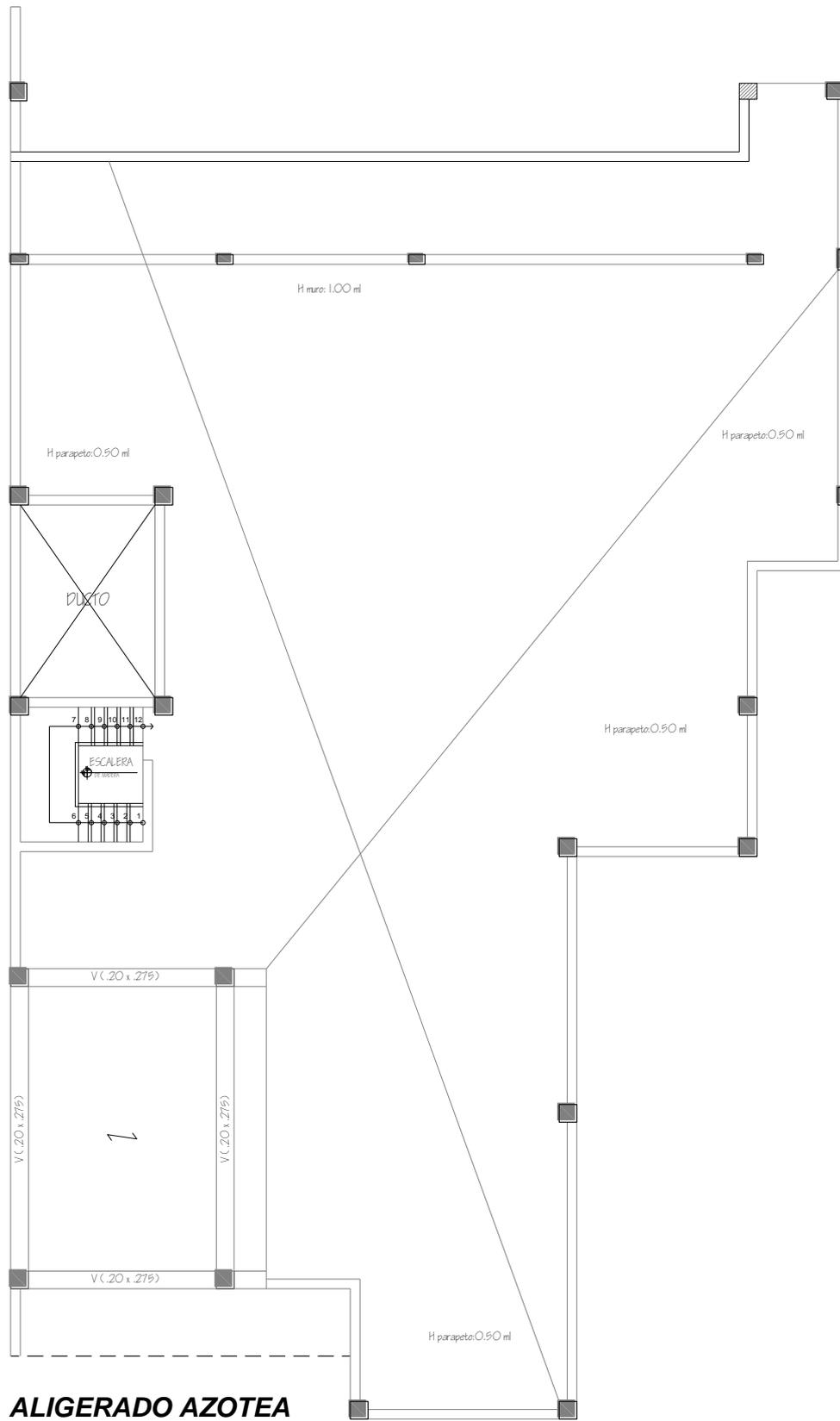
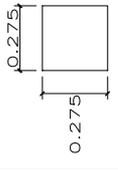
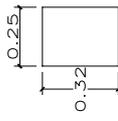
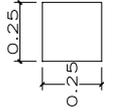
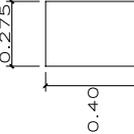
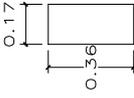
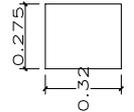
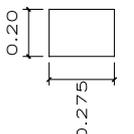
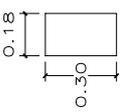


Figura 9

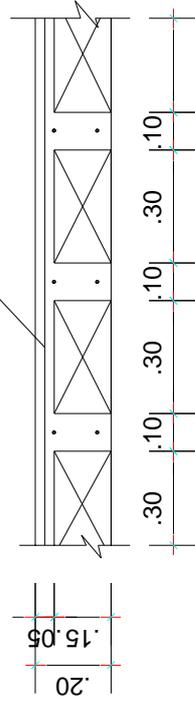
Descripción: Aligerado Azotea de la estructura N°2
(Prop. Martínez de Medina, Bertha)

DETALLE DE COLUMNA

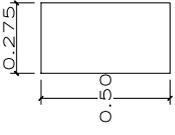
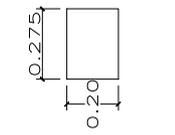
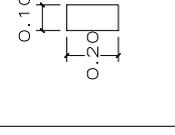
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8
BxT	0.275x0.275	0.32x0.25	0.25x0.25	.40x0.275	.36x0.17	.32x0.275	.275x0.20	.30x0.18
REF. PRINC	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "	• - \emptyset - / - "
GEOMETRIA								

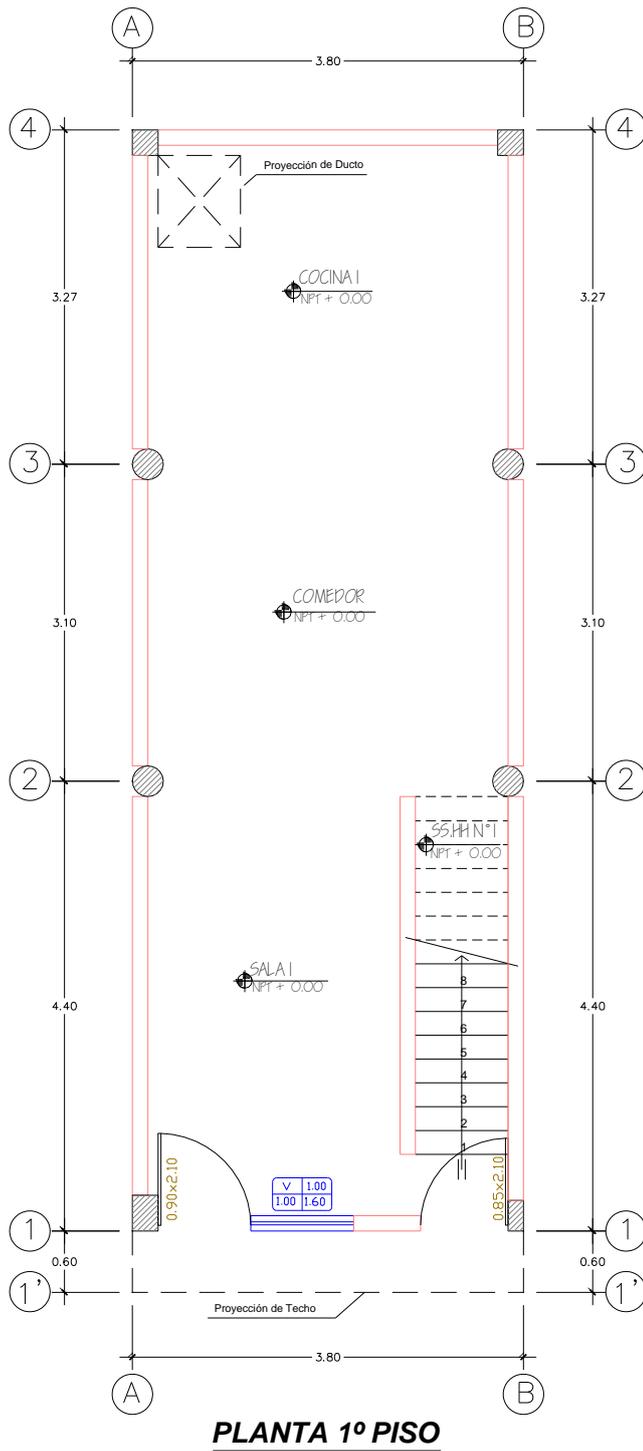
DETALLE DE VIGA

Fierro de temperatura
 \emptyset 1/4" @ .25 un solo sentidos



DETALLE TIPO DE ALIGERADO

TIPO	V_50X27.5	V_20X27.5	V_20X10
BxT	0.50x0.275	0.20x0.275	0.20x0.10
REF. PRINC	• - \emptyset - + - \emptyset - "	• - \emptyset - " + - \emptyset - "	• - \emptyset - / - "
GEOMETRIA			



ESPECIFICACIONES TECNICAS

1º PISO:	
- SE USÓ ADOBE PARA LOS MUROS PERIMETRALES CON LA EXCEPCIÓN EN LA FACHADA DONDE SE USÓ LADRILLO PANDERETA.	
2º PISO:	
- SE USÓ LADRILLO KING-KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES.	
- SE USÓ LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS UBICADOS EN EL ALERO.	
PROPIEDADES:	
CONCRETO - COLUMNAS	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
CONCRETO - VIGAS	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
LOZA ALIGERDA	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
SOBRECARGA:	
TECHO 1 PISO	200 kg/m ²
TECHO 2 PISO	100 kg/m ²
MORTERO:	
JUNTA HORIZONTAL MAX	1.5 cm
JUNTA VERTICAL MAX	1.5 cm

Figura 10

Descripción: Planta 1º piso de la estructura N°3
(Prop. Alicia Jara)

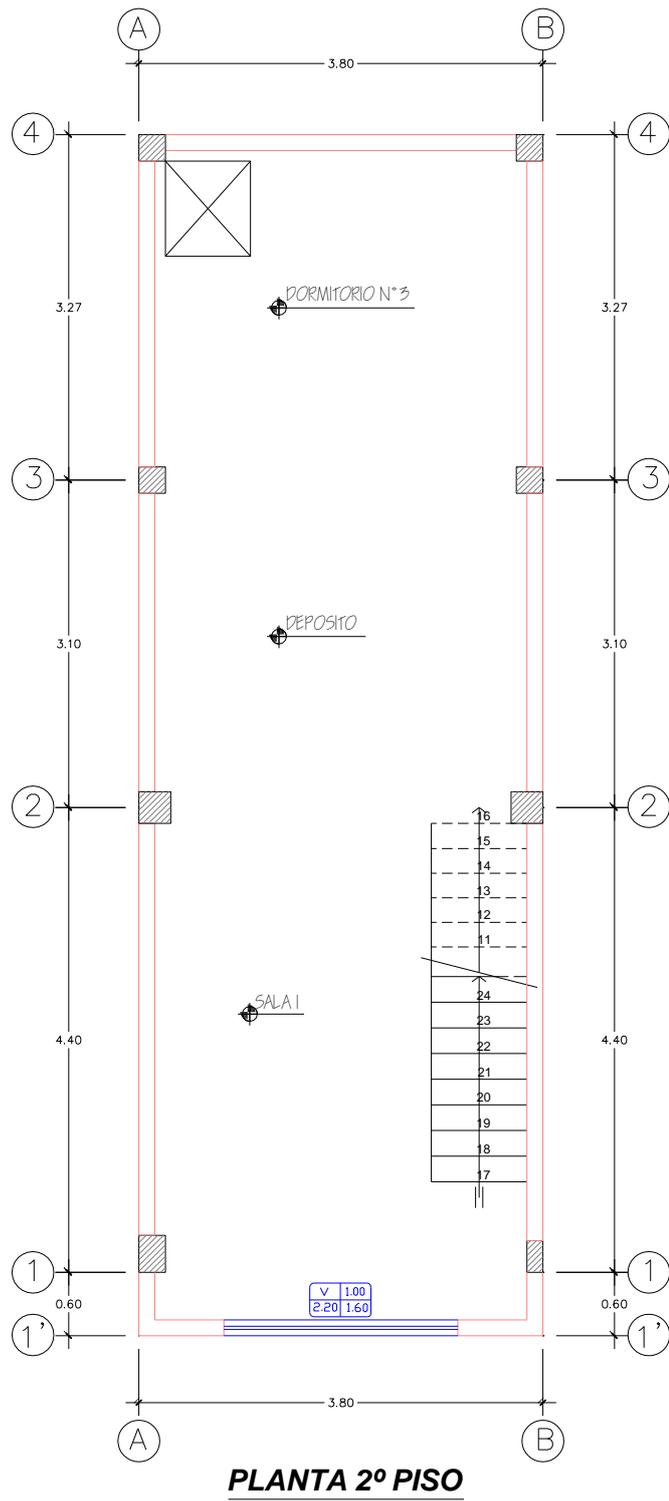


Figura 11

Descripción: Planta 2º piso de la estructura N°3
(Prop. Alicia Jara)

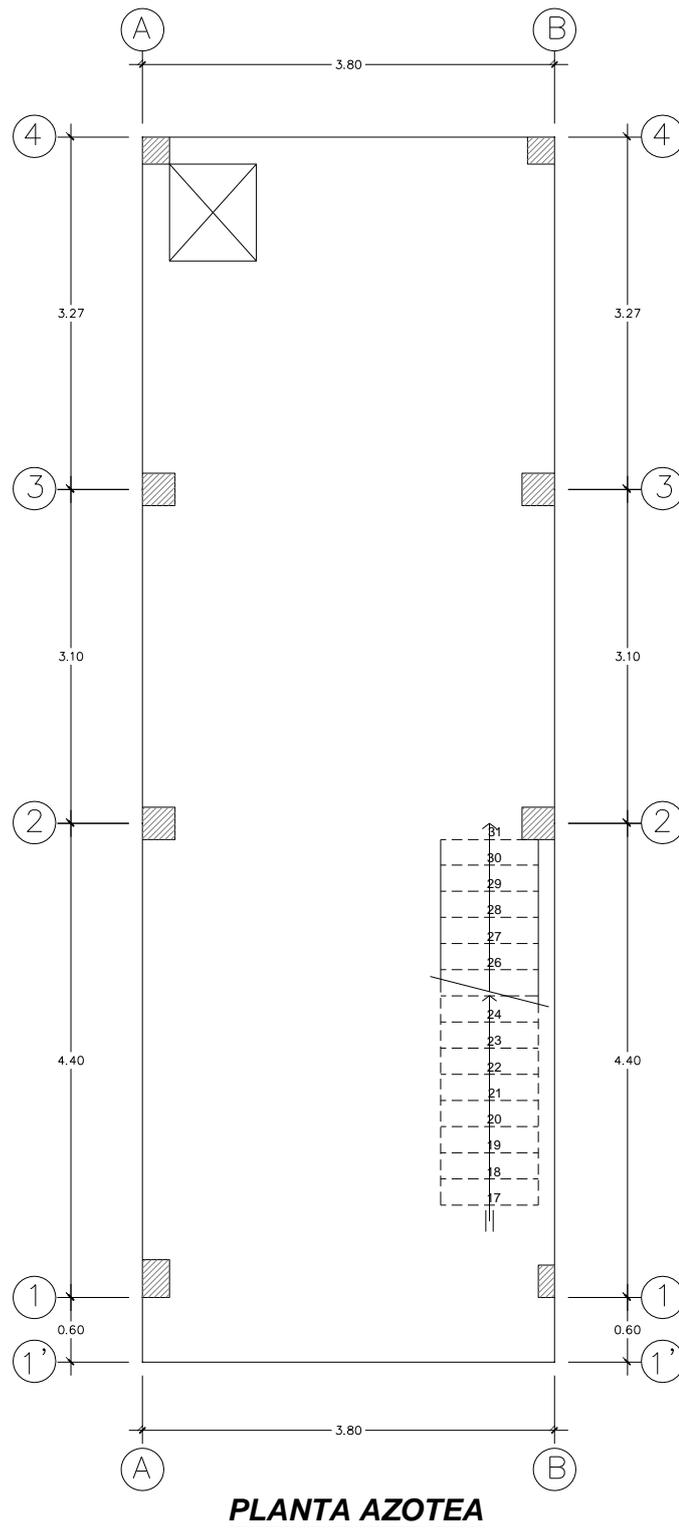
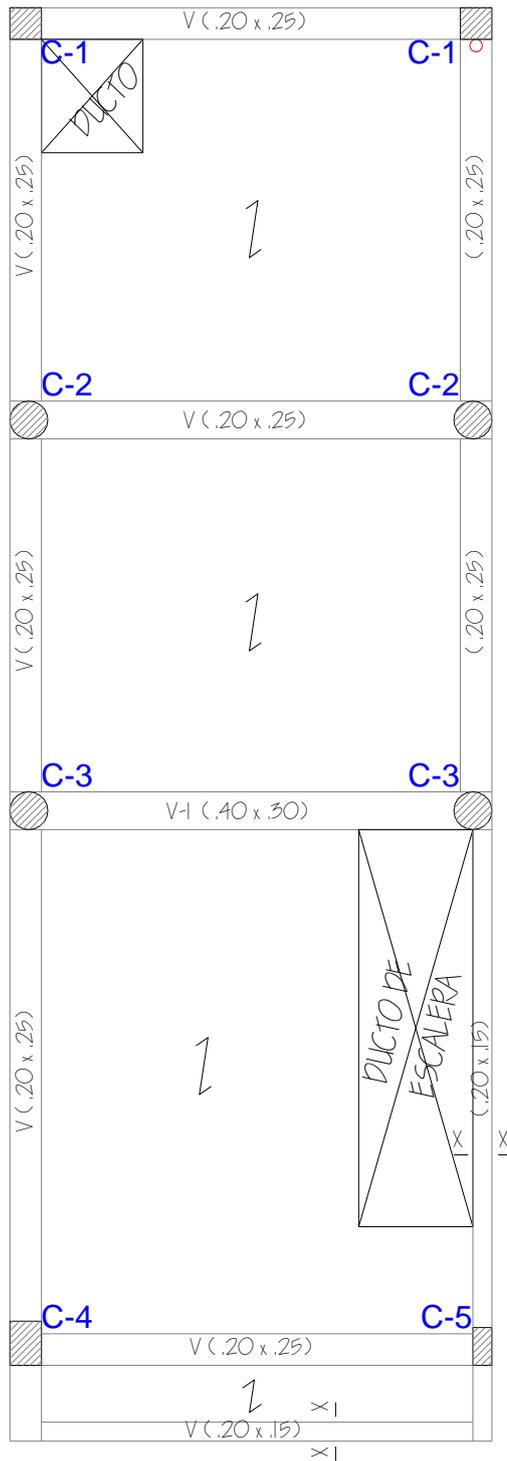


Figura 12

Descripción: Planta azotea de la estructura N°3
(Prop. Alicia Jara)



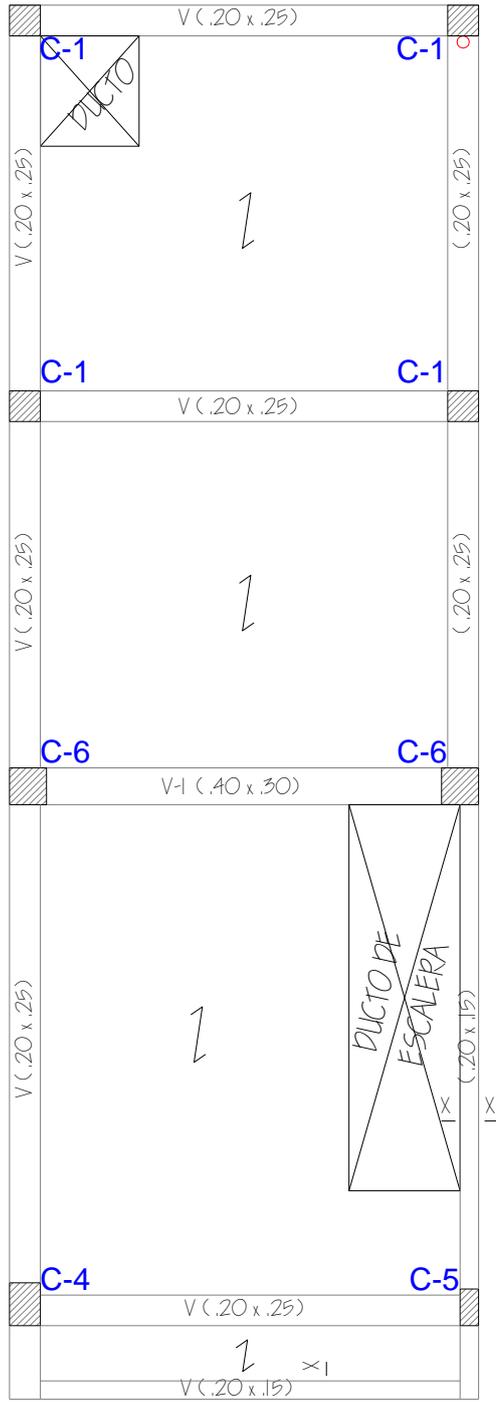
ALIGERADO 1º PISO

DETALLE DE COLUMNA					
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
BxT	0.25X0.25	D: 0.30	D: 0.30	.35X0.25	.30X0.15
REF. PRINC	• (1)-4Ø1/2"	• (1)-4Ø1/2"	• (1)-4Ø5/8"	• (1)-4Ø1/2"	• (1)-4Ø1/2"
GEOMETRIA					

DETALLE DE VIGA		
TIPO	V-1	CORTE X-X
BxT	0.40x0.30	0.20x0.15
REF. PRINC	• -Ø- + -Ø-	• -Ø- + -Ø-
GEOMETRIA		

Figura 13

Descripción: Aligerado 1º Piso de la estructura N°3
(Prop. Alicia Jara)



ALIGERADO 2º PISO

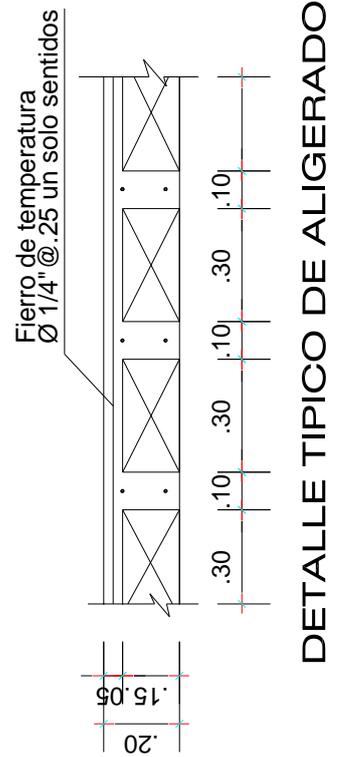


Figura 14

Descripción: Aligerado 2º Piso de la estructura N°3
(Prop. Alicia Jara)

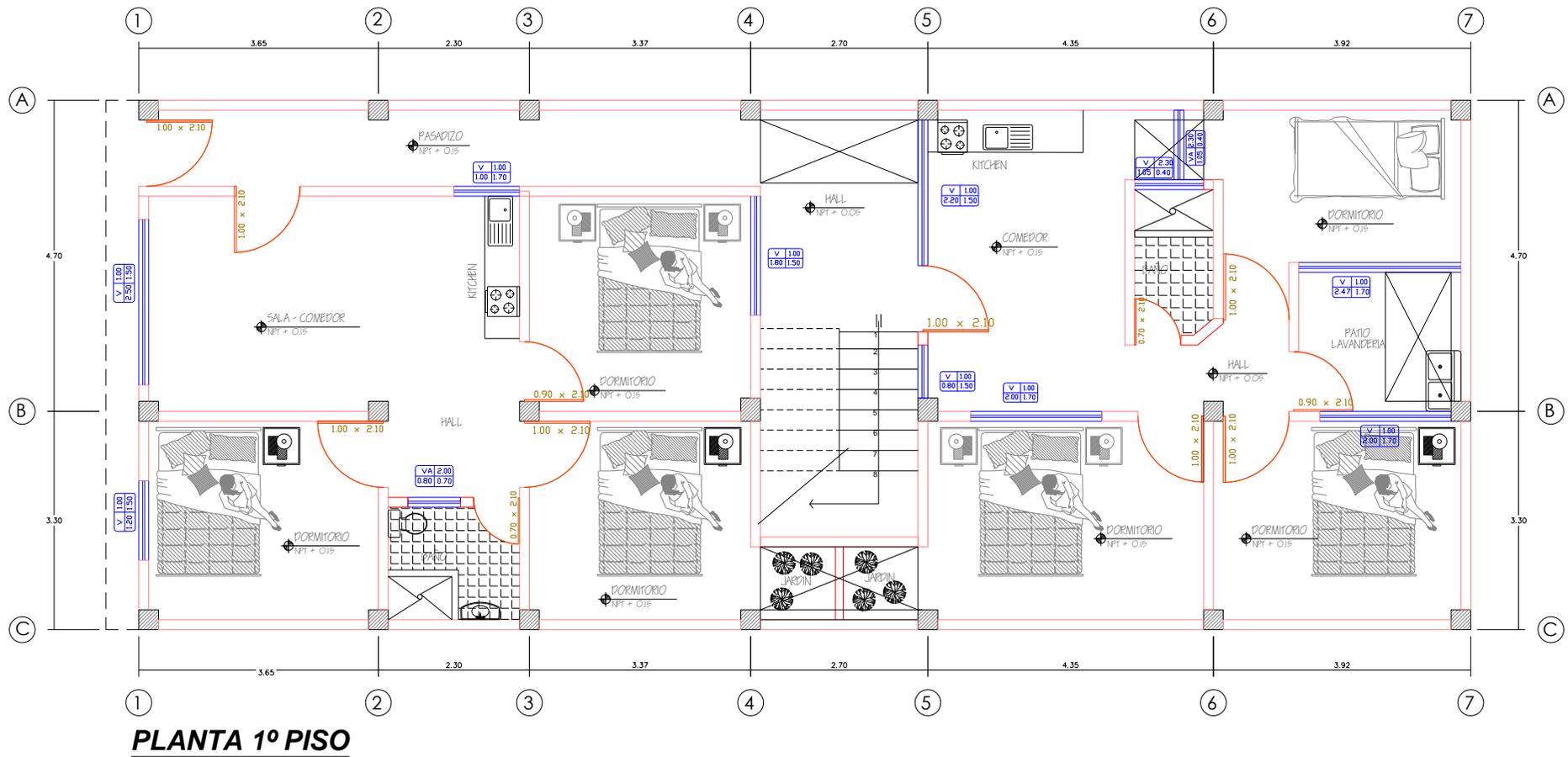


Figura 15 Descripción: Planta 1º piso de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)

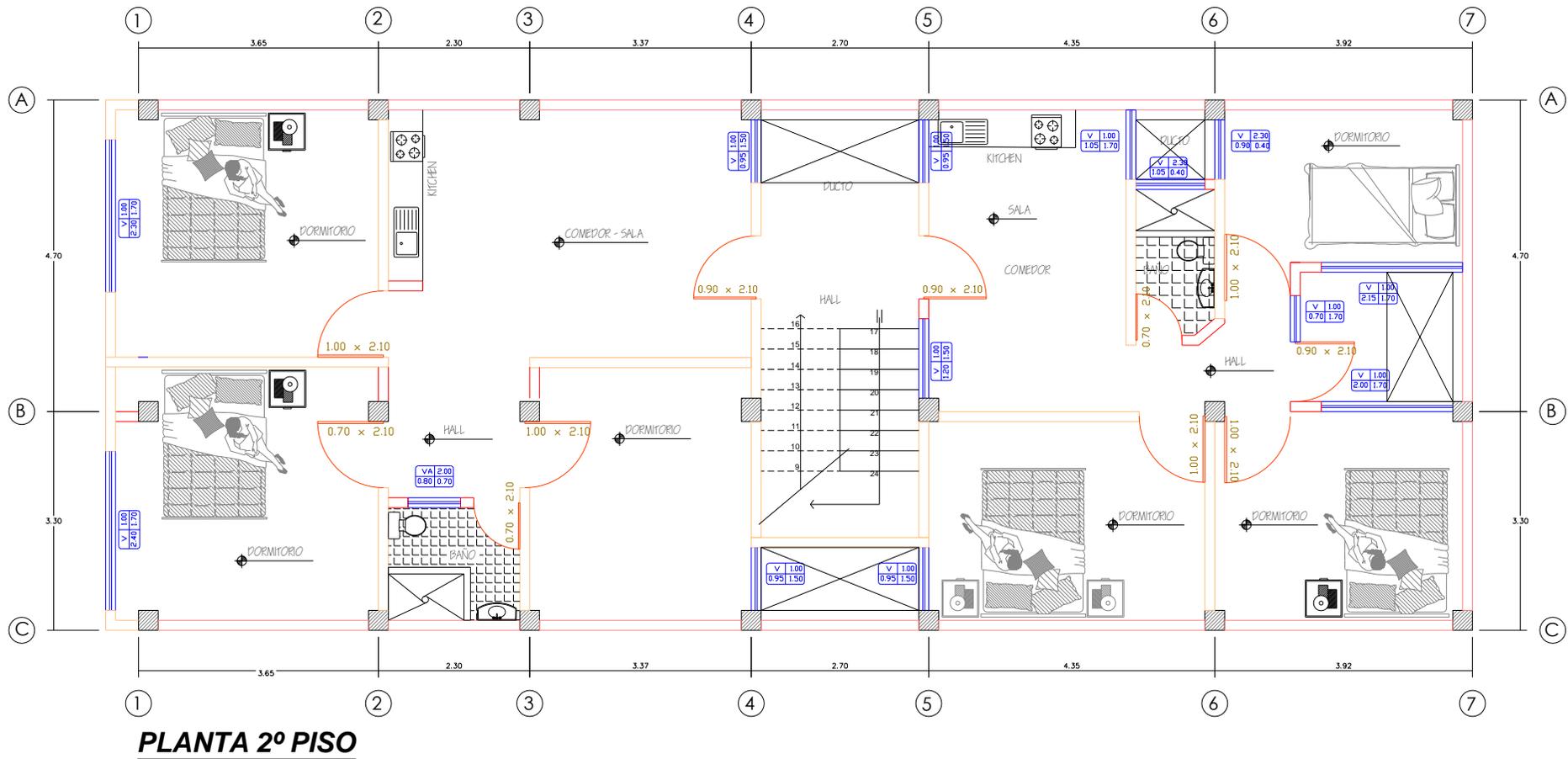
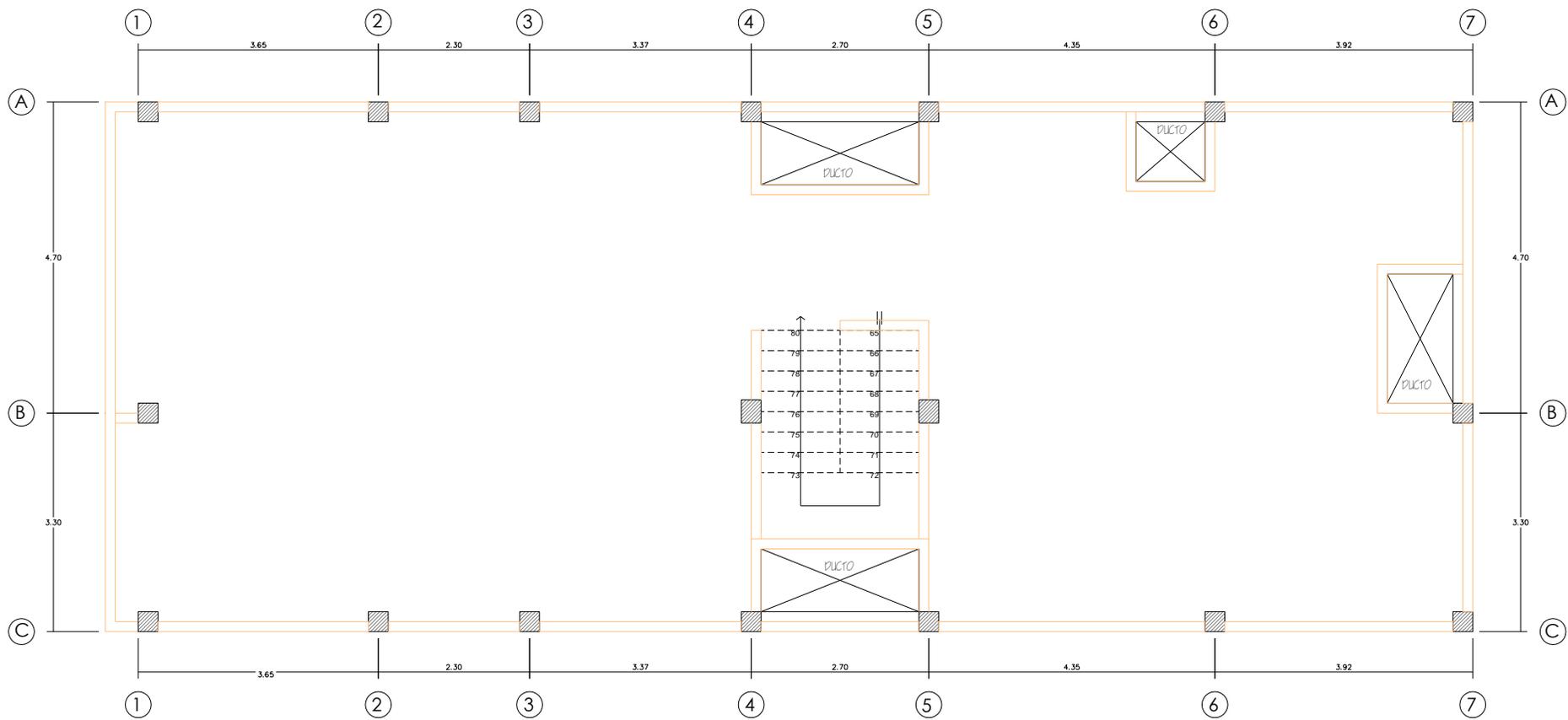
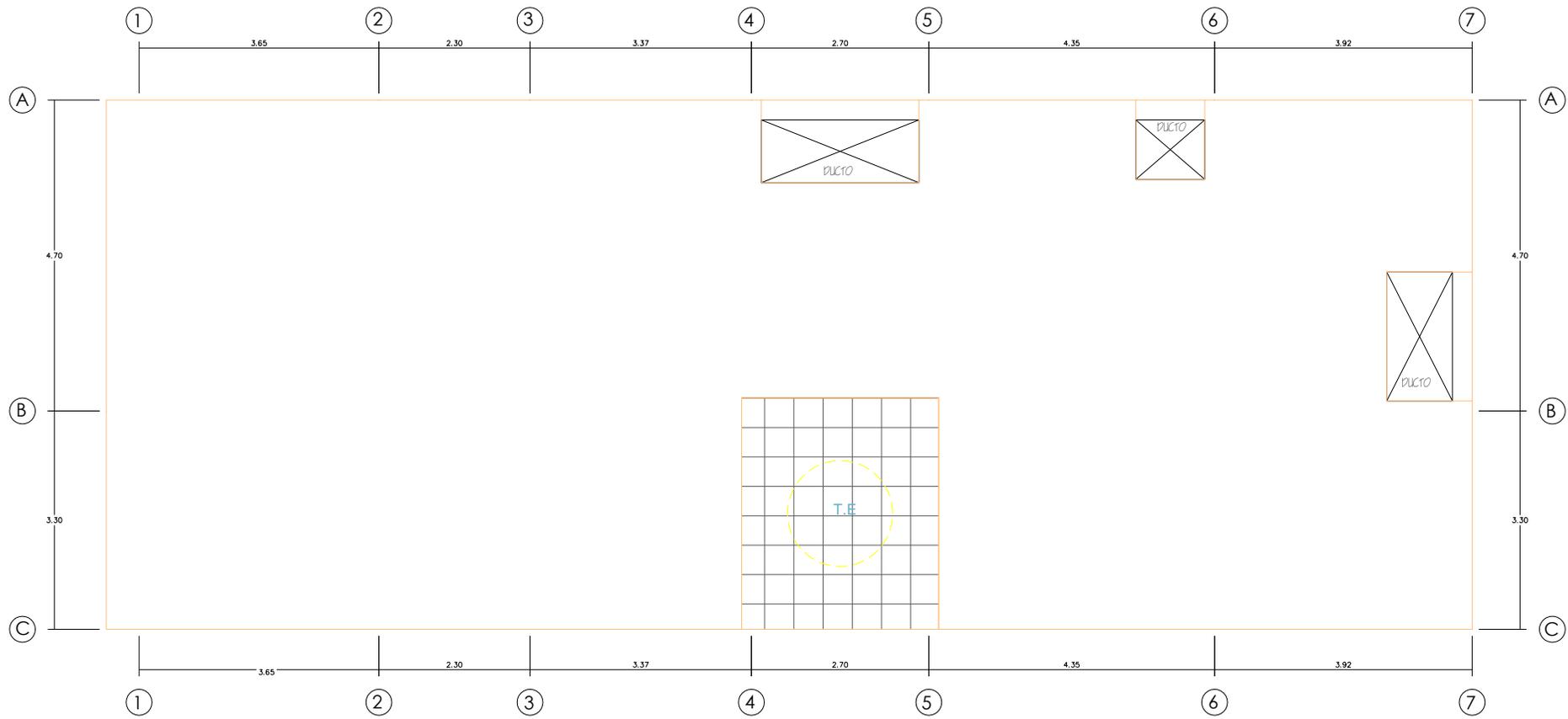


Figura 16 Descripción: Planta 2º piso de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)



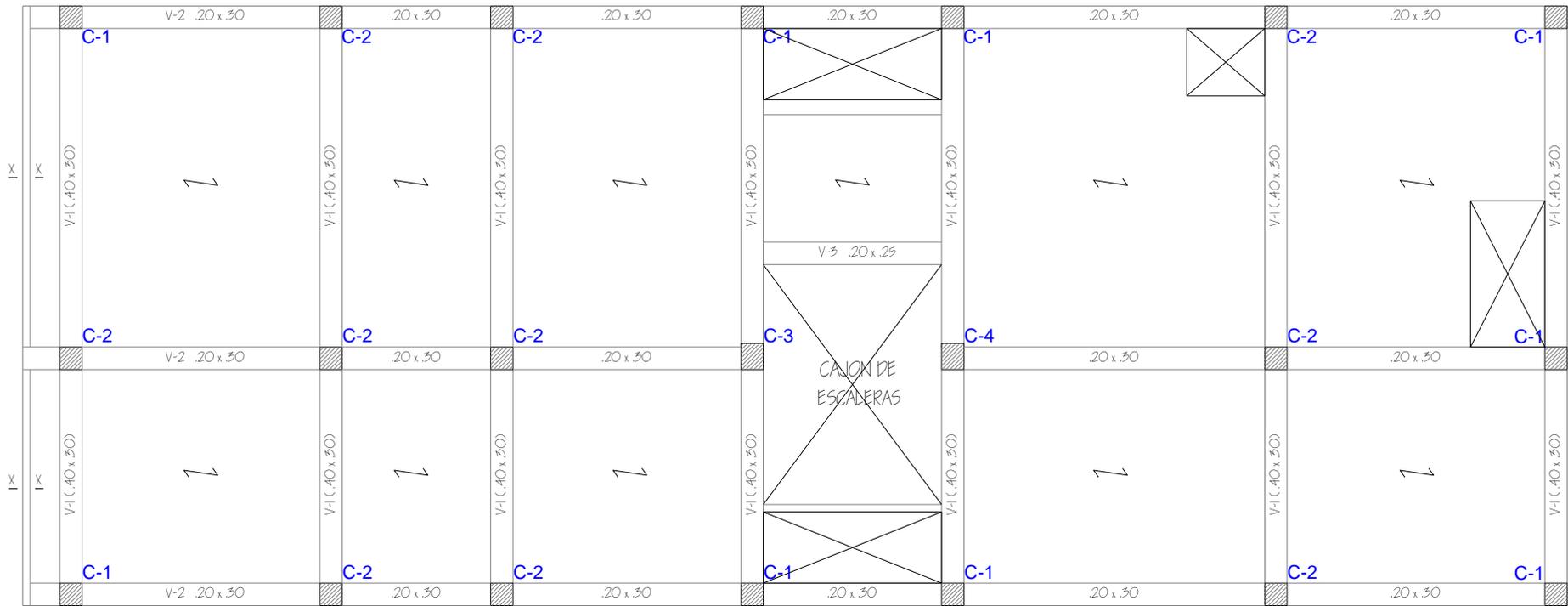
PLANTA AZOTEA

Figura 18 Descripción: Planta azotea de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)



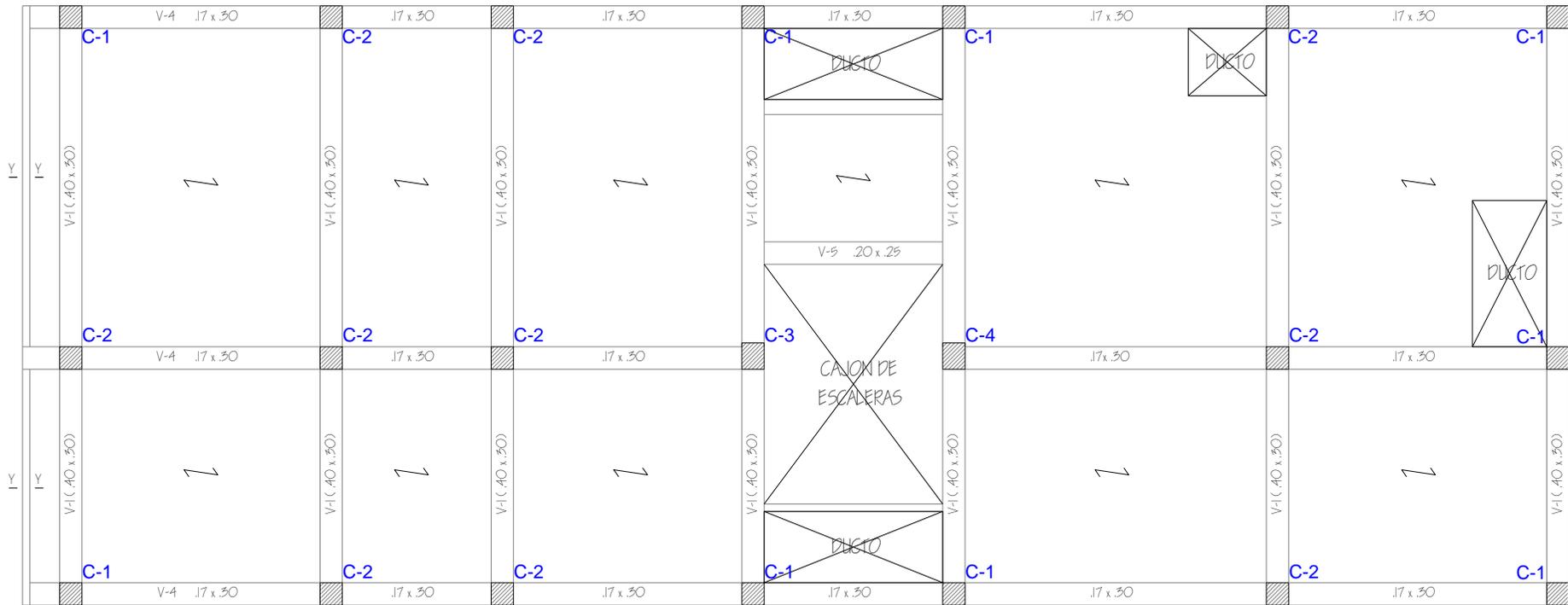
PLANTA TECHO DE ASOTEA

Figura 19 Descripción: Planta techo de azotea de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)



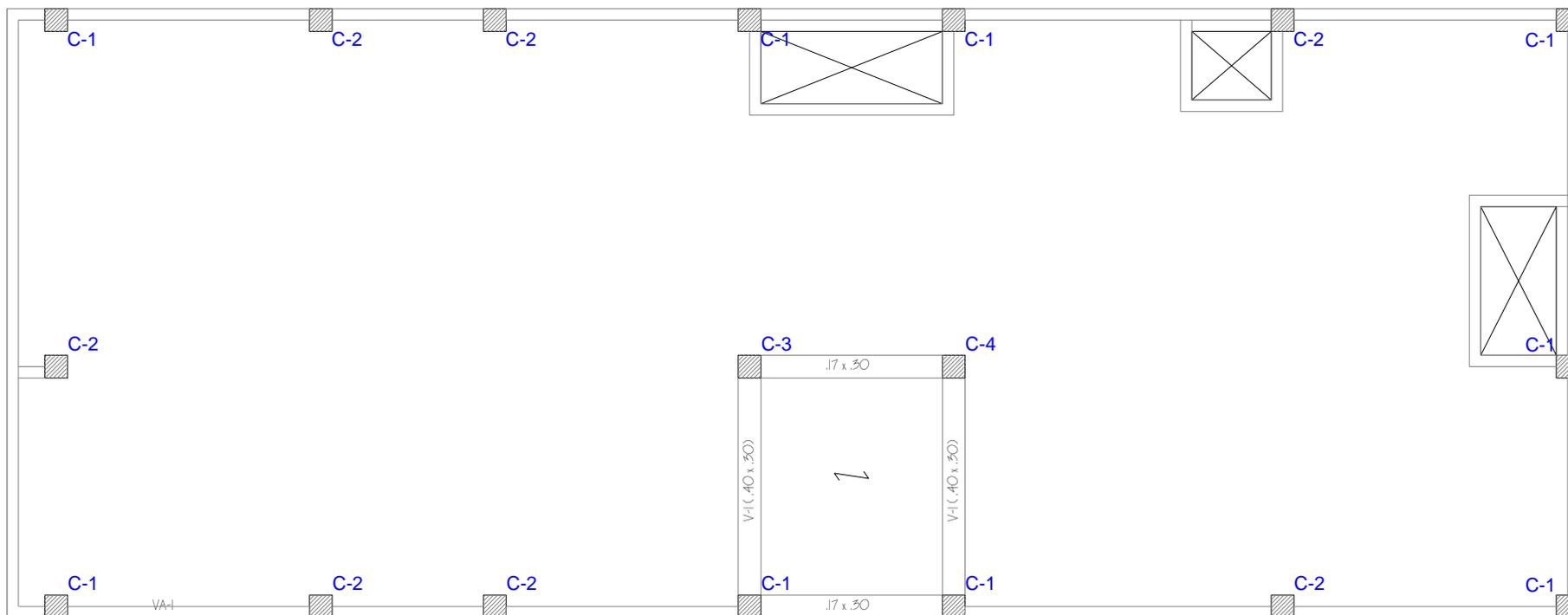
ALIGERADO 1º,2º,3º PISO

Figura 20 Descripción: Aligerado 1º, 2º y 3º Piso de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)



ALIGERADO 4°, 5° PISO

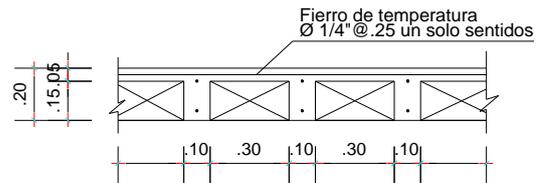
Figura 21 Descripción: Aligerado 4° y 5° Piso de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)



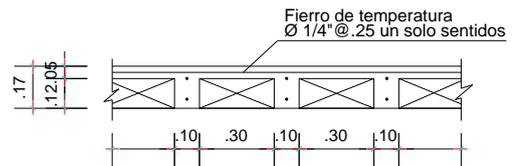
ALIGERADO AZOTEA

Figura 22 Descripción: Aligerado Azotea de la estructura N°4
(Prop. Solorzano Trujillo, Rubén)

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1° PISO:	- SE USÓ LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS.
2° PISO:	- SE USÓ LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES. - SE USÓ LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS INTERIORES.
3° 4° V 5° PISO:	- SE USÓ LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS INTERIORES Y PERIMETRALES.
AZOTEA:	- SE USÓ LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS PERIMETRALES
PROPIEDADES:	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CONCRETO - COLUMNAS $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CONCRETO - VIGAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ACEREO - VIGAS $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ LOZA ALIGERDA
SOBRECARGA:	200 kg/m ²
TECHO 1 PISO	1.5 cm
TECHO 2 PISO	200 kg/m ²
TECHO 3, 4 PISO	200 kg/m ²
TECHO 5 PISO	100 kg/m ²
MORTERO:	UNTA HORIZONTAL MAX 1.5 cm UNTA VERTICAL MAX 1.5 cm



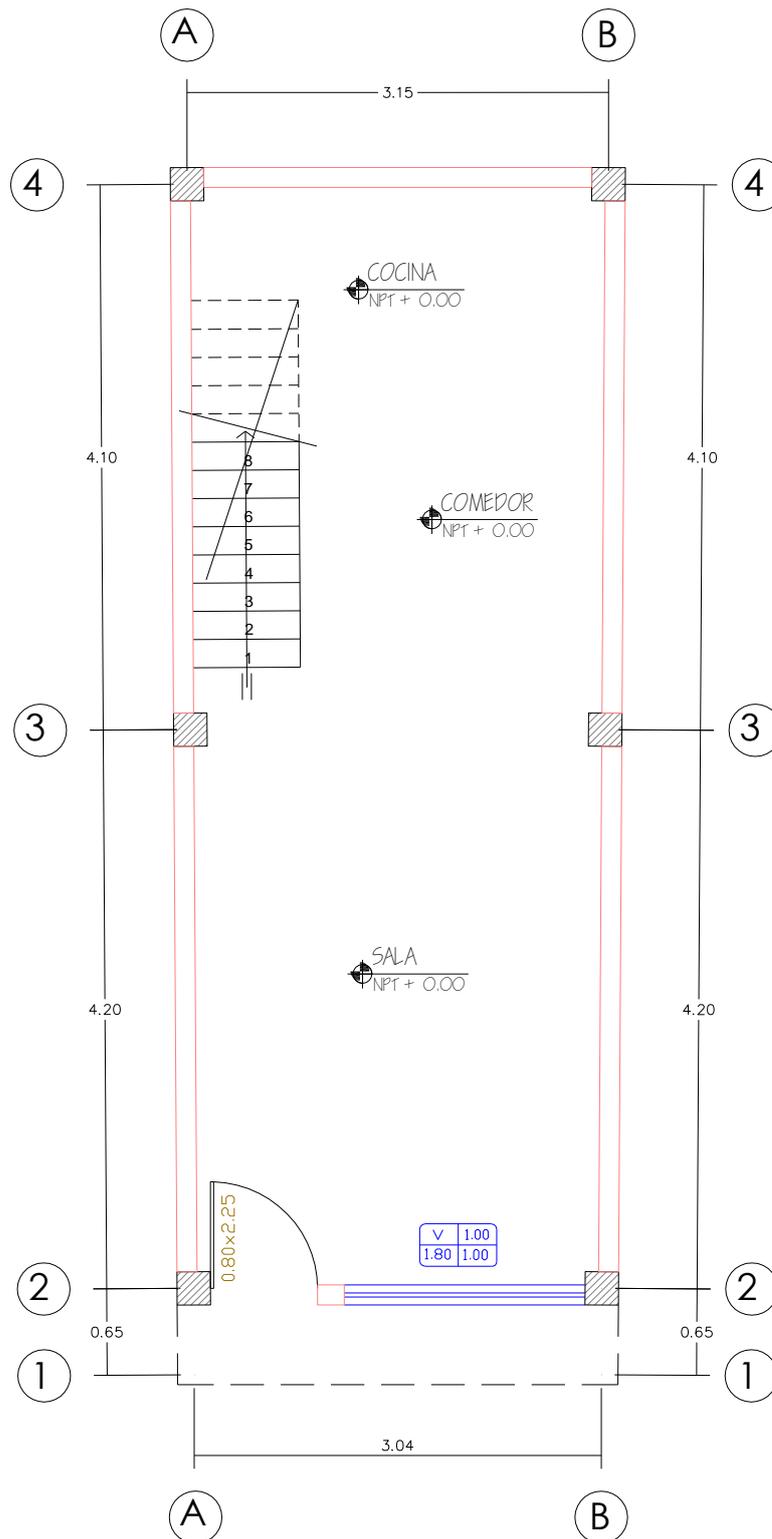
DETALLE TIPICO DE ALIGERADO
ESC : 1/25



DETALLE TIPICO DE ALIGERADO
ESC : 1/25

CUADRO DE COLUMNAS ESCALA 1/25			
NIVEL TIPO	1° 2° 3° 4° PISO	5° PISO	AZOTEA
C-1			
Ø	4Ø5/8" + 2Ø1/2"	6Ø1/2"	6Ø1/2"
C-2			
Ø	4Ø5/8" + 2Ø1/2"	6Ø1/2"	6Ø1/2"
C-3			
Ø	4Ø5/8" + 2Ø1/2"	6Ø1/2"	6Ø1/2"
C-4			
Ø	4Ø5/8" + 2Ø1/2"	6Ø1/2"	6Ø1/2"

DETALLE DE VIGA						
TIPO	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	CORTE Y-Y
BxT	0.40x0.30	0.20x0.30	0.20x0.25	0.17x0.30	0.17x0.25	.17x0.10
REF. PRINC	• -Ø- + -Ø-	• -Ø- + -Ø-	• -Ø- / -"	• -Ø- + -Ø-	• -Ø- / -"	• -Ø- / -"
GEOMETRIA						



PLANTA 1º PISO

Figura 23

Descripción: Planta 1º piso de la estructura N°5
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)

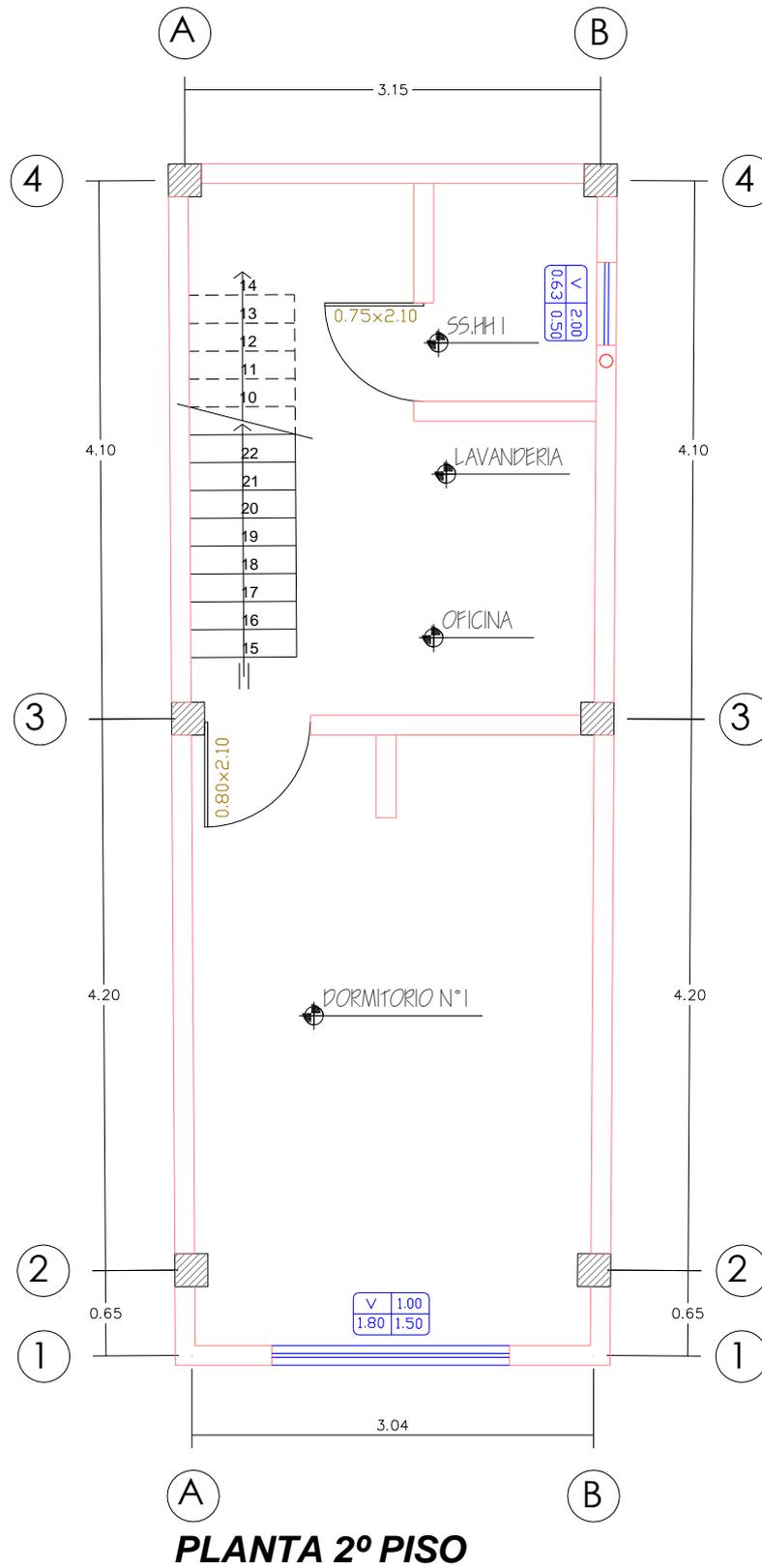
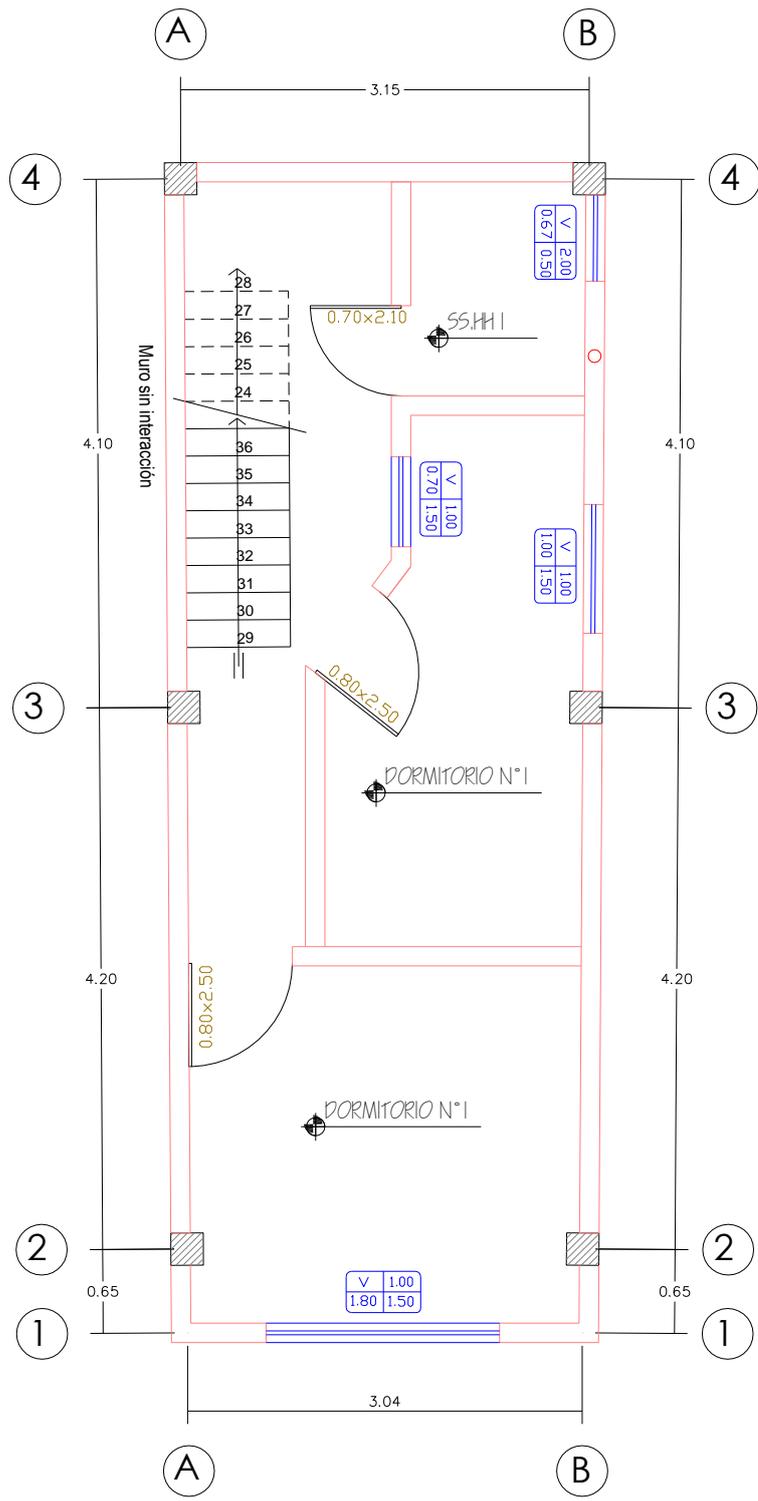


Figura 24

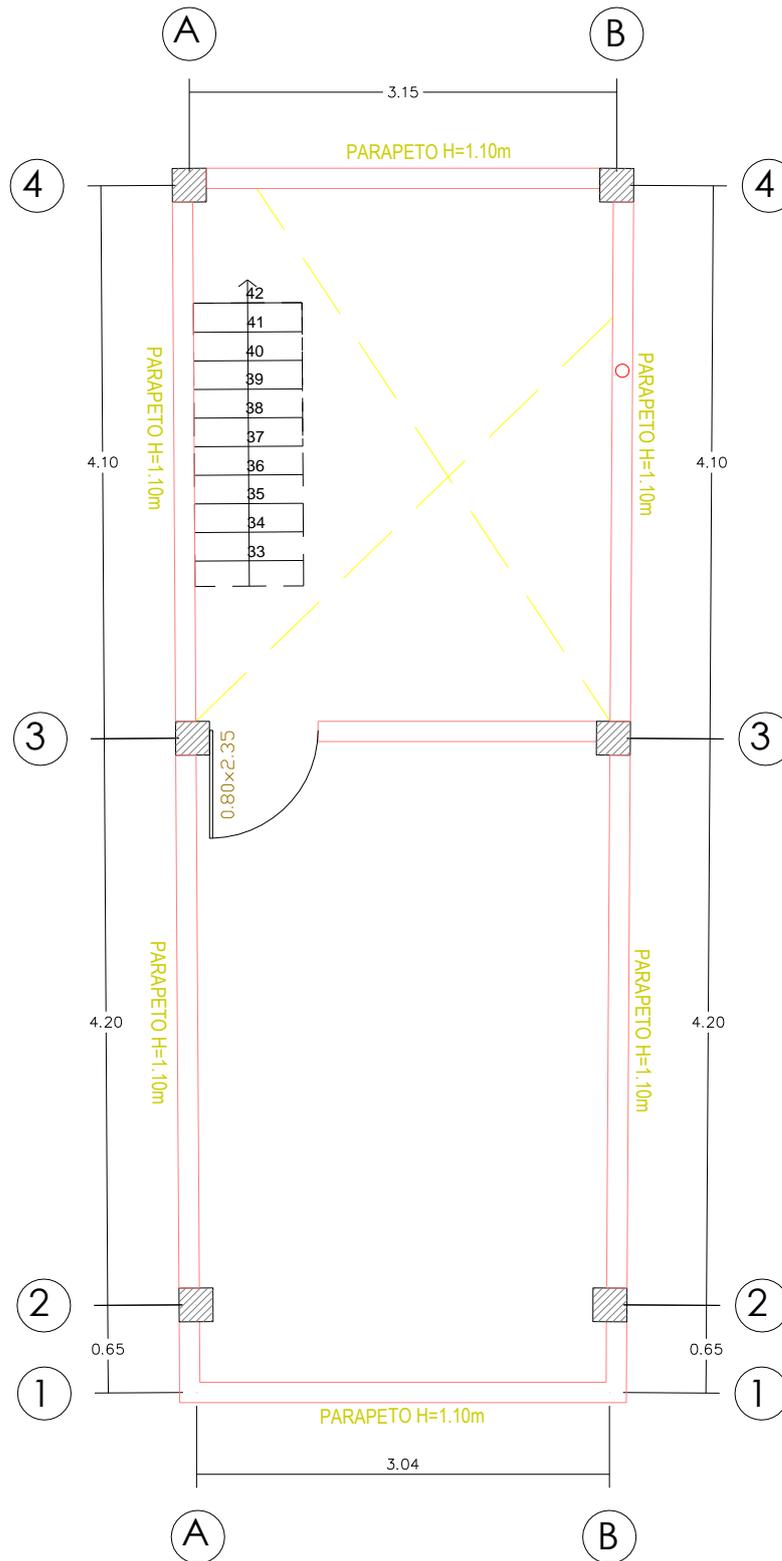
Descripción: Planta 2º piso de la estructura N°5
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)



PLANTA 3º PISO

Figura 25

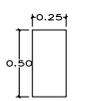
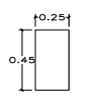
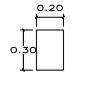
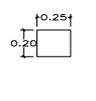
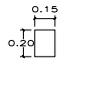
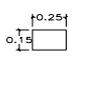
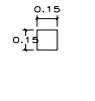
Descripción: Planta 3º piso de la estructura N°5
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)

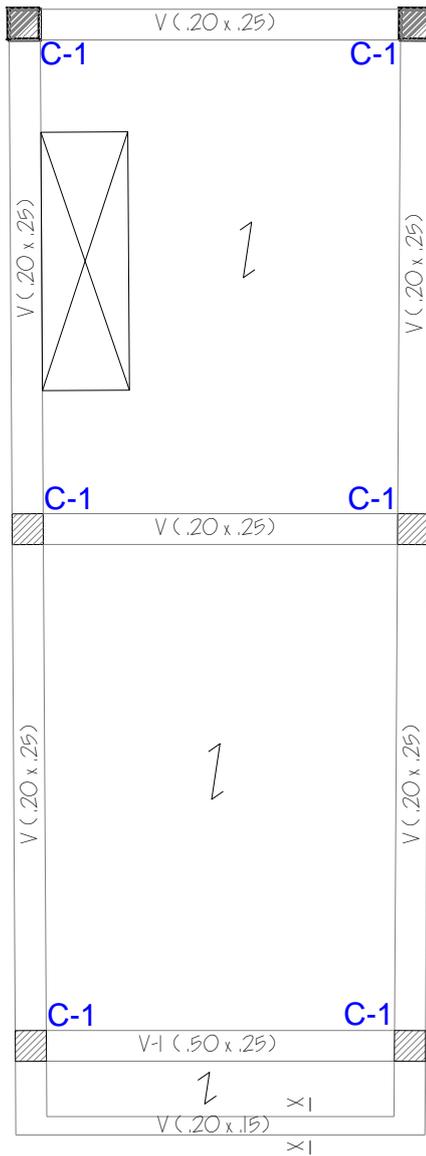


PLANTA AZOTEA

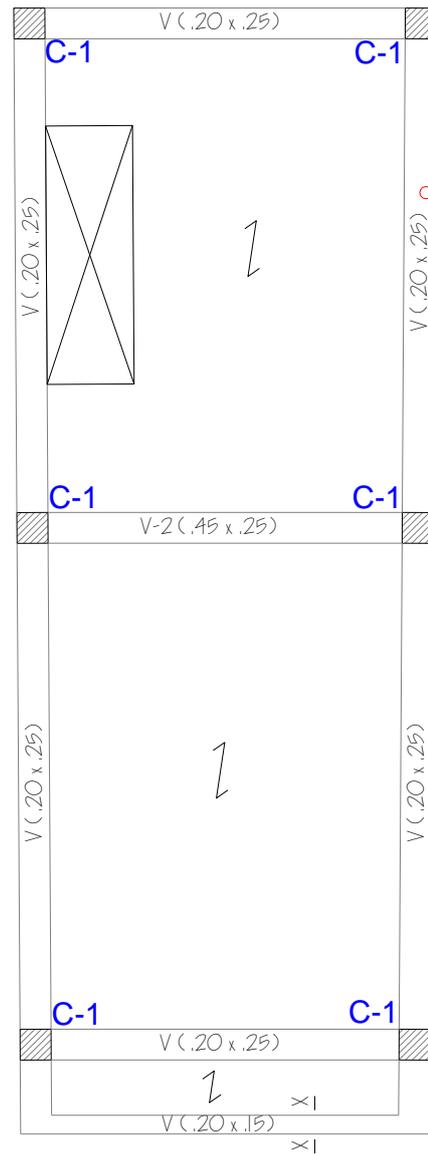
Figura 26

Descripción: Planta azotea de la estructura N°5
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)

DETALLE DE VIGA							
TIPO	V-1	V-2	V-3	V	CORTE X-X	V-4	CORTE Y-Y
BxT	0.50x0.25	0.45x0.25	0.30x0.20	.20x0.25	0.20x0.15	0.15x0.25	.15x0.15
REF. PRINC	•-0-+-0-"	•-0-+-0-"	•-0-/-"	•-0-/-"	•-0-+-0-"	•-0-/-"	•-0-/-"
GEOMETRIA							



ALIGERADO 1º PISO



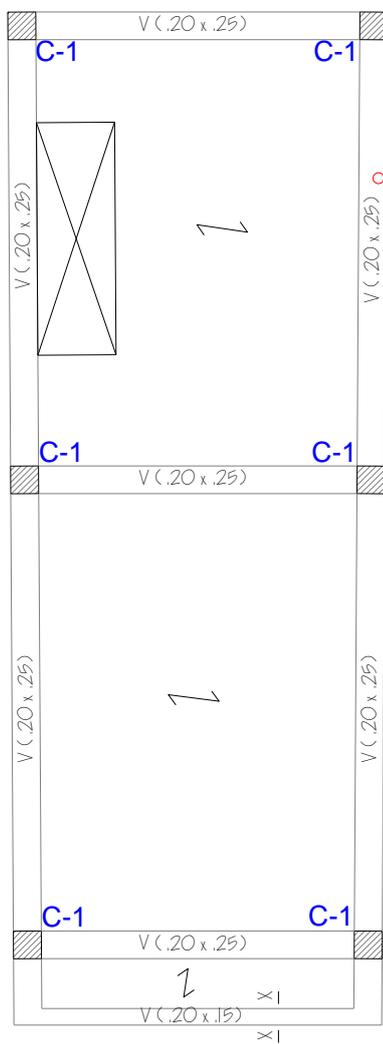
ALIGERADO 2º PISO

Figura 27

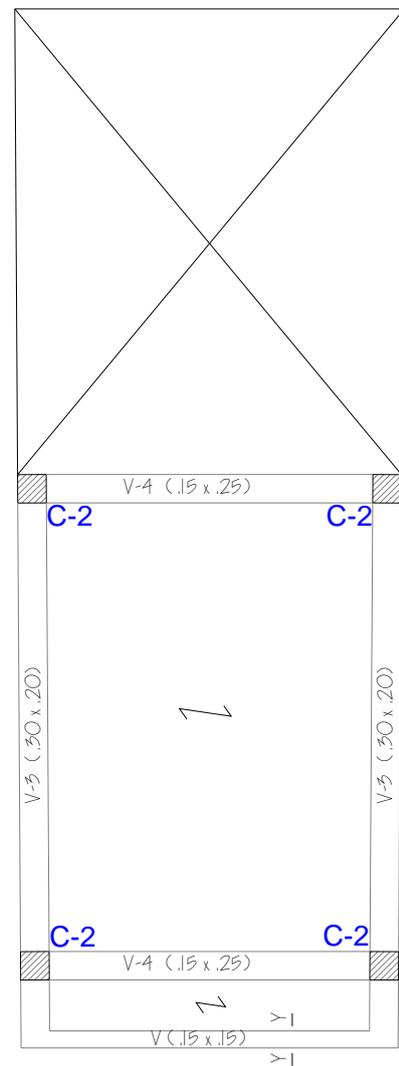
Descripción: Aligerado 1º, 2º Piso de la estructura N°5
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)

DETALLE DE COLUMNA		
TIPO	C-1	C-2
BxT	0.25x0.25	0.25x0.20
REF. PRINC	• (1)-6Ø5/8"	• (1)-4Ø5/8" + (2)-4Ø1/2"
GEOMETRIA	 6Ø5/8"	 4Ø5/8"+2Ø1/2"

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1°PISO:	- SE USO LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES.
2°PISO:	- SE USO LADRILLO KING KONG MACIZO PARA LOS MUROS PERIMETRALES. - SE USO LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS INTERIORES.
3°PISO:	- SE USO LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS INTERIORES Y PERIMETRALES.
AZOTEA:	- SE USO LADRILLO PANDERETA PARA LOS MUROS INTERIORES Y PERIMETRALES.
PROPIEDADES:	
CONCRETO - COLUMNAS	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
CONCRETO - VIGAS	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
LOZA ALIGERDA	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
SOBRECARGA:	
TECHO 1 PISO	200 kg/m ²
TECHO 2 PISO	200 kg/m ²
TECHO 3 PISO	200 kg/m ²
AZOTEA	100 kg/m ²
MORTERO:	
JUNTA HORIZONTAL MAX	1.5 cm
JUNTA VERTICAL MAX	1.5 cm



ALIGERADO 3º PISO



ALIGERADO AZOTEA

Figura 28

Descripción: Aligerado 3º y Azotea de la estructura N°5
(Prop. Olivas Mendoza, Ruth)

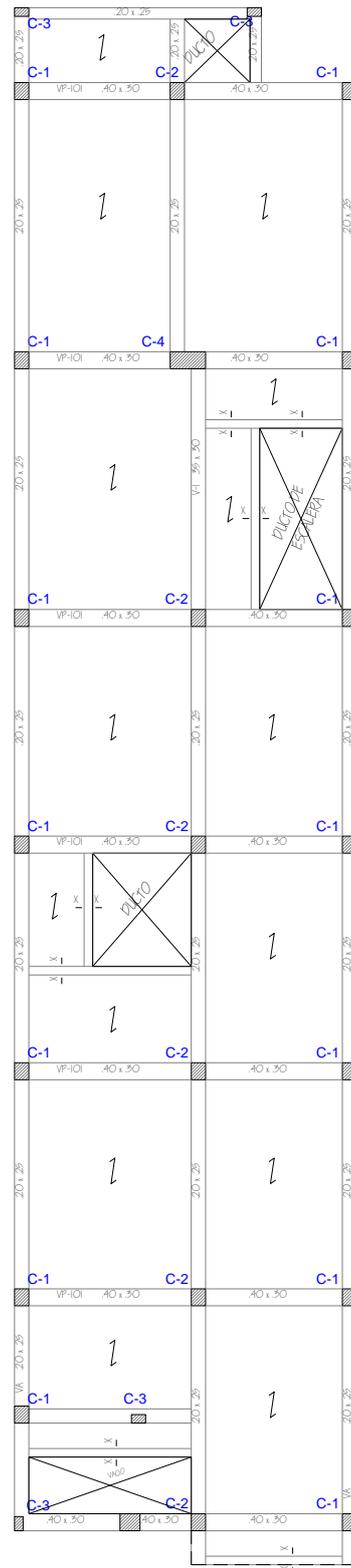
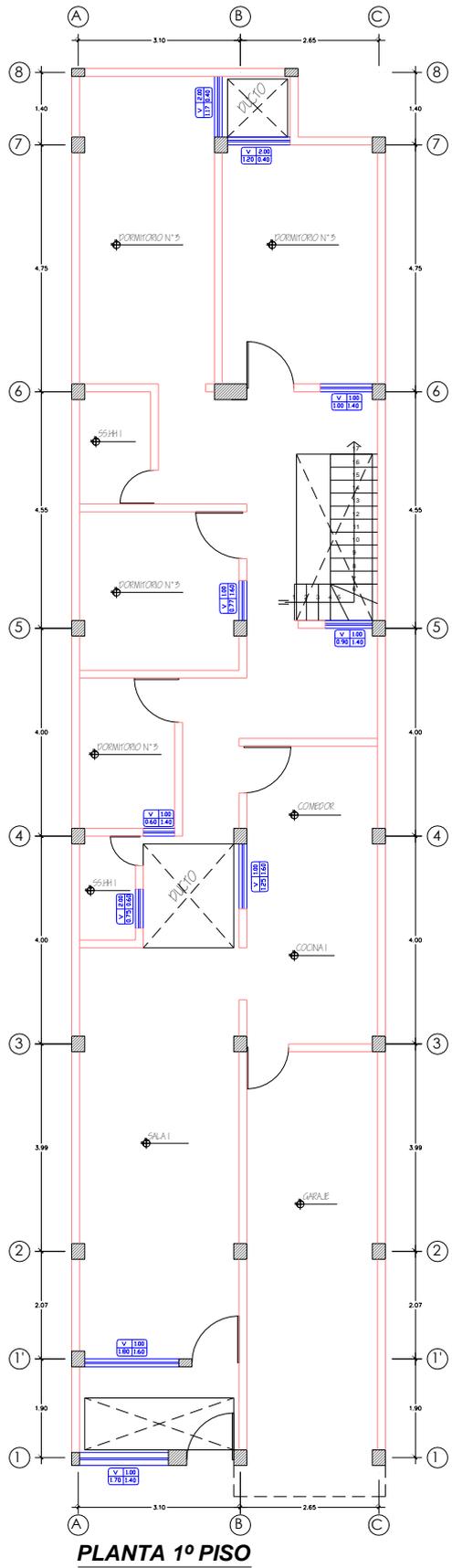
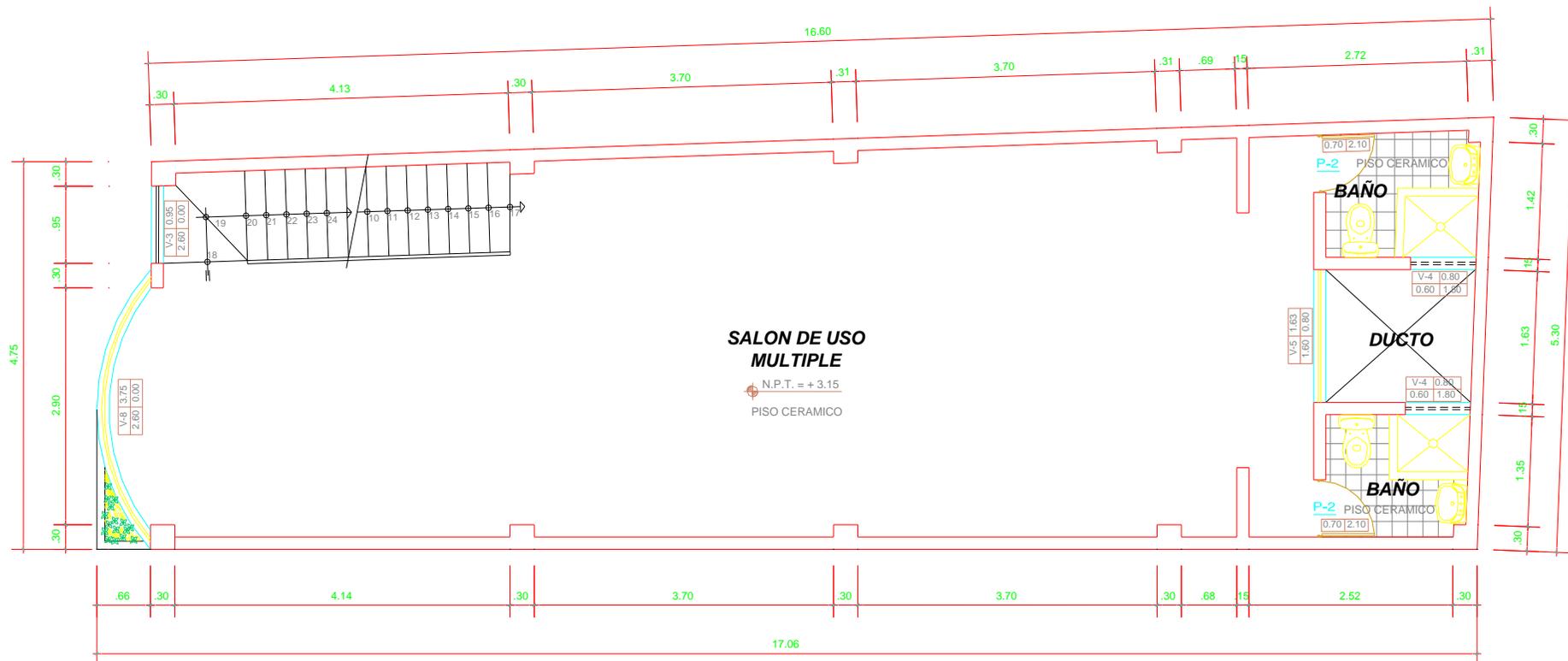


Figura 29

Descripción: Planos de la estructura N°6
(Prop. Salazar Veramendi)



PLANTA 2º y 3º PISO

Figura 31 Descripción: Planta 2º y 3º Piso de la estructura N°7
 (Prop. Casa de la Cultura)

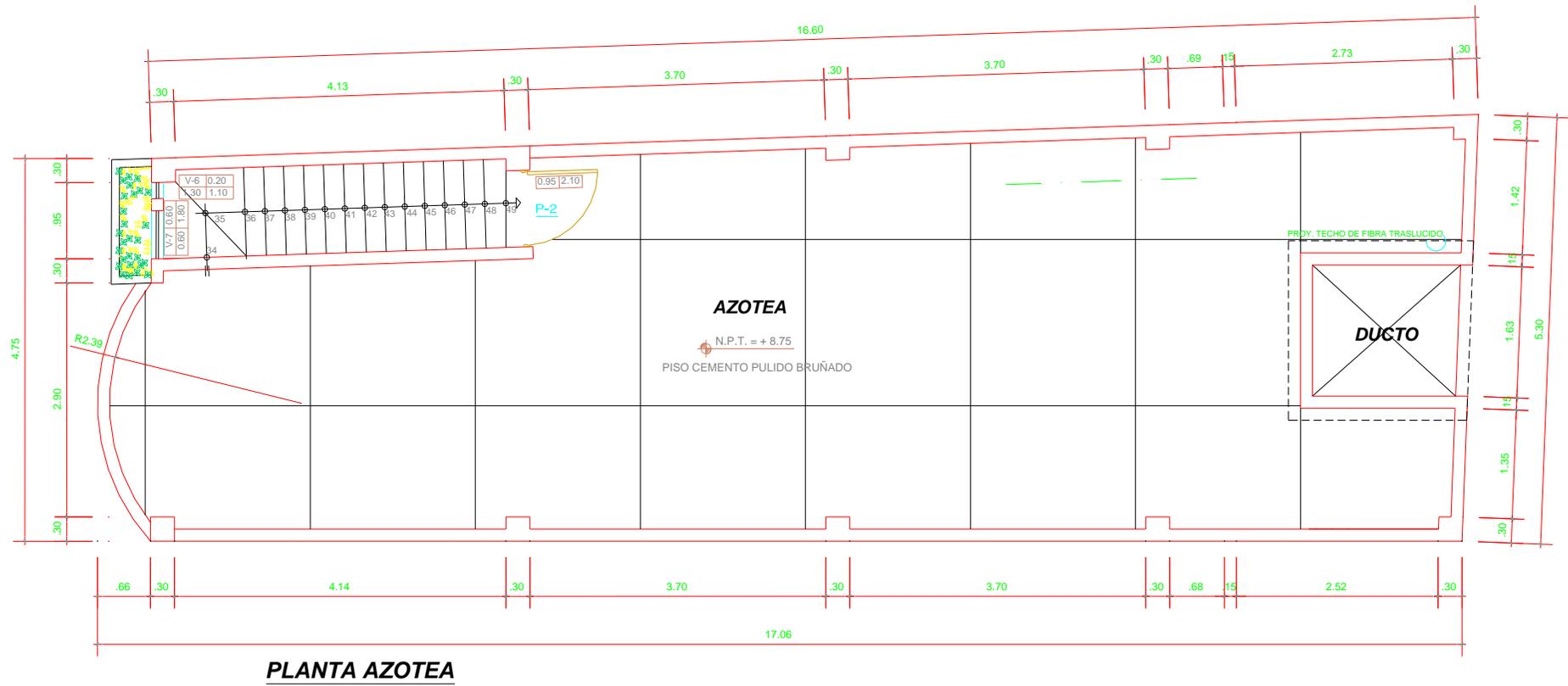


Figura 32 Descripción: Planta Azotea de la estructura N°7
(Prop. Casa de la Cultura)

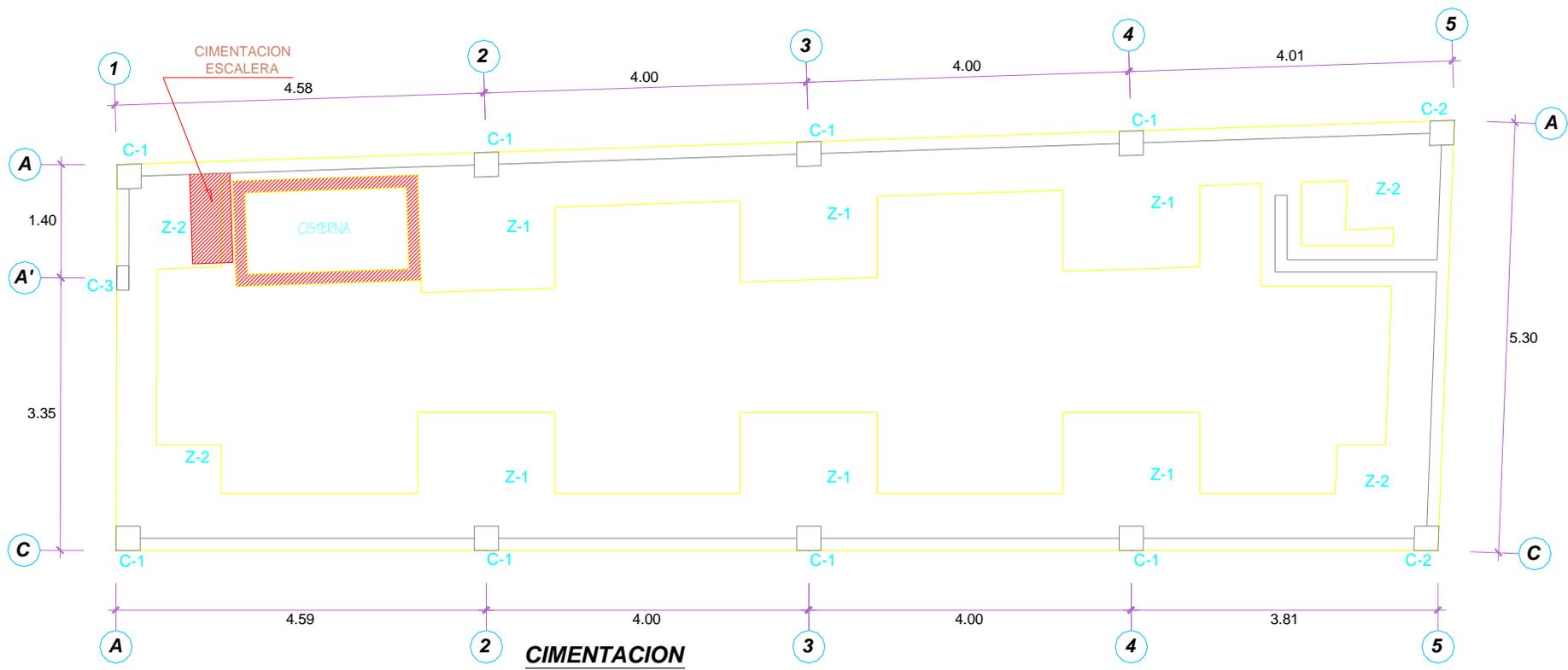


Figura 33 Descripción: Cimentación de la estructura N°7
(Prop. Casa de la Cultura)

CUADRO DE COLUMNAS ESCALA 1/25			
NIVEL	1° PISO	2° PISO	3° PISO
TIPO			
C-1			
Ø	6Ø5/8"	4Ø5/8"+2Ø1/2"	4Ø5/8"
C-2			
Ø	4Ø5/8"+4Ø1/2"	4Ø5/8"+2Ø1/2"	4Ø5/8"+2Ø1/2"
C-3			
Ø	4Ø1/2"	4Ø1/2"	4Ø1/2"
ESTRIBOS	□ Ø3/8" 1@.05, 6@.10, 2@.15 RESTO @ .20	□ Ø3/8" 1@.05, 6@.10, 2@.15 RESTO @ .20	□ Ø3/8" 1@.05, 6@.10, 2@.15 RESTO @ .20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO:
 CEMENTO: CEMENTO HORMIGON 1:10 + 30% PIEDRA G. 6" MAXIMO
 SOBRECIMIENTO: CEMENTO HORMIGON 1:6

RESISTENCIA
 RESISTENCIA DE TERRENO: 2.5 Kg/cm2

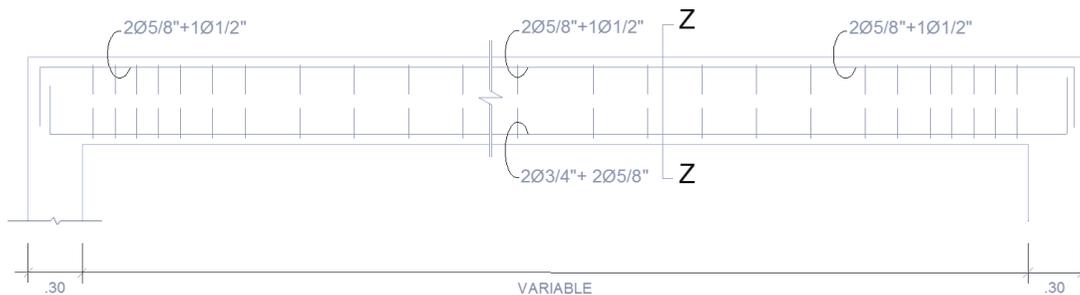
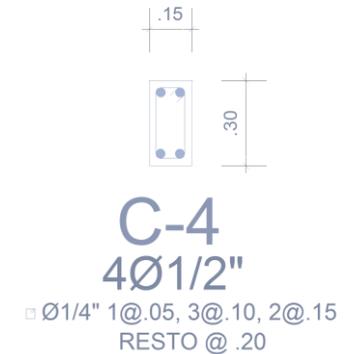
CONCRETO ARMADO:

CONCRETO ZAPATAS	f _c = 210 kg/cm2
CONCRETO - COLUMNAS	f _c = 210 kg/cm2
CONCRETO - VIGAS	f _c = 210 kg/cm2
ACERO	f _y = 4200 kg/cm2
LOZA ALIGERDA	f _c = 210kg/cm2
ESCALERAS	f _c = 210kg/cm2
LOZA MACIZA	f _c = 210kg/cm2
TANQUE CISTERNA	f _c = 175kg/cm2

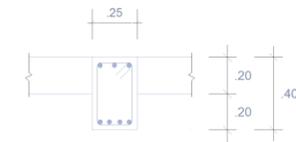
SOBRECARGA:

TECHO 1 PISO	400 kg/m2	ZAPATAS	:10cm.
TECHO 2 PISO	400 kg/m2	COL. ESTRUCTURALES	:4 cm.
TECHO 3 PISO	400 kg/m2	VIGAS PERALTADAS	:4 cm.
		VIG. DE AMARRE	:2.5cm.
		ALIGERADOS	:2.5cm.
		VIGAS CHATAS	:2.5cm.

MORTERO:
 PARA LADRILLOS KING KONG(1:4 CEMENTO, ARENA)
 LLENANDO COMPLETAMENTE



VIGA V-100-200-300



CORTE Z-Z VIGA V-100,200,300
 ESC 1/25
 □ Ø3/8" : 1@.05, 6@.10, 2@.15,
 Rto.@.20 C/E

Figura 34 Descripción: Detalles de la estructura N°7
 (Prop. Casa de la Cultura)

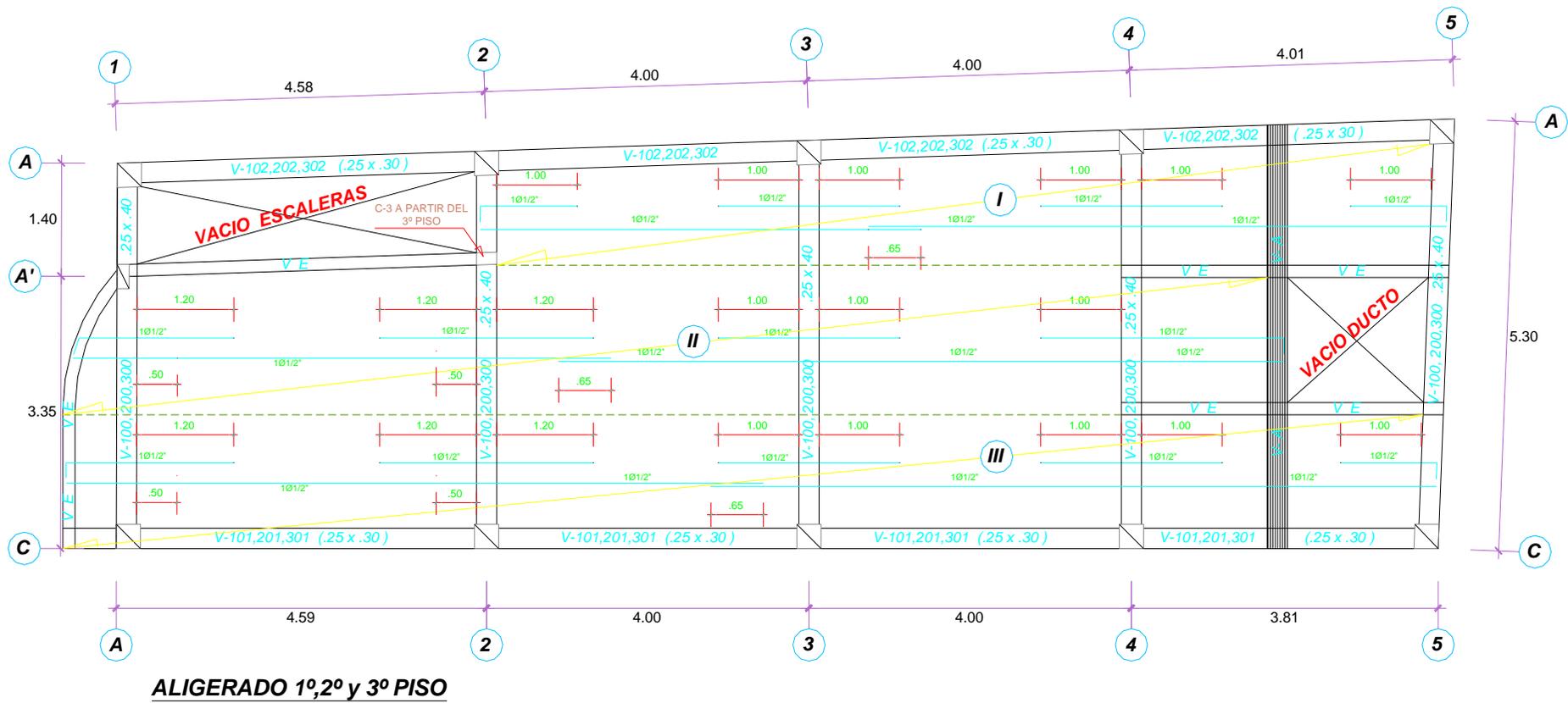


Figura 35 Descripción: Aligerado 1º, 2º y 3º Piso de la estructura N°7
(Prop. Casa de la Cultura)

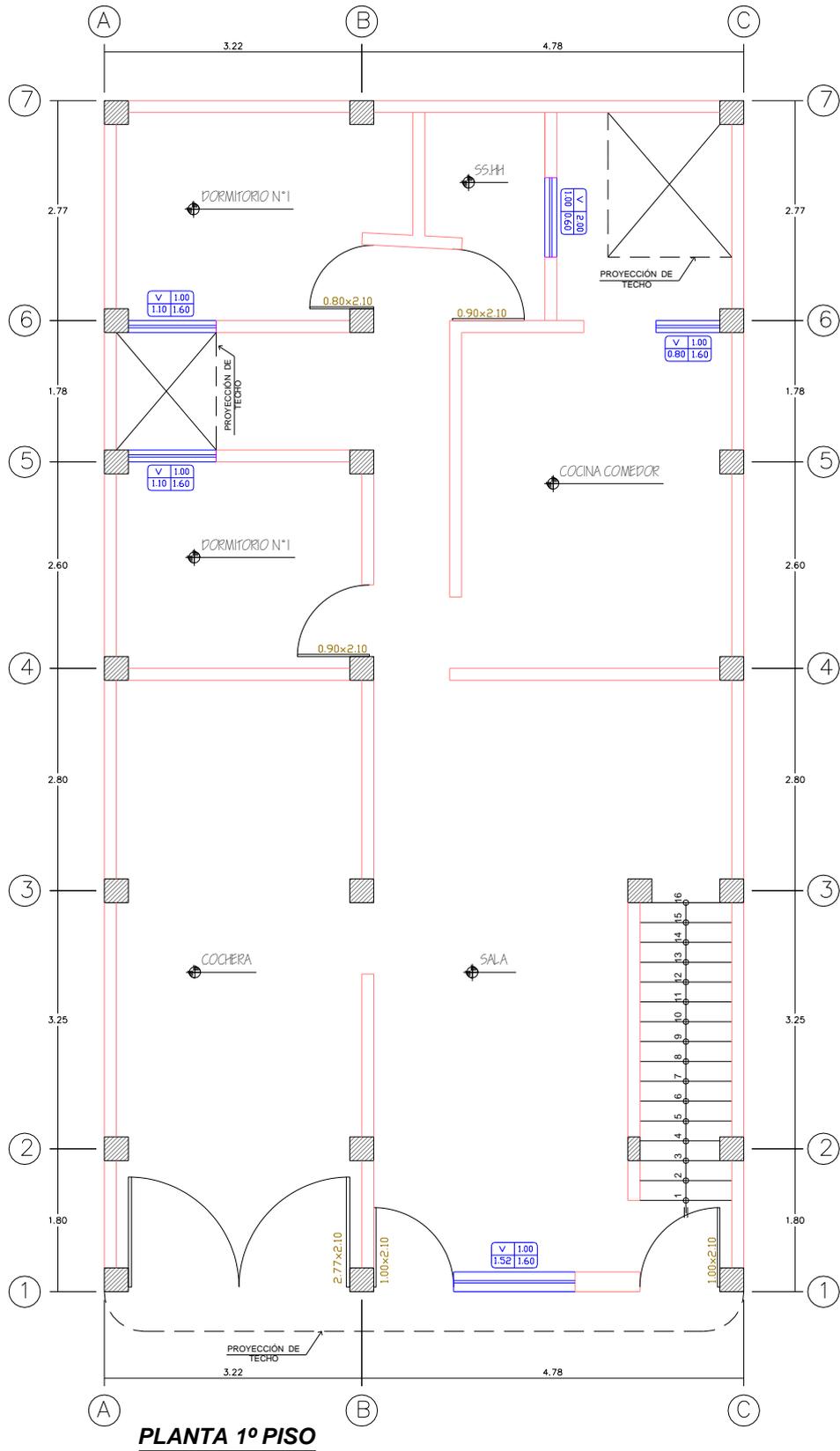
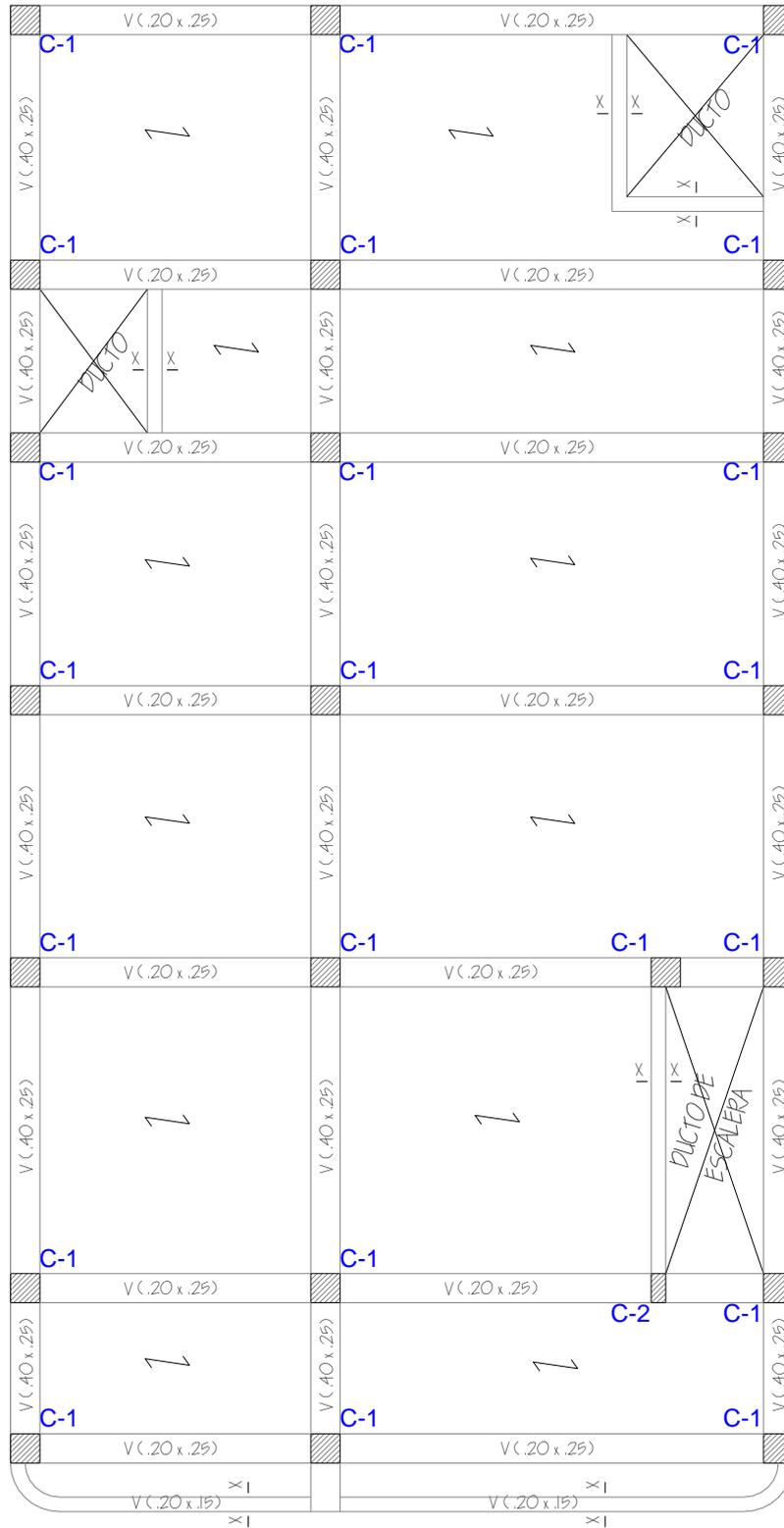


Figura 36

Descripción: Planta 1º piso de la estructura N°8
(Prop. Espino Oré, Juan)

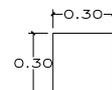
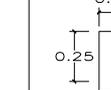


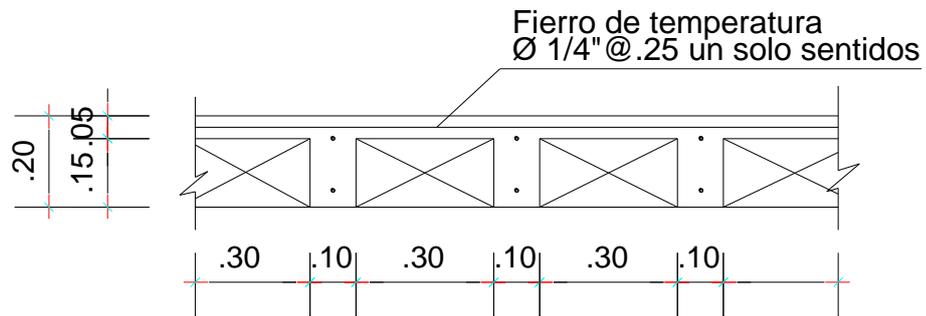
ALIGERADO 1º PISO

Figura 37

Descripción: Aligerado 1º piso de la estructura N°8
(Prop. Espino Oré, Juan)

DETALLE DE VIGA			
TIPO	V	V	CORTE X-X
BxT	0.40x0.25	.20x0.25	0.20x0.15
REF. PRINC	•-0-+-0-"	•-0-+-0-"	•-0-"+-0-"
GEOMETRIA			

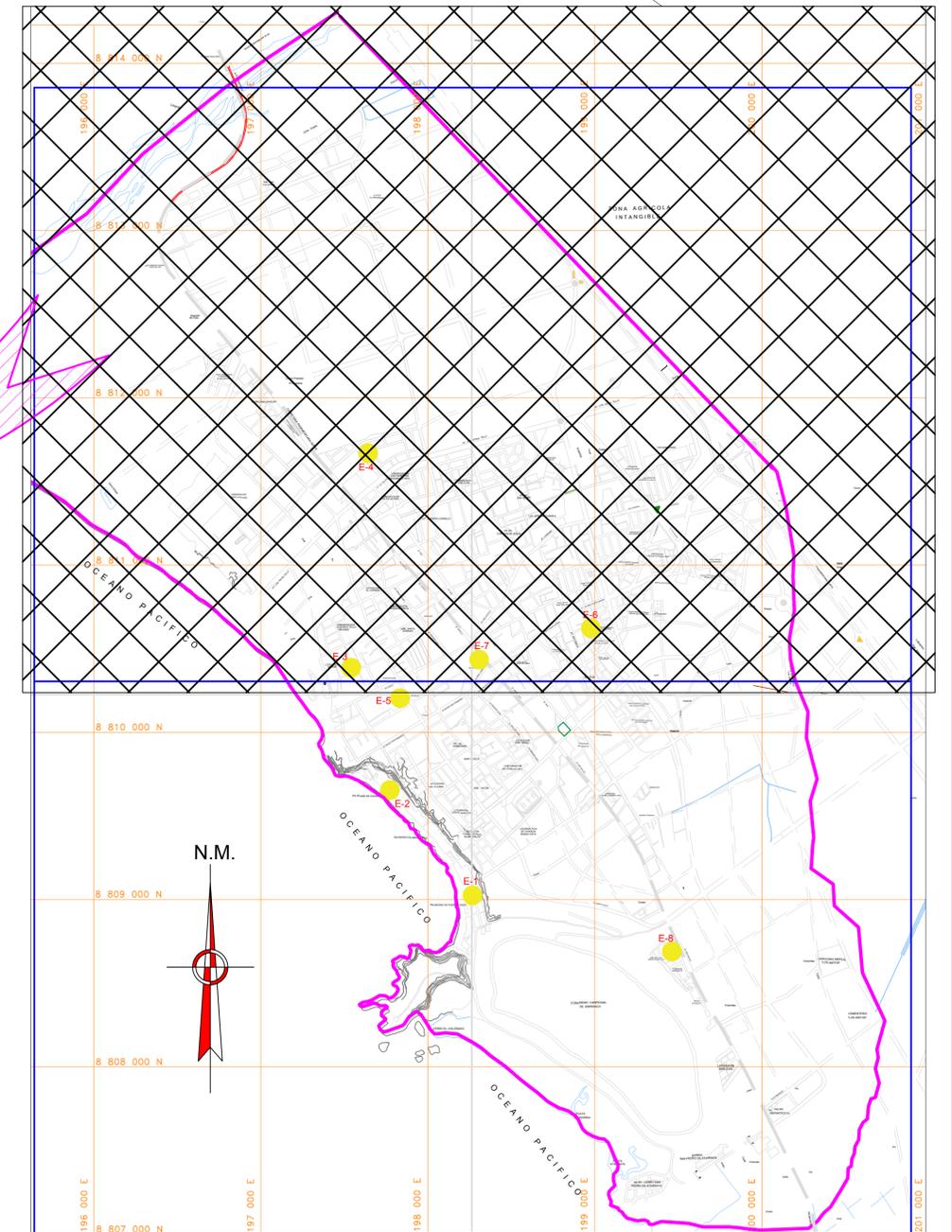
DETALLE DE COLUMNA		
TIPO	C-1	C-2
BxT	0.30x0.30	0.25x0.20
REF. PRINC	• - . -	• - . -
GEOMETRIA		



DETALLE TIPICO DE ALIGERADO

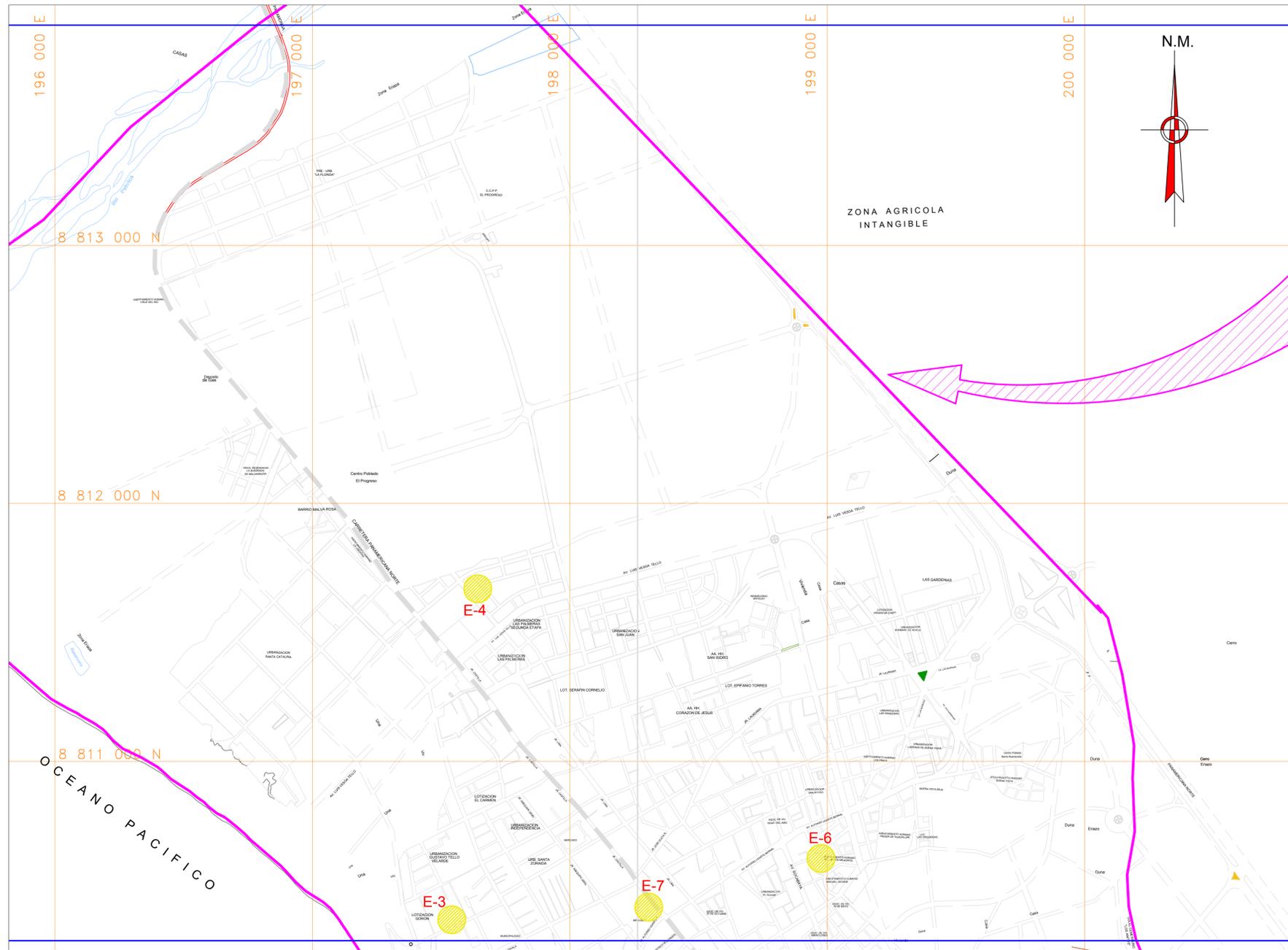
PLANO DE LOCALIZACIÓN ZONA NORTE

1/20,000



PLANO DE UBICACION ZONA NORTE

1/10,000



LEYENDA

- RÍO
- DELIMITACIÓN DEL DISTRITO DE BARRANCA
- CARRETERA
- USO DE SUELO
- ESTRUCTURAS

**REGISTRO DE EDIFICACIONES
SECTOR NORTE**

ESTRUCTURA	ZONA	UBICACION	PROPIETARIO
E-1	SUR	CA. PRINCIPAL DE PUERTO CHICO N° 222	RAMIREZ DURAN, VICTOR
E-2	SUR	AV. CHORRILLOS N° 301	MARTINEZ DE MEDINA, BERTHA
E-3	NORTE	JR. GARCILAZO DE LA VEGA MZ. D5 LT.5	JARA GODOY, ALICIA
E-4	NORTE	URB. LAS PALMERAS ETAPA II Y III MZ.F LT.7	SOLORZANO TRUJILLO, RUBEN
E-5	SUR	CA. SAN MARTIN 3° CUADRA PJE. VELARDE MZA.LT.15	OLIVAS MENDOZA, RUTH
E-6	NORTE	PJE. COMUN S/N QUE NACE DE LA CALLE PEDRO BUSTAMANTE	SALAZAR VERAMENDI, LUIS
E-7	NORTE	JR. GALVEZ N° 212	CASA DE LA CULTURA
E-8	SUR	ASOC. PRO. VIVIENDA NUEVA ESPERANZA MZ.B LT.18	ESPINO ORE, JUAN

ELABORADO POR: **CONQUI AYALA, LUIS**

TESIS: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS MUROS, Y SU INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS DE MATERIAL NOBLE EN LA CIUDAD DE BARRANCA - 2015.

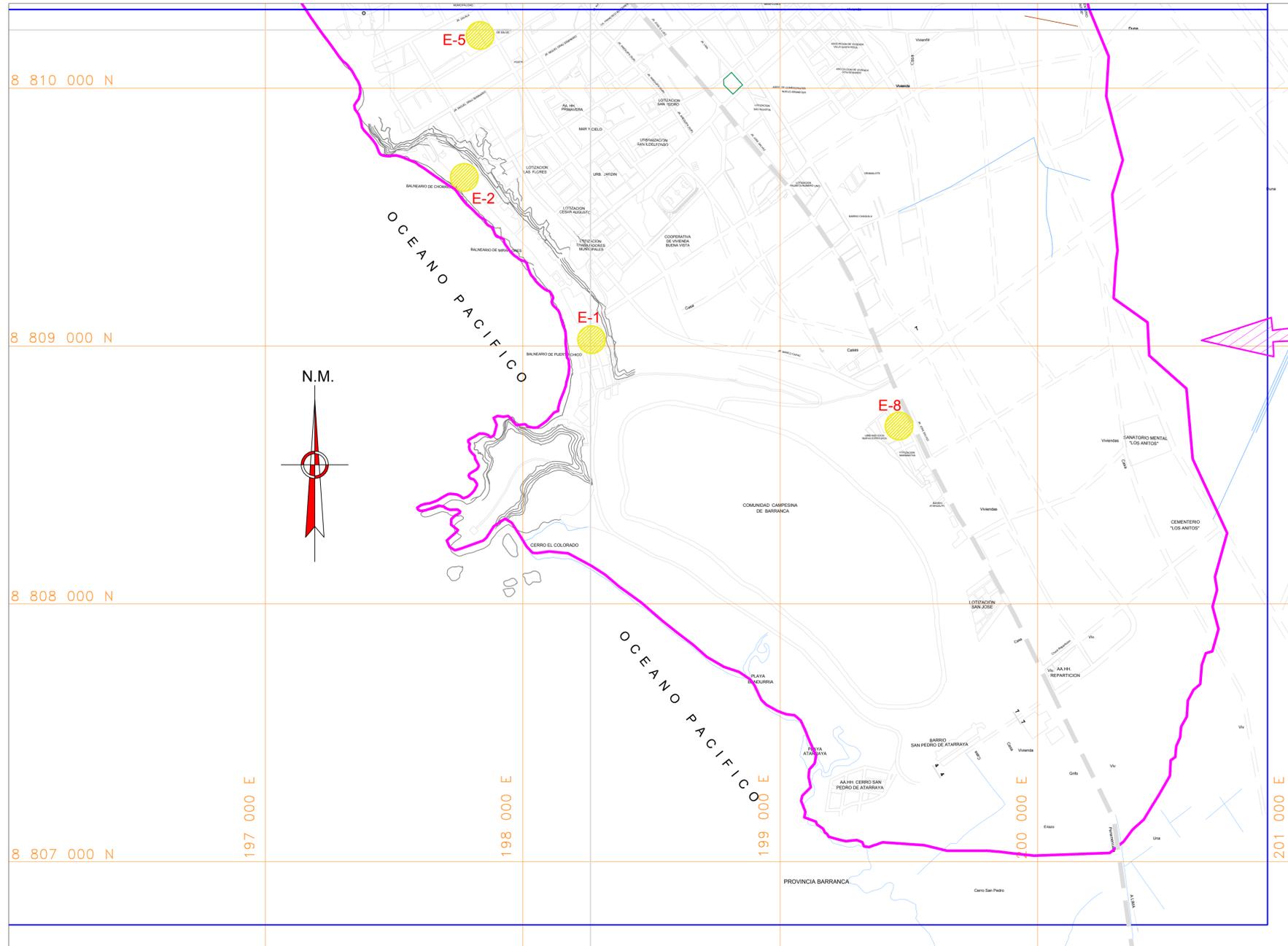
PLANO: **UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN - ZONA NORTE**

LÁMINA:

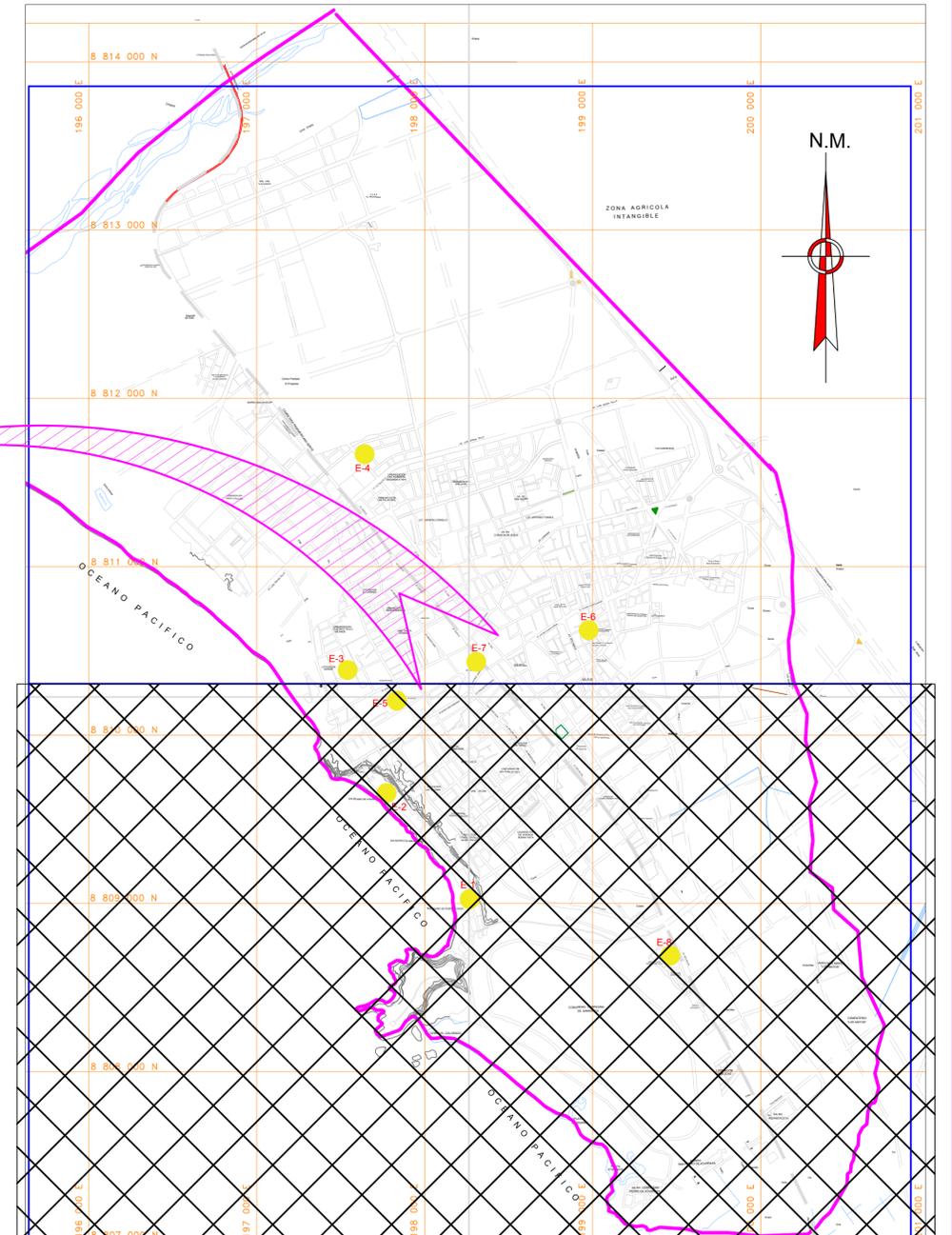
ESCALA: 1/10 000
1/20 000

FECHA: DICIEMBRE 2018
PROYECCIÓN/DATUM: PSAD-56

U-1



PLANO DE UBICACION ZONA SUR
ESCALA: 1/10,000



PLANO DE LOCALIZACIÓN ZONA SUR
1/20,000

LEYENDA	
	RÍO
	DELIMITACIÓN DEL DISTRITO DE BARRANCA
	CARRETERA
	USO DE SUELO
	ESTRUCTURAS

REGISTRO DE EDIFICACIONES
SECTOR NORTE

ESTRUCTURA	ZONA	UBICACION	PROPIETARIO
E-1	SUR	CA. PRINCIPAL DE PUERTO CHICO N° 222	RAMIREZ DURAN, VICTOR
E-2	SUR	AV. CHORRILLOS N° 301	MARTINEZ DE MEDINA, BERTHA
E-3	NORTE	JR. GARCILAZO DE LA VEGA MZ. D5 LT.5	JARA GODOY, ALICIA
E-4	NORTE	URB. LAS PALMERAS ETAPA II Y III MZ.F LT.7	SOLORZANO TRUJILLO, RUBEN
E-5	SUR	CA. SAN MARTIN 3ª CUADRA PJE. VELARDE MZA.LT.15	OLIVAS MENDOZA, RUTH
E-6	NORTE	PJE. COMUN S/N QUE NACE DE LA CALLE PEDRO BUSTAMANTE	SALAZAR VERAMENDI, LUIS
E-7	NORTE	JR. GALVEZ N° 212	CASA DE LA CULTURA
E-8	SUR	ASOC. PRO. VIVIENDA NUEVA ESPERANZA MZ.B LT.15	ESPINO ORE, JUAN

ELABORADO POR:		CONQUI AYALA, LUIS
TESIS:		
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS MUROS, Y SU INCIDENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS DE MATERIAL NOBLE EN LA CIUDAD DE BARRANCA - 2015.		
PLANO:		UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN - ZONA SUR
ESCALA:		LÁMINA:
1/10 000	FECHA:	DICIEMBRE 2018
1/20 000	PROYECCIÓN/DATUM:	PSAD-56