



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL APLICANDO EL MÉTODO
ITALIANO PARA ESTIMAR LA SEGURIDAD SÍSMICA EN LAS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN LA MOLINA**

PRESENTADA POR

ALDO LAURENTE LLIUYACC

JEAN PIERRE BIENVENIDO RAMOS SALAZAR

ASESOR

JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

VÍCTOR ANTONIO ZELAYA JARA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL APLICANDO EL MÉTODO
ITALIANO PARA ESTIMAR LA SEGURIDAD SÍSMICA EN LAS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN LA MOLINA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

LAURENTE LLIUYACC ALDO

RAMOS SALAZAR JEAN PIERRE BIENVENIDO

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme unos padres extraordinarios que siempre están a mi lado; además, por darme salud y siempre cuidar de mi camino como persona y profesional.

Este trabajo no sería posible sin la ayuda de mis padres; por eso, se lo dedico a ellos. Son grandes guías y maestros que no solo me brindan educación, sino, también, seguridad en los momentos buenos y malos. Estos me permiten levantarme cada vez que tropiezo y me enseñan que todos los problemas tienen solución.

Ramos Salazar Jean Pierre Bienvenido

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Savino y Marcelina quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí, humildad y perseverancia, por su cariño y apoyo incondicional que me brindad día a día.

Mis hermanos han sido otra columna importante en el edificio de mi vida; por tal, también se lo dedico a ellos: Olga, Eber, Fredy, Anthony y Franco. Ellos me dieron su cariño y apoyo incondicionales durante todo este proceso; estuvieron conmigo en todo momento. También quisiera ampliar esta dedicatoria a toda mi familia, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Aldo Laurente Lliuyacc

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los ingenieros Juan Manuel Oblitas Santa María y Víctor Antonio Zelaya Jara por su apoyo y guía en este proyecto, además por brindarnos sus conocimientos.

Agradezco a mis hermanos Ronald y Roxana por apoyarme en este periodo y a mis sobrinos Joaquín, Antonella futura ingeniera y a Catalina, a mis compañeros de promoción y a los que tuve el agrado de conocer en el transcurso de nuestra carrera universitaria, gracias por los buenos y malos momentos que hemos compartido durante toda esta etapa.

Ramos Salazar Jean Pierre Bienvenido

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento va también para los ingenieros Juan Manuel Oblitas Santa María y Víctor Antonio Zelaya, quienes fueron los principales colaboradores durante todo este proceso; ellos, con su dirección, conocimiento y enseñanza, me permitieron desarrollar de este trabajo.

Aldo Laurente Lliuyacc

ÍNDICE

RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1. Situación problemática	21
1.2. Definición del problema	22
1.2.1. Sismicidad en el Perú	22
1.2.2. Riesgos sísmicos en instituciones educativas	23
1.3. Formulación del problema	23
1.3.1. Problema general	24
1.3.2. Problemas específicos	24
1.4. Objetivo general y específicos	24
1.4.1. Objetivo General	24
1.4.2. Objetivos Específicos	24
1.5. Importancia de la investigación	25
1.6. Alcances y limitaciones	25
1.7. Viabilidad de la investigación	26
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes de la investigación	27
2.2. Bases teóricas	31
2.2.1. Sismo	31
2.2.2. Ondas sísmicas, de cuerpo y superficiales	33
2.2.3. Peligro sísmico	35
2.2.4. Vulnerabilidad sísmica	36
2.2.5. Vulnerabilidad sísmica en edificaciones	36
2.2.6. Riesgo sísmico	37
2.2.7. Sismicidad en Lima	38
2.2.8. Efectos sísmicos en los edificios	40
2.2.9. Métodos de vulnerabilidad sísmica	40
2.3. Definición de términos básicos	48
2.4. Formulación de la hipótesis	50

2.4.1. Hipótesis general.....	50
2.4.2. Hipótesis específicas.....	50
2.5. Variables.....	51
2.5.1. Variable independiente.....	51
2.5.2. Variable dependiente	52
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	53
3.1. Diseño metodológico.....	53
3.2. Material de estudio	54
3.2.1. Población	54
3.3. Técnica de recolección de datos	54
3.3.1. Observación directa.....	54
3.4. Procedimiento.....	54
3.4.1. Recolección de datos.....	54
3.4.2. Ficha de recolección de datos	54
3.4.3. Visita a campo	55
3.4.4. Análisis de datos	55
3.5. Equipos y Materiales	55
3.5.1. Materiales	55
3.5.2. Equipos.....	55
3.6. Operacionalización de variables	56
CAPÍTULO IV DESARROLLO	57
4.1. Levantamiento arquitectónico	57
4.1.1. Levantamiento arquitectónico de la I. E. Mixto La Molina 1278	57
4.1.2. Levantamiento arquitectónico del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	58
4.2. Desarrollo de los once parámetros.....	58
4.2.1. Parámetros de I. E. Mixto La Molina 1278	60
4.2.1. Parámetros de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	117
CAPÍTULO V RESULTADOS.....	190
5.1. Resumen de calificaciones por institución.....	190
5.1.1. I. E. Mixto La Molina 1278.....	190
5.1.2. Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	191
5.2. Cálculo de índice de vulnerabilidad	191
5.2.1. Índice de vulnerabilidad de I. E. Mixto La Molina 1278.....	191

5.2.2. Índice de vulnerabilidad de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	193
5.1. Resumen de índice de vulnerabilidad.....	196
5.1.1. Resumen del Iv de I. E. Mixto La Molina 1278.....	197
5.1.1. Resumen del Iv de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	197
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	199
6.1. Discusión de resultados de I. E. Mixto La Molina 1278	199
6.2. Discusión de resultados de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	200
6.3. Contrastación de hipótesis.....	200
CONCLUSIONES	205
RECOMENDACIONES	207
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	209
ANEXOS	211

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Historia de sismos devastadores en el Perú recopilada por el diario El Comercio (2019).</i>	23
Tabla 2 <i>Valores y nivel de riesgo sísmico.</i>	37
Tabla 3 <i>Factor de zona.</i>	39
Tabla 4 <i>Escala numérica del índice de vulnerabilidad “Iv” para las estructuras de hormigón armado.</i>	42
Tabla 5 <i>Organización del sistema resistente.</i>	43
Tabla 6 <i>Calidad del sistema resistente</i>	43
Tabla 7 <i>Resistencia convencional.</i>	44
Tabla 8 <i>Posición del edificio y cimentación</i>	45
Tabla 9 <i>Diafragmas horizontales</i>	45
Tabla 10 <i>Configuración en planta</i>	46
Tabla 11 <i>Configuración de elevación.</i>	46
Tabla 12 <i>Distancia máxima entre muros o columnas</i>	47
Tabla 13 <i>Tipos de cubierta.</i>	47
Tabla 14 <i>Elementos no estructurales</i>	47
Tabla 15 <i>Estado de conservación.</i>	48
Tabla 16 <i>Rango de valores del índice de vulnerabilidad.</i>	48
Tabla 17 <i>Resumen de parámetros de los pabellones.</i>	190
Tabla 18 <i>Resumen de parámetros de los pabellones.</i>	191
Tabla 19 <i>Pabellón 1.</i>	192
Tabla 20 <i>Pabellón 2.</i>	192
Tabla 21 <i>Pabellón 3.</i>	193
Tabla 22 <i>Pabellón 4.</i>	193
Tabla 23 <i>Pabellón 1.</i>	194
Tabla 24 <i>Pabellón 2.</i>	194
Tabla 25 <i>Pabellón 3.</i>	195
Tabla 26 <i>Pabellón 4.</i>	195
Tabla 27 <i>Pabellón 5.</i>	196
Tabla 28 <i>Pabellón 6.</i>	196
Tabla 29 <i>Resumen de los Iv del colegio Mixto La Molina</i>	197
Tabla 30 <i>Resumen de los Iv del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas</i>	197

Tabla 31	<i>Rango de valores del índice de vulnerabilidad.....</i>	199
Tabla 32	<i>Índice de vulnerabilidad sísmica de cada pabellón.....</i>	199
Tabla 33	<i>Índice de vulnerabilidad sísmica de cada pabellón.....</i>	200
Tabla 34	<i>Grado de vulnerabilidad de la I. E. Mixto La Molina 1278.....</i>	201
Tabla 35	<i>Grado de vulnerabilidad del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas.....</i>	201
Tabla 36	<i>Resultados de resistencia convencional</i>	202
Tabla 37	<i>Resultados de resistencia convencional</i>	202
Tabla 38	<i>Resultados de estado de conservación.....</i>	202
Tabla 39	<i>Resultados de estado de conservación.....</i>	203
Tabla 40	<i>Resumen de organización del sistema resistente.....</i>	203
Tabla 41	<i>Resumen de organización del sistema resistente.....</i>	203
Tabla 42	<i>Resumen de configuración de planta</i>	204
Tabla 43	<i>Resumen de configuración de planta</i>	204

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de sismicidad global.....	21
<i>Figura 2.</i> Cinturón de Fuego del Pacífico.....	22
<i>Figura 3.</i> Movimiento de placas y generación de sismos	32
<i>Figura 4.</i> Mapa que muestra la relación entre las principales placas tectónicas y la localización de los epicentros de terremotos y de los volcanes.....	32
<i>Figura 5.</i> Partes de un evento sísmico	33
<i>Figura 6.</i> Propagación de las ondas sísmicas.....	34
<i>Figura 7.</i> Deformaciones producidas por las ondas internas.....	34
<i>Figura 8.</i> Deformaciones producidas por las ondas superficiales	35
<i>Figura 9.</i> Mapa de riesgo sísmico de Lima.....	38
<i>Figura 10.</i> Factor zonal del Perú.....	39
<i>Figura 11.</i> Configuración en planta de la estructura.....	45
<i>Figura 12.</i> Configuración en altura.....	46
<i>Figura 13.</i> Medidor láser de distancia Bosch GLM 40	56
<i>Figura 14.</i> Levantamiento arquitectónico del pabellón 4.....	57
<i>Figura 15.</i> Levantamiento arquitectónico del pabellón 2.....	58
<i>Figura 16.</i> Estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima	59
<i>Figura 17.</i> Estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima	59
<i>Figura 18.</i> I. E. Mixto La Molina 1278	60
<i>Figura 19.</i> Ubicación de I. E. Mixto La Molina 1278.....	60
<i>Figura 20.</i> Plano de planta de I. E. Mixto La Molina 1278	61
<i>Figura 21.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 1	61
<i>Figura 22.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 1.....	62
<i>Figura 23.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 1	64
<i>Figura 24.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 1.....	66
<i>Figura 25.</i> Diafragma horizontal del pabellón 1.....	66
<i>Figura 26.</i> Vista planta del pabellón 1.....	67
<i>Figura 27.</i> Configuración en altura planta de la estructura	67
<i>Figura 28.</i> Vista de perfil del pabellón 1.....	68
<i>Figura 29.</i> Configuración en altura.....	68

<i>Figura 30</i>	Tipo de cubierta del pabellón 1	70
<i>Figura 31</i>	Elementos no estructurales del pabellón 1	71
<i>Figura 32</i>	Estado de conservación del pabellón 1	71
<i>Figura 33</i>	Organización del sistema resistente del pabellón 2	72
<i>Figura 34</i>	Calidad del sistema resistente del pabellón 2	73
<i>Figura 35</i>	Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 2	75
<i>Figura 36</i>	Posición del edificio y cimentación del pabellón 2	76
<i>Figura 37</i>	Diafragma horizontales del pabellón 2	77
<i>Figura 38</i>	Vista planta del pabellón 2	78
<i>Figura 39</i>	Configuración en altura planta de la estructura	78
<i>Figura 40</i>	Vista de perfil del pabellón 2	79
<i>Figura 41</i>	Configuración en altura	79
<i>Figura 42</i>	Tipo de cubierta del pabellón 1	81
<i>Figura 43</i>	Elementos no estructurales del pabellón 1	81
<i>Figura 44</i>	Estado de conservación del pabellón 1	82
<i>Figura 45</i>	Organización del sistema resistente del pabellón 2	83
<i>Figura 46</i>	Calidad del sistema resistente del pabellón 2	83
<i>Figura 47</i>	Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 2	86
<i>Figura 48</i>	Posición del edificio y cimentación del pabellón 2	87
<i>Figura 49</i>	Diafragma horizontales del pabellón 2	88
<i>Figura 50</i>	Vista planta del pabellón 2	88
<i>Figura 51</i>	Configuración en altura planta de la estructura	89
<i>Figura 52</i>	Vista de perfil del pabellón 2	90
<i>Figura 53</i>	Configuración en altura	90
<i>Figura 54</i>	Tipo de cubierta del pabellón 2	92
<i>Figura 55</i>	Elementos no estructurales del pabellón 2	93
<i>Figura 56</i>	Estado de conservación del pabellón 2	94
<i>Figura 57</i>	Organización del sistema resistente del pabellón 3	95
<i>Figura 58</i>	Calidad del sistema resistente del pabellón 3	95
<i>Figura 59</i>	Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 3	98
<i>Figura 60</i>	Posición del edificio y cimentación del pabellón 3	99
<i>Figura 61</i>	Diafragma horizontales del pabellón 3	100
<i>Figura 62</i>	Vista planta del pabellón 3	100
<i>Figura 63</i>	Configuración en altura planta de la estructura	101

<i>Figura 64.</i> Vista de perfil del pabellón 3.....	102
<i>Figura 65.</i> Configuración en altura.....	102
<i>Figura 66.</i> Tipo de cubierta del pabellón 3	104
<i>Figura 67.</i> Elementos no estructurales del pabellón 3	105
<i>Figura 68.</i> Estado de conservación del pabellón 3.....	105
<i>Figura 69.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 4	106
<i>Figura 70.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 4.....	107
<i>Figura 71.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 4	109
<i>Figura 72.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 4.....	110
<i>Figura 73.</i> Diafragmas horizontales del pabellón 4	111
<i>Figura 74.</i> Vista planta del pabellón 4la.....	112
<i>Figura 75.</i> Configuración en altura planta de la estructura	112
<i>Figura 76.</i> Vista de perfil del pabellón 4.....	113
<i>Figura 77.</i> Configuración en altura.....	113
<i>Figura 78.</i> Tipo de cubierta del pabellón 4	115
<i>Figura 79.</i> Elementos no estructurales del pabellón 4	116
<i>Figura 80.</i> Estado de conservación del pabellón 4.....	116
<i>Figura 81.</i> Mayor PNP Félix Román Tello Rojas.....	117
<i>Figura 82.</i> Ubicación de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas	117
<i>Figura 83.</i> Plano de planta de PNP Félix Román Tello Rojas	118
<i>Figura 84.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 1	119
<i>Figura 85.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 1.....	119
<i>Figura 86.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 1	122
<i>Figura 87.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 1	123
<i>Figura 88.</i> Diafragma horizontales del pabellón 1	124
<i>Figura 89.</i> Vista planta del pabellón 1.....	124
<i>Figura 90.</i> Configuración en altura planta de la estructura	125
<i>Figura 91.</i> Vista de perfil del pabellón 1.....	126
<i>Figura 92.</i> Configuración en altura.....	126
<i>Figura 93.</i> Tipo de cubierta del pabellón 1	128
<i>Figura 94.</i> Elementos no estructurales del pabellón 1	129
<i>Figura 95.</i> Estado de conservación del pabellón 1.....	129
<i>Figura 96.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 2	130
<i>Figura 97.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 2.....	131

<i>Figura 98.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 2	133
<i>Figura 99.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 2.....	135
<i>Figura 100.</i> Diafragma horizontales del pabellón 2	135
<i>Figura 101.</i> Vista planta del pabellón 2.....	136
<i>Figura 102.</i> Configuración en altura planta de la estructura	136
<i>Figura 103.</i> Vista de perfil del pabellón 2.....	137
<i>Figura 104.</i> Configuración en altura.....	137
<i>Figura 105.</i> Tipo de cubierta del pabellón 2	139
<i>Figura 106.</i> Elementos no estructurales del pabellón 2	140
<i>Figura 107.</i> Estado de conservación del pabellón 2	141
<i>Figura 108.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 3	142
<i>Figura 109.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 3.....	143
<i>Figura 110.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 3	145
<i>Figura 111.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 3.....	147
<i>Figura 112.</i> Diafragma horizontales del pabellón 3.....	148
<i>Figura 113.</i> Vista planta del pabellón 3.....	148
<i>Figura 114.</i> Configuración en altura planta de la estructura	149
<i>Figura 115.</i> Vista de perfil del pabellón 3.....	150
<i>Figura 116.</i> Configuración en altura.....	150
<i>Figura 117.</i> Tipo de cubierta del pabellón 3	152
<i>Figura 118.</i> Elementos no estructurales del pabellón 3	153
<i>Figura 119.</i> Estado de conservación del pabellón 3	154
<i>Figura 120.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 4	155
<i>Figura 121.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 4.....	156
<i>Figura 122.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 4	158
<i>Figura 123.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 4.....	160
<i>Figura 124.</i> Diafragmas horizontales del pabellón 4	160
<i>Figura 125.</i> Vista planta del pabellón 4.....	161
<i>Figura 126.</i> Configuración en altura planta de la estructura	161
<i>Figura 127.</i> Vista de perfil del pabellón 4.....	162
<i>Figura 128.</i> Configuración en altura.....	163
<i>Figura 129.</i> Tipo de cubierta del pabellón 4	164
<i>Figura 130.</i> Elementos no estructurales del pabellón 4	165
<i>Figura 131.</i> Estado de conservación del pabellón 4	166

<i>Figura 132.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 5	167
<i>Figura 133.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 5.....	168
<i>Figura 134.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 5	170
<i>Figura 135.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 5.....	172
<i>Figura 136.</i> Diafragma horizontales del pabellón 5.....	173
<i>Figura 137.</i> Vista planta del pabellón 5.....	173
<i>Figura 138.</i> Configuración en altura planta de la estructura	174
<i>Figura 139</i> Vista de perfil del pabellón 5.....	175
<i>Figura 140</i> Configuración en altura.....	175
<i>Figura 141</i> Tipo de cubierta del pabellón 5	176
<i>Figura 142.</i> Elementos no estructurales del pabellón 5	177
<i>Figura 143.</i> Estado de conservación del pabellón 5	178
<i>Figura 144.</i> Organización del sistema resistente del pabellón 6	179
<i>Figura 145.</i> Calidad del sistema resistente del pabellón 6.....	180
<i>Figura 146.</i> Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 6	182
<i>Figura 147.</i> Posición del edificio y cimentación del pabellón 6.....	183
<i>Figura 148.</i> Diafragma horizontales del pabellón 6.....	184
<i>Figura 149.</i> Vista planta del pabellón 6.....	185
<i>Figura 150.</i> Configuración en altura planta de la estructura	185
<i>Figura 151.</i> Vista de perfil del pabellón 6.....	186
<i>Figura 152</i> Configuración en altura.....	186
<i>Figura 153.</i> Tipo de cubierta del pabellón 6	188
<i>Figura 154.</i> Elementos no estructurales del pabellón 6	189
<i>Figura 155.</i> Estado de conservación del pabellón 6	189
<i>Figura 156.</i> Gráfico de índice de vulnerabilidad	197
<i>Figura 157:</i> Gráfico de índice de vulnerabilidad	198

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Fichas técnicas de la I. E. Mixto La Molina	212
Anexo 2 Fichas técnicas de la I. E. Mayor Pnp Félix Román Tello Rojas...	216
Anexo 3 Levantamiento arquitectónico de la I. E. Mixto La Molina	125
Anexo 4 Levantamiento arquitectónico de la I. E. Mixto La Molina	126
Anexo 5 Plano catastro de la I. E. Mayor PNP Félix Román Tello	127

RESUMEN

La presente tesis promueve la prevención frente a posibles daños de dos locales de instituciones educativas situadas en el distrito de La Molina, Lima, I. E. Mixto La Molina 1278 y Mayor PNP Félix Román Tello Rojas. Se usó el método italiano de Benedetti y Petrini para determinar la vulnerabilidad sísmica de estas. Su metodología consistió en un enfoque mixto, ya que se utilizó parámetros cualitativos y cuantitativos, así también, es una investigación aplicada con un alcance descriptivo y un diseño no experimental transversal-descriptivo a partir del uso de los once parámetros planteados por el método italiano. La problemática de la presente tesis se analizó sobre la base del riesgo que corren las instituciones educativas —que pasaron antes por un evento sísmico importante—si se llegara a presentar un sismo muy severo en la capital y no puedan auto sostenerse ante un nuevo evento telúrico. Asimismo, el objetivo general de la presente tesis consistió en evaluar la vulnerabilidad estructural en función del método italiano de Benedetti y Petrini para determinar la seguridad sísmica de las instituciones educativas. La hipótesis corroboró que la vulnerabilidad estructural —según el método italiano— determina que la seguridad sísmica de la institución educativa I. E. Mixto La Molina 1278 es baja y la del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas es media.

ABSTRACT

This thesis promotes the prevention of educational institutions located in the district of La Molina-Lima using the Italian method of Benedetti and Petrini to determine their seismic vulnerability. The methodology used in this thesis consists of a mixed approach since qualitative and quantitative parameters will be used, it is an applied research with a descriptive scope, a non-experimental transversal-descriptive design will be carried out using the eleven parameters proposed by the Italian method, with a sample of two schools that are IE Mixed La Molina 1278 and Mayor PNP Félix Román Tello Rojas. The problem of this thesis was analyzed based on the risk that educational institutions, which have experienced a major seismic event before, represent if a very severe earthquake were to occur in the capital and it could not sustain itself in the face of a new event. telluric. Likewise, the general objective of this thesis consists of evaluating structural vulnerability applying the Italian method of Benedetti and Petrini to determine the seismic safety of educational institutions. The proposal of the hypothesis could be corroborated that the structural vulnerability applying the Italian method determines that the seismic safety of the educational institution I. E. Mixed La Molina 1278 is low and that of the school Mayor PNP Félix Román Tello Rojas is medium

INTRODUCCIÓN

Como antecedentes nacionales del presente proyecto, se estudió investigaciones pasadas del método italiano enfocadas en colegios, universidad y viviendas del Perú. En cuanto a las investigaciones internacionales, se estudió el índice de vulnerabilidad en una edificación y un pabellón de una universidad. Estos estudios tuvieron como fin determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estudiadas.

La finalidad de la presente tesis es el análisis de vulnerabilidad sísmica de dos instituciones educativas del distrito de La Molina en el departamento de Lima-Perú, La seguridad sísmica de estas instituciones se determinaron con el método italiano de Benedetti y Petrini.

La problemática de la presente tesis plantea que las instituciones educativas no son monitoreadas, lo cual representa un peligro para sus estudiantes y trabajadores; por lo tanto, se justifica la evaluación de su seguridad sísmica a través del método italiano.

El objetivo general consiste en evaluar la vulnerabilidad estructural a través del método italiano de Benedetti y Petrini, mientras que los objetivos específicos se centran en evaluar la resistencia convencional, el estado de conservación, la organización del sistema resistente y la configuración en planta en función del mencionado método italiano.

La hipótesis general plantea que —luego de realizar la evaluación de la vulnerabilidad estructural a partir del método italiano— se determinará que la seguridad sísmica de las instituciones educativas será alta debido a que ya han sufrido varios sismos significativos.

Conseguir el permiso de cada institución representó una limitación, ya que el actual estado de emergencia complica el trámite de permisos y la búsqueda de expedientes técnicos en la municipalidad, pero esta dificultad se superó gracias a un levantamiento arquitectónico y de corte de cada institución. La presente tesis también incluía el análisis de una tercera institución, pero las limitaciones señaladas llevaron a que no fuese considerada.

Finalmente, la estructura de la presente tesis consta de seis capítulos. El primero presenta una perspectiva general de la situación problemática, además, formula el problema general, los problemas específicos y los objetivos. El segundo capítulo presenta los antecedentes y las bases teóricas usadas en la investigación, así como la presentación de la hipótesis y las variables. El tercer capítulo explica la metodología usada y el procedimiento empleado en la obtención de datos. El cuarto capítulo consigna la aplicación del método en las dos instituciones. El quinto capítulo expone los resultados obtenidos, mientras que en el último capítulo se discute los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

Gracias a las ondas sísmicas leídas por observatorios sismográficos situados en el mundo se puede localizar dónde se originó un terremoto. Con esta información se consigue mapear la distribución de los sismos repartidos por el mundo, tal como se aprecia en la siguiente figura (Mena, 2002).

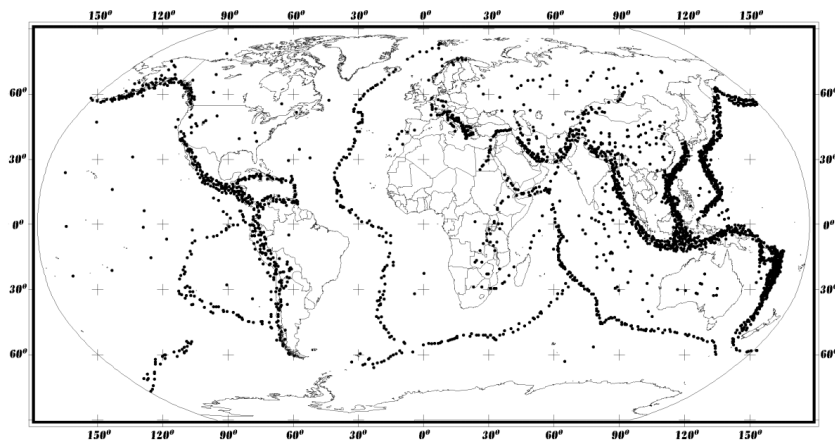


Figura 1. Mapa de sismicidad global
Fuente: Mena 2002

Se puede observar la ubicación de un cinturón cuyas actividades sísmicas se agrupan en grandes regiones oceánicas y continentales. (Mena, 2002)

En la imagen 1 se presenta los terremotos en el planeta, así como las zonas con mayor actividad sísmica en el planeta. La primera zona — denominada Mediterráneo-Himalaya— abarca las islas Azores al sudoeste de la Península ibérica, Italia, Grecia, Turquía, Persia y llega al Himalaya y norte de la India y de China. La segunda zona está formada por cordilleras submarinas que dividen el atlántico en dos partes (la del Índico y la del Pacífico) frente a las costas occidentales de América del Sur. Finalmente, la tercera zona —cinturón Circum-Pacífico— comprende el oeste del continente americano, desde Alaska hasta el sur de Chile, la parte norte de las islas Aleutianas, las islas del Japón, Indonesia y Nueva Zelanda. Con los presentes estudios se ha podido confirmar la formación de los continentes y la teoría de placas tectónicas (Hernández y Ulises, 2002, p. 12).

1.2. Definición del problema

El Perú se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, que lo convierte en un país altamente sísmico; por tal motivo, sus edificaciones pueden sufrir graves daños estructurales o hasta colapsar (Vargas, 2019).

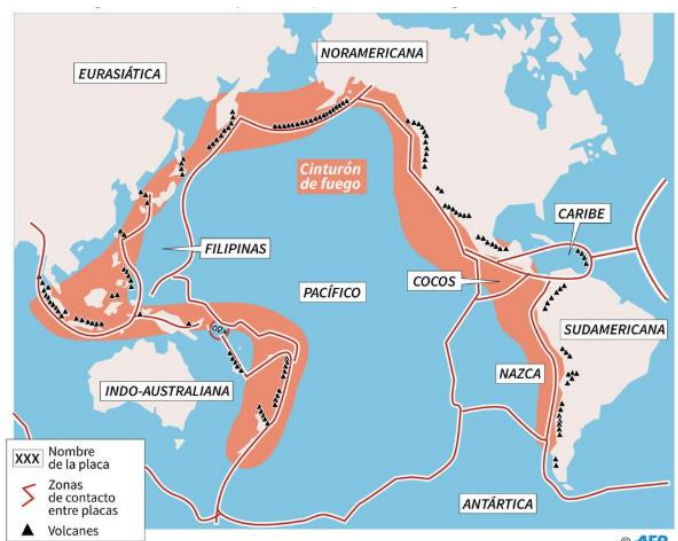


Figura 2. Cinturón de Fuego del Pacífico
Fuente: Perú 21, 2017

1.2.1. Sismicidad en el Perú

Según Bernal y Tavera (2002) —citado por Vargas (2008, p. 163)—, el Perú se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde ocurre el

proceso de subducción de la placa de Nazca; por ende, es un país altamente sísmico.

Tabla 1
Historia de sismos devastadores en el Perú recopilada por el diario El Comercio (2019).

Fecha	Magnitud	Epicentro
31 de mayo de 1970	7.8	Callejón de Huaylas (Áncash)
9 de diciembre de 1970	7.2	Sur de Tumbes
3 de octubre de 1974	8.0	Costa peruana: Lima
16 de febrero de 1979	6.2	Departamento de Arequipa
29 de mayo de 1990	6.4	Ciudades: San Martín, Amazonas, Cajamarca, Rioja, Moyobamba, Chachapoyas
4 de abril de 1991	6.2	San Martín, Amazonas y La Libertad
12 de noviembre de 1996	6.4	Sur del país (Ica, Pisco, Nazca y Palpa)
23 de junio de 2001	8.4	Moquegua, Tacna y Arequipa
15 de agosto de 2007	7.9	Sur del Perú (Ica, Lima, Ayacucho, Huancavelica y Junín)
24 de agosto de 2011	7.0	Pucallpa
26 de mayo de 2019	8.0	Loreto

Fuente: Adaptado de El Comercio, 2019

1.2.2. Riesgos sísmicos en instituciones educativas

Las vibraciones y la carga viva generadas por los movimientos sísmicos ocasionan daños estructurales en las edificaciones, y las instituciones educativas no son ajenas a estas. Por lo que, ante un evento telúrico, estas edificaciones —al igual que los centros de salud— deben ser las últimas en colapsar, pues funcionarían como refugio para la comunidad, según Carbajal Ponce, H y Núñez Hizo, A. (2019)

1.3. Formulación del problema

Según la norma de diseño sismorresistente E0.30 (2018), la ciudad de Lima se encuentra en una zona altamente sísmica (zona 4), por lo que todas las estructuras en esta zona corren el riesgo de desplomarse. A esto se añade que las instituciones educativas son edificaciones de tipo esencial A2, lo que implica que es necesario realizar un análisis sísmico de ellas.

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la vulnerabilidad estructural de dos instituciones educativas, según el método italiano para determinar la seguridad sísmica?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cómo evaluar la resistencia convencional de dos instituciones educativas, según el método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad?

¿Cómo estimar el estado de conservación de dos instituciones educativas en función de la aplicación del método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad?

¿Cómo estimar la organización del sistema resistente de dos instituciones educativas en función de la aplicación del método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad?

¿Cómo evaluar la configuración en planta de dos instituciones educativas en función de la aplicación del método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad?

1.4. Objetivo general y específicos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la vulnerabilidad estructural en función de la aplicación del método italiano para determinar la seguridad sísmica de dos instituciones educativas.

1.4.2. Objetivos Específicos

Evaluar la resistencia convencional aplicando el método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad de dos instituciones educativas.

Evaluar el estado de conservación en función de la aplicación del método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad de dos instituciones educativas.

Evaluar la organización del sistema resistente en función de la aplicación del método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad de dos instituciones educativas.

Evaluar la configuración en planta en función de la aplicación del método italiano para determinar el índice de vulnerabilidad de dos instituciones educativas.

1.5. Importancia de la investigación

La importancia de la presente investigación radica en la determinación del índice de seguridad sísmica de dos instituciones educativas para prever su futuro comportamiento sísmico ante un evento telúrico. Esto permitirá salvaguardar la vida de los estudiantes y el personal que trabaja en dichos locales. Así mismo, garantizará que cumplan la norma E 0.30 en tanto que son edificaciones esenciales que albergarán a la población luego de un desastre.

1.6. Alcances y limitaciones

El alcance de este proyecto involucra la evaluación de la vulnerabilidad estructural ante un eventual sismo de dos instituciones educativas de La Molina en función de la aplicación del método italiano Benedetti y Petrini. Su fin es lograr que la edificación no sufra daños estructurales de consideración y que siga siendo funcional.

La principal limitación encontrada radica en la poca información sobre el método italiano que se aplicó en este proyecto; otra consiste en la falta de registros en las municipalidades competentes (como los expedientes técnicos de las instituciones educativas); finalmente, conseguir los permisos de ingreso a cada institución debido a la coyuntura fue también una limitación. Inicialmente, la presente tesis incluía el análisis de una tercera institución; sin embargo, debido a las dos últimas limitaciones indicadas, se pospuso el pedido de todos los trámites de permiso y no se incluyó en la presente investigación.

1.7. Viabilidad de la investigación

El desarrollo de esta investigación se realizó sobre tres bases de viabilidad: técnica, económica y social.

Viabilidad técnica

Se obtuvo información técnica y tecnológica —como la información publicada en libros, las tesis cuyos títulos se relacionan con el tema de nuestra investigación— y se contó con el apoyo de ingenieros profesionales concedores de la norma NTP E0.30-2018.

Viabilidad económica

La tesis desarrollada fue costeada con los recursos de los autores.

Viabilidad social

Se encontró dificultades en cuanto al acceso a las instituciones educativas, además de la falta de información de los expedientes técnicos que reportaron las autoridades pertinentes.

Según Abanto y Cárdenas (2015), el método italiano presenta una gran base de datos de cada estructura, de su índice de vulnerabilidad y del daño que sufrido por eventos telúricos. En el presente caso, las razones para utilizar este método son tres:

El presente proyecto está fundamentado en datos reales, se puede aplicar el estudio en un nivel urbano y se tiene experiencia de haber sido aplicado en diferentes ciudades de Italia y en el resto del mundo con buenos resultados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Durante el transcurso de los años, se desarrolló e implementó investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica y vulnerabilidad estructural, gracias a ello se llegó a determinar la seguridad sísmica de una estructura.

El estudio de Sigcho y Cueva (2017) se originó a raíz de que la mayor parte de edificaciones construidas en la ciudad de Quito son informales, pues carecen de estudios técnicos que avalan su construcción. Su objetivo se centró en evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Filosofía, Comercio y Administración de la Universidad Central del Ecuador. Con este fin utilizó como metodología las fichas de evaluación FEMA 154, FEMA 310 y Benedetti Petrini, asimismo, realizó un levantamiento estructural y una inspección de campo para la recolección de datos, además de una inspección visual de toda la edificación. Durante el estudio también se elaboró modelos matemáticos con el *software* ETABS 2000 V18.1.0, se consideró el periodo ambiental de la estructura a partir de un acelerómetro, y se realizó el análisis de vulnerabilidad con los parámetros que las diferentes metodologías proponen. A partir de esto, se obtuvo como resultado el comportamiento sismorresistente y la vulnerabilidad de la estructura. Adicionalmente se presentó recomendaciones para mejorar el desempeño de la estructura.

El estudio de Villavicencio y Moreira (2019) analizó la vulnerabilidad sísmica del edificio Fama de uso familiar, ubicado en la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí, Ecuador. La investigación descriptiva correlacional obtuvo la data de la información de los planos facilitados por los propietarios, que luego se seleccionaron directamente del *software* ETABS 2016. Los ensayos no destructivos del hormigón de los elementos estructurales alcanzaron 210kg/cm^2 y, por lo tanto, se concluyó que la edificación cumple el parámetro de resistencia mínima según la NEC-15.

El trabajo de Hernández (2016) utilizó el método de Hirosawa para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de edificaciones selectas del campus Mocambo de la universidad Veracruz, en el estado de Veracruz, México. Debido a que la antigüedad de esta universidad asciende a 73 años, se intentó estimar el daño que sufriría por un evento sísmico. Para complementar su metodología, se utilizó un esclerómetro mecánico con el que se estableció la resistencia de comprensión del concreto. Estos datos se usaron en el modelamiento con el programa Sap2000 para hallar sus periodos fundamentales de vibración que permitió compararlo con los sismográficos. Se concluyó que los elementos no estructurales no presentarían daños ante un evento sísmico y que, de acuerdo con la simulación y resultado experimental, el edificio A de la Facultad de Contabilidad no se considera vulnerable, mientras que el edificio A de la Facultad de Odontología sí se considera vulnerable en el tercer nivel.

El objetivo del estudio de Cáceres y Calderón (2018) consistió en determinar el índice de vulnerabilidad sísmica en edificios superiores a 5 pisos ubicados en Riobamba, ya que se encuentran en una zona de mayor riesgo sísmico. Con este fin, utilizó dos métodos: el de Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) y el italiano. Analizó la ciudad de Riobamba a partir de una muestra de 12 edificios ubicados en distintas partes de la ciudad. Obtuvo como conclusión que el 100 % de las edificaciones analizadas presentaron un índice de vulnerabilidad sísmica entre media y alta; sin embargo, con el método de SNGR el 100 % de los edificios presentaron un índice de vulnerabilidad bajo.

El estudio-evaluación de Cabezas (2016) evaluó la vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Comunicación Social de la Universidad Central del Ecuador a partir de la norma ecuatoriana de la construcción (NEC SE-RE, 2015). Se llevó a cabo mediante evaluación visual e inspección rápida de la estabilidad y del desempeño sísmico de la estructura, con la finalidad de identificar y clasificar estructuras y elementos según indicadores de riesgo sísmico, para determinar si la edificación requiere o no una evaluación estructural. Por otro lado, se realizó una evaluación rápida visual de vulnerabilidad sísmica a través del formato FEMA 154. Después de su modelamiento en el *software* SAP 2000, se obtuvo que los diferentes bloques presentan un índice de vulnerabilidad alto y, por lo tanto, se recomienda que se realice un reforzamiento de la estructura.

El estudio de Abanto y Cárdenas (2015) está centrado en la vulnerabilidad sísmica, especialmente de colegios, ya que los estudios de vulnerabilidad sísmica en estas edificaciones tienen poca incidencia, pues generalmente se realizan en hospitales y en viviendas familiares. Por tal motivo, el estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las Instituciones Educativas Públicas del Centro Histórico (provincia de Trujillo, La Libertad) intentó fomentar un plan de emergencia que salvaguarde las vidas del personal que allí labora y de los mismos estudiantes. Para ello, se empleó una metodología que evaluó las fallas estructurales con la ayuda de fichas. Una vez recolectados los datos, se llegó a un índice de vulnerabilidad sísmica gracias al método italiano de Benedetti Petrini. Como resultado, se obtuvo que las estructuras presentan vulnerabilidad baja. Las instituciones educativas Antonio Raimondi y Marcial Acharan poseen infraestructuras de albañilería confinada que, probablemente, no hayan sido construidas bajo supervisión y sin criterio técnico de edificación sismorresistente. Por lo tanto, con los resultados obtenidos se espera emitir juicios valorativos y plantear alternativas de solución.

El estudio de Carbajal y Núñez (2019) evaluó con el método italiano la vulnerabilidad estructural para estimar la seguridad sísmica de instituciones educativas (I. E. 34033 Progreso, I. E. Horacio Zevallos Gámez y I. E. 34032

San Antonio de Rancas) ubicadas en la provincia de Cerro de Pasco, distrito de Bolívar.

El estudio fue una investigación mixta y explicativa, cuyo nivel de investigación fue descriptiva. La técnica de recolección de datos se llevó a cabo desde las generalidades de la zona, de los materiales y de los métodos que se usaron en la investigación. Posteriormente, se recolectó, ordenó y analizó datos en hojas de evaluación para determinar los parámetros del método italiano. Como resultado, se llegó a la conclusión de que el centro educativo I. E. 34033 —Nivel Primaria y el Nivel 2 Inicial— resultaron seguros; mientras que la I. E. Horacio Zevallos Gámez y el I. E. N.º 34032 resultaron inseguros, razón por la cual se recomendó mejoras en sus niveles estructurales.

Babilón (2018) aplicó el método italiano y el colombiano, para determinar la vulnerabilidad sísmica de las Instituciones Educativas del Distrito de Túcume. Con el fin de cumplir este objetivo, se aplicaron dos métodos cualitativos: Gracias al método colombiano del AIS aplicado en la I. E. P. Federico Villarreal, se identificó vulnerabilidad baja (100 % del total), el mismo resultado se obtuvo con el método italiano de Benedetti y Petrini. Los mayores índices de daño según el ATC – 13 (1985) fueron de 12.42 % (daño moderado) en los bloques A y E, y de 13.10% (daño moderado) en el bloque G. En la Institución Educativa Privada Jorge Basadre, por el método colombiano del AIS, se obtuvo vulnerabilidad baja (5 0% del total) en los bloques B y D, vulnerabilidad media (25 % del total) en el bloque A, y vulnerabilidad alta (25 % del total) en el bloque C, pero según el Método Italiano de Benedetti y Petrini, se obtuvo vulnerabilidad media (50 % del total) en los bloques B y D, y de vulnerabilidad alta (50 % del total) en los bloques A y C. Los mayores índices de daño en estos bloques, según el ATC – 13 (1985), fueron de 55.23 % (daño fuerte) en el bloque C y de 39.54 % (daño fuerte) en el bloque A. Se llegó a la conclusión de que el método italiano de Benedetti y Petrini es el más factible y es el que más se ajustó a las instituciones educativas.

Vargas (2019) evaluó con el método italiano la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe de la quinta Los Virreyes del Rímac. Con este objetivo, se recolectó datos con fichas de evaluación de cada vivienda. Como resultado, se determinó que el 100 % de las viviendas se encuentran en un rango de vulnerabilidad mayor a 15 %, pero menor a 35 %, y presentan un nivel de peligro sísmico bajo. Por tanto, se concluyó que las presentaron un nivel de vulnerabilidad sísmica medio y un nivel de riesgo sísmico medio.

Giraldo (2018) evaluó la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada en la ciudad de Huaraz. Su metodología fue correlacional y su diseño fue no experimental. Registró datos por encuesta de 38 viviendas para consignar las principales características de sus edificaciones, materiales empleados, disposición de elementos estructurales y procedimiento constructivo general. Con los resultados, concluyó que el 74% de las edificaciones se construyeron sin diseño ni asesoría adecuada, por lo que poseen deficiencias estructurales y constructivas que tienen implicancia en su vulnerabilidad sísmica.

El estudio de Medina y Piminchumo (2018) evaluó la vulnerabilidad sísmica de viviendas de Monsefú. Para ello, identificó zonas con índices de vulnerabilidad sísmica alta, media y baja a través del método italiano de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. Una vez hecha la recolección de datos vía una ficha de evaluación aplicada a toda la ciudad de Monsefú, se concluyó que dicha ciudad tiene un índice de vulnerabilidad sísmica de media a alta.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sismo

Según Bazán & Meli (2004), los eventos telúricos son vibraciones de la corteza terrestre generadas por actividad volcánicas y otros fenómenos. Los sismos más importantes para la ingeniería son de origen tectónico, debido al movimiento brusco de las placas tectónicas. El magma del interior de la Tierra genera presión y hace que la fuerza de fricción se rompa y libere enormes cantidades de energía que se desplaza mediante ondas vibratorias y recorre grandes distancias a través de la roca de la corteza. En este sentido, las

edificaciones se encuentran en peligro por esta vibración de la corteza terrestre.

Las fuerzas de inercia se generan por el movimiento vibratorio de la masa de las edificaciones e inducen el fallo de los elementos estructurales debido a los esfuerzos significativos.

Además de los de vibración, existen otros tipos de efectos sísmicos, como el deslizamiento de laderas, la licuación y las grietas presentes en el suelo (Bazán y Meli, 2002, p. 15).

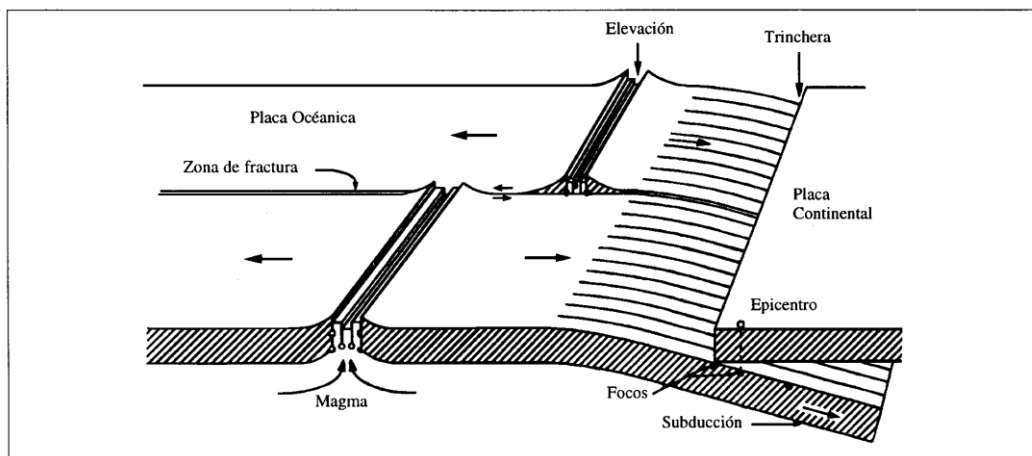


Figura 3. Movimiento de placas y generación de sismos
Fuente: Bazán y Meli, 2004

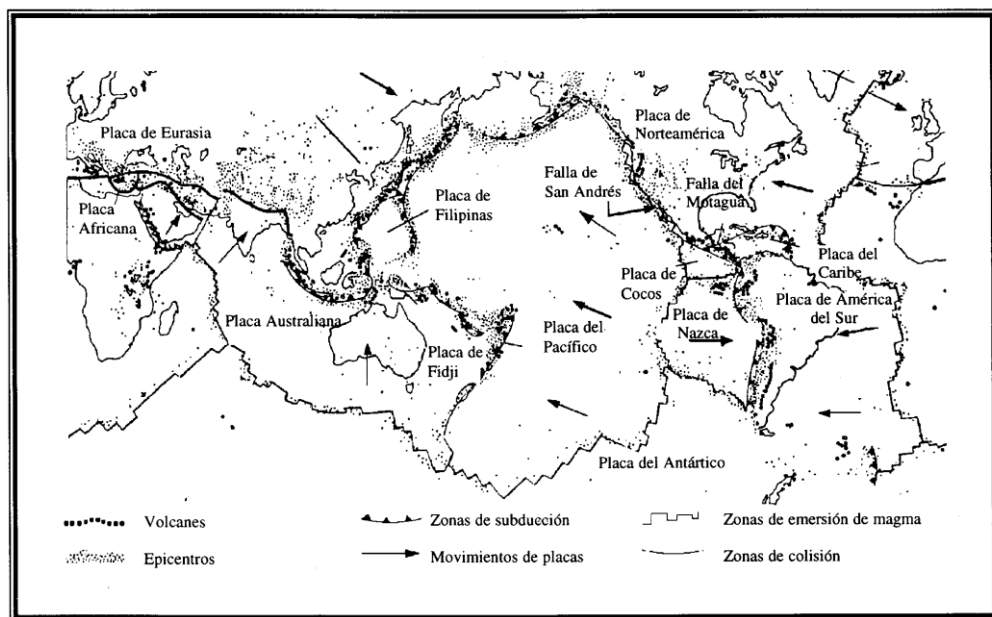


Figura 4. Mapa que muestra la relación entre las principales placas tectónicas y la localización de los epicentros de terremotos y de los volcanes
Fuente: Bazán y Meli, 2004

Comúnmente, llamamos sismo al movimiento de la superficie terrestre, aunque este no sea de origen tectónico sino producto de actividad volcánica, explosiones y demás excitaciones comunes del ambiente y entorno. Sin embargo, desde el punto de vista ingenieril, el más importante es de carácter tectónico, puesto que son los que mayor energía liberan —a manera de onda vibratoria— hacia la corteza terrestre. (Moreira, 2019, p. 4).

- **Hipocentro:** es el punto bajo la Tierra en el que se ha originado el sismo.
- **Epicentro:** es el lugar de la superficie terrestre en el que se liberaran las ondas sísmicas.
- **Isosistas:** son zonas concéntricas delimitadas por curvas que intersecan puntos en los que la intensidad sísmica que genera sacudida es similar.

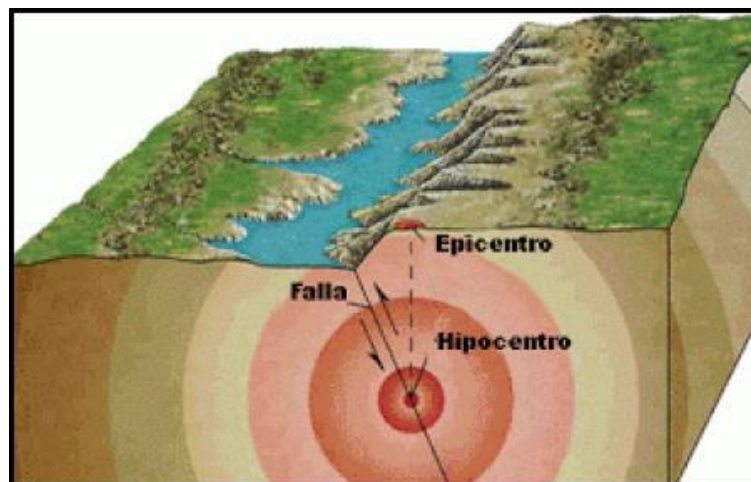


Figura 5. Partes de un evento sísmico
Fuente: Moreira 2019

2.2.2. Ondas sísmicas, de cuerpo y superficiales

Las ondas sísmicas ocurren por la energía liberada con el movimiento de placas tectónicas que viajan por las distintas capas que conforman la Tierra. (Medina y Pimi, 2018).

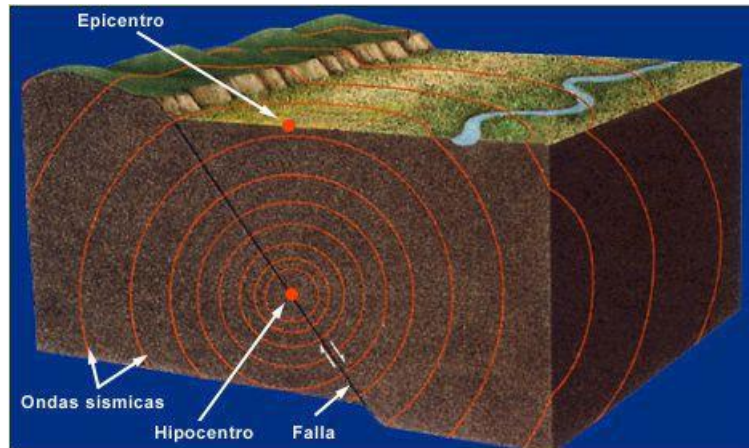


Figura 6. Propagación de las ondas sísmicas
Fuente: Medina y Pimi

Según Medina y Pimi (2018), las ondas de cuerpo que se generan en el proceso de ruptura y viajan a través del interior del medio sólido también son conocidas como ondas internas.

Las ondas P —llamadas principales o de dilatación— viajan de manera paralela a la dirección de propagación, mientras que las ondas S —secundarias o cortantes— se mueven transversalmente a la dirección de propagación, desde la zona de ruptura, debido a la liberación de energía. Las ondas S producen un movimiento del terreno más intenso y de características más dañinas para las edificaciones que las ondas P (Bazán y Meli, 2004).

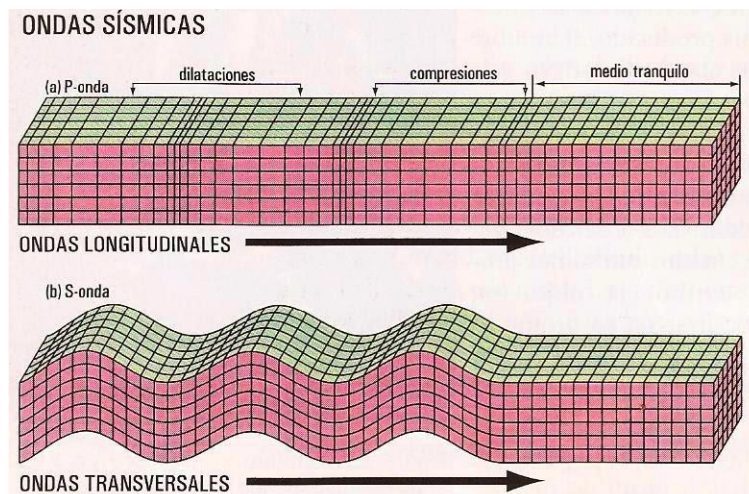


Figura 7. Deformaciones producidas por las ondas internas
Fuente: Medina y Pimi

Cuando las Ondas P y S mueven las capas superficiales de la corteza, nacen las ondas de superficie. Luego, estas emergen a la superficie y se clasifican en dos tipos. Las ondas de Love se desplazan como forma de serpiente, y mueven el terreno de un lado a otro. Estas ondas provocan que las edificaciones se derrumben durante un terremoto. Por su parte, las ondas de Rayleigh, que se desplazan con forma de ola por medio del océano o lago y mueven el terreno de arriba abajo y de un lado a otro, son las que más percibidas durante un terremoto (Medina y Pimi, 2018).

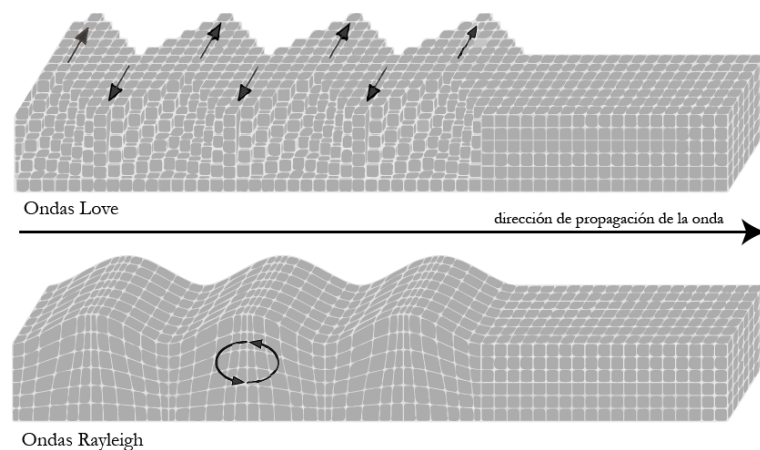


Figura 8. Deformaciones producidas por las ondas superficiales
Fuente: Medina y Pimi

La escala más común que mide la magnitud de un sismo es la de Richter (magnitud local M_i). Aunque esta escala se usó para temblores en California con equipos específicos, para poder determinar otros sismos, varios autores han propuesto nuevas escalas. La más popular de ellas es la magnitud de ondas superficiales M_s y las ondas de cuerpo M_b (Bazán y Meli, 2004).

2.2.3. Peligro sísmico

La actividad sísmica y las zonas con fallas tectónicas activas se pueden identificar mediante estudios geológicos y la historia de actividad sísmica. Así, el peligro sísmico es la exposición de un lugar a los movimientos telúricos (Bazán y Meli, 2004).

Según Sigcho y Cueva (2017), la amenaza sísmica se refiere a la probabilidad de que un fenómeno sísmico se genere en un área y un plazo

específicos, pero sin considerar la magnitud del sismo. En muchos casos, los términos 'peligro' y 'riesgo' suelen ser motivo de confusión, mas este último término depende de factores antrópicos y los daños potenciales que causan los eventos sísmicos.

2.2.4. Vulnerabilidad sísmica

Según Abanto y Cárdenas (2015), la vulnerabilidad sísmica es definida por el grado de daño causado a una estructura por un evento telúrico del terreno a una intensidad determinada.

Según Vargas (2019), existen tres clases de vulnerabilidad sísmica:

- Vulnerabilidad estructural: es el posible debilitamiento de elementos estructurales (columnas, vigas, losas o placas) a causa de un movimiento telúrico.
- Vulnerabilidad no estructural: es el posible debilitamiento o desprendimiento a sistemas arquitectónicos, mecánicos, sanitarios y eléctricos de una la edificación, de manera que puedan ocasionar accidentes a sus habitantes.
- vulnerabilidad funcional: son los posibles daños a elementos que hacen funcional a la edificación, ya que, incluso cuando esta quede en pie, requiere ser reforzada en su estructura antes de un nuevo sismo.

2.2.5. Vulnerabilidad sísmica en edificaciones

En el caso de los fenómenos sísmicos, la vulnerabilidad de una estructura se define como el grado de daño que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad dada. La función de vulnerabilidad de una estructura es aquella que describe gráfica o matemáticamente su vulnerabilidad para varias intensidades del movimiento del terreno. Estas intensidades son expresadas, preferiblemente, por valores de algún parámetro físico, como la aceleración máxima del terreno o uno de los grados en cualquier escala macro sísmica (Giraldo, 2018).

2.2.6. Riesgo sísmico

El riesgo sísmico combina el peligro, el nivel de exposición y la vulnerabilidad sísmica, que incluye en el grado de pérdidas esperadas después de ocurrido un evento sísmico. Se incrementa en función de la cantidad y el tipo de asentamiento humano, es decir, depende directamente de factores antrópicos, como densidad poblacional, tipo de sistemas estructurales presentes en las ciudades, injerencia en la modificación del terreno y el nivel de peligrosidad del sitio. (Sigcho y Cueva, 2017, p. 4).

Según Ortega —citado por Según Vargas (2019, p. 11)—, las posibles consecuencias de daños causados por un evento telúrico se pueden mitigar o bien construyendo la edificación en una zona de baja peligrosidad sísmica o bien reforzando a una edificación ya construida.

Mosqueria —citado por Vargas (2019, p.12)— afirma que existe tres niveles de riesgo sísmico. El riesgo alto implica que la edificación, a causa de su suelo blando, sufrirá un daño severo debido a un movimiento telúrico y puede llegar a colapsar. El riesgo medio indica que la edificación se ha construido sobre un suelo rígido, por lo que soportará un evento sísmico. El nivel de riesgo bajo se refiere a que la edificación, además de tener un suelo de condición regular o buena, tendrá un comportamiento adecuado ante un sismo.

Tabla 2
Valores y nivel de riesgo sísmico

VULNERABILIDAD			
PELIGRO	BAJA	MEDIA	ALTA
BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueria y Tarque, 2005 citado en Vargas (2019, p.12)

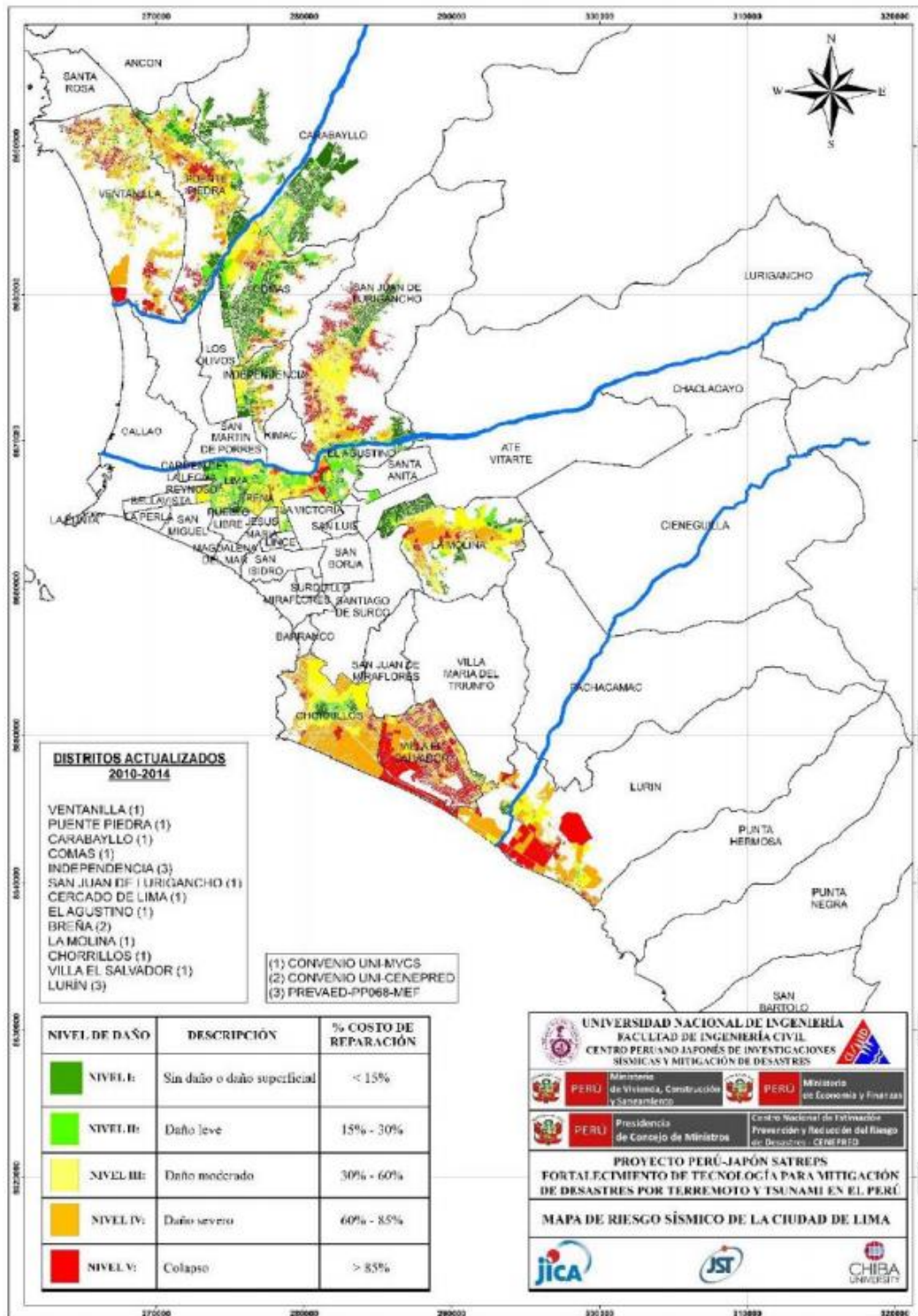


Figura 9. Mapa de riesgo sísmico de Lima
Fuente: CISMID, 2015

2.2.7. Sismicidad en Lima

Según la Norma Técnica Peruana E0.30 Diseño Sismorresistente (2018), el departamento de Lima se encuentra en una zona sísmica de nivel

4, cuyo factor de zona es 0.45 y está representado por una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 3
Factor de zona

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E0.30



Figura 10. Factor zonal del Perú
Fuente: Norma Técnica E.030, Diseño Sismorresistente, 2018

2.2.8. Efectos sísmicos en los edificios

Mediante el suelo en que se apoyan las edificaciones, el movimiento sísmico se transfiere a ellas. Esto hace que la edificación siga el movimiento del suelo, y, dado que la masa se opone a ser desplazada por inercia, esta fuerza pone en peligro a la edificación.

Siguiendo a Bazán y Meli (2004), la flexibilidad de la estructura bajo las fuerzas de inercia hace que vibre diferente al suelo. Esto se simplifica en un sistema de un solo grado de libertad constituido por una masa concertada y un elemento de resistencia con cierta rigidez.

2.2.9. Métodos de vulnerabilidad sísmica

Según Babilón (2018), los métodos para el estudio de la vulnerabilidad en edificaciones existentes pueden ser cuantitativos y cualitativos.

2.2.9.1. Método cuantitativo

Con este método se profundiza en los resultados obtenidos por los métodos cualitativos, siempre y cuando estos últimos no entreguen resultados determinantes sobre la seguridad de la estructura. Para este análisis, se requiere información sobre, entre otras, las características de los materiales utilizados en la edificación y las características del suelo de fundación y planos estructurales (Babilón, 2018).

Para Mattos (2014) —citado por Vargas (2019, p. 16)— este método utiliza la norma sismorresistente para desarrollar un análisis y un diseño sísmico con el fin de estimar las deformaciones generadas por un evento telúrico.

2.2.9.2. Método cualitativo

Se basa en identificar las cualidades de la edificación (aspecto estructural y arquitectónico), su estado de conservación, su antigüedad y el tipo de suelo en el que fue construido. Los métodos cualitativos más conocidos son el norteamericano ACT-21, el de Hirosawa y el italiano.

Método ACT-2

Este método —también denominado método de revisión por filtros de peligros sísmicos potenciales en la edificación— tiene como objetivo calificar preliminarmente a un edificio según el tipo de estructura sismorresistente que presente. Los parámetros sujetos a calificación se relacionan con la variación de niveles de pisos, las irregularidades del edificio y la flexibilidad de los pisos. Para poder calificar una edificación, se contabiliza desde cero (el mínimo puntaje) hasta seis (el máximo puntaje), y en función de estos parámetros, se sumará o restará puntos. Cabe señalar que el edificio es seguro si se encuentra en el rango de dos a seis puntos (Vargas, 2019, p. 17).

Método Hirosawa

Según Mattos (2014), este método —propuesto por el Dr. Masaya Hirosawa— tiene una doble finalidad: evaluar tres niveles, que van desde lo más básico hasta lo más detallado de la estructura de un edificio, y analizar el comportamiento sísmico de la edificación en cada piso y en las dos direcciones principales.

Iglesias (1986) refiere que el Ministerio de Construcción de Japón ha adoptado este método para evaluar la seguridad sísmica de edificios construidos con concreto reforzado. El método Hirosawa también se desarrolló en edificaciones (hospitales, municipalidades, centros comerciales, etc.) de varios países de Sudamérica (Vargas, 2019, p. 17 y 18).

Método italiano

Según Abanto y Cárdenas (2015), este método surge en 1976 con estudios post-terremotos, y en 1982 ya es utilizado frecuentemente. Con él se logra obtener una considerable base de datos sobre edificios dañados con diferentes intensidades de terremotos. Este método realiza una calificación subjetiva y se apoya en cálculos que son simplificados para estructuras. El índice de vulnerabilidad es un coeficiente que califica a la edificación, y está directamente relacionado con el grado de daño de la estructura o vulnerabilidad.

Estos autores, indican que dicho método está dirigido a estructuras de concreto armado y de mampostería, aunque su estudio se ha aplicado generalmente a esta última, debido a la gran cantidad de este tipo de edificación en Italia y América Latina.

Cortez y Fernández (2017) afirman que el método italiano evalúa en una escala numérica los parámetros de calificación individual de aspectos como el tipo de cimentación, los elementos estructurales y no estructurales, la configuración en planta y elevación, el tipo de cimentación, el estado de conservación y el tipo de calidad de los materiales.

En el caso de concreto armado, el método italiano toma en cuenta las calificaciones detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 4
Escala numérica del índice de vulnerabilidad "Iv" para las estructuras de hormigón armado

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi
1	Organización del sistema resistente Calidad del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Resistencia Convencional	0	1	2	1.0
3	Posición del edificio y cimentación	-1	0	1	1.0
4	Diafragmas horizontales Configuración en planta	0	1	2	1.0
5	Configuración en elevación	0	1	2	1.0
6	Distancia máxima entre los muros	0	1	2	1.0
7	Tipos de cubierta	0	1	3	2.0
8	Elementos no estructurales	0	1	2	1.0
9	Estado de conservación	0	1	2	1.0
10		0	1	2	1.0
11		0	1	2	1.0

Fuente: Cortez y Fernández (Benedetti y Petrini, 1984)

Los daños de los edificios causados por sismos son explicados por los parámetros de vulnerabilidad.

Descripción de los parámetros

Según Abanto y Cárdenas (2015), el método italiano consta de once parámetros calificados por una escala numérica y de un factor de peso. A partir de estos valores, los parámetros obtenidos califican la edificación con una escala Ki según su calidad: desde A (óptimo) a D (desfavorable).

Calificación de los once parámetros del método Benedetti-Petrini:

Organización del sistema resistente

Evalúa el grado de organización de elementos verticales sin considerar el tipo de material. Así, el factor primordial es la presencia y la eficiencia de la conexión entre paredes —“comportamiento tipo cajón”— (Abanto y Cárdenas, 2015, p.11- p.12).

Tabla 5

Organización del sistema resistente

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
B. Años de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
C. Sin asesoría técnica.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Calidad del sistema resistente

Con este parámetro, se identifica el tipo más común de mampostería, a partir de la diferencia cualitativa de su característica de resistencia según el tipo de material y la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Su objetivo es determinar la eficiencia de la estructura —“comportamiento tipo cajón”— (Abanto y Cárdenas, 2015, p.12).

Tabla 6

Calidad del sistema resistente

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
C. Materiales y procesos constructivos deficientes.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Resistencia convencional

Su determinación se apoya en el cálculo de relación entre la fuerza resistente con la fuerza de diseño (coeficiente “ α_h ”) en función de

$$\alpha h = \frac{VR'}{ZUCS}$$

$$VR' = \frac{A_0 * \gamma}{q * N}$$

$$q = \frac{(Ax + Ay)}{At} * Pm * h + Ps$$

$$A_0 = \frac{\min(Ax; Ay)}{At}$$

$$\gamma = \frac{\sum \gamma_i * A_i}{\sum A_i}$$

Donde:

N: Número de pisos

At: Área total construida en planta (m²)

H: Altura promedio de entresijos (m)

Pm: Peso específico de la mampostería (1.80 ton/m³)

Ps: Peso por unidad de área de forjado (0.38 ton/m²)

γ : Resistencia al corte de los elementos estructurales del sistema resistente.

Esta resistencia se obtenida por la ponderación entre los valores de resistencia a cortante (γ_i) de cada uno de los materiales que constituyen el sistema resistente estructural. El factor de ponderación está constituido por los porcentajes relativos de las áreas contribuyentes de los elementos del sistema resistente.

Tabla 7

Resistencia convencional

Parámetro N.º3. Resistencia Convencional
Se considera lo siguiente:
A. $\alpha h \geq 1.2$
B. $0.60 \leq \alpha h < 1.2$
C. $\alpha h < 0.60$

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Posición del edificio y cimentación

Valora la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Las clases consideradas son:

Tabla 8 Posición del edificio y cimentación

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación
Se considera lo siguiente:
A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Diafragmas horizontales

La calidad de los diafragmas garantiza el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Las clases que se presentan son

Tabla 9
Diafragmas horizontales

Parámetro N.º5. Diafragmas Horizontales
Se considera lo siguiente:
A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
1. Ausencia de planos a desnivel.
2. Deformación del diafragma despreciable (ideal de concreto armado).
3. Conexión eficaz entre el diafragma y el muro.
B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Configuración en planta

La forma en planta de una edificación es importante para predecir el comportamiento sísmico de esta. En el caso de estructuras rectangulares, es significativa la relación $\beta_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y del mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $\beta_2 = b / L$.

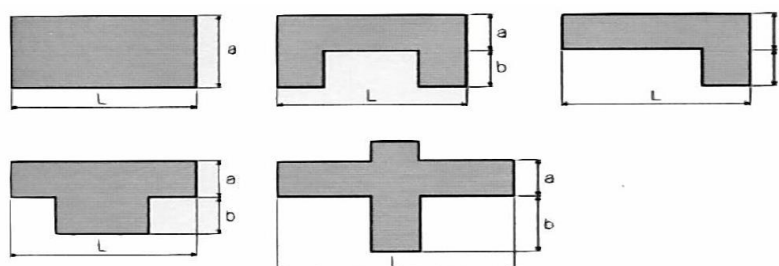


Figura 11. Configuración en planta de la estructura
Fuente: Ulises Mena H (tesis, UPC, España)

Tabla 10
Configuración en planta

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Configuración de elevación

La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

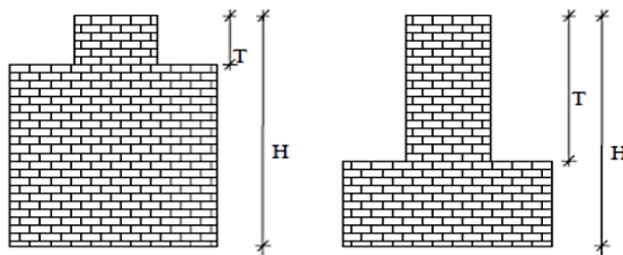


Figura 12. Configuración en altura
Fuente: Ulises Mena H. (Tesis UPC-España)

Tabla 11
Configuración de elevación

Parámetro N.º7. Configuración de elevación
Se considera lo siguiente:
A. $RL > 0.66$
B. $0.33 < RL \leq 0.66$
C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Distancia máxima entre muros o columnas

La clasificación se define en función del factor L/S , donde S es el espesor del muro maestro y L es el espaciamiento máximo.

Tabla 12
Distancia máxima entre muros o columnas

Parámetro N.º8. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.
C. Sin asistencia técnica.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Tipos de cubierta

Considera la resistencia del techo a fuerzas sísmicas:

Tabla 13
Tipos de cubierta

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta
Se considera lo siguiente:
A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Elementos no estructurales

Considera la presencia parapetos u otro elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se reporta una de las clases:

Tabla 14
Elementos no estructurales

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales
Se considera lo siguiente:
A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería Mampostería a: Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. b: Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a esta de modo deficiente.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Estado de conservación

Califica visualmente el estado en el que se encuentran los principales elementos estructurales y no estructurales de la edificación.

Tabla 15
Estado de conservación

Parámetro N.º11. Elementos no estructurales
Se considera lo siguiente:
A. Buen estado.
B. Ligeramente dañado.
C. Mal estado de conservación.

Fuente: Medina y Piminchumo, 2018

Cuantificación del índice de vulnerabilidad

Según Abanto y Cárdenas (2015), luego de realizar las cuantificaciones de los once parámetros, se determina el índice de vulnerabilidad con la siguiente sumatoria

$$Iv = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{11}(Ki * Wi) + 1}{34}$$

El resultado se encontrará en el rango de 0 a 3825. Con este, se determinará que, a mayor índice, mayor vulnerabilidad de la edificación, de esta manera se define el índice global de daño.

Tabla 16
Rango de valores del índice de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD	RANGOS IV
Vulnerabilidad baja	$0 < Iv < 20$
Vulnerabilidad media	$20 \leq Iv < 40$
Vulnerabilidad alta	$Iv \geq 40$

Fuente: Abanto y Cárdenas (2015)

2.3. Definición de términos básicos

Amplitud

La amplitud de la señal está directamente asociada con la cantidad de energía que libera el sismo, lo cual permite estimar su magnitud.

Colapso estructural

Es el derrumbe de algún componente que soporta la vivienda a causa de alguna fuerza externa o por factores de resistencia o rigidez.

Epicentro

Es el punto exacto en el que la superficie representa la proyección del hipocentro o foco sísmico.

Escala de Magnitud

Representa a la escala que mide el total de la energía liberada en el foco sísmico. Originalmente corresponde a la escala de Richter, propuesta en el año 1935.

Ondas P

Las ondas P o primarias son ondas longitudinales. El medio por el cual se propagan es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación.

Ondas S

Las ondas S o secundarias son ondas transversales o de corte. El medio en el cual se propagan es desplazado perpendicularmente a la dirección de propagación, hacia un lado y hacia el otro.

Riesgo sísmico

Es el probable daño que puede sufrir una estructura ante un movimiento sísmico.

Peligro sísmico

En la probabilidad con que ocurre un movimiento sísmico en un lugar determinado.

Sismo

Consiste en el proceso de generación y liberación de energía que posteriormente se propaga en forma de ondas por el interior de la Tierra.

Sismología

Es la rama de la geofísica que estudia los sismos y las propiedades elásticas de la Tierra (cf. Tavera, 2012).

Vulnerabilidad

Consiste en el riesgo que una persona puede sufrir cuando se presenta un fenómeno amenazante.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Hi: La vulnerabilidad estructural, en función de la aplicación del método italiano, determina que la seguridad sísmica de las instituciones educativas será alta.

Ho: La vulnerabilidad estructural, en función de la aplicación del método italiano, determina que la seguridad sísmica de las instituciones educativas será baja.

Ha: La vulnerabilidad estructural, en función de la aplicación del método italiano, determina que la seguridad sísmica de las instituciones educativas será media.

2.4.2. Hipótesis específicas

Hi: La evaluación de la resistencia convencional, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Ho: La evaluación de la resistencia convencional, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría A o B.

Hi: La evaluación del estado de conservación, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Ho: La evaluación del estado de conservación, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría A o B.

Hi: La evaluación de la organización del sistema resistente, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Ho: La evaluación de la organización del sistema resistente, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría A o B.

Hi: La evaluación de la configuración de planta, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Hi: La evaluación de la configuración de planta, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría A o B.

2.5. Variables

Las variables se clasifican en variables independiente y dependientes, las cuales se desarrollarán a continuación.

2.5.1. Variable independiente

La variable independiente es la vulnerabilidad estructural y está determinada por los once parámetros del método italiano.

2.5.2. Variable dependiente

La variable dependiente es la seguridad sísmica de las instituciones educativas y responde directamente de los once parámetros del método italiano.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El diseño metodológico empleado en la investigación se define en tres aspectos: tipo de investigación, nivel de investigación y diseño de investigación.

Enfoque de investigación

El presente estudio adopta un enfoque mixto, ya que no solo recolectará datos cuantitativos —a través de la medición numérica y ecuaciones— sino cualitativos, es decir, datos visuales de las edificaciones y su estado de conservación.

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicado, porque tiene como objetivos evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y determinar su riesgo sísmico para disminuir la tasa de mortalidad y pérdidas materiales.

Nivel de la investigación

Para el fin que persigue esta tesis, el estudio se centra en el nivel descriptivo, porque tiene como finalidad describir y estimar parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, puesto que se observará el estado de las edificaciones en la actualidad y no se manipulará las variables independientes para modificar la variable dependiente. Al ser un estudio en un solo momento, su diseño es transversal-descriptivo, pues se describirá el estado de las instituciones a partir de los once parámetros del método italiano.

3.2. Material de estudio

3.2.1. Población

La población consta de dos instituciones educativas en el distrito de La Molina: I. E. 1278 Mixto La Molina (ubicada en jirón Cusco 416 - Santa Patricia II Etapa) y Mayor PNP Félix Román Tello Rojas (ubicada en calle Cuba 211).

3.3. Técnica de recolección de datos

3.3.1. Observación directa

Gracias a las fichas de recolección de datos, se analizará visualmente los parámetros necesarios de los distintos pabellones de cada institución educativa.

3.4. Procedimiento

3.4.1. Recolección de datos

A través de libros, tesis y artículos, se recopiló de datos con el fin de ampliar los conocimientos de los autores sobre vulnerabilidad sísmica en cuanto a la aplicación del método italiano.

3.4.2. Ficha de recolección de datos

Para recolectar la información necesaria, se diseñó una ficha con los once parámetros de Benedetti y Petrini, la cual se usó en la visita a campo.

3.4.3. Visita a campo

Para realizar la visita a campo, se solicitó —mediante correos electrónicos y visitas previas— los permisos necesarios a cada institución. La visita a campo permitió determinar las medidas adecuadas para la elaboración del levantamiento arquitectónico y para el llenado de las fichas de evaluación previamente elaboradas.

3.4.4. Análisis de datos

Una vez realizada la recolección de datos, estos se procesaron en un trabajo de gabinete, con la ayuda de los programas MS Excel, ETABS y AutoCAD. De esta manera, se evaluó el índice de vulnerabilidad estructural que, finalmente, determinó la seguridad sísmica de las instituciones educativas.

3.5. Equipos y Materiales

La presente investigación se realizó con visitas a campo a las distintas instituciones para recopilar datos a través de los equipos y materiales detallados a continuación.

3.5.1. Materiales

- Ficha de evaluación: *Vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas*
- Flexómetro de 50 m
- Planos A0, A1 y A2
- Materiales de escritorio

3.5.2. Equipos

- Cámara de celular
- Laptop
- Medidor láser de distancia Bosch GLM 40



Figura 13. Medidor láser de distancia Bosch GLM 40
Elaboración: Los autores

3.6. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTES VULNERABILIDAD SÍSMICA	Es el grado de daño causado por un movimiento sísmico del terreno de una intensidad determinada.	Se evaluará en función de los once parámetros del método italiano	vulnerabilidad estructural	organización del sistema resistente
				Norma Técnica Peruana E 030
	calidad del sistema resistente			
	resistencia convencional			
El grado de daño puede presentarse en función de la vulnerabilidad estructural, de la vulnerabilidad no estructural y de la vulnerabilidad funcional.	vulnerabilidad no estructural	posición del edificio y cimentación		
		diafragmas horizontales		
vulnerabilidad funcional	configuración en planta			
	configuración en elevación			
	separación máxima entre muros			
tipos de cubiertas				
elementos no estructurales				
estado de conservación				

CAPÍTULO IV DESARROLLO

4.1. Levantamiento arquitectónico

Para determinar la calificación de los parámetros 3, 6 y 7, se realizó un levantamiento arquitectónico y otro de planta, a través de un corte de las dos instituciones educativas.

Así también, en ambas instituciones educativas, se midió las dimensiones de las columnas, vigas, losas y la altura de entrepiso, con la ayuda de un medidor láser a distancia Bosch GLM 40.

4.1.1. Levantamiento arquitectónico de la I. E. Mixto La Molina 1278

Para el levantamiento arquitectónico y de corte se midió tanto la altura como las distancias de la institución educativa, luego se recopiló datos que luego se plasmaron en planos con la ayuda del *software* AutoCAD 2018.



Figura 14. Levantamiento arquitectónico del pabellón 4
Elaboración: Los autores

4.1.2. Levantamiento arquitectónico del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

De igual manera que el colegio Mixto La Molina, se midió distancias y alturas de los distintos pabellones con la ayuda del equipo láser de distancia Bosch GLM 40.



Figura 15. Levantamiento arquitectónico del pabellón 2
Elaboración: Los autores

4.2. Desarrollo de los once parámetros

En esta investigación se evaluó cada colegio por separado, para luego realizar el análisis de cada parámetro. Las dos instituciones evaluadas son

- 1) I. E. Mixto La Molina 1278
- 2) Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

Estas instituciones se tomaron como edificaciones de concreto armado, y se evaluaron con clase A, B y C según la identificación de cada parámetro.

Luego se tomó un peso W_i , en consonancia con la importancia de cada uno de los once parámetros. Para tomar en cuenta la vulnerabilidad de cada pabellón, se optó por clasificar en los siguientes rangos, según el marco teórico:

- A = Vulnerabilidad Baja
- B = Vulnerabilidad Media
- C = Vulnerabilidad Alta

En el parámetro de la edificación y cimentación, para evaluar las dos instituciones, se identificó que las zonas en las que se encuentran corresponden la Zona II; es decir, presentan suelo gravoso, coluvial y con estratos de arena mal graduada y moderado espesor, según la sectorización del distrito La Molina.

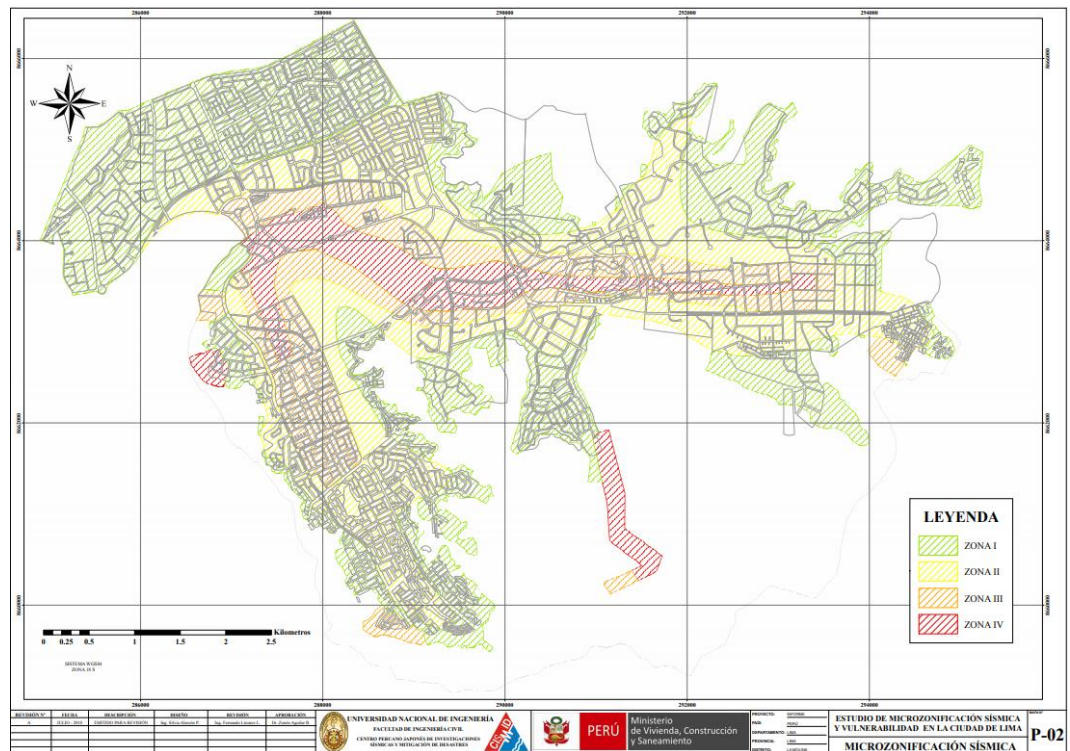


Figura 16. Estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

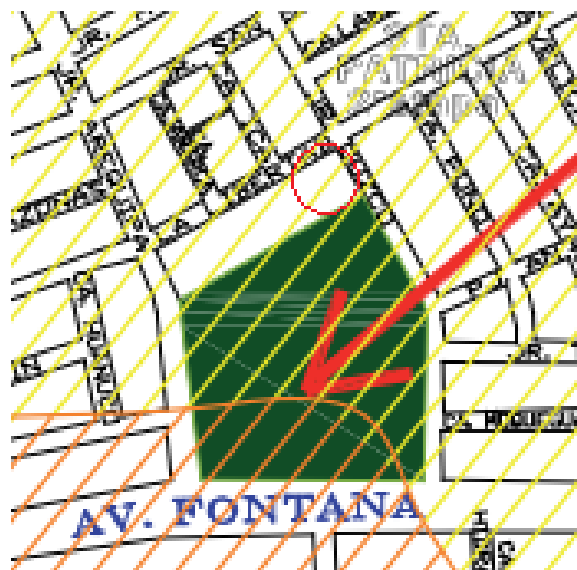


Figura 17. Estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima
Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento

4.2.1. Parámetros de I. E. Mixto La Molina 1278

La Institución Educativa Mixto La Molina 1278 —ubicada en jirón Cusco 416 - Santa Patricia II Etapa, La Molina— fue creada el 23 de setiembre de 1965. Inicialmente, fue un colegio municipal ubicado dentro de la Universidad Nacional Agraria de La Molina; sin embargo, actualmente se encuentra al lado de la Huaca Melgarejo y es considerado como Centro Piloto Experimental de la nueva propuesta educativa desde 1997.



Figura 18. I. E. Mixto La Molina 1278
Elaboración: Los autores



Figura 19. Ubicación de I. E. Mixto La Molina 1278
Elaboración: Los autores



Figura 20. Plano de planta de I. E. Mixto La Molina 1278
Elaboración: Los autores

Pabellón 1

En el pabellón 1 se encuentran las aulas de estudio, además de la oficina principal del director, el área de tesorería y el de secretaría.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 1 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
C. Sin asesoría técnica.



Figura 21. Organización del sistema resistente del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 1 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
C. Materiales y procesos constructivos deficientes.



Figura 22. Calidad del sistema resistente del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente α_h es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional
Se considera lo siguiente:
A. $\alpha_h \geq 1.2$
B. $0.60 \leq \alpha_h < 1.2$
C. $\alpha_h < 0.60$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d(Largo)	Vm(columna)
C-1	C-1	20	2	3	0.3	0.3	74.32
C-2	C-2	16	1	3	0.3	0.25	24.77
C-2	C-2	14	1	3	0.3	0.25	21.68
Total							120.77

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: Z = 0.45

Categoría de la edificación y factor U = 1.5

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio y fue presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$$S = 1.05$$

$$T_p = 0.60$$

$$T_L = 2.00$$

Sistemas estructurales:

$$R = 8$$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$$I_a = 1 \text{ y } I_p = 0.9$$

Por lo tanto:

$$R = 8 \times 1 \times 0.9 = 7.2$$

Altura de la edificación: 6 m, CT = 35

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{6}{35} = 0.17$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces:

$$T = 0.17 < 0.6; \quad C = 2.5$$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kgf/cm²

Carga viva para azotea: 100 Kgf/cm²

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kgf/cm²

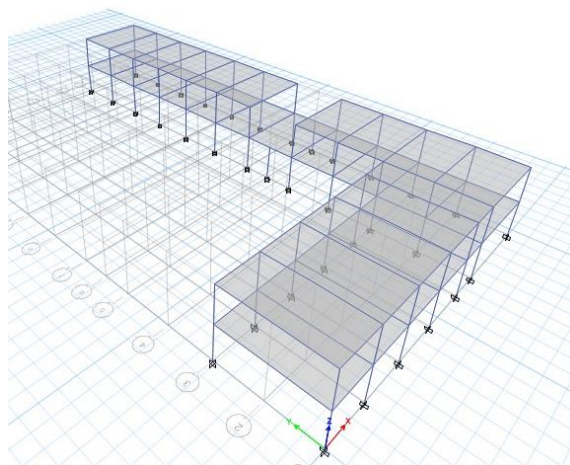


Figura 23. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 1
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	608.364
Live	LinStatic	144.7573
Peso de edificación	Combination	753.1213

El peso de la edificación es 608.36 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{7.2} \times 608.36 = 149.71 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi Vc \times h \times Y \text{ concreto} = 120.77 \times 3.00 \times 2.4 = 869.55 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces, el valor de } \alpha h = \frac{869.55}{149.71} = 5.81$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtuvo la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 1 se encuentra en un tipo de perfil S2 (suelo intermedio), además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación
Se considera lo siguiente:
A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.



Figura 24. Posición del edificio y cimentación del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragma horizontal

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 1. Ausencia de planos a desnivel.
 2. La deformación del diafragma es despreciable (ideal de concreto armado).
 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
 - B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
 - C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 25. Diafragma horizontal del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 1, se determinó el coeficiente IR.

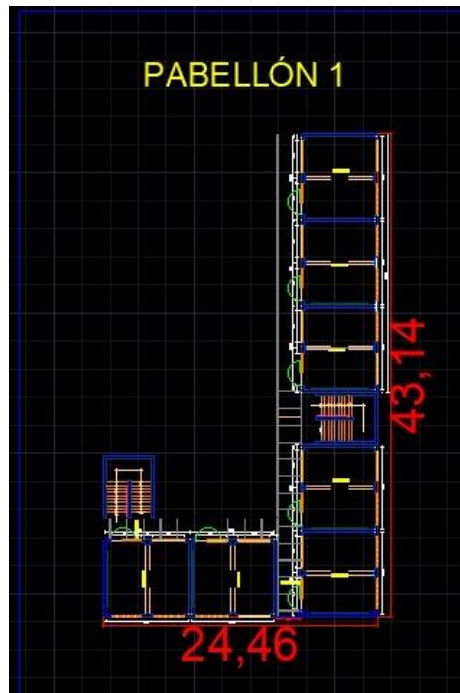


Figura 26. Vista planta del pabellón 1
Elaboración: Los autores

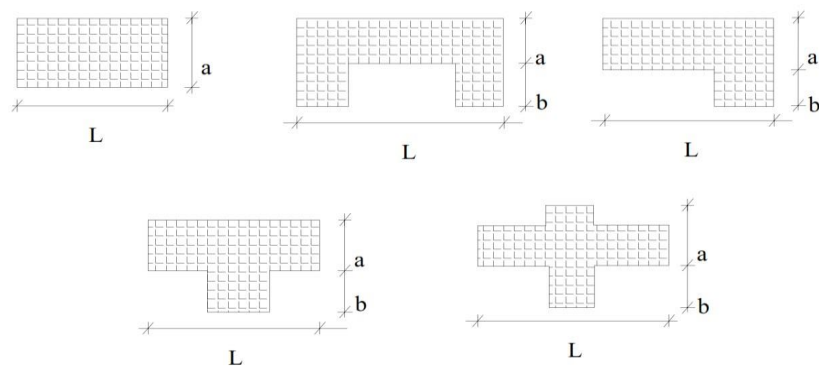


Figura 27 Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \min \left(\frac{a}{L}; \frac{b}{L} \right)$$

Datos:

a = 8.99
b = 15.47
L = 43.14

$$IR = \left(\frac{8.99}{43.14}; \frac{15.47}{43.14} \right)$$

$$IR = \min (0.21; 0.36)$$

Por lo tanto, $IR = 0.21$

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 0.19$, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL .

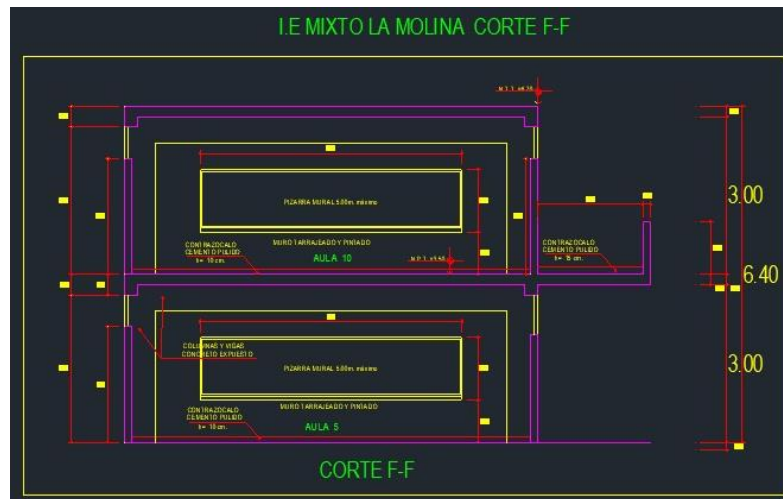


Figura 28. Vista de perfil del pabellón 1
Elaboración: Los autores

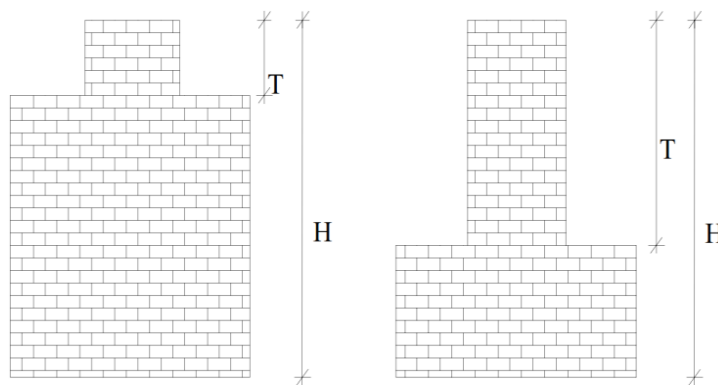


Figura 29. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 6

T: 0

$$RL = \frac{6 - 0}{6}$$

$$RL = 1$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL = 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE ELEMENTOS RESISTENTES

Se considera lo siguiente:

A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta
Se considera lo siguiente:
A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

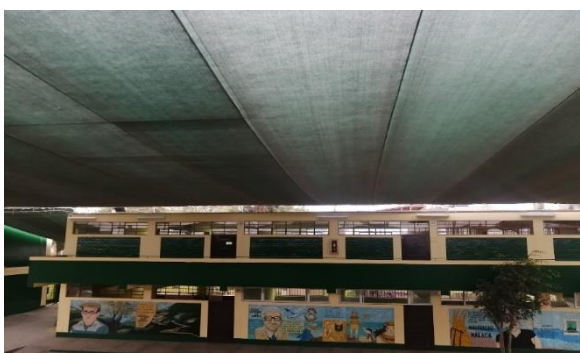


Figura 30 Tipo de cubierta del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 1 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales
Se considera lo siguiente:
A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería
a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a esta de modo deficiente.



Figura 31. Elementos no estructurales del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Pabellón 2

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 1, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación
Se considera lo siguiente:
A. Buen estado.
B. Ligeramente dañado.
C. Mal estado de conservación.



Figura 32. Estado de conservación del pabellón 1
Elaboración: Los autores

En el pabellón 2 se encuentran las aulas de estudio, además de los servicios higiénicos de varones y mujeres, ubicados en el primer nivel.

Calificación de los parámetros Benedetti Petrini.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 2 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
C. Sin asesoría técnica.

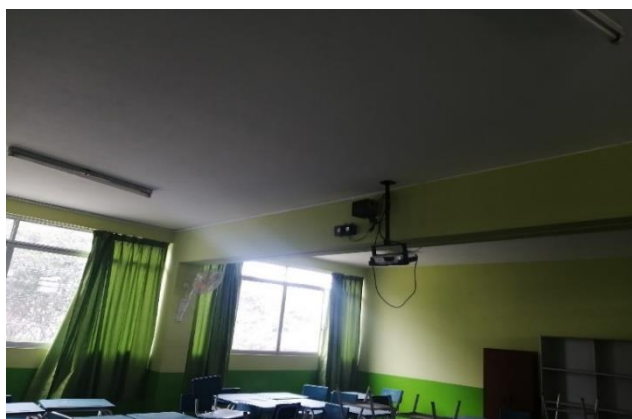


Figura 33. Organización del sistema resistente del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 2 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
C. Materiales y procesos constructivos deficientes.



Figura 34. Calidad del sistema resistente del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente αh es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional	
Se considera lo siguiente:	
A. $\alpha h \geq 1.2$	
B. $0.60 \leq \alpha h < 1.2$	
C. $\alpha h < 0.60$	

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d(Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	14	2	3	0.3	0.3	52.02
C-2	C-2	12	1	3	0.3	0.25	18.58
C-2	C-2	10	1	3	0.3	0.25	15.48
Total							86.09

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: $Z = 0.45$

Categoría de la edificación y factor $U = 1.5$

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio y fue presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$$S = 1.05$$

$$T_p = 0.60$$

$$T_L = 2.00$$

Sistemas estructurales:

$$R = 8$$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$$I_a = 1 \text{ y } I_p = 1$$

Por lo tanto:

$$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$$

Altura de la edificación: 6 m, $CT = 35$

$$T = \frac{h_n}{CT} = \frac{6}{35} = 0.17$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.17 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm²

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm²

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm²

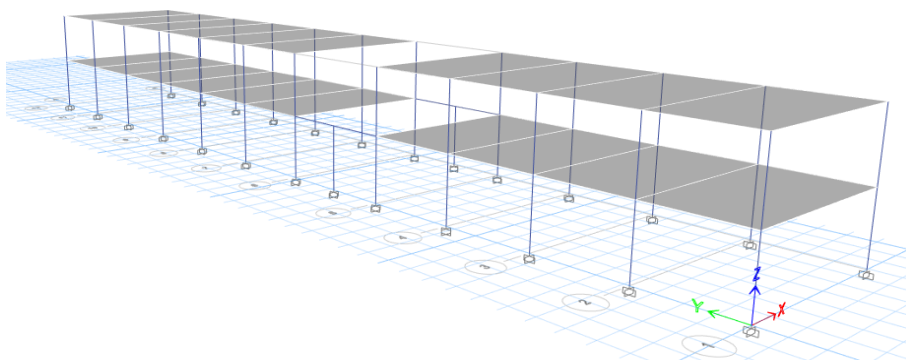


Figura 35. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 2
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	403.50
Live	LinStatic	91.77
Peso de edificación	Combination	495.27

El peso de la edificación es 403.50 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 403.50 = 89.37 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi V_c \times h \times Y_{\text{concreto}} = 86.09 \times 3.00 \times 2.4 = 619.83 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{619.83}{89.37} = 6.94$$

Por lo tanto, $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtuvo la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 1 se encuentra en un tipo de perfil S2 (suelo intermedio), además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 36. Posición del edificio y cimentación del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragmas horizontales

Se considera lo siguiente:

A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

1. Ausencia de planos a desnivel.
2. La deformación del diafragma es despreciable (ideal de concreto armado).
3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

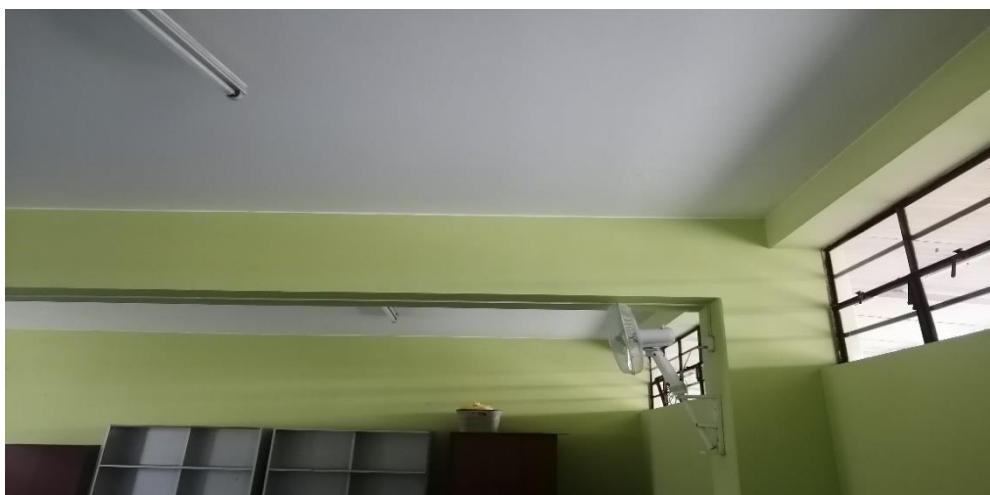


Figura 37. Diafragma horizontales del pabellón 2

Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 2, se determinó el coeficiente IR.



Figura 38. Vista planta del pabellón 2
Elaboración: Los autores

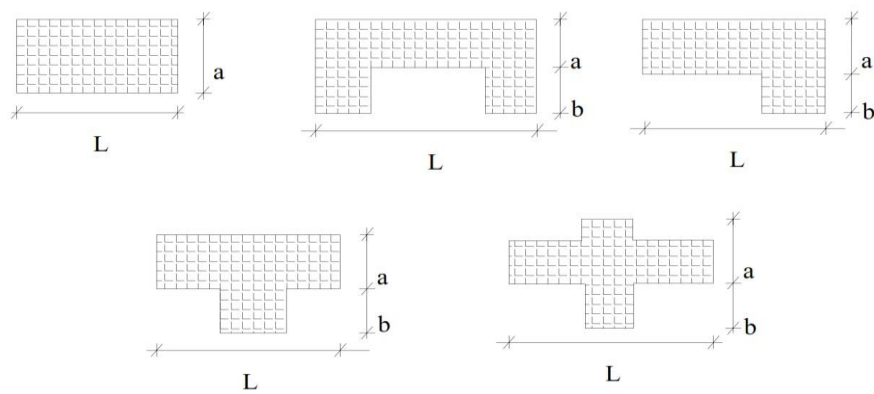


Figura 39. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

Datos:

$$a = 6.9$$

$$L = 43.13$$

$$IR = \frac{6.9}{43.13}$$

Por lo tanto: $IR = 0.16$

Parámetro N.º6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA

Se considera lo siguiente:

- A. $IR \leq 0.25$
 - B. $0.25 < IR \leq 0.75$
 - C. $IR > 0.75$
-

Al ser el coeficiente $IR = 0.16$, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

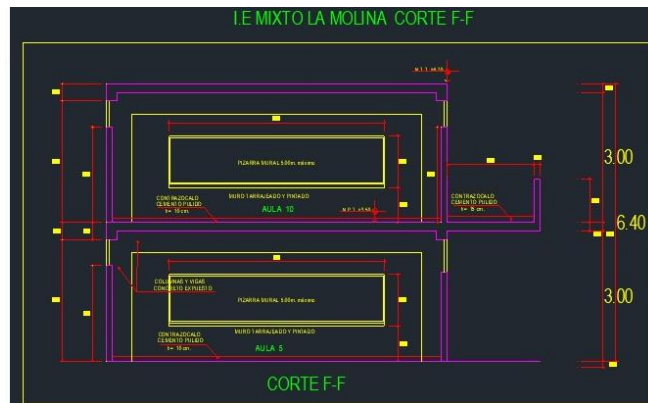


Figura 40. Vista de perfil del pabellón 2
Elaboración: Los autores

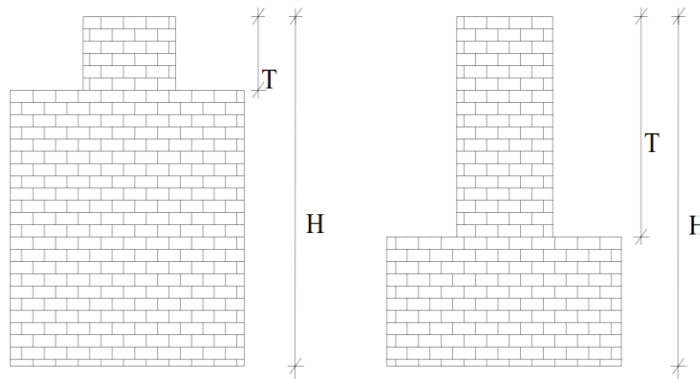


Figura 41. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 6

T: 0

$$RL = \frac{6 - 0}{6}$$

$$RL = 1$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación
Se considera lo siguiente:
A. $RL > 0.66$
B. $0.33 < RL \leq 0.66$
C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL = 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.
C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta
Se considera lo siguiente:
A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.



Figura 42 Tipo de cubierta del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 1 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería

a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.

B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.

C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectada a esta de modo deficiente.



Figura 43 Elementos no estructurales del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 1, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación
Se considera lo siguiente:
A. Buen estado.
B. Ligeramente dañado.
C. Mal estado de conservación.



Figura 44 Estado de conservación del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Pabellón 2

En el pabellón 2 se encuentran las aulas de estudio, además de los servicios higiénicos de varones y mujeres, ubicados en el primer nivel.

Calificación de los parámetros Benedetti Petri:

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 2 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 45 Organización del sistema resistente del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 2 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - C. Materiales y procesos constructivos deficientes.
-



Figura 46 Calidad del sistema resistente del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente αh es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional
Se considera lo siguiente:
A. $\alpha h \geq 1.2$
B. $0.60 \leq \alpha h < 1.2$
C. $\alpha h < 0.60$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d (Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	14	2	3	0.3	0.3	52.02
C-2	C-2	12	1	3	0.3	0.25	18.58
C-2	C-2	10	1	3	0.3	0.25	15.48
Total							86.09

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: Z = 0.45

Categoría de la edificación y factor U = 1.5

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio y fue presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

S = 1.05
Tp = 0.60
TL = 2.00

Sistemas estructurales:

$$R = 8$$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$$I_a = 1 \text{ y } I_p = 1$$

Por lo tanto:

$$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$$

Altura de la edificación: 6 m, CT = 35

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{6}{35} = 0.17$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.17 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kgf/cm²

Carga viva para azotea: 100 Kgf/cm²

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kgf/cm²

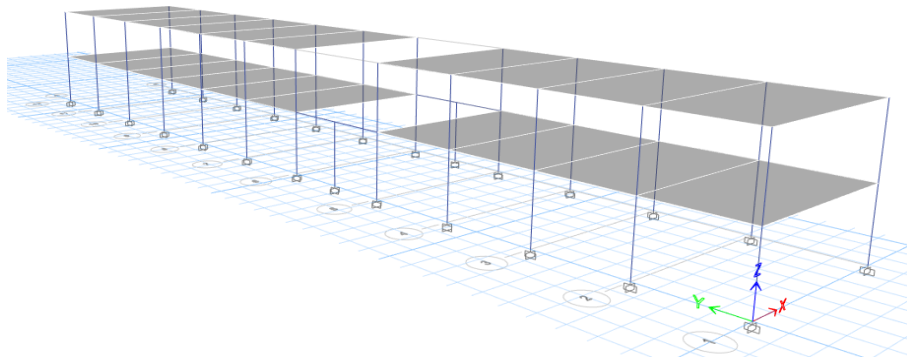


Figura 47. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 2
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	403.50
Live	LinStatic	91.77
Peso de edificación	Combination	495.27

El peso de la edificación es 403.50 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{z_{ucs}}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 403.50 = 89.37 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi V_c \times h \times Y_{\text{concreto}} = 86.09 \times 3.00 \times 2.4 = 619.83 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{619.83}{89.37} = 6.94$$

Por lo tanto, $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtuvo la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 1 se encuentra en un tipo de perfil S2 (suelo intermedio), además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 48. Posición del edificio y cimentación del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragmas horizontales

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 - 1. Ausencia de planos a desnivel.
 - 2. La deformación del diafragma es despreciable (ideal de concreto armado).
 - 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
 - B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
 - C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 49. Diafragma horizontales del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 2, se determinó el coeficiente IR.



Figura 50. Vista planta del pabellón 2
Elaboración: Los autores

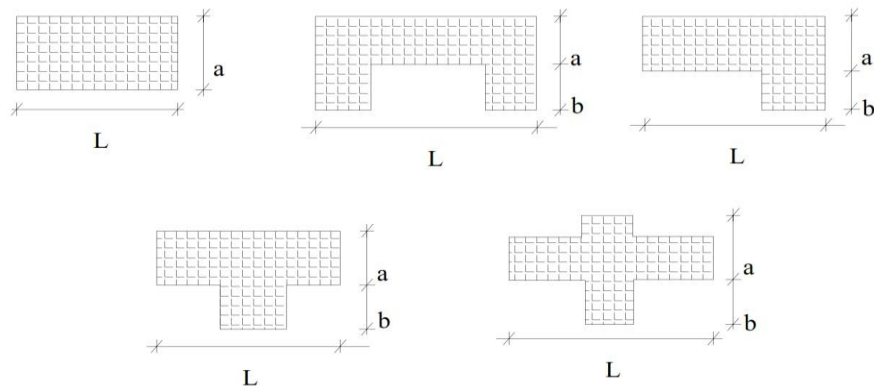


Figura 51. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

Datos:

$$a = 6.9$$

$$L = 43.13$$

$$IR = \frac{6.9}{43.13}$$

Por lo tanto: $IR = 0.16$

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 0.16$, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

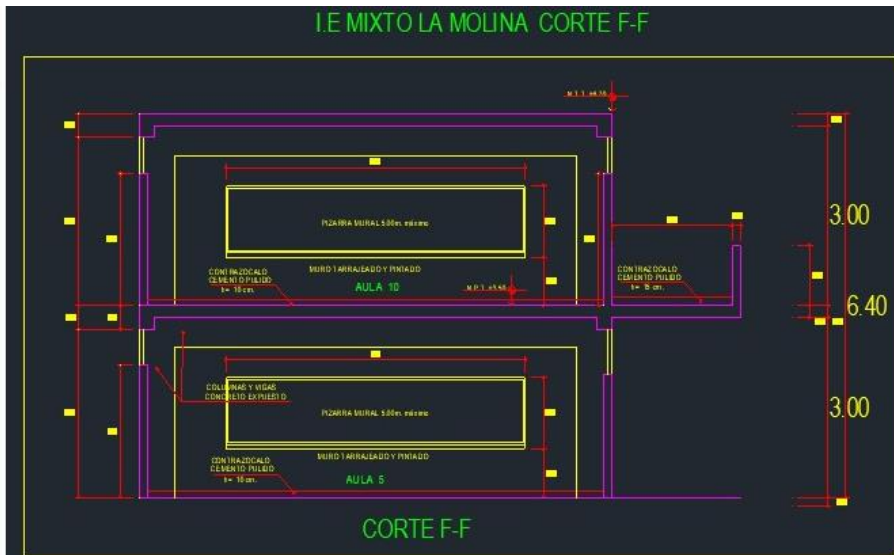


Figura 52. Vista de perfil del pabellón 2
Elaboración: Los autores

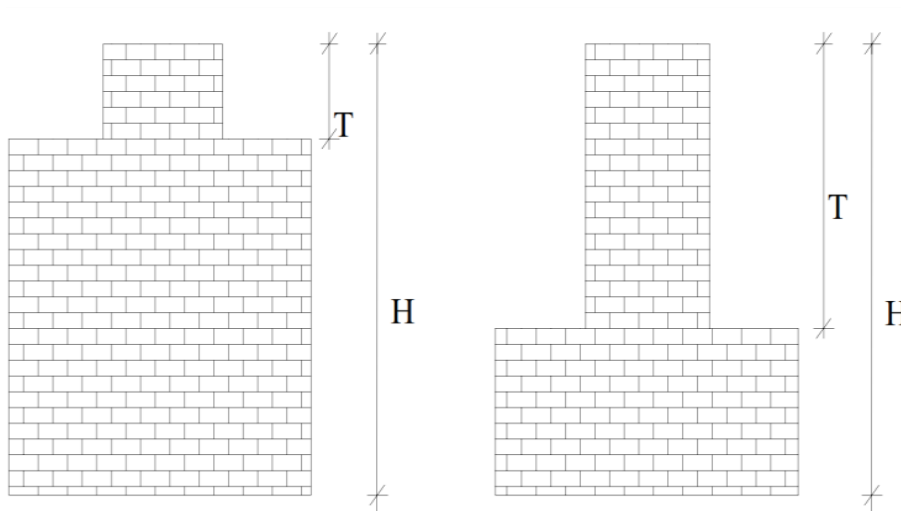


Figura 53. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 6

T: 0

$$RL = \frac{6 - 0}{6}$$

$$RL = 1$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL= 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes

Se considera lo siguiente:

A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.

B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.

C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.



Figura 54. Tipo de cubierta del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 2 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería

Mampostería

a): Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

b): Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.

B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.

C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.



Figura 55. Elementos no estructurales del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 2, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación

Se considera lo siguiente:

- A. Buen estado.
 - B. Ligeramente dañado.
 - C. Mal estado de conservación.
-



Figura 56. Estado de conservación del pabellón 2
Elaboración: Los autores

El pabellón 3, al igual que el pabellón 2, cuenta con aulas de estudio, además de los servicios higiénicos para varones y mujeres, ubicados en el primer nivel.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 3 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 57. Organización del sistema resistente del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 3 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue antes del año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
- B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
- C. Materiales y procesos constructivos deficientes.



Figura 58. Calidad del sistema resistente del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente α_h es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional
Se considera lo siguiente:
A. $\alpha_h \geq 1.2$.
B. $0.60 \leq \alpha_h < 1.2$.
C. $\alpha_h < 0.60$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d (Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	24	2	3	0.3	0.3	89.18
C-2	C-2	22	1	3	0.3	0.25	34.06
C-2	C-2	20	1	3	0.3	0.25	30.97
Total							154.21

Los datos a usar son los siguiente:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: Z = 0.45

Categoría de la edificación y factor U = 1.5

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

S = 1.05
Tp = 0.60
TL = 2.00

Sistemas estructurales:

$$R = 8$$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$$I_a = 1 \text{ y } I_p = 1$$

Por lo tanto:

$$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$$

Altura de la edificación: 6 m, CT = 35

$$T = \frac{h_n}{CT} = \frac{6}{35} = 0.17$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.17 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm²

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm²

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm²

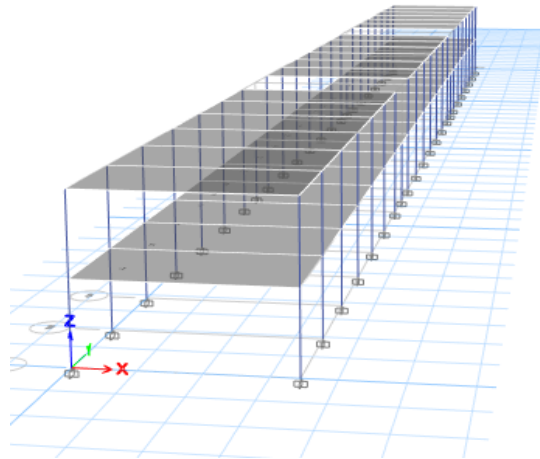


Figura 59. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 3
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	1250.79
Live	LinStatic	182.99
Peso de edificación	Combination	1433.77

El peso de la edificación es 1250.79 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 1250.79 = 277.03 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi Vc \times h \times Y_{\text{concreto}} = 154.21 \times 3.00 \times 2.4 = 1110.34 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{1110.34}{277.03} = 4.01$$

Por lo tanto, $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtuvo la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 3 se encuentra en un tipo de perfil S2 (suelo intermedio), además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 60. Posición del edificio y cimentación del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragma horizontal

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 1. Ausencia de planos a desnivel.
 2. La deformación del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado).
 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
 - B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
 - C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 61. Diafragma horizontales del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 3, se determinó el coeficiente IR.

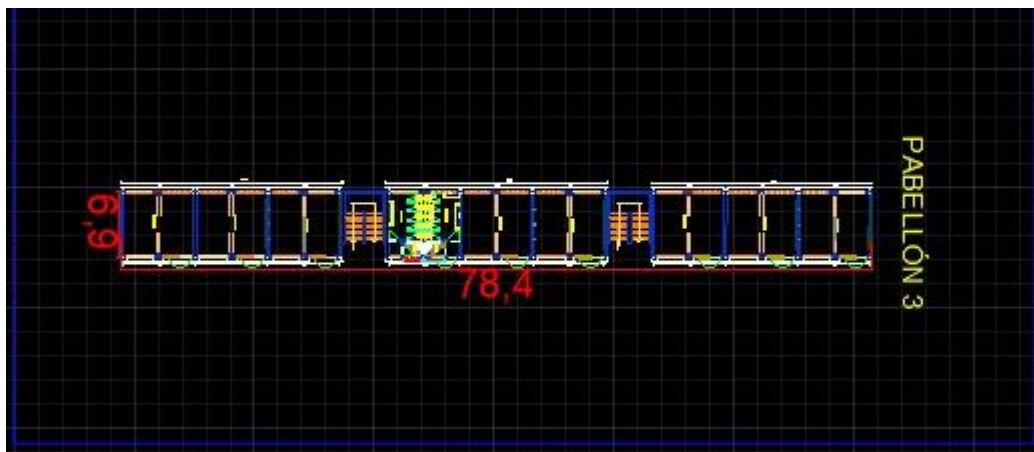


Figura 62. Vista planta del pabellón 3
Elaboración: Los autores

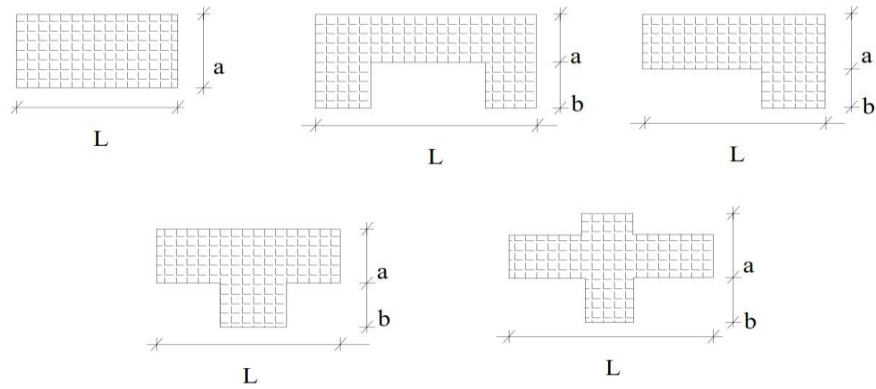


Figura 63. Configuración en altura planta de la estructura
 Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

Datos:

$$a = 6.9$$

$$L = 78.4$$

$$IR = \frac{6.9}{78.4}$$

Por lo tanto: $IR = 0.09$

Parámetro N.º6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 0.09$, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

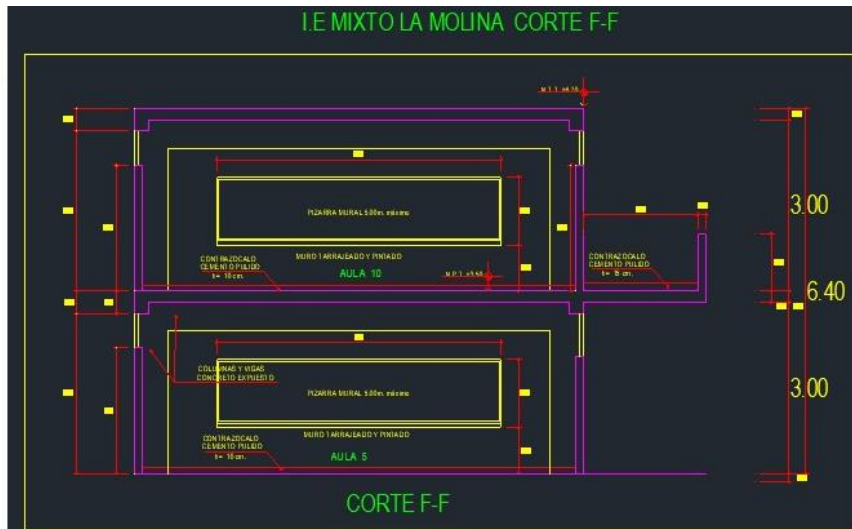


Figura 64. Vista de perfil del pabellón 3
Elaboración: Los autores

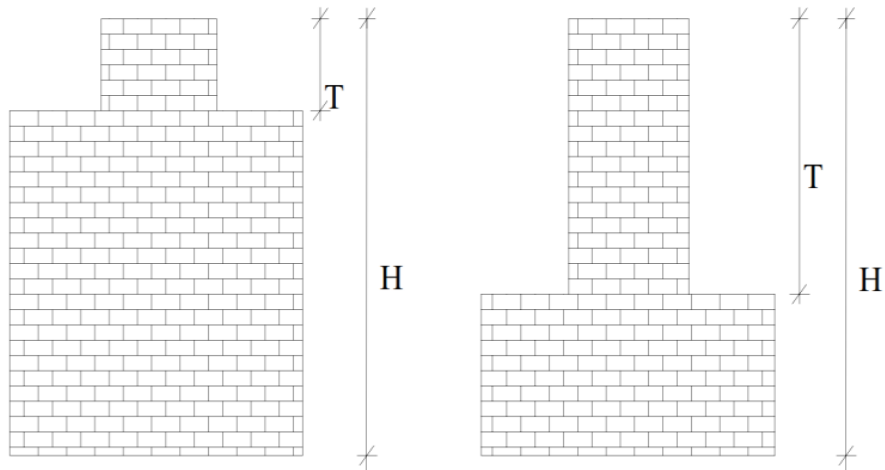


Figura 65. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 6

T: 0

$$RL = \frac{6 - 0}{6}$$

$$RL = 1$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL= 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes

Se considera lo siguiente:

A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.

B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.

C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.



Figura 66. Tipo de cubierta del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 3 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual su calificación es de A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería

Mampostería

a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.

B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.

C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.



Figura 67. Elementos no estructurales del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 3, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación
Se considera lo siguiente:
A. Buen estado.
B. Ligeramente dañado.
C. Mal estado de conservación.



Figura 68. Estado de conservación del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Pabellón 4

En el pabellón 4 se encuentra el área del comedor, que consta de un patio de comida y un área de cocina.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 4 es A, ya que su construcción fue después del año 1997 y, además, sí contó con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 69. Organización del sistema resistente del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 4 es A, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue después del año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - C. Materiales y procesos constructivos deficientes.
-



Figura 70. Calidad del sistema resistente del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente α_h es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional	
Se considera lo siguiente:	
A. $\alpha_h \geq 1.2$.	
B. $0.60 \leq \alpha_h < 1.2$.	
C. $\alpha_h < 0.60$	

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d(Largo)	Vm(columna)
C-1	C-1	10	1	3	0.3	0.3	18.58
Total							18.58

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m^3

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: $Z = 0.45$

Categoría de la edificación y factor $U = 1.5$

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$S = 1.05$
 $T_p = 0.60$
 $T_L = 2.00$

Sistemas estructurales:

$R = 8$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$I_a = 1$ y $I_p = 1$

Por lo tanto:

$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$

Altura de la edificación: 3 m , $CT = 35$

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{3}{35} = 0.09$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.09 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm^2

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm^2

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm^2

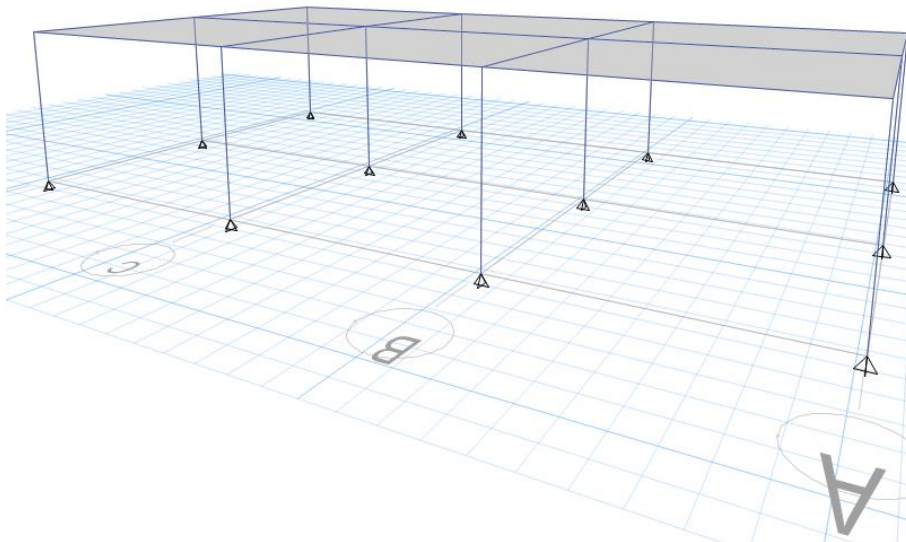


Figura 71. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 4
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	94.0411
Live	LinStatic	12.069
Peso de edificación	Combination	106.1101

El peso de la edificación es 94.04 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 94.04 = 20.83 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi V_c \times h \times Y_{\text{concreto}} = 18.58 \times 3.00 \times 2.4 = 133.78 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{133.78}{20.83} = 6.42$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 4 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presentar sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 72. Posición del edificio y cimentación del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragma horizontal

Se considera lo siguiente:

A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

1. Ausencia de planos a desnivel.
2. La deformación del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado).
3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

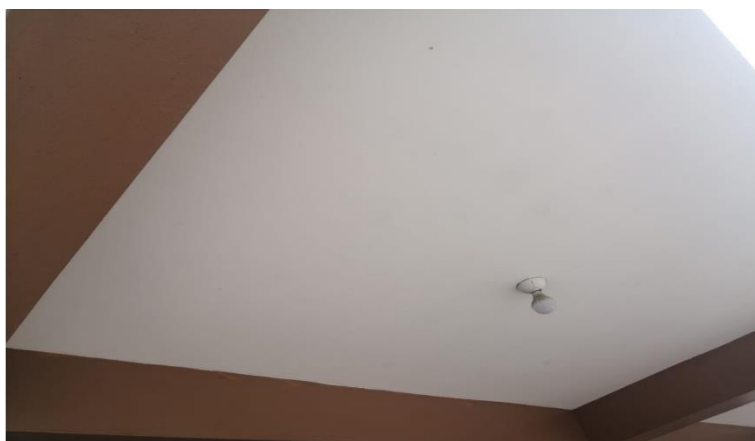


Figura 73. Diafragmas horizontales del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 4, se determinó el coeficiente IR.

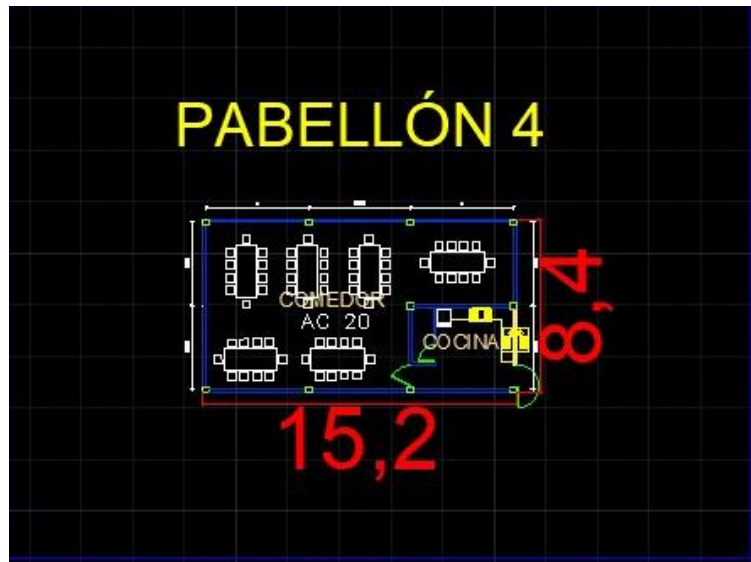


Figura 74. Vista planta del pabellón 4la
Elaboración: Los autores

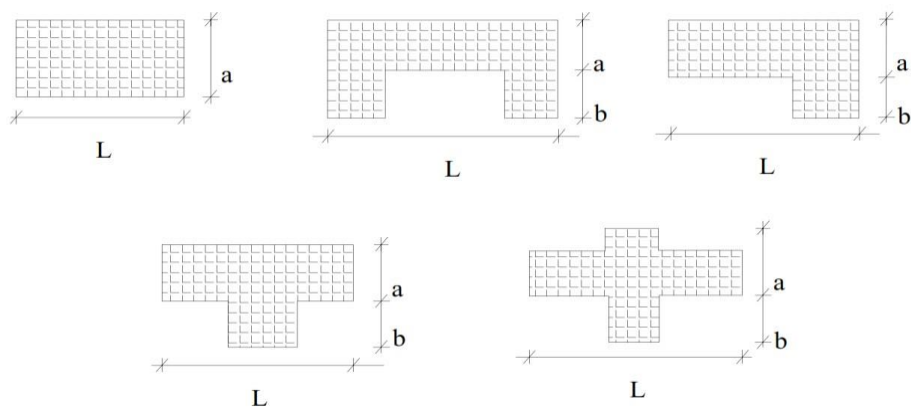


Figura 75. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

$$a = 8.4$$

$$L = 15.2$$

$$IR = \frac{8.4}{15.2}$$

Por lo tanto, IR = 0.55

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR= 0.55$, se consideró el parámetro VI como B.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

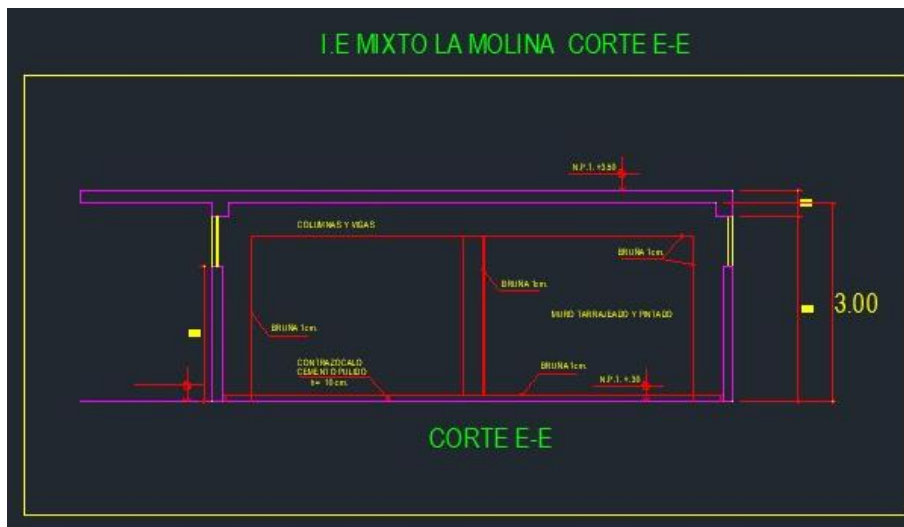


Figura 76. Vista de perfil del pabellón 4
Elaboración: Los autores

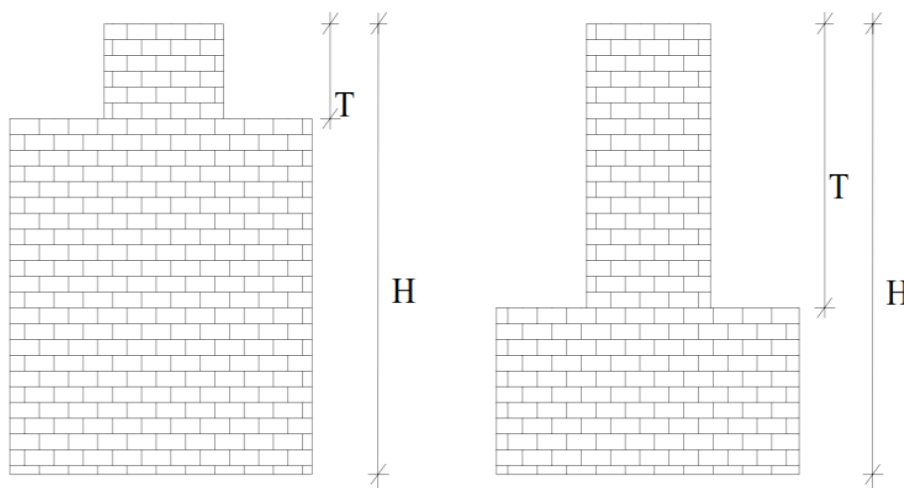


Figura 77. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 3

T: 0

$$RL = \frac{3 - 0}{3}$$

$$RL = 1$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL = 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida después del año 1997, obtuvo la calificación A.

Parámetro N.º8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE ELEMENTOS RESISTENTES

Se considera lo siguiente:

A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presentar visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
 - B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
 - C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.
-



Figura 78. Tipo de cubierta del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 4 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

- A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería
 - a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
 - b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
 - B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
 - C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.
-



Figura 79. Elementos no estructurales del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 4, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación

Se considera lo siguiente:

- A. Buen estado.
 - B. Ligeramente dañado.
 - C. Mal estado de conservación.
-



Figura 80. Estado de conservación del pabellón 4
Elaboración: Los autores

4.2.1. Parámetros de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

Esta institución educativa —ubicada en Calle Cuba 211, La Molina— fue fundada el 09 de Setiembre de 1986 con Resolución Directoral N.º 475 Dirección de Educación Departamental de Lima. Lleva el nombre del Mártir de la Policía Nacional del Perú, mayor PNP. Félix Román Tello Rojas, inmolado el 12 de febrero de 1982. El actual director de la Institución Educativa es el comandante PNP Luis Miguel Morales Alva.



Figura 81. Mayor PNP Félix Román Tello Rojas
Elaboración: Los autores



Figura 82. Ubicación de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas
Elaboración: Los autores

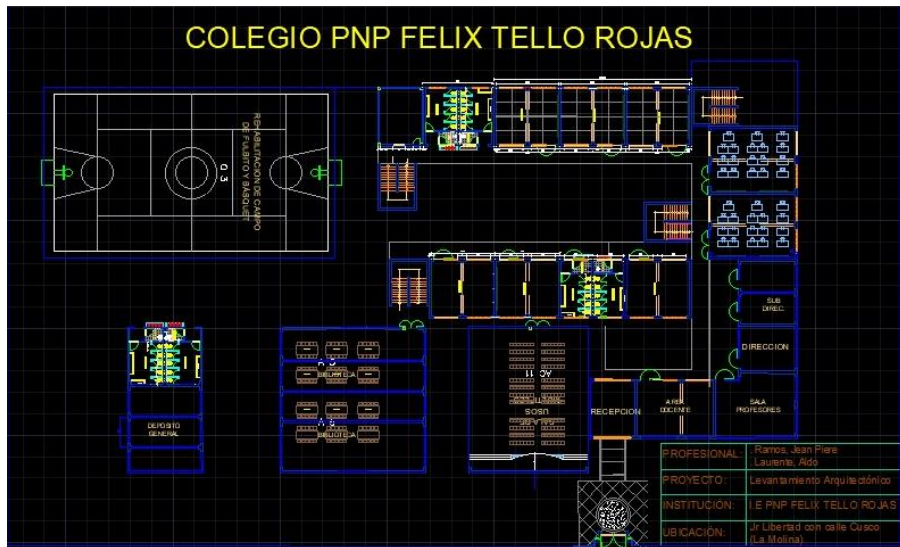


Figura 83. Plano de planta de PNP Félix Román Tello Rojas
Elaboración: Los autores

Pabellón 1

En el pabellón 1 se encuentran las aulas de estudio, además de las oficinas administrativas, así como una parte de recepción.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 1 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí contó con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 84. Organización del sistema resistente del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 1 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - C. Materiales y procesos constructivos deficientes.
-



Figura 85. Calidad del sistema resistente del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente αh es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional
Se considera lo siguiente:
A. $\alpha h \geq 1.2$.
B. $0.60 \leq \alpha h < 1.2$.
C. $\alpha h < 0.60$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	D (Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	14	3	3	0.3	0.3	78.04
C-2	C-2	14	1	3	0.3	0.25	21.68
C-2	C-2	14	1	3	0.3	0.25	21.68
C-2	C-2	14	1	3	0.3	0.25	21.68
Total							121.39

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: Z = 0.45

Categoría de la edificación y factor U = 1.5

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

S = 1.05
Tp = 0.60
TL = 2.00

Sistemas estructurales:

$$R = 8$$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$$I_a = 1 \text{ y } I_p = 0.9$$

Por lo tanto:

$$R = 8 \times 1 \times 0.9 = 7.2$$

Altura de la edificación: 9 m, $CT = 35$

$$CT = 35$$

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{9}{35} = 0.26$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.26 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kgf/cm²

Carga viva para azotea: 100 Kgf/cm²

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kgf/cm²

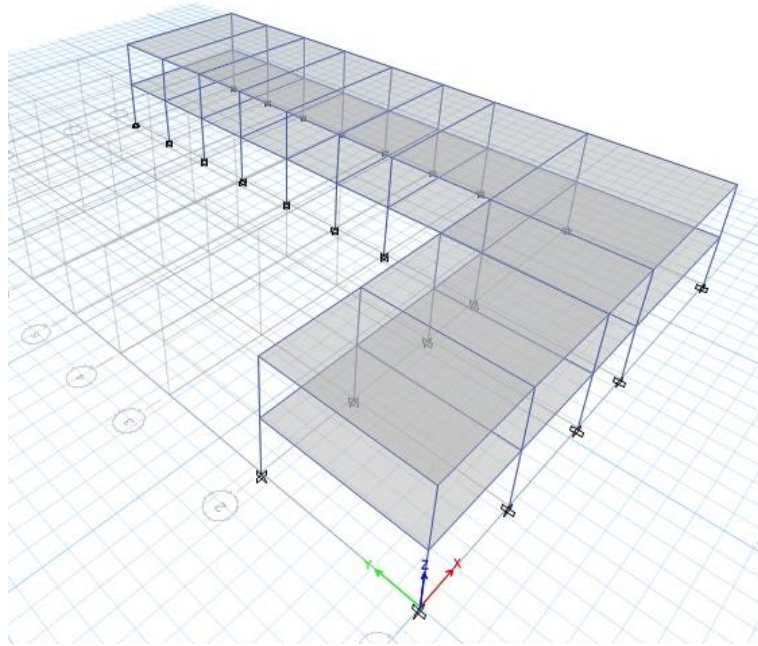


Figura 86. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 1
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	943.3768
Live	LinStatic	273.07
Peso de edificación	Combination	1216.4467

El peso de la edificación es 943.38 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{7.2} \times 943.38 = 232.16 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi V_c \times h \times Y_{\text{concreto}} = 121.39 \times 3.00 \times 2.4 = 874.01 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{874.01}{232.16} = 3.76$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación.

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 1 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 87. Posición del edificio y cimentación del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.



Figura 88. Diafragma horizontales del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 1, se determinó el coeficiente IR.

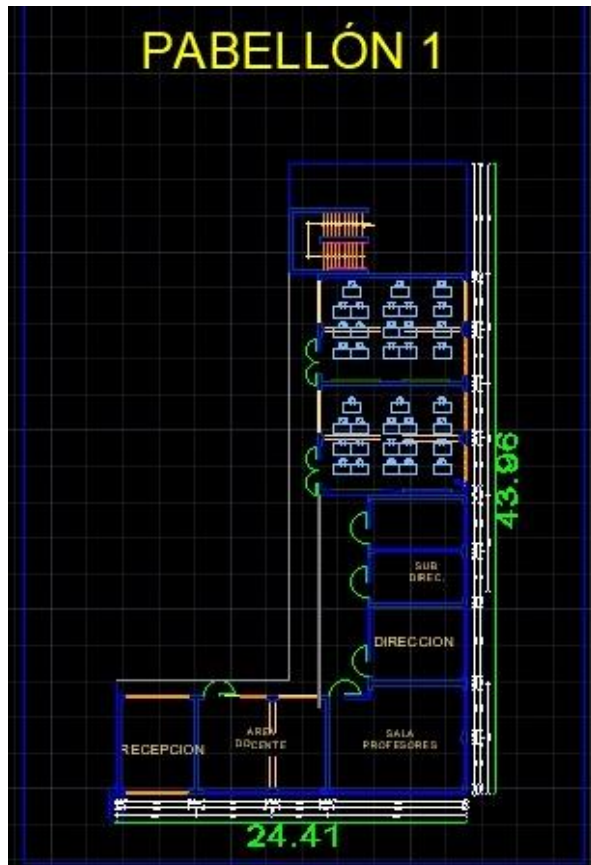


Figura 89. Vista planta del pabellón 1
Elaboración: Los autores

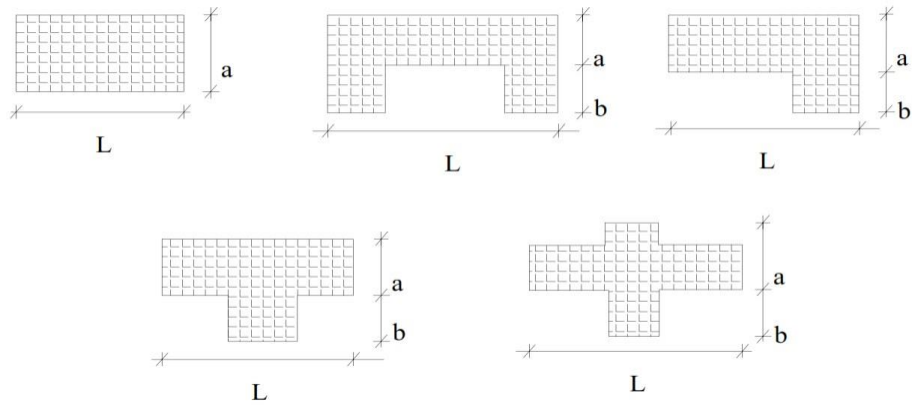


Figura 90. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

$$IR = \min \left(\frac{a}{L}; \frac{b}{L} \right)$$

Datos:

$$a = 9.7$$

$$b = 14.71$$

$$L = 43.96$$

$$IR = \left(\frac{9.7}{43.96}; \frac{14.71}{43.96} \right)$$

$$IR = \min (0.22; 0.33)$$

Por lo tanto, IR = 0.22

Parámetro N.º6. Configuración en planta

Se considera lo siguiente:

A. $IR \leq 0.25$

B. $0.25 < IR \leq 0.75$

C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente IR= x, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

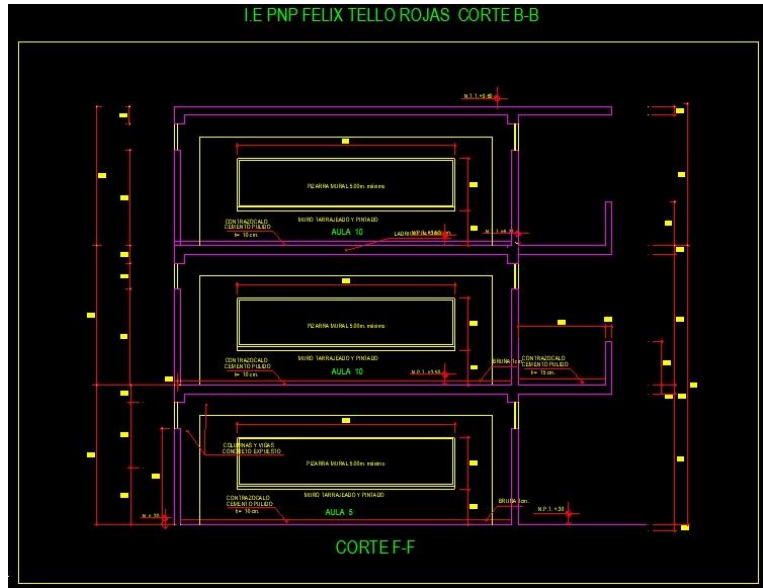


Figura 91. Vista de perfil del pabellón 1
Elaboración: Los autores

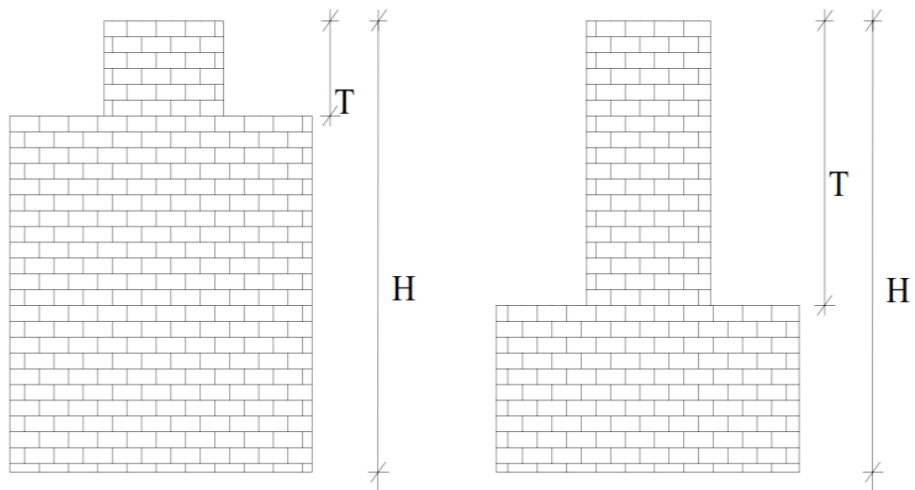


Figura 92. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)
Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 9

T: 0

$$RL = \frac{9 - 0}{9}$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

- A. $RL > 0.66$
 - B. $0.33 < RL \leq 0.66$
 - C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.
 - D. Si $T/H \leq 0.25$
-

Al ser el coeficiente $RL= 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 2003 y con asistencia técnica.
 - B. Año de construcción menor a 2003 y con asistencia técnica.
 - C. Sin asistencia técnica.
-

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
 - B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
 - C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.
-



Figura 93. Tipo de cubierta del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 1 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería

Mampostería

a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.

B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.

C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.



Figura 94. Elementos no estructurales del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 1, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación

Se considera lo siguiente:

- A. Buen estado.
 - B. Ligeramente dañado.
 - C. Mal estado de conservación.
-



Figura 95. Estado de conservación del pabellón 1
Elaboración: Los autores

Pabellón 2

En el pabellón 2 se encuentra únicamente aulas de estudio.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 2 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
C. Sin asesoría técnica.



Figura 96. Organización del sistema resistente del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 2 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
C. Materiales y procesos constructivos deficientes.



Figura 97. Calidad del sistema resistente del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente αh es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. RESISTENCIA CONVENCIONAL	
Se considera lo siguiente:	
A. $\alpha h \geq 1.2$.	
B. $0.60 \leq \alpha h < 1.2$.	
C. $\alpha h < 0.60$	

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d (Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	12	3	3	0.3	0.3	66.89
C-2	C-2	8	3	3	0.3	0.25	37.16
Total							104.05

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m^3

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: $Z = 0.45$

Categoría de la edificación y factor $U = 1.5$

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$S = 1.05$

$T_p = 0.60$

$TL = 2.00$

Sistemas estructurales:

$R = 8$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$l_a = 1$ y $l_p = 1$

Por lo tanto:

$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$

Altura de la edificación: 9 m, $CT = 35$

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{9}{35} = 0.26$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.26 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm^2

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm^2

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm^2

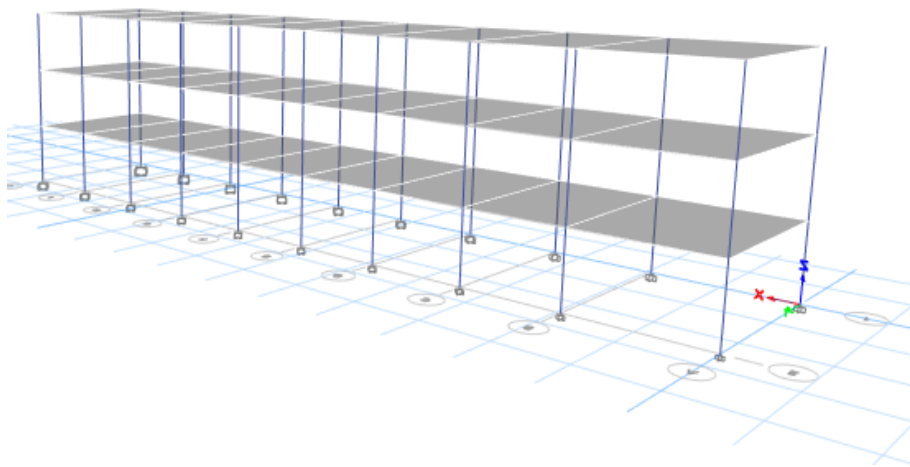


Figura 98. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 2
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	551.44
Live	LinStatic	148.75
Peso de edificación	Combination	700.19

El peso de la edificación es 551.44 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 122.13 = \text{Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi Vc \times h \times Y \text{ concreto} = 104.05 \times 3.00 \times 2.4 = 749.15 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{749.15}{122.13} = 6.13$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 2 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 99. Posición del edificio y cimentación del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragmas horizontales

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
1. Ausencia de planos a desnivel.
 2. La deformación del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado).
 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
- B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
- C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 100. Diafragma horizontales del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 2, se determinó el coeficiente IR.



Figura 101. Vista planta del pabellón 2
Elaboración: Los autores

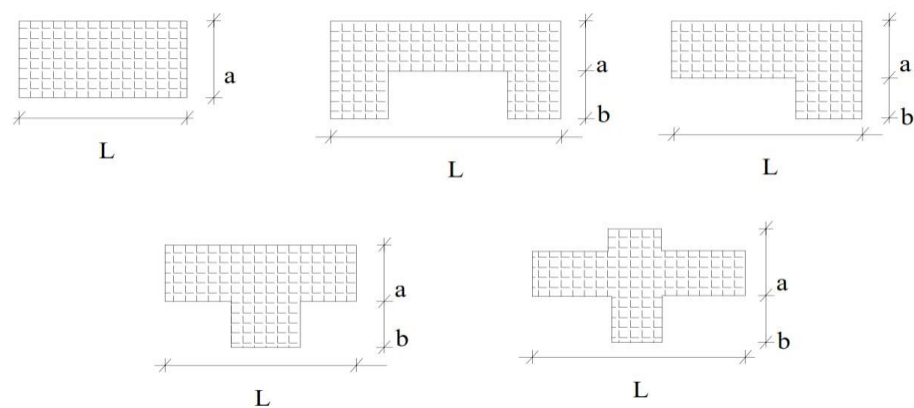


Figura 102. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

a: 6.9

L: 36.64

$$IR = \frac{6.9}{36.64}$$

Por lo tanto, IR = 0.19

Parámetro N.º6. Configuración en planta

Se considera lo siguiente:

- A. $IR \leq 0.25$
- B. $0.25 < IR \leq 0.75$
- C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 0.19$, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

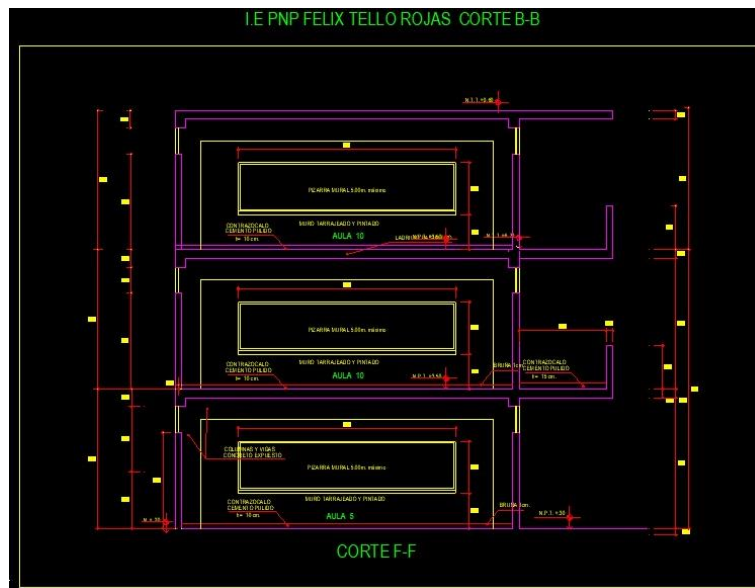


Figura 103. Vista de perfil del pabellón 2

Elaboración: Los autores

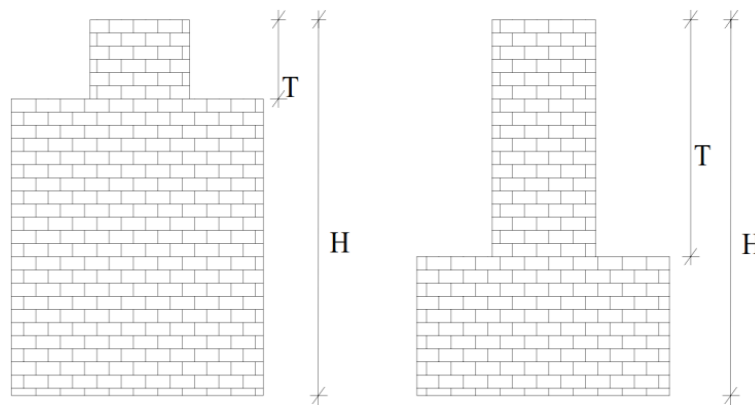


Figura 104. Configuración en altura

Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 9

T: 0

$$RL = \frac{9 - 0}{9}$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL = 1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre muros y columnas

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes

Se considera lo siguiente:

A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
 - B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
 - C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.
-



Figura 105. Tipo de cubierta del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 2 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

- A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería
 - a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
 - b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
 - B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
 - C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.
-



Figura 106. Elementos no estructurales del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 2, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación

Se considera lo siguiente:

- A. Buen estado.
 - B. Ligeramente dañado.
 - C. Mal estado de conservación.
-



Figura 107. Estado de conservación del pabellón 2
Elaboración: Los autores

Pabellón 3

En el pabellón 3 se encuentran las aulas de estudio, además de los servicios higiénicos de varones y mujeres.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 3 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 108. Organización del sistema resistente del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 3 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - C. Materiales y procesos constructivos deficientes.
-



Figura 109. Calidad del sistema resistente del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente α_h es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional	
Se considera lo siguiente:	
A. $\alpha_h \geq 1.2$.	
B. $0.60 \leq \alpha_h < 1.2$.	
C. $\alpha_h < 0.60$	

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d(Largo)	Vm(columna)
C-1	C-1	12	3	3	0.3	0.3	66.89
C-2	C-2	8	3	3	0.3	0.25	37.16
Total							104.05

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m^3

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: $Z = 0.45$

Categoría de la edificación y factor $U = 1.5$

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$S = 1.05$

$T_p = 0.60$

$TL = 2.00$

Sistemas estructurales:

$R = 8$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$l_a = 1$ y $l_p = 1$

Por lo tanto:

$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$

Altura de la edificación: 9 m , $CT = 35$

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{9}{35} = 0.26$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.26 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm^2

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm^2

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm^2

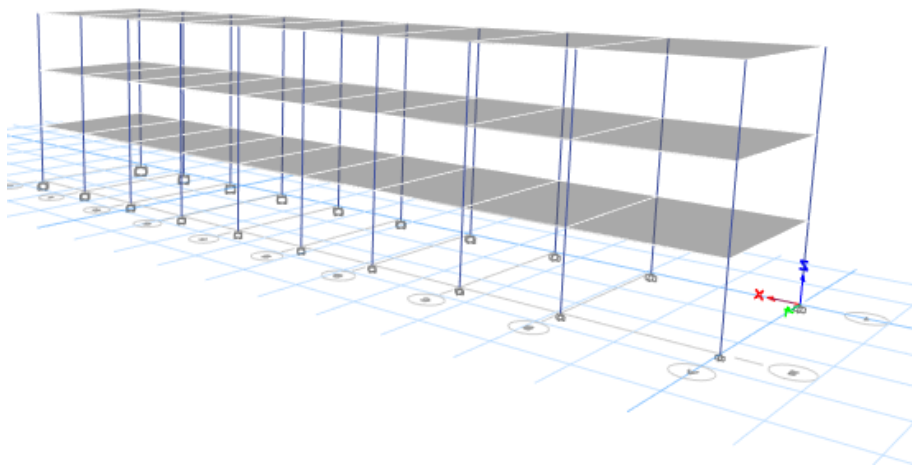


Figura 110. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 3
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	551.44
Live	LinStatic	148.75
Peso de edificación	Combination	700.19

El peso de la edificación es 551.44 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 122.13 = \text{Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi Vc \times h \times Y \text{ concreto} = 104.05 \times 3.00 \times 2.4 = 749.15 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{749.15}{122.13} = 6.13$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 3 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 111. Posición del edificio y cimentación del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragmas horizontales

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 1. Ausencia de planos a desnivel.
 2. La deformación del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado).
 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
 - B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
 - C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 112. Diafragma horizontales del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 3, se determinó el coeficiente IR.



Figura 113. Vista planta del pabellón 3
Elaboración: Los autores

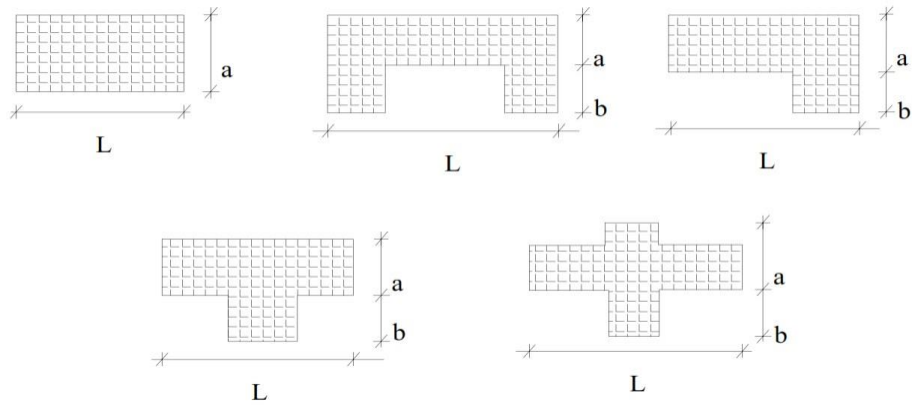


Figura 114. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

a: 6.9

L: 35.25

$$IR = \frac{6.9}{35.25}$$

Por lo tanto, IR = 0.20

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente IR= 0.20, se consideró el parámetro VI como A.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

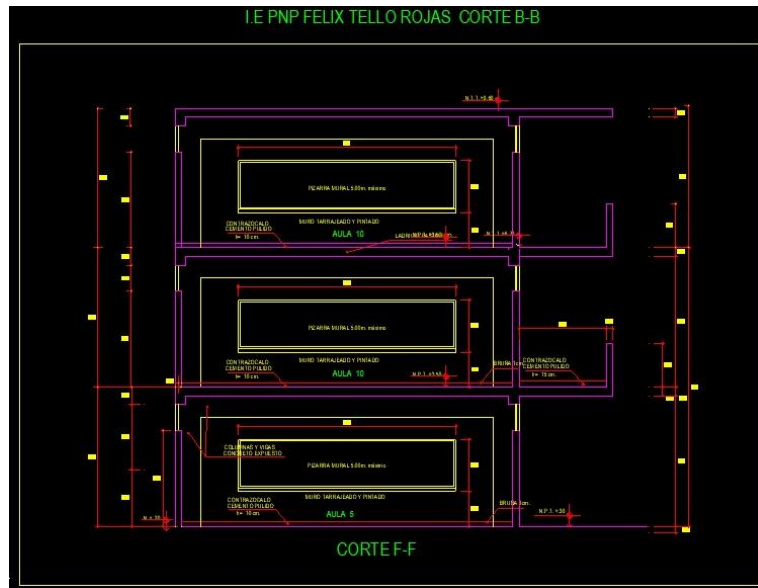


Figura 115. Vista de perfil del pabellón 3
Elaboración: Los autores

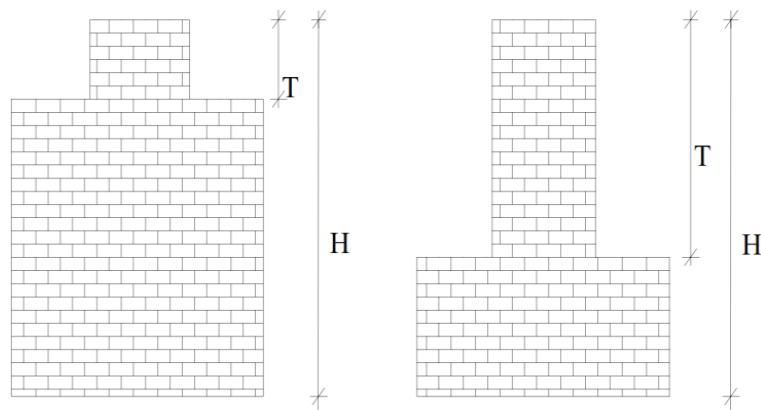


Figura 116. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 9

T: 0

$$RL = \frac{9 - 0}{9}$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL=1$ se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre muros y columnas

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes

Se considera lo siguiente:

A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.

B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.

C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.



Figura 117. Tipo de cubierta del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
 - B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
 - C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.
-

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 3 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

- A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería
 - a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
 - b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
 - B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
 - C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.
-



Figura 118. Elementos no estructurales del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 1, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación

Se considera lo siguiente:

- A. Buen estado.
 - B. Ligeramente dañado.
 - C. Mal estado de conservación.
-



Figura 119. Estado de conservación del pabellón 3
Elaboración: Los autores

Pabellón 4

El pabellón 4 cuenta con una sala de auditorio separada del pabellón 1 por juntas.

Parámetro I: Organización del sistema resistente.

La calificación para el pabellón 4 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí contó con asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 120. Organización del sistema resistente del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 4 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - C. Materiales y procesos constructivos deficientes.
-



Figura 121. Calidad del sistema resistente del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente α_h es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional

Se considera lo siguiente:

- A. $\alpha_h \geq 1.2$.
 - B. $0.60 \leq \alpha_h < 1.2$.
 - C. $\alpha_h < 0.60$
-

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d(Largo)	Vm(columna)
C-1	C-1	12	1	3	0.3	0.3	22.30
Total							22.30

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: Z = 0.45

Categoría de la edificación y factor U = 1.5

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

S = 1.05

T_p = 0.60

TL = 2.00

Sistemas estructurales:

R = 8

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

l_a = 1 y l_p = 1

Por lo tanto:

R = 8 x 1 x 1 = 8

Altura de la edificación: 3 m, CT = 35

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{3}{35} = 0.09$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.09 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kgf/cm²

Carga viva para azotea: 100 Kgf/cm²

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kgf/cm²

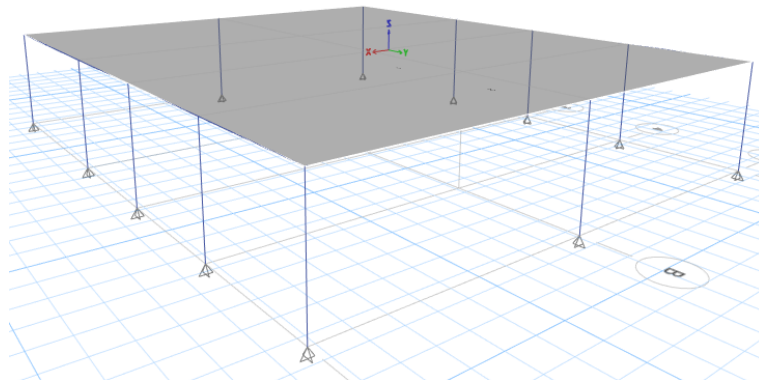


Figura 122. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 4
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	143.94
Live	LinStatic	23.10
Peso de edificación	Combination	167.04

El peso de la edificación es 143.09 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 143.09 = 31.88 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi V_c \times h \times Y_{\text{concreto}} = 22.30 \times 3.00 \times 2.4 = 160.53 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{160.53}{31.88} = 5.04$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 4 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación
Se considera lo siguiente:
A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.



Figura 123. Posición del edificio y cimentación del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma Horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.



Figura 124. Diafragmas horizontales del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 4, se determinó el coeficiente IR.

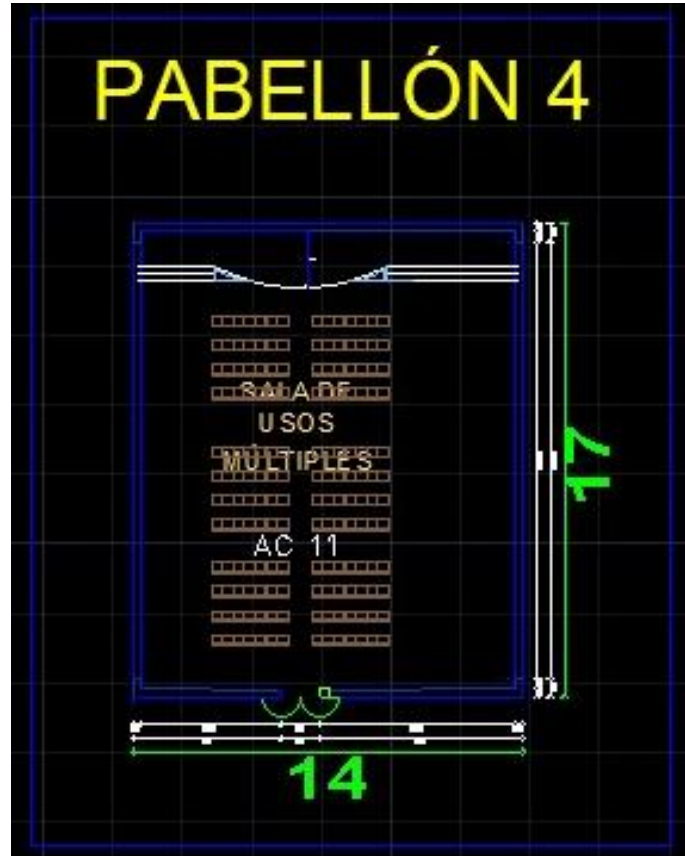


Figura 125. Vista planta del pabellón 4
Elaboración: Los autores

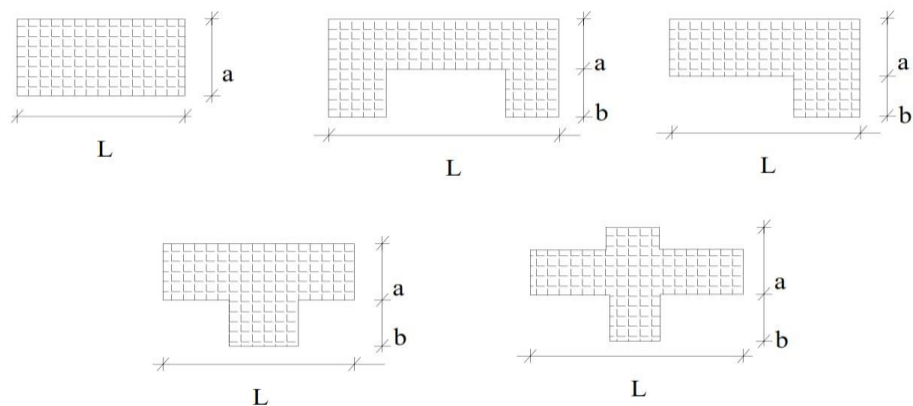


Figura 126 Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

a: 14

L: 17

$$IR = \frac{14}{17}$$

Por lo tanto, $IR = 0.82$

Parámetro N.º6. Configuración en planta

Se considera lo siguiente:

A. $IR \leq 0.25$

B. $0.25 < IR \leq 0.75$

C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 0.82$, se consideró el parámetro VI como C.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

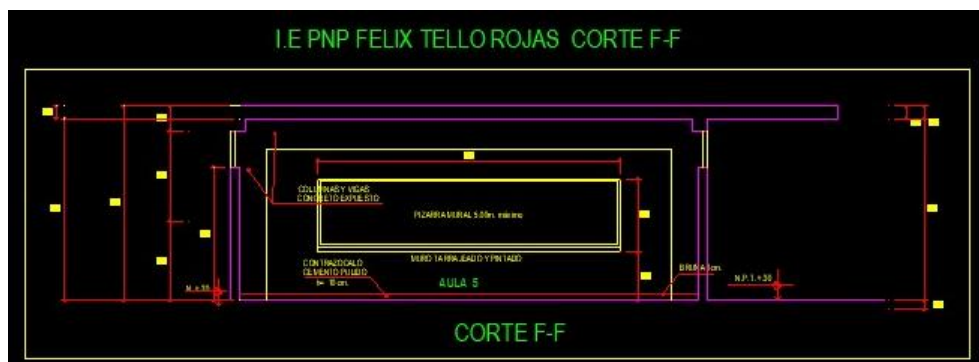


Figura 127. Vista de perfil del pabellón 4
Elaboración: Los autores

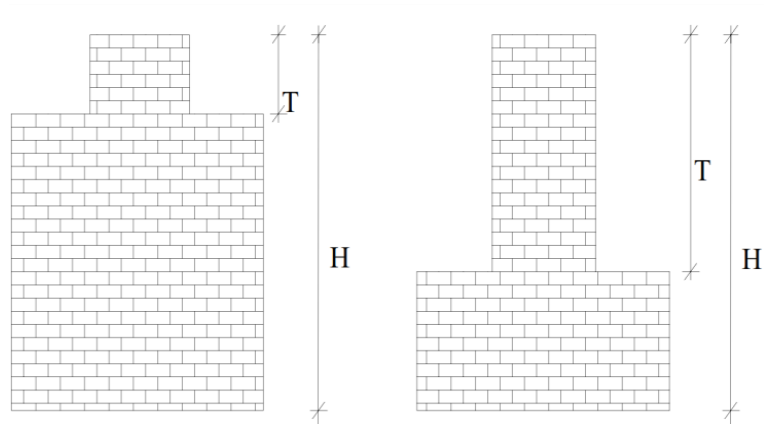


Figura 128. Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 3

T: 0

$$RL = \frac{3 - 0}{3}$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

- A. $RL > 0.66$
 - B. $0.33 < RL \leq 0.66$
 - C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.
 - D. Si $T/H \leq 0.25$
-

Al ser el coeficiente $RL = x$, se consideró el parámetro VII como X.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre elementos resistentes

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 2003 y con asistencia técnica.
 - B. Año de construcción menor a 2003 y con asistencia técnica.
 - C. Sin asistencia técnica.
-

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
 - B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
 - C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.
-



Figura 129. Tipo de cubierta del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales.

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 4 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería

Mampostería

a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.

B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.

C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.



Figura 130. Elementos no estructurales del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 1, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación
Se considera lo siguiente:
A. Buen estado.
B. Ligeramente dañado.
C. Mal estado de conservación.



Figura 131. Estado de conservación del pabellón 4
Elaboración: Los autores

Pabellón 5

El pabellón 5 funciona como enfermería y sala de visita, y consta de dos niveles.

Parámetro I: Organización del sistema resistente

La calificación para el pabellón 5 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
 - C. Sin asesoría técnica.
-



Figura 132. Organización del sistema resistente del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 5 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente

Se considera lo siguiente:

- A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
 - C. Materiales y procesos constructivos deficientes.
-



Figura 133. Calidad del sistema resistente del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente αh es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional

Se considera lo siguiente:

- A. $\alpha h \geq 1.2$.
 - B. $0.60 \leq \alpha h < 1.2$.
 - C. $\alpha h < 0.60$
-

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d (Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	15	2	3	0.3	0.3	55.74
Total							55.74

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m³

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

$$\text{Factor de zona: } Z = 0.45$$

Categoría de la edificación y factor U = 1.5

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$$S = 1.05$$

$$T_p = 0.60$$

$$T_L = 2.00$$

Sistemas estructurales:

$$R = 8$$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$$I_a = 1 \text{ y } I_p = 1$$

Por lo tanto:

$$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$$

Altura de la edificación: 6 m, CT = 35

$$T = \frac{h_n}{CT} = \frac{6}{35} = 0.17$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.17 < 0.4$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación, se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm^2

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm^2

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm^2

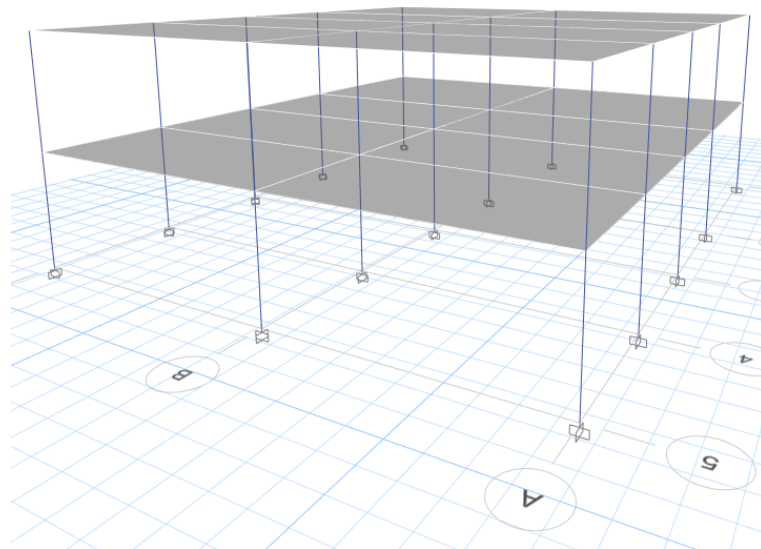


Figura 134. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 5
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	331.19
Live	LinStatic	80.85
Peso de edificación	Combination	412.04

El peso de la edificación es 331.19Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 331.19 = 73.35 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi Vc \times h \times Y \text{ concreto} = 55.74 \times 3.00 \times 2.4 = 401.33 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{401.33}{73.35} = 5.47$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 5 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación
Se considera lo siguiente:
A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.



Figura 135. Posición del edificio y cimentación del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragmas horizontales

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 1. Ausencia de planos a desnivel.
 2. La deformación del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado).
 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
 - B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
 - C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 136. Diafragma horizontales del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 5, se determinó el coeficiente IR.

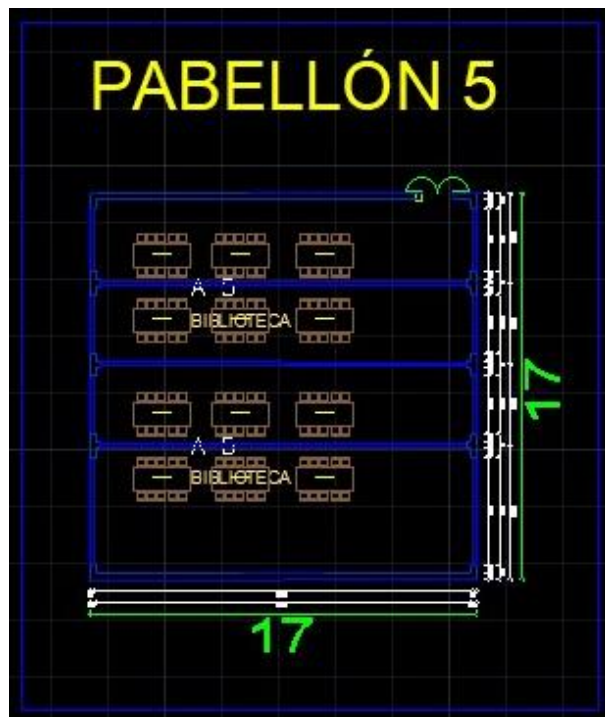


Figura 137. Vista planta del pabellón 5
Elaboración: Los autores

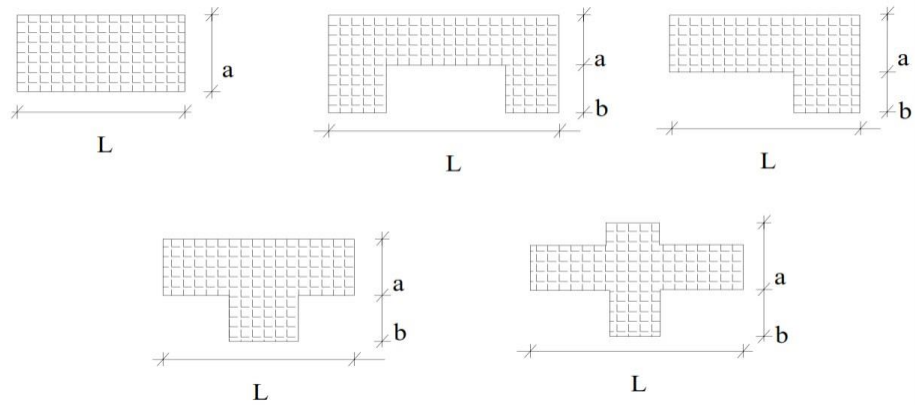


Figura 138. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

a: 17

L: 17

$$IR = \frac{17}{17}$$

Por lo tanto, $IR = 1$

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 1$, se consideró el parámetro VI como C.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

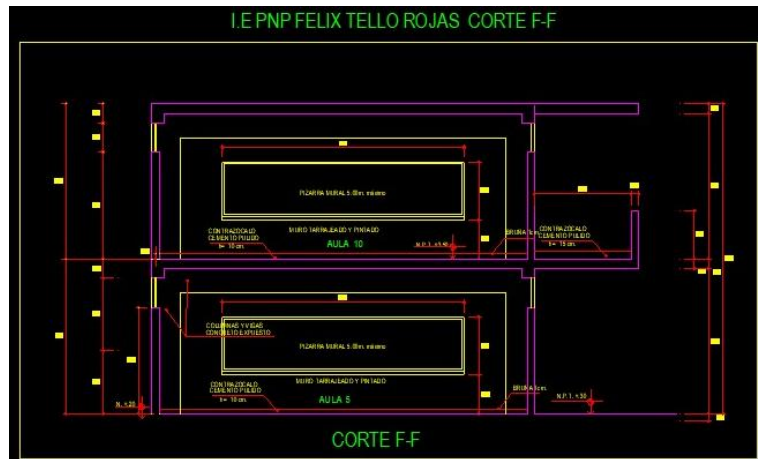


Figura 139 Vista de perfil del pabellón 5
Elaboración: Los autores

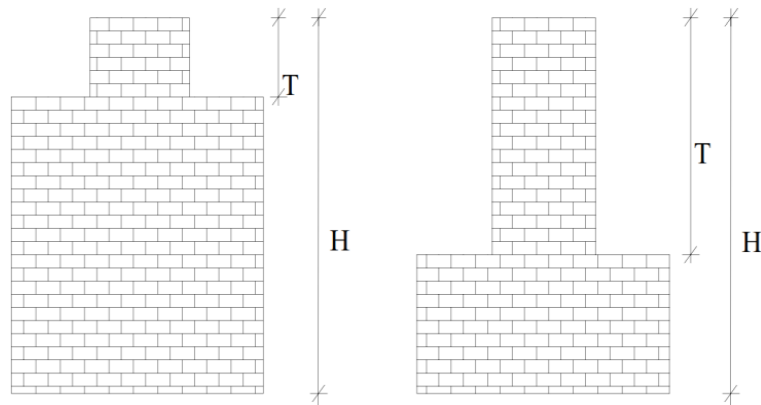


Figura 140 Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 6

T: 0

$$RL = \frac{6 - 0}{6}$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación

Se considera lo siguiente:

A. $RL > 0.66$

B. $0.33 < RL \leq 0.66$

C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL=1$, se consideró el parámetro VII como A.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre muros y columnas

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.
C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta
Se considera lo siguiente:
A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.



Figura 141 Tipo de cubierta del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 5 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales
Se considera lo siguiente:
A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería
a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.



Figura 142. Elementos no estructurales del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 5, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación
Se considera lo siguiente:
A. Buen estado.
B. Ligeramente dañado.
C. Mal estado de conservación.



Figura 143. Estado de conservación del pabellón 5
Elaboración: Los autores

Pabellón 6

En el pabellón 6 se encuentran las aulas y dos baños para mujeres y varones, y es solo de un nivel.

Parámetro I: Organización del sistema resistente.

La calificación para el pabellón 6 es B, ya que su construcción fue previa al año 1997 y, además, sí conto con la asesoría profesional de ingenieros.

Parámetro N.º1. Organización del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
C. Sin asesoría técnica.



Figura 144. Organización del sistema resistente del pabellón 6
Elaboración: Los autores

Parámetro II: Calidad del sistema resistente

La calificación del parámetro II para el pabellón 6 es B, pues, al igual que el parámetro I, su construcción fue previa al año 1997 y contó con la asesoría profesional de ingenieros. Además, durante el proceso de la construcción, se utilizó materiales de buena calidad.

Parámetro N.º2. Calidad del sistema resistente
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
B. Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y procesos constructivos.
C. Materiales y procesos constructivos deficientes.



Figura 145. Calidad del sistema resistente del pabellón 6
Elaboración: Los autores

Parámetro III: Resistencia convencional

Para este parámetro se realizó un modelamiento en ETABS 2018 con el fin de calcular el peso muerto de la edificación, dato que se usará para hallar el cortante basal.

El coeficiente α_h es la relación entre la fuerza resistente de la edificación y la fuerza de diseño.

Parámetro N.º3. Resistencia convencional	
Se considera lo siguiente:	
A. $\alpha_h \geq 1.2$.	
B. $0.60 \leq \alpha_h < 1.2$.	
C. $\alpha_h < 0.60$	

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

Columna	Sección	Cantidad	Piso	h	b (Ancho)	d(Largo)	Vm (columna)
C-1	C-1	14	2	3	0.3	0.3	52.02
C-2	C-2	12	1	3	0.3	0.25	18.58
C-2	C-2	10	1	3	0.3	0.25	15.48
Total							86.09

Los datos a usar son los siguientes:

Peso específico del concreto: 2.4 Ton/m^3

Usando el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030:

Factor de zona: $Z = 0.45$

Categoría de la edificación y factor $U = 1.5$

Factor de suelo:

El tipo de suelo es intermedio presentado por el mapeo del distrito de La Molina.

$S = 1.05$

$T_p = 0.60$

$T_L = 2.00$

Sistemas estructurales:

$R = 8$

La estructura presenta regularidad tanto en planta como en elevación.

$I_a = 1$ y $I_p = 1$

Por lo tanto:

$R = 8 \times 1 \times 1 = 8$

Altura de la edificación: 3 m, $CT = 35$.

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{3}{35} = 0.09$$

Si:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \times T_l}{T^2} \right)$$

Entonces: $T = 0.09 < 0.6$; $C = 2.5$

Para obtener el peso de la edificación se realizó un modelamiento en ETABS 2018 considerando los siguientes datos según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Norma E 0.20 Cargas

Carga viva para aulas de centros de estudios = 250 Kg/cm^2

Carga viva para azotea: 100 Kg/cm^2

Carga muerta losa (e = 0.20 m) = 300 Kg/cm^2

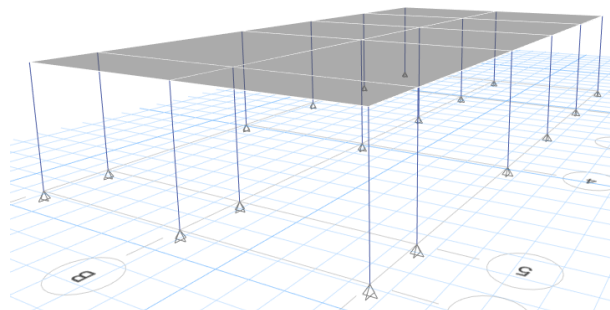


Figura 146. Modelamiento en ETABS 2018 pabellón 6
Elaboración: Los autores

El siguiente cuadro presenta un resumen de la carga viva, muerta y del peso total de la edificación.

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	122.3109
Live	LinStatic	15.4528
Peso de edificación	Combination	137.7637

El peso de la edificación es 122.31 Ton

$$\text{Cortante basal: } V = \frac{zucs}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 122.31 = 27.09 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante resistente: } \phi Vc \times h \times Y \text{ concreto} = 33.44 \times 3.00 \times 2.4 = 240.80 \text{ Ton}$$

$$\text{Entonces el valor de } \alpha h = \frac{240.80}{27.09} = 8.89$$

Por lo tanto: $\alpha h \geq 1.2$, entonces el parámetro III obtendrá la calificación A.

Parámetro IV: Posición del edificio y cimentación

Según el mapa de suelos del distrito de La Molina, el pabellón 6 se encuentra en un tipo de perfil S2, suelo intermedio, además, no presenta sales ni humedad debido al clima seco del distrito, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º4. Posición del edificio y cimentación

Se considera lo siguiente:

- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.
-



Figura 147. Posición del edificio y cimentación del pabellón 6
Elaboración: Los autores

Parámetro V: Diafragma horizontal

La estructura cuenta con una buena conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales (vigas y columnas), además, no presenta deformaciones, por lo cual le corresponde la calificación A.

Parámetro N.º5. Diafragmas horizontales

Se considera lo siguiente:

- A. Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 1. Ausencia de planos a desnivel.
 2. La deformación del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado).
 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.
 - B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
 - C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.
-



Figura 148. Diafragma horizontales del pabellón 6
Elaboración: Los autores

Parámetro VI: Configuración en planta

Según la configuración de planta del pabellón 6, se determinó el coeficiente IR.

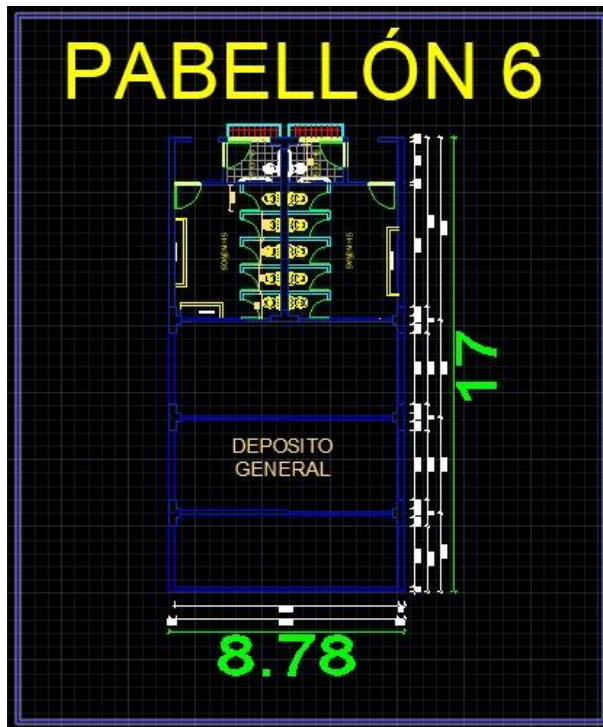


Figura 149. Vista planta del pabellón 6
Elaboración: Los autores

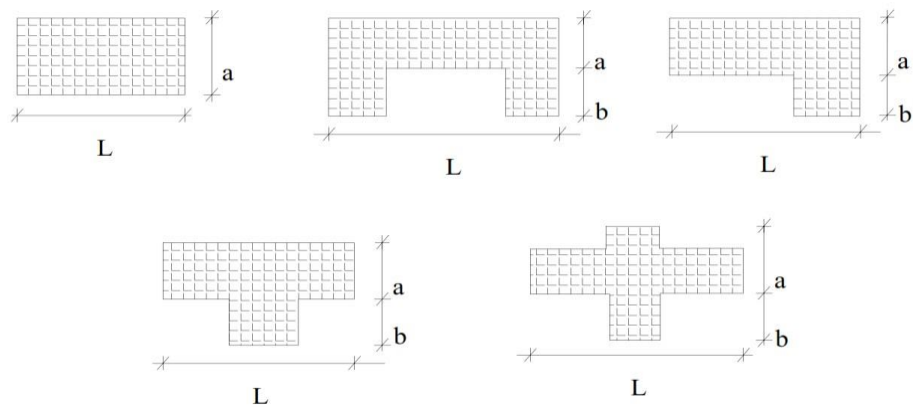


Figura 150. Configuración en altura planta de la estructura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$IR = \frac{a}{L}$$

a: 8.78

L: 17

$$IR = \frac{8.78}{17}$$

Por lo tanto, $IR = 0.52$

Parámetro N.º6. Configuración en planta
Se considera lo siguiente:
A. $IR \leq 0.25$
B. $0.25 < IR \leq 0.75$
C. $IR > 0.75$

Al ser el coeficiente $IR = 0.52$, se consideró el parámetro VI como B.

Parámetro VII: Configuración de elevación

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL.

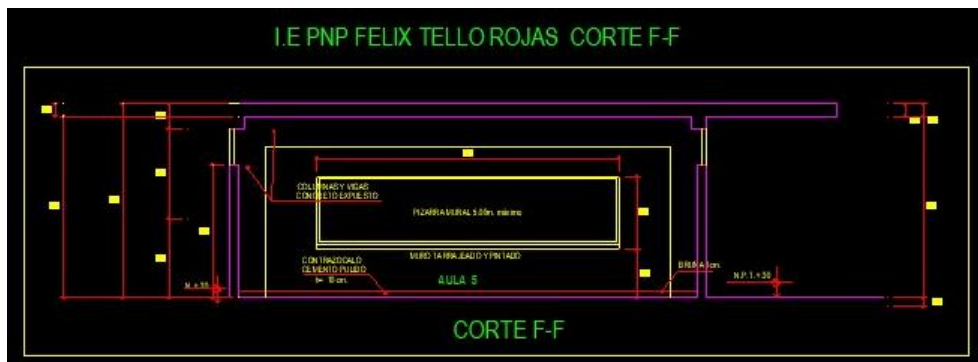


Figura 151. Vista de perfil del pabellón 6
Elaboración: Los autores

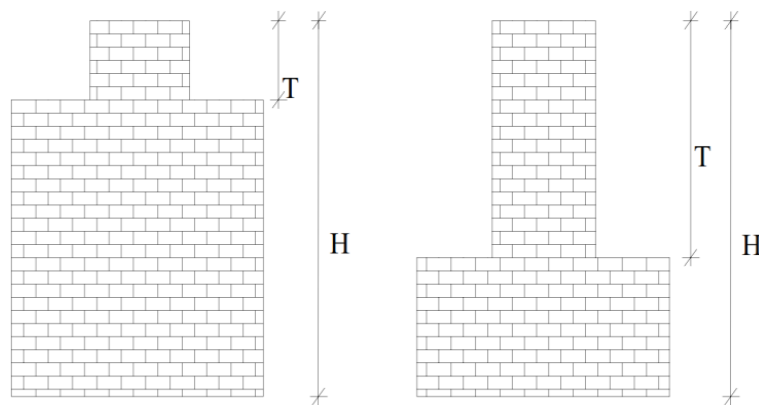


Figura 152 Configuración en altura
Elaboración: Ulises Mena H. (tesis UPC-España)

Donde:

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

H: 3

T: 0

$$RL = \frac{3 - 0}{3}$$

Parámetro N.º7. Configuración de elevación
Se considera lo siguiente:
A. $RL > 0.66$
B. $0.33 < RL \leq 0.66$
C. $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Al ser el coeficiente $RL = 1$, se consideró el parámetro VII como X.

Parámetro VIII: Distancia máxima entre muros y columnas

Para el parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado, se tomó como referencia el año y si cuenta con asesoría técnica.

Al igual que el parámetro I y II, este también cumple con asesoría técnica y, al ser una edificación construida antes del año 1997, obtuvo la calificación B.

Parámetro N.º8. Distancia máxima entre elementos resistentes
Se considera lo siguiente:
A. Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica.
B. Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica.
C. Sin asistencia técnica.

Parámetro IX: Tipos de cubierta

La calificación de este parámetro fue A, debido a que la cubierta está compuesta por una losa aligerada y presenta visualmente una buena conexión con las vigas y una cubierta plana.

Parámetro N.º9. Tipos de cubierta

Se considera lo siguiente:

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
 - B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
 - C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.
-



Figura 153. Tipo de cubierta del pabellón 6
Elaboración: Los autores

Parámetro X: Elementos no estructurales

Este parámetro califica, como su nombre lo indica, elementos no estructurales como cornisas, parapetos u otro elemento no estructural.

En la visita se pudo corroborar que los balcones del pabellón 6 están bien conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, por lo cual, su calificación es A.

Parámetro N.º10. Elementos no estructurales

Se considera lo siguiente:

- A. Que cumplan con la clase A y B de mampostería
Mampostería
 - a) Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
 - b) Edificación con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
 - B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
 - C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.
-



Figura 154. Elementos no estructurales del pabellón 6
Elaboración: Los autores

Parámetro XI: Estado de conservación

Al ser un parámetro cualitativo, se observó el estado de los elementos estructurales y no estructurales.

Como se pudo apreciar durante la visita al pabellón 6, los elementos estructurales y no estructurales se encuentran en buen estado de conservación, por lo cual la calificación es A.

Parámetro N.º11. Estado de conservación

Se considera lo siguiente:

- A. Buen estado.
 - B. Ligeramente dañado.
 - C. Mal estado de conservación.
-



Figura 155. Estado de conservación del pabellón 6
Elaboración: Los autores

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Resumen de calificaciones por institución

En las siguientes tablas, se presentará un resumen de cada calificación del método italiano por pabellón de cada institución educativa.

5.1.1. I. E. Mixto La Molina 1278

El colegio consta de 4 pabellones calificados según los once parámetros de Benedetti y Petrini.

Tabla 17
Resumen de parámetros de los pabellones

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4
1	B	B	B	A
2	B	B	B	A
3	A	A	A	A
4	A	A	A	A
5	A	A	A	A
6	A	A	A	B
7	A	A	A	A
8	B	B	B	A
9	A	A	A	A
10	A	A	A	A
11	A	A	A	A

Fuente: Los autores

5.1.2. Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

El colegio consta de 6 pabellones calificados según los once parámetros de Benedetti y Petrini.

Tabla 18
Resumen de parámetros de los pabellones

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Pabellón 5	Pabellón 6
1	B	B	B	B	B	B
2	B	B	B	B	B	B
3	A	A	A	A	A	A
4	A	A	A	A	A	A
5	A	A	A	A	A	A
6	A	A	A	C	C	B
7	A	A	A	A	A	A
8	B	B	B	B	B	B
9	A	A	A	A	A	A
10	A	A	A	A	A	A
11	A	A	A	A	A	A

Fuente: Los autores

5.2. Cálculo de índice de vulnerabilidad

Una vez realizada la calificación de los once parámetros en cada pabellón de las instituciones educativas, se realizó una multiplicación de estos por su peso de cada parámetro.

Ya obtenido el Iv (índice de vulnerabilidad), se efectuó una interpolación lineal de 0 a 100 para obtener un valor más aproximado.

5.2.1. Índice de vulnerabilidad de I. E. Mixto La Molina 1278

En la siguiente tabla se presenta los parámetros y los respectivos pesos de cada uno para poder hallar el Iv.

Tabla 19
Pabellón 1

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta	0			1	0
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						17.65
Interpolación lineal						18.75

Fuente: Los autores

Tabla 20
Pabellón 2

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta	0			1	0
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						17.65
Interpolación lineal						18.75

Fuente: Los autores

Tabla 21
Pabellón 3

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta	0			1	0
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						17.65
Interpolación lineal						18.75

Fuente: Los autores

Tabla 22 Pabellón 4

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente	0			4	0
2	Calidad del Sistema resistente	0			1	0
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta		1		1	1
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas	0			1	0
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						2.94
Interpolación lineal						3.12

Fuente: Los autores

5.2.2. Índice de vulnerabilidad de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

En la siguiente tabla se presenta los parámetros y los respectivos pesos de cada uno para poder hallar el Iv.

Tabla 23
Pabellón 1

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta	0			1	0
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						17.65
Interpolación lineal						18.75

Fuente: Los autores

Tabla 24
Pabellón 2

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta	0			1	0
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						17.65
Interpolación lineal						18.75

Fuente: Los autores

Tabla 25
Pabellón 3

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta	0			1	0
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						17.65
Interpolación lineal						18.75

Fuente: Los autores

Tabla 26
Pabellón 4

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta			2	1	2
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						23.53
Interpolación lineal						25.00

Fuente: Los autores

Tabla 27
Pabellón 5

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta			2	1	2
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						23.53
Interpolación lineal						25.00

Fuente: Los autores

Tabla 28
Pabellón 6

Parámetro	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	K*Wi
1	Organización del sistema resistente		1		4	4
2	Calidad del Sistema resistente		1		1	1
3	Resistencia convencional	-1			1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0			1	0
5	Diafragmas horizontales	0			1	0
6	Configuración en planta		1		1	1
7	Configuración en elevación	0			2	0
8	Distancia máxima entre columnas		1		1	1
9	Tipo de cubierta	0			1	0
10	Elementos no estructurales	0			1	0
11	Estado de conservación	0			1	0
Índice de vulnerabilidad						20.59
Interpolación lineal						21.87

Fuente: Los autores

5.1. Resumen de índice de vulnerabilidad

A continuación, se presenta un resumen de todos los pabellones con su respectivo I_v ya interpolado

5.1.1. Resumen del Iv de I. E. Mixto La Molina 1278

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de los Iv del colegio Mixto La Molina

Tabla 29
Resumen de los Iv del colegio Mixto La Molina

PABELLÓN	Iv
Pabellón 1	18.75
Pabellón 2	18.75
Pabellón 3	18.75
Pabellón 4	3.12

Fuente: Los autores

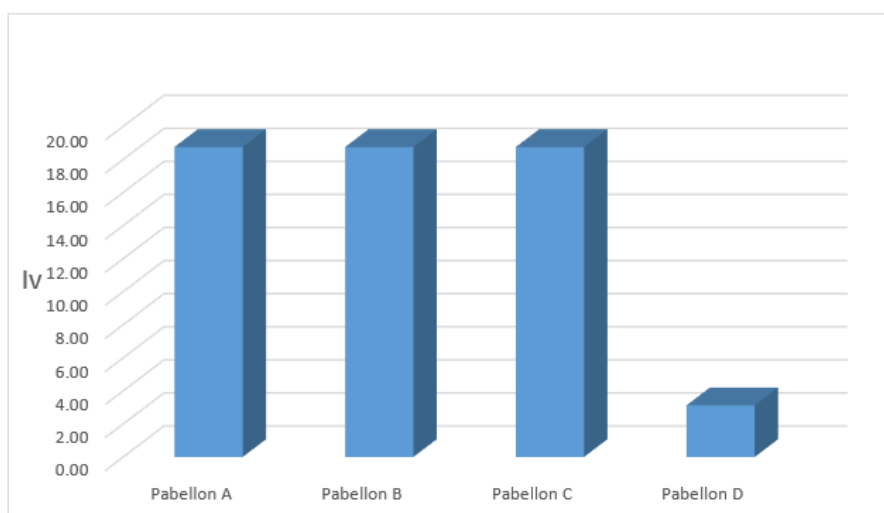


Figura 156. Gráfico de índice de vulnerabilidad
Elaboración: Los autores

5.1.1. Resumen del Iv de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de los Iv del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

Tabla 30
Resumen de los Iv del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

PABELLÓN	Iv
Pabellón 1	18.75
Pabellón 2	18.75
Pabellón 3	18.75
Pabellón 4	25.00
Pabellón 5	25.00
Pabellón 6	21.87

Fuente: Los autores

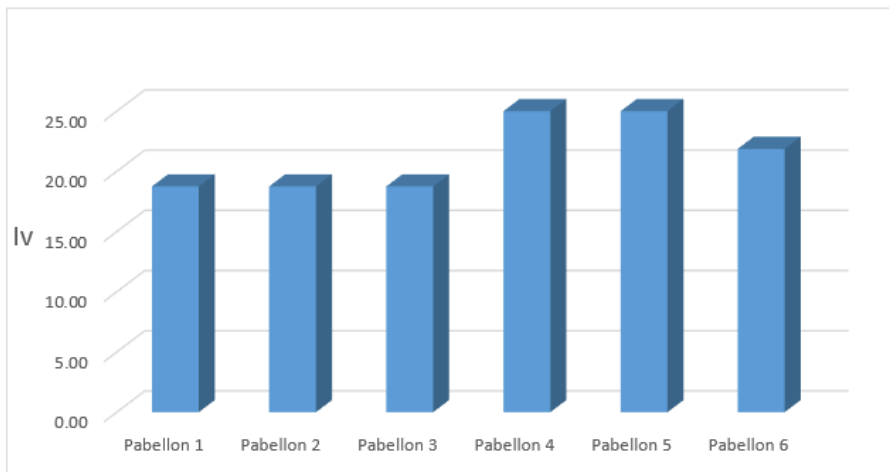


Figura 157: Gráfico de índice de vulnerabilidad
Fuente: Elaboración: Los autores

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo, se explica los resultados de cada institución educativa obtenidos en el capítulo IV.

Para determinar la vulnerabilidad sísmica, se usó la siguiente tabla, en la cual figuran los rangos de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 31

Rango de valores *del índice de vulnerabilidad*

VULNERABILIDAD	RANGOS IV
Vulnerabilidad baja	$0 < I_v < 20$
Vulnerabilidad media	$20 \leq I_v < 40$
Vulnerabilidad alta	$I_v \geq 40$

Fuente: Abanto y Cárdenas (2015)

6.1. Discusión de resultados de I. E. Mixto La Molina 1278

En la tabla se observa el índice de vulnerabilidad sísmica de cada pabellón evaluado.

Tabla 32

Índice de vulnerabilidad sísmica de cada pabellón

PABELLÓN	I _v	GRADO DE VULNERABILIDAD
Pabellón 1	18.75	Vulnerabilidad baja
Pabellón 2	18.75	Vulnerabilidad baja
Pabellón 3	18.75	Vulnerabilidad baja
Pabellón 4	3.12	Vulnerabilidad baja

Fuente: Los autores

Se observa que el pabellón 4 presenta un menor índice de vulnerabilidad, ya que, en el parámetro de organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente y distancia máxima entre columnas obtuvo una mejor calificación, pues fue construido luego del año 1997, lo que disminuyó su calificación y su correspondiente índice de vulnerabilidad con respecto a los otros pabellones.

6.2. Discusión de resultados de Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

En la tabla se observa el índice de vulnerabilidad sísmica de cada pabellón evaluado.

Tabla 33
Índice de vulnerabilidad sísmica de cada pabellón

PABELLÓN	Iv	GRADO DE VULNERABILIDAD
Pabellón 1	18.75	Vulnerabilidad baja
Pabellón 2	18.75	Vulnerabilidad baja
Pabellón 3	18.75	Vulnerabilidad baja
Pabellón 4	25.00	Vulnerabilidad media
Pabellón 5	25.00	Vulnerabilidad media
Pabellón 6	21.87	Vulnerabilidad media

Fuente: Los autores

Los pabellones 1, 2 y 3 presentan menor índice de vulnerabilidad, debido a que sus parámetros de configuración en planta se comportan de mejor manera que los parámetros indicados en los pabellones 4, 5 y 6.

6.3. Contratación de hipótesis

En el presente capítulo se presenta la verificación de la hipótesis general y las hipótesis específicas de acuerdo con los resultados obtenidos.

Hipótesis general: La vulnerabilidad estructural, en función de la aplicación del método italiano, determina que la seguridad sísmica de las instituciones educativas será alta.

Luego de la aplicación del método italiano para cada pabellón de las instituciones educativas, se obtuvo los resultados de los índices de vulnerabilidad.

Tabla 34
Grado de vulnerabilidad de la I. E. Mixto La Molina 1278

PABELLÓN	GRADO DE VULNERABILIDAD
Pabellón 1	Vulnerabilidad baja
Pabellón 2	Vulnerabilidad baja
Pabellón 3	Vulnerabilidad baja
Pabellón 4	Vulnerabilidad baja

Fuente: Los autores

Tabla 35
Grado de vulnerabilidad del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas

PABELLÓN	GRADO DE VULNERABILIDAD
Pabellón 1	Vulnerabilidad baja
Pabellón 2	Vulnerabilidad baja
Pabellón 3	Vulnerabilidad baja
Pabellón 4	Vulnerabilidad media
Pabellón 5	Vulnerabilidad media
Pabellón 6	Vulnerabilidad media

Fuente: Los autores

Con los resultados obtenidos al evaluar los once parámetros del método italiano se obtuvo el grado de vulnerabilidad de los pabellones de las instituciones educativas.

La institución I. E. Mixto La Molina 1278 presenta un grado de vulnerabilidad baja, con lo que se valida la hipótesis nula. Por su parte, el colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas presenta un grado de vulnerabilidad media, con lo que se valida la hipótesis alterna.

Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

La evaluación de la resistencia convencional, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro III de la resistencia convencional de los pabellones de la institución I. E. Mixto La Molina 1278 obtuvo calificación A, la hipótesis específica uno es nula.

Tabla 36
Resultados de resistencia convencional

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Resultado
Resistencia convencional	A	A	A	A	A

Fuente: Los autores

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro III de la resistencia convencional de los pabellones del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas obtuvo calificación A, la hipótesis específica uno es nula.

Tabla 37
Resultados de resistencia convencional

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Pabellón 5	Pabellón 6	Resultado
Resistencia convencional	A	A	A	A	A	A	A

Fuente: Los autores

Hipótesis específica 2

La evaluación del estado de conservación, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro XI del estado de conservación de los pabellones de la institución I. E. Mixto La Molina 1278 obtuvo calificación A, la hipótesis específica dos es nula.

Tabla 38
Resultados de estado de conservación

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Resultado
Resistencia convencional	A	A	A	A	A

Fuente: Los autores

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro XI del estado de conservación de los pabellones del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas obtuvo calificación A, la hipótesis específica dos es nula.

Tabla 39
Resultados de estado de conservación

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Pabellón 5	Pabellón 6	Resultado
Resistencia convencional	A	A	A	A	A	A	A

Fuente: Los autores

Hipótesis específica 3

La evaluación de la organización del sistema resistente, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro I de la organización del sistema resistente de los pabellones de la institución I. E. Mixto La Molina 1278 obtuvo calificación B, la hipótesis específica tres es nula.

Tabla 40
Resumen de organización del sistema resistente

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Resultado
Resistencia convencional	B	B	B	A	B

Fuente: Los autores

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro I de la organización del sistema resistente de los pabellones del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas obtuvo calificación B, la hipótesis específica tres es nula.

Tabla 41
Resumen de organización del sistema resistente

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Pabellón 5	Pabellón 6	Resultado
Resistencia convencional	B	B	B	B	B	B	B

Fuente: Los autores

Hipótesis específica 4

La evaluación de la configuración de planta, en función de la aplicación del método italiano, permite determinar el índice de vulnerabilidad de las instituciones en una categoría C.

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro VI de la configuración en planta de los pabellones de la institución I. E. Mixto La Molina 1278 obtuvo calificación A, la hipótesis específica cuatro es nula.

Tabla 42
Resumen de configuración de planta

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Resultado
Resistencia convencional	A	A	A	B	A

Fuente: Los autores

Dado que el resultado final de la evaluación del parámetro VI de la configuración en planta de los pabellones del colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas obtuvo calificación B, la hipótesis específica cuatro es nula.

Tabla 43
Resumen de configuración de planta

Parámetro	Pabellón 1	Pabellón 2	Pabellón 3	Pabellón 4	Pabellón 5	Pabellón 6	Resultado
Resistencia convencional	A	A	A	C	C	B	B

Fuente: Los autores

CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones reflejan los objetivos planteados al inicio de la presente tesis sobre el análisis de vulnerabilidad sísmica de las dos instituciones educativas.

1. Se llegó a evaluar la vulnerabilidad estructural de las instituciones educativas en función de la aplicación del método italiano, con lo que se demuestra que la vulnerabilidad estructural de la institución I. E. Mixto La Molina 1278 es baja y la del Colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas es media.
2. Al evaluar la resistencia convencional, según el método italiano, de los colegios Mixto La Molina 1278 y Mayor PNP Félix Román Tello Rojas, se obtuvo que la totalidad de los pabellones de ambos colegios se encuentran en la categoría A, lo que benefició el resultado del índice de vulnerabilidad de ambas instituciones.
3. Luego de aplicar el método italiano a la evaluación del estado de conservación de los colegios Mixto La Molina 1278 y Mayor PNP Félix Román Tello Rojas, se verificó la buena conservación en la que se encuentran dichas instituciones, por lo que se encuentran en la categoría A.
4. Con la aplicación del método italiano para evaluar la organización del sistema resistente de los colegios Mixto La Molina 1278 y Mayor PNP Félix Román Tello Rojas, se obtuvo la calificación B en ambas instituciones.

5. Gracias a la aplicación del método italiano para evaluar la configuración en planta del Colegio Mixto La Molina 1278, se obtuvo la calificación A; mientras que en el Colegio Mayor PNP Félix Román Tello Rojas se obtuvo la calificación B.

RECOMENDACIONES

Luego de los resultados obtenidos en esta investigación, se plantea las siguientes recomendaciones con respecto a las dos instituciones educativas.

1. Se debe tener en cuenta la información necesaria poder aplicar correctamente el método italiano en cada tipo de edificación.
2. Se requiere un conocimiento intermedio de los programas ETABS 2018, Auto CAD y MS Excel para desarrollar el parámetro tres de resistencia convencional.
3. Se debe verificar detalladamente el estado de conservación de los principales elementos estructurales (como vigas, columnas y losas), además de los elementos no estructurales para luego incluir los resultados en una ficha técnica.
4. Se debe realizar una investigación sobre el año de construcción de la edificación, así como una interpretación adecuada de los planos estructurales.
5. Se debe elaborar un registro ordenado de las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales para ejecutar con precisión realizar el levantamiento arquitectónico y de corte.
6. Se debe considerar como referencia los presentes resultados para investigaciones futuras, pero deberá actualizarse su base de datos.
7. Las autoridades pertinentes deben inspeccionar periódicamente los pabellones de las instituciones educativas, con el fin de obtener resultados actualizados.

8. Se debe aplicar otros métodos cualitativos y cuantitativos de análisis de vulnerabilidad sísmica para obtener distintos puntos de vista que puedan ser comparados con el resultado del método italiano.
9. Con miras a obtener un índice de vulnerabilidad estructural y evitar futuras pérdidas, se debe promover este tipo de investigación en las instituciones educativas del distrito de La Molina, así como en otras edificaciones del país.

FUENTES DE INFORMACIÓN



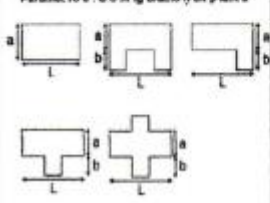
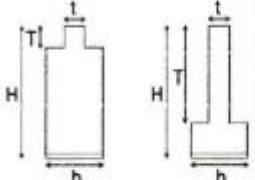
- Abanto, S., & Cárdenas, D. (2015). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo, provincia de Trujillo, región La Libertad* (tesis de licenciatura). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Recuperada de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2056>
- Bazán, E. & Meli, R./ (2004). *Diseño sísmico de edificios*. México: Limusa.
- Carbajal, H & Nuñez, A. (2019) *Evaluación de la vulnerabilidad estructural para estimar la seguridad sísmica de instituciones educativas aplicando el método italiano caso distrito Simón Bolívar - Pasco – Perú* (tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima. Recuperada de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/5475>
- Cortez, C. & Fernández, J. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en el pabellón “D” de la universidad privada Antenor Orrego* (tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Recuperada de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3588>
- Cueva C. (2017) *Vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de filosofía, comercio y administración de la UCE con la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-RE 2015)* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9605>
- Giraldo, L. A. (2018). *Evolución de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería confinada en la ciudad de Huaraz - año 2016* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Áncash Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash. Recuperada de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2087>
- Hernández, U. (2002) *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperada de <http://hdl.handle.net/2117/93534>

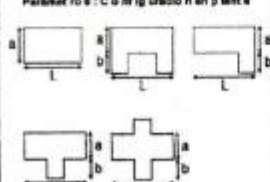
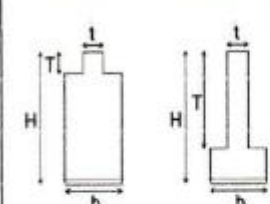
- Medina, J. & Piminchumo, C. A. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Monsefú aplicando los índices de BENEDETTI – PETRINI* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Recuperada de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3143>
- Moreira, A. (2019). *Estudio de vulnerabilidad sísmica del edificio fama ubicado en la ciudad de calceta provincia de Manab* (tesis de pregrado). [Universidad Estatal del Sur de Manab, Ecuador](http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1745). Recuperada de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1745>
- Vargas, J. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta los virreyes del Rímac* (tesis de pregrado). [Universidad de San Martín de Porres, Lima](http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/5985). Recuperada de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/5985>

ANEXOS

Anexo 1

Fichas técnicas de la I. E. Mixto La Molina

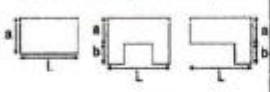
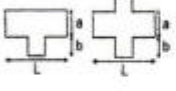
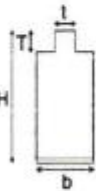
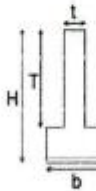
 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA - TIPOLOGÍA ADOBE 			
DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: <u>08/03/20</u> Ubicación: <u>San Mateo 416 - Santa Patricia ILELAPA - La Molina</u> Institución: <u>I.E. Aristóteles Molina</u> Uso actual: <u>colegio</u> <u>Pabellón I</u>	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input type="checkbox"/> Elementos de armadura horizontalles y verticales <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
	2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura. Número de pisos: <u>N</u> Z: <u>0.45</u> U: <u>1.5</u> C: <u>2.5</u> S: <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>608.26 Tn</u> Cortante basal: _____ Cortante resistente: _____
Parámetro 6: Coeficiente de ligadura en planta  $B1 = a/L$ $B2 = b/L$	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <u>No</u> Presencia de filtraciones: <u>No</u> Tipo de suelo: <u>T1101</u>
	5	DIÁFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diáfragma de losa y vigas de concreto armado <input type="checkbox"/> Ausencia de planos <input type="checkbox"/> La deformación del diáfragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> La conexión entre el diáfragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/>
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: a: <u>8.99</u> b: <u>15.47</u> L: <u>47.74</u> IR: <u>0.21</u>
Parámetro 7: Coeficiente de ligadura en elevación 	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>6</u> H: <u>9</u> RL: <u>2</u>
	8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: _____ Sin asistencia técnica: _____
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno) R (regular) y M (malo) según conexión al S.R.: Cornisa y parapetos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Balcones y volados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pequeños elementos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input checked="" type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismo <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/>

DATOS REFERENCIALES		PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: Ubicación: Institución: Uso actual: <u>Patellería</u>		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Elementos de anclaje horizontales y verticales <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		2	CALIDAD DEL S. R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Parámetro 6: Configuración en planta  $B1 = a/L$ $B2 = b/L$		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura: Número de pisos: <u>2</u> Z: <u>0.45</u> U: <u>1.5</u> C: <u>7.5</u> S: <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>407.60 Tn</u> Cortante basal: Cortante resistente:
Parámetro 7: Configuración en elevación 		4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <u>No</u> Presencia de filtraciones: <u>No</u> Tipo de suelo: <u>T.M.II</u>
		6	DIAPHRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diafragma de losa y vigas de concreto armado <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ausencia de planos <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		8	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: B: <u>6.9</u> b: L: <u>42.13</u> IR: <u>0.16</u>
		7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>6</u> H: RL: <u>1</u>
		8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: Sin asistencia técnica:
		9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 90 Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 90 Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 90 Material liviano <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 90 Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 90
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calfitear con D (bueno) R (regular) y M (malo) según condición al S.R.: Cornisa y parapetos <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Balcones y voladizos <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pequeños elementos <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



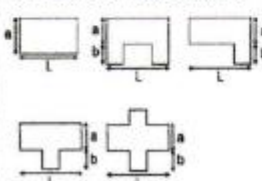
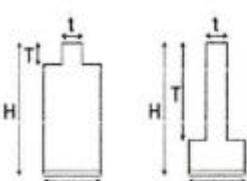
**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
MÉTODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA -
TIPOLOGIA ADOBE**



DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: Ubicación: Institución: Uso actual: <u>Pabellón III</u>	1 TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Aseo técnico <input checked="" type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input type="checkbox"/> Elementos de anclaje horizontales y verticales <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	2 CALIDAD DEL A.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5m) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro B: Coeficiente en planta   $B1 = a/L$ $B2 = b/L$	3 RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura: Número de pisos: <u>N</u> Z: <u>0.45</u> U: <u>1.5</u> C: <u>2.5</u> S: <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>1250.79 Tn</u> Cortante basal: Cortante resistente:	
	4 POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de asles: <u>NO</u> <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de filtraciones: <u>NO</u> <input checked="" type="checkbox"/> Tipo de suelo: <u>Tipo II</u>	
	5 DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diágramas de losa y vigas de concreto armado <input type="checkbox"/> Ausencia de planos <input type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	6 CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: R: <u>6.9</u> D: <u>38.4</u> L: R: <u>0.09</u>	
Parámetro T: Coeficiente en elevación  	7 CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>6</u> H: <u>0</u> RL: <u>1</u>	
	8 DIST. MÁXIMA EN TREMUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: Sin asistencia técnica:	
	9 TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	10 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Clasificar con B (bueno), R (regular) y M (malo) según conexión al S.R.: Cornisas y parapetos <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> Balcones y volados <input type="checkbox"/> Pequeños elementos <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	11 ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismos <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Anexo 2

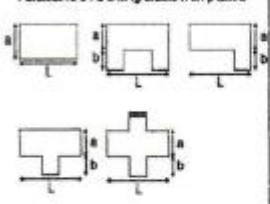
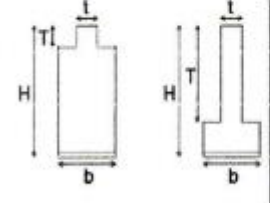
Fichas técnicas de la I. E. Mayor Pnp Félix Román Tello Rojas

DATOS REFERENCIALES		PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: 21/08/20 Ubicación: Calle Cuba 211 - Ca. Molino Institución: Masor CIP Félix Román Tello Rojas Uso actual: Colegio Pabellón I		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norm <input type="checkbox"/> Elementos de anclaje horizontal y verticales <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
		2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 6: Configuración en planta  $B1 = a/l$ $B2 = h/l$		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura: Número de pisos: <u>2</u> Z : <u>0.45</u> U : <u>1.5</u> C : <u>2.5</u> S : <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>942.38 Tn</u> Cortante basal: _____ Cortante resistente: _____
		4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <u>NA</u> Presencia de filtraciones: <u>NO</u> Tipo de suelo: <u>T. ca II</u>
		5	DIÁFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diafragma de losa y vigas de concreto armado Ausencia de planos <input type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 7: Configuración en elevación 		6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: a : <u>9</u> b : <u>14.31</u> L : <u>43.96</u> IR : <u>0.22</u>
		7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T : <u>9</u> H : <u>0</u> RL : <u>1</u>
		8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica _____ Sin asistencia técnica _____
		9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta muro adecuado <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con D (bueno) R (regular) y M (malo) según conexión al S.R.: Comizos y parapetos <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> Fisuras y volados <input type="checkbox"/> Requesos elementos <input type="checkbox"/>
		11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño mediano y/o producidas por sismos <input checked="" type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input checked="" type="checkbox"/>



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA -
TIPOLOGÍA ADOBE**

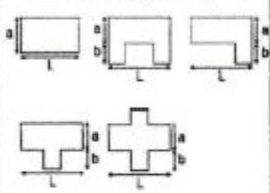
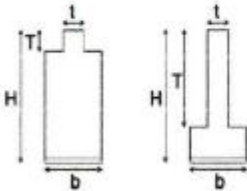


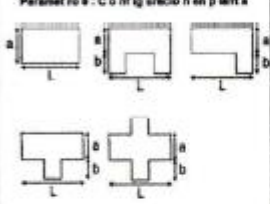
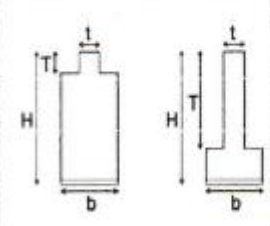

DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: Ubicación: Institución: Uso actual: <u>Pabellón II</u>	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input type="checkbox"/> Elementos de anclaje funcionales y efectivos <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Uso actual: <u>Pabellón II</u>	2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 8: Coeficiente de ligadura en planta  $B1 = a/L$ $B2 = b/L$	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura: Número de pisos: <u>3</u> Z: <u>6.45</u> U: <u>1.5</u> C: <u>2.5</u> S: <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>551.44 tn</u> Canteo basal: Canteo resistente:
Parámetro 7: Coeficiente de ligadura en elevación 	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <u>No</u> Presencia de filtraciones: <u>No</u> Tipo de suelo: <u>T10B</u>
	5	DIÁFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diafragma de losa y vigas de concreto armado Ausencia de planos <input type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/>
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: T: <u>6.9</u> D: L: <u>76.64</u> IR: <u>0.19</u>
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>4</u> H: <u>0</u> RL: <u>3</u>
	8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: Sin asistencia técnica:
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R (regular) y M (malo) según conexión al S.R.: Cornisa y parapetos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Balcones y volados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Pequeños alientos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input checked="" type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input checked="" type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismos <input checked="" type="checkbox"/> Muro a con fuerte deterioro en sus componentes <input checked="" type="checkbox"/>



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA -
TIPOLOGÍA ADOBE**



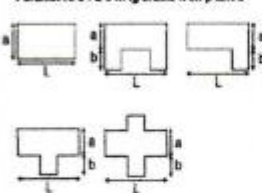
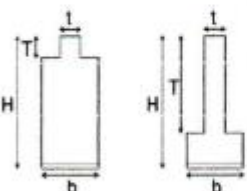
DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: Ubicación: Institución: Uso actual: <u>Pabellón III</u>	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Aseo rítmico <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input type="checkbox"/> Elementos de armadura horizontal y vertical <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
	2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 6: Coeficiente de ligadura en planta  $B1 = a/l$ $B2 = b/l$	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura. Número de piso: (N) <u>3</u> Z: <u>0.43</u> U: <u>1.5</u> C: <u>2.5</u> g: <u>1.25</u> Piso de edificación: <u>SSI.44 Tn</u> Cortante basal: Cortante resistente:
	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <u>NO</u> Presencia de filtraciones: <u>NO</u> Tipo de suelo: <u>Tuff B</u>
	5	DIÁFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diafragma de losa y vigas de concreto armado <input type="checkbox"/> Ausencia de planos <input type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 7: Coeficiente de ligadura en elevación 	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: a: <u>6.9</u> b: L: <u>33.25</u> R: <u>0.70</u>
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>9</u> H: <u>9</u> RL: <u>9</u>
	8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: Sin asistencia técnica:
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CUBIERTA SIN <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	10	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Calificar con D(buena) R(regular) y M(mala) según condición al D.R.: Cimientos y pilares <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Balcones y volados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pequeños elementos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input checked="" type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismos <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/>

DATOS REFERENCIALES		PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: Ubicación: Institución: Uso actual: <u>Peñillon IV</u>		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input type="checkbox"/> Elementos de armadura flexionales y verticales <input type="checkbox"/> Adecuado uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 6: Configuración en planta  $B1 = a/L$ $B2 = b/L$		2	CALIDAD DEL A.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Parámetro 7: Configuración en elevación 		3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura: Número de piso: (N) <u>1</u> Z: <u>3.45</u> U: <u>1.5</u> C: <u>2.5</u> S: <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>142.04 Tn</u> Cortante basal: Cortante resistente:
Parámetro 8: Configuración en planta 		4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <u>No</u> Presencia de filtraciones: <u>No</u> Tipo de suelo: <u>Tip II</u>
		5	DIÁFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diafragma de los y vigas de concreto armado Ausencia de planos <input type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/>
		6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: a: <u>1.4</u> b: L: <u>1.2</u> IR: <u>0.82</u>
		7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>3</u> H: RL: <u>1</u>
		8	DIST. MÁXIMA ENTREMURDOS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: Sin asistencia técnica:
		9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con D (bueno) R (regular) y M (malo) según conexión al S.R.: Cornisa y parapetos <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input checked="" type="checkbox"/> Balcones y volados <input checked="" type="checkbox"/> Pequeños elementos <input checked="" type="checkbox"/>
		11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input checked="" type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por elementos <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/>



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA -
TIPOLOGÍA ADOBE**



DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: Ubicación: Institución: Uso actual: <u>habellen V</u>	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Elementos de anclaje funcionales y verticales <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Adecuada uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	2	CALIDAD DEL A.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Parámetro 6: Configuración en planta  $B1 = a / L$ $B2 = b / L$	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado y calculado en la estructura: Número de pisos: <u>2</u> Z: <u>0.45</u> U: <u>1.5</u> C: <u>2.5</u> S: <u>1.05</u> Peso de edificación: <u>321.14 Tn</u> Coficiente basal: Coficiente resistente:
Parámetro 7: Configuración en elevación 	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de soles: <u>NO</u> Presencia de filtraciones: <u>NO</u> Tipo de suelo: <u>TIPO II</u>
	5	DIÁFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Diafragma de losa y vigas de concreto armado <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ausencia de planos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La deformación del diafragma es despreciable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: B: <u>1.2</u> D: L: <u>1.7</u> IR: <u>1</u>
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: T: <u>6</u> H: <u>0</u> RL: <u>1</u>
	8	DISTANCIAS ENTRE MUROS	Especificar: Año de construcción mayor a 1997 y con asistencia técnica: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Año de construcción menor a 1997 y con asistencia técnica: Sin asistencia técnica:
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Conexión cubierta-muro adecuada <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Material liviano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con D (bueno), R (regular) y M (malo) según consista al S.R.: Comizos y parapetos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Balcones y volados <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pequeños elementos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buena condición, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



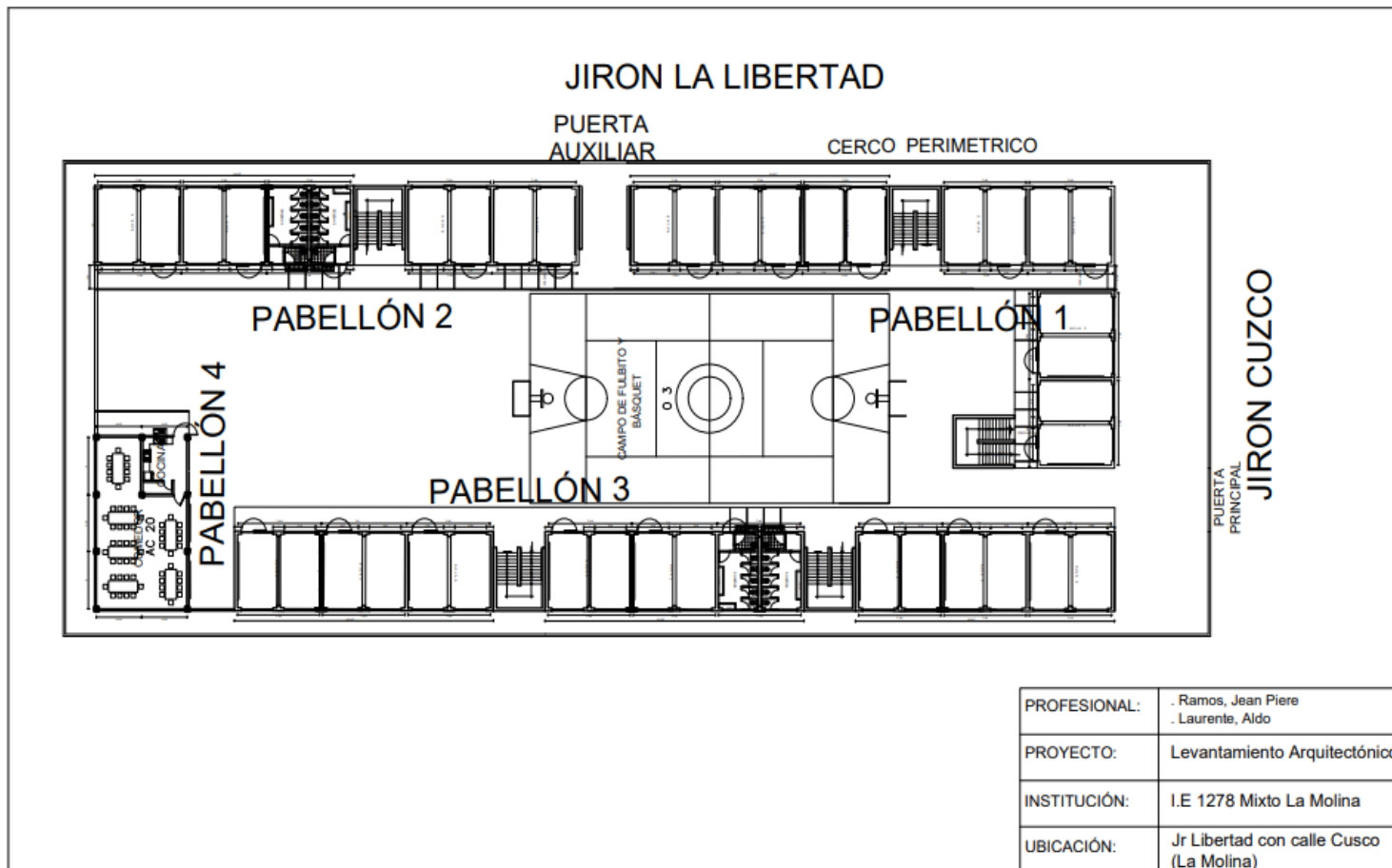
**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
MÉTODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA -
TIPOLOGIA ADOBE**



DATOS REFERENCIALES		PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN		
Fecha:		1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Asesoría técnica <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nueva construcción y/o Reparación según Norma <input type="checkbox"/> Elementos de armadura horizontal y vertical <input type="checkbox"/> Adecuado uso y distribución de muros y regularidad <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>		
Ubicación:				2	CALIDAD DEL A.R.	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad <input checked="" type="checkbox"/> Presencia de Verticalidad <input checked="" type="checkbox"/> Mortero de buena calidad (1-1.5cm) <input checked="" type="checkbox"/> Año de construcción antes de 1997 <input checked="" type="checkbox"/>
Institución:						3
Uso actual:		4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de saltes: <u>NO NO</u> Presencia de filtraciones: Tipo de suelo: <u>TIPO II</u>		
.....				5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	
.....		6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA			
.....				7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	
Parámetro 6: Coeficiente de rigidez en planta $B1 = a/l$ $B2 = b/l$		8	DIST. MÁXIMA ENTRE MUROS			
Parámetro 7: Coeficiente de rigidez en elevación 				9	TIPO DE CUBIERTA	
.....		10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES			Calificar con D(bueno), R(regular) y M(malo) según conexión al S.R.: Cornisas y parapetos <input type="checkbox"/> Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> Balcones y volados <input type="checkbox"/> Pequeños elementos <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
.....				11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: Estado de conservación: Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles <input type="checkbox"/> Edificio que no presenta fisuras, pero cuyos componentes están levemente deteriorados <input type="checkbox"/> Muros que presentan fisuras pequeñas <input type="checkbox"/> Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismo <input type="checkbox"/> Muros con fuerte deterioro en sus componentes <input type="checkbox"/>

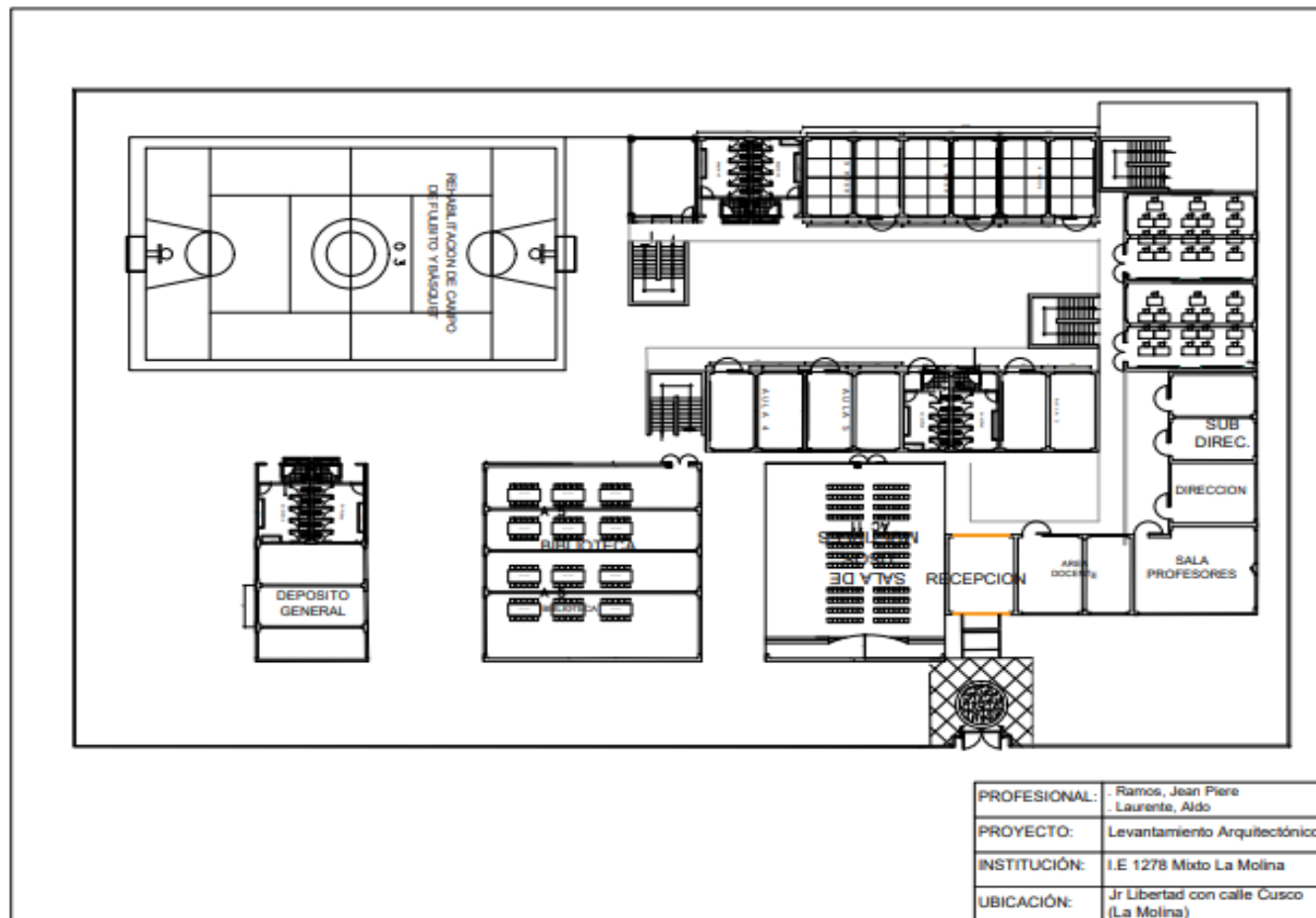
Anexo 3

Levantamiento arquitectónico de la I. E. Mixto La Molina



Anexo 4

Levantamiento arquitectónico de la I. E. Mixto La Molina



Anexo 5

Plano catastro de la I. E. Mayor PNP Félix Román Tello

