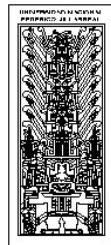


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



EVALUACIÓN SÍSMICA DE UN EDIFICIO APORTICADO DE SIETE PISOS  
CON CUATRO SÓTANOS PROTEGIDO CON AISLADORES  
ELASTOMÉRICOS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

WILLIAM MARTÍN CHUQUILLANQUI GUERRA

LIMA - PERÚ

2016

## ÍNDICE

RESUMEN.....	<i>vi</i>
ÍNDICE GENERAL.....	<i>viii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	<i>xii</i>
ÍNDICE DE TABLAS.....	<i>xv</i>
INTRODUCCIÓN.....	<i>xvii</i>
<b>CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PROBLEMA.....	4
1.2.1 Problema principal.....	4
1.2.2 Problemas secundarios.....	4
1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	6
1.4.1 Justificación de la investigación.....	6
1.4.1.1 Metodológica.....	6
1.4.1.2 Social.....	6
1.4.2 Importancia de la investigación.....	8

## **CAPITULO 2: MARCO TEORICO**

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.2 OBJETIVO Y PRINCIPIO DEL SISTEMA DE AISLACIÓN.....	11
2.2.1 Objetivo del sistema de aislación.....	11
2.2.2 Principios del sistema de aislación.....	12
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.3.1 Aisladores elastoméricos.....	13
2.3.1.1 Aisladores de goma Natural.....	14
2.3.1.2 Aisladores con núcleo de plomo .....	15
2.3.1.3 Aisladores de alto amortiguamiento.....	17
2.3.2 Deslizadores friccionales.....	20
2.3.2.1 Deslizadores planos.....	20
2.3.2.2 Deslizadores cóncavos.....	22
2.3.3 Modelo Bilineal y de aisladores y deslizadores.....	22
2.3.3.1 Aisladores de alto amortiguamiento.....	25
2.3.3.2 Aisladores con núcleo de plomo.....	27
2.3.3.3 Deslizadores planos.....	28
2.4 MARCO LEGAL.....	29
2.4.1 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES E.030.....	29

2.4.2 ASCE 7-10.....	33
2.5 HIPÓTESIS.....	36
2.5.1 Hipótesis principal.....	36
2.5.2 Hipótesis Secundarias.....	36
<b>CAPITULO 3: METODOLOGÍA</b>	
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.1.1 Tipo.....	38
3.1.2 Diseño.....	38
3.1.3 Variables.....	38
3.1.4 Indicadores.....	39
3.1.5 Operacionalización de las variables .....	39
3.2 INSTRUMENTOS Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	40
3.2.1 Instrumentos.....	40
3.2.1.1 Fuentes de información.....	41
3.2.1.2 Software de Análisis.....	41
3.2.2 Muestra de estudio.....	42
3.3 ANÁLISIS SÍSMICO DE MUESTRA EMPOTRADA.....	44
3.3.1 Parámetros Sísmicos.....	44

3.3.2	Análisis de respuesta espectral.....	47
3.3.3	Análisis Historia en el tiempo.....	48
3.3.3.1	Registros sísmicos para evaluación .....	48
3.4	DISEÑO DE SISTEMAS DE AISLACIÓN.....	52
3.4.1	Consideraciones de diseño.....	52
3.4.2	Diseño de aislador de alto amortiguamiento.....	54
3.4.3	Modelo bilineal de aislador de alto amortiguamiento.....	60
3.4.4	Diseño de aisladores con núcleo de plomo.....	63
3.4.5	Modelo bilineal de aislador con núcleo de plomo .....	72
3.4.6	Consideraciones para los de deslizadores .....	73
<b>CAPITULO 4: RESULTADOS</b>		
4.1	Desplazamiento del sistema de aislación.....	78
4.2	Aceleración absoluta.....	85
4.3	Desplazamiento relativo de la estructura .....	86
4.4	Fuerzas sísmicas.....	88
<b>CONCLUSIONES.....</b>		
		89
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		
		91
<b>ANEXOS.....</b>		
		93
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		
		96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cinturón de fuego del Pacífico .....	7
Figura 2.1 Comportamiento de estructura sin y con aisladores ante un sismo.....	11
Figura 2.2 Modificación del periodo natural de una estructura aislad.....	12
Figura 2.3 Aceleración y desplazamiento por respuesta espectral incremento de .....	13
Figura 2.4 Aislador de goma natural .....	14
Figura 2.5 Ciclo Histeretico de aislador de goma natural (LDRB) .....	15
Figura 2.6 Aislador con núcleo de plomo (LRB) .....	16
Figura 2.7 Aislador con núcleo de plomo (LRB) .....	17
Figura 2.8 Aislador de alto amortiguamiento (HDRB) .....	18
Figura 2.9 Ciclo histeretico de aislador de alto amortiguamiento (HDRB) .....	19
Figura 2.10 Apoyo deslizante plano .....	21
Figura 2.11 Diagrama Fuerza-Desplazamiento de deslizante plano .....	21
Figura 2.12 Aislador con péndulo friccional .....	22
Figura 2.13 Modelo bilineal de aislador .....	23
Figura 2.14 Zonificación propuesta en norma .....	30
Figura 3.1 Vista frontal de Edificio Corporativo Graña y Montero .....	42
Figura 3.2 Vista lateral de Edificio Corporativo Graña y Montero .....	43

<i>Figura 3.3</i> Vista de modelo de estructura empotrada en software ETABS.....	46
Figura 3.4 Registros de aceleración del Sismo del 17 de octubre de 1966.....	49
Figura 3.5 Registros de aceleración del Sismo del 31 de mayo de 1970 .....	50
Figura 3.6 Registros de aceleración del Sismo del 03 de octubre de 1974 .....	50
Figura 3.7 Esquema vertical de posición de aisladores y deslizadores .....	52
Figura 3.8 Esquema de la distribución de aisladores ubicados en nivel 0.00 .....	53
Figura 3.9 Propiedades de materiales que componen el aislador HDRB .....	57
Figura 3.10 Propuesta de diseño de aislador de alto amortiguamiento (HDRB).....	60
Figura 3.11 Propiedades de materiales que componen el aislador LRB .....	68
Figura 3.12 Propuesta de diseño de aislador con núcleo de plomo (LRB) .....	71
Figura 3.13 Modelo estructural aislado propuesto de muestra en ETABS .....	75
Figura 3.14 Ingreso de propiedades de aislador HDRB a programa .....	76
Figura 3.15 Ingreso de propiedades de aislador LRB a programa .....	76
Figura 4.1 Desplazamiento del sistema de aislación en dirección X. (cm) .....	79
Figura 4.2 Desplazamiento del sistema de aislación en dirección Y. (cm) .....	79
Figura 4.3 Desplazamiento del nivel de aislamiento en dirección X. Sistema HDRB .....	81
Figura 4.4 Desplazamiento del nivel de aislamiento en dirección Y. Sistema HDRB .....	81
Figura 4.5 Desplazamiento del nivel de aislamiento en dirección X. Sistema LRB .....	81
Figura 4.6 Desplazamiento del nivel de aislamiento en dirección Y. Sistema LRB .....	81
Figura 4.7 Gráfica fuerza Desplazamiento en dirección X del sistema HDRB .....	83

Figura 4.8 Gráfica fuerza desplazamiento en dirección Y del sistema HDRB.....	83
Figura 4.9 Gráfica fuerza desplazamiento en dirección X del Sistema LRB.....	83
Figura 4.10 Gráfica fuerza desplazamiento en dirección Y del Sistema LRB.....	83
Figura 4.11 Gráfica fuerza vs deformación de aislador N°1 del sistema HDRB .....	84
Figura 4.12 Gráfica fuerza vs deformación de aislador N°1 del sistema LRB .....	84
Figura 4.13 Gráfica fuerza vs deformación de aislador N°13 del sistema HDRB .....	84
Figura 4.14 Gráfica fuerza vs deformación de aislador N°13 del sistema LRB .....	84
Figura 4.15 Gráfica fuerza vs deformación de aislador N°28 del sistema HDRB .....	84
Figura 4.16 Gráfica fuerza vs deformación de aislador N°28 del sistema LRB .....	84



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Factores de zona de Norma Peruana .....	30
Tabla 2.2: Tipos de perfiles de suelo .....	31
Tabla 2.3: Categorías de edificaciones con respectivo factor .....	31
Tabla 2.4: Categorías de edificaciones con respectivo factor .....	32
Tabla 2.5: Límite máximo de desplazamiento relativo .....	33
Tabla 2.6: Coeficiente de amortiguamiento ( $B_D$ o $B_M$ ) .....	34
Tabla 2.7: Cargas y desplazamientos mínimos. ....	35
Tabla 3.1: Operacionalización de variables dependientes .....	39
Tabla 3.2: Operacionalización de variables independientes .....	40
Tabla 3.3: Cuadro de cargas muertas .....	47
Tabla 3.4: Cuadro de cargas vivas .....	48
Tabla 3.5: Desplazamientos relativos máximos de entrepiso .....	48
Tabla 3.6: Registros sísmicos incidentes en la ciudad de Lima .....	49
Tabla 3.7: Desplazamientos absolutos desde el C.G de planta. (cm) .....	51
Tabla 3.8: Desplazamientos relativos de entrepiso .....	51
Tabla 3.9: <i>Especificaciones técnicas para ambos tipos de aisladores</i> .....	74
Tabla 3.10 Propiedades bilineales para ambos tipos de aisladores .....	74

Tabla 4.1 Desplazamientos de diseño y máximo, expresado en cm .....	78
Tabla 4.2 Desplazamientos absolutos en dirección X (cm) .....	80
Tabla 4.3 Desplazamientos absolutos en dirección Y (cm) .....	80
Tabla 4.4 Aceleración absoluta de superestructura en dirección X. (cm) .....	85
Tabla 4.5 Aceleración absoluta de superestructura en dirección Y. (cm) .....	86
Tabla 4.6 Desplazamientos relativo de superestructura en dirección X. ....	86
Tabla 4.7 Desplazamientos relativo de superestructura en dirección Y. ....	87
Tabla 4.8 Fuerzas sísmicas en dirección X (Ton) .....	88
Tabla 4.9 Fuerzas sísmicas en dirección Y (Ton) .....	88