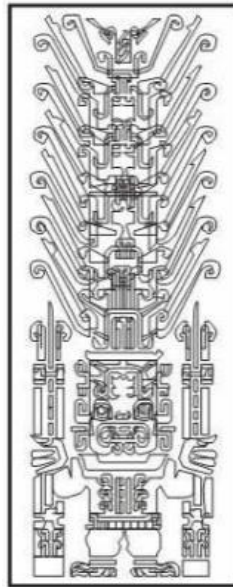


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**VERIFICACIÓN DEL MODELO Y MODOS DE VIBRACIÓN DE  
UNA EDIFICACIÓN CON AISLADORES ELASTOMÉRICOS  
EN SU BASE MEDIANTE UN PROTOTIPO DE ENSAYO.**

Tesis Para Optar El Título Profesional De

Ingeniero Civil.

**Bach. ARTEAGA LÓPEZ WILMAR**

Asesor, Ing. Omar Tello Malpartida

Lima - Perú

2016

INDICE.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Problema Principal.....	2
1.2.2. Problema Secundario.....	2
1.2.3. Formulación del Problema.....	2
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.1. Problema Principal.....</b>	<b>3</b>
1.3.1.1. Teórica.....	3
1.3.1.2. Práctica.....	4
1.3.1.3. Metodológica.....	4
1.3.1.4. Social.....	4
<b>1.4. LIMITACIONES.....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Limitaciones de la Investigación.....	5
<b>1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>5</b>
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivo Específico.....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

<b>2.1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
2.1.1. Desde Cuando existe o se conoce el problema.....	7
2.1.2. Estudios o Investigaciones anteriores.....	8
<b>2.2. BASES TEÓRICAS.....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Conceptos Generales y Definiciones.....	9

2.2.2 Enfoques Teóricos.....	10
<b>2.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS.....</b>	<b>13</b>

### **CAPÍTULO III**

#### **HIPÓTESIS**

<b>3.1. FORMULACION DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>15</b>
3.1.1. Hipótesis principal.....	15
3.1.2. Hipótesis Secundaria.....	15
<b>3.2. VARIABLES.....</b>	<b>15.</b>
3.2.1 Variables Independientes.....	15
3.2.2 Variables dependientes.....	16
<b>3.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....</b>	<b>16</b>

### **CAPÍTULO IV**

#### **MÉTODO**

<b>4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2. MATERIAL.....</b>	<b>17</b>
4.2.1. Unidad de Estudio.....	17
4.2.2. Población.....	17
4.2.3. Muestra.....	17
<b>4.3. MÉTODOS</b>	
4.3.1. Técnica de procesamiento de datos.....	19
4.3.2. Técnica de análisis e interpretación de la información.....	19

### **CAPÍTULO V**

#### **CASO DE APLICACION**

<b>5.1. SIMOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
5.1.1. Principales Cusas que Originan los sismos.....	20

5.1.2. Estructura Interna de la tierra.....	20
5.1.3. Tectónicas de Placas.....	22
5.1.4. Sismos de Origen Tectónicos.....	25
5.1.5. Sismos y Zonas Sísmicas.....	26
5.1.6. Ondas Sísmicas.....	27
5.1.7. Medidas de los Sismos, Intensidad y Magnitud.....	31
5.1.8. Aceleración Máxima del Suelo.....	33
<b>5.2. PROTECION SÍSMICA DE ESTRUCTURAS.....</b>	<b>33</b>
5.2.1. Sistemas de Control Estructural Sísmico.....	34
5.2.2. Aisladores Elastoméricos.....	38
5.2.3. Aisladores de Péndulos Friccionales (FPS, Friction Pendulúm System).....	44
5.2.4. Disipadores de Energía.....	45
<b>5.3. MODELO DINÁMICO Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AISLADORES ELASTOMÉRICOS.....</b>	<b>48</b>
5.3.1. Características Generales del Aislamiento Sísmico.....	48
5.3.2. Componentes de un Sistema de Aislación.....	49
5.3.3. Principios del Aislamiento Sísmico.....	51
5.3.4. Fundamento Teórico y Análisis Lineal del Aislamiento Sísmico.....	56
5.3.5. Características Mecánicas de los Aisladores Elastoméricos: LRD, HDR y LRB.....	66
5.3.6. Modelado de Aisladores por Modelo Bilineal.....	76
<b>5.4. NORMAS TÉCNICAS DE DISEÑO PARA AISLADORES ELASTOMÉRCIOS.....</b>	<b>81</b>
5.4.1. Norma Técnica Federal Emergency Management Agency (FEMA).....	81
5.4.2. Norma Técnica Uniform Building Code 1997, Capítulo 16 (UBC).....	83

5.4.3. Código ASCE/SEI 7-10 Minimum Design Loads for Building and Other Structures.....	87
---	----

## **5.5. CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS PARA EL DISEÑO**

<b>ANALÍTICO.....</b>	<b>91</b>
5.5.1. Criterios para la elección de la Estructura Prototipo a Modelar.....	91
5.5.2. Consideraciones y criterios de modelamiento para Estructuras Aisladas en su base.....	92
5.5.3. Fuerzas de Diseño.....	95
5.5.4. Secuencia para el diseño del Aislador Elastoméricos.....	96
5.5.5. Criterios Dinámicos para la Estructura de Base Empotrada y Base Aislada.....	103
5.5.6. Análisis Tiempo Historia y selección de Registros Aplicados.....	105
5.5.7. Análisis Dinámico del Modelo con Base Fija.....	107
5.5.8. Modelamiento Dinámico del Modelo con Bas Fija.....	108
5.5.9. Cuadros de Resúmenes de la Historia de Periodos del Modelo de Base Fija.....	110
5.5.10. Análisis del Modelo de Base Aislada.....	111
5.5.11. Análisis Dinámico y Modelamiento del Modelo Aislado.....	117
5.5.12. Cuadros de Resúmenes de la Historia de Modos de Vibración del Modelo de Base Aislada. ....	119

## **CAPÍTULO VI**

### **ENSAYOS**

<b>6.1. DESCRIPCION DE LOS MODELOS PARA LOS ENSAYOS.....</b>	<b>121</b>
6.1.1 Descripción del Modelo 1 de Base Fija.....	121
6.1.2 Descripción del Modelo 2 de Base Aislada.....	124
<b>6.2. ENSAYOS DEL AMORTIGUADOR.....</b>	<b>126</b>
<b>6.3. DESCRIPCION DE LA MESA DE SIMULACION SISMICA.....</b>	<b>135</b>
<b>6.4. PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.....</b>	<b>137</b>
6.4.1 Montaje del Modelo 1.....	137
6.4.2 Montaje del Modelo 2.....	142

<b>6.5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS.....</b>	<b>146</b>
---	------------

## **CAPÍTULO VII**

### **RESULTADOS**

<b>7.1. DESCRIPCION DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>149</b>
7.1.1. Gráficas.....	149
7.1.2. Tablas.....	162

• <b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>169</b>
• <b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>171</b>
• <b>FUENTES DE INFORMACION.....</b>	<b>172</b>
Referencias bibliográficas.....	172

• <b>ANÉXOS.....</b>	<b>175</b>
----------------------	------------

Anéxo 1. Matriz de Consistencia.

Anéxo 2. Plano del Modelo Experimental.

Anéxo 3. Norma Uniform Building Code de 1999.

Anéxo 4. ASCE /SEI Standard 7-10