

# ÍNDICE

## **CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN**

1.1	Generalidades	1.1
1.2	Objetivo y justificación de la investigación	1.3
1.3	Organización y contenido de la tesis	1.5

## **CAPÍTULO 2 ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO**

2.1	Introducción	2.1
2.2	Sistemas de control estructural ante acciones sísmicas	2.2
2.2.1	Sistemas de control pasivo	2.2
2.2.2	Sistemas de control activo	2.6
2.2.3	Sistemas de control híbrido	2.8
2.2.4	Sistemas de control semiactivo	2.9
2.3	Dispositivos disipadores de energía	2.12
2.3.1	Disipadores histeréticos	2.12
2.3.3.1	Disipadores por plastificación de metales	2.12
2.3.3.2	Disipadores por fricción	2.18
2.3.2	Disipadores con comportamiento viscoelástico	2.21
2.4	Diseño sismorresistente con disipadores de energía	2.22
2.4.1	Disposiciones constructivas	2.22
2.4.2	Criterios de diseño sismorresistente con disipadores histeréticos	2.26
2.4.3	Predicción de la capacidad disipativa en disipadores elastoplásticos	2.29

## **CAPÍTULO 3 ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR**

3.1	Introducción	3.1
3.2	Descripción de los disipadores de energía y del proceso de ensayo	3.1

3.2.1	Descripción de los disipadores	3.1
3.2.2	Material	3.3
3.2.3	Equipos y procedimiento de ensayo	3.6
3.2.4	Instrumentación	3.9
3.3	Información experimental	3.12
3.3.1	Mediciones previas al proceso de carga	3.12
3.3.2	Mediciones efectuadas durante el proceso de carga	3.14
3.4	Análisis del comportamiento experimental global del disipador	3.21
3.4.1	Fuerza y desplazamiento correspondientes al inicio de plastificación	3.21
3.4.2	Comportamiento histerético. Energía de deformación	3.23
3.4.2	Incidencia del inicio del proceso de degradación sobre el valor de la reacción vertical	3.29
3.4.3	Descripción y análisis (cualitativo) del proceso de degradación	3.30
3.5	Análisis experimental de la distribución de las deformaciones en el disipador	3.34
3.5.1	Ángulo de deformación. Distorsión angular	3.34
3.5.2	Distribución de la deformación en el alma	3.36
3.5.3	Distribución de la deformación en las alas	3.38

## **CAPÍTULO 4      MODELOS DE PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL DISIPADOR**

4.1	Introducción	4.1
4.2	Modelos de predicción analíticos	4.1
4.2.1	Modelos de predicción del desplazamiento y fuerza de inicio plastificación	4.1
4.2.2	Modelo de Kasai y Popov para la predicción de la abolladura	4.3
4.2.3	Rigidizadores	4.7
4.2.3.1	Dimensionamiento de los rigidizadores	4.7
4.2.3.2	Criterios de distribución de los rigidizadores	
4.2.4	Resultados obtenidos a partir de los modelos predictivos y comparación con los experimentales	4.8
4.2.4.1	Desplazamiento y fuerza de inicio de plastificación	4.8
4.2.4.2	Abolladura	4.9
4.3	Modelos de predicción numérica	4.11

4.3.1	Descripción del modelo	4.11
4.3.1.1	Geometría	4.11
4.3.1.2	Discretización y condiciones de contorno	4.12
4.3.1.3	Modelo de comportamiento del material	4.14
4.3.1.4	Designación de los modelos	4.17
4.3.2	Curva de respuesta del disipador previa inestabilización del alma	4.17
4.3.2.1	Influencia del modelo de comportamiento del material	4.17
4.3.2.2	Influencia de la densidad de malla	4.19
4.3.2.3	Influencia del tipo de elemento	4.20
4.3.3	Predicción de la abolladura del alma	4.21
4.3.3.1	Apreciaciones cualitativas a partir de los resultados numéricos	4.21
4.3.3.2	Influencia del valor de la fuerza transversal en la evolución de la abolladura del alma	4.22
4.3.3.3	Influencia de la densidad de malla	4.23
4.3.3.3	Influencia del tipo de elemento utilizado en la discretización	4.25

## **CAPÍTULO 5. RESPUESTA DINÁMICA EXPERIMENTAL DE UNA ESTRUCTURA CON DISIPADORES**

5.1	Introducción	5.1
5.2	Tests dinámicos	5.1
5.2.1	Tests de vibración libre	5.1
5.2.2	Tests de vibración forzada	5.2
5.2.3	Tests en mesa vibrante	5.4
5.3	Descripción de los elementos de ensayo	5.5
5.3.1	Estructura	5.5
5.3.2	Elementos de sollicitación y medida	5.7
5.4	Descripción del proceso de ensayo	5.8
5.5	Medición experimental	5.10
5.6	Análisis de los resultados experimentales	5.30
5.6.1	Determinación de los parámetros dinámicos de la estructura	5.30
5.6.2	Análisis de la aceleración máxima de la estructura	5.31
5.6.3	Análisis de desplazamientos	5.37

5.6.4	Análisis de la respuesta histerética. Energía disipada	5.40
5.6.5	Evolución del esfuerzo normal en los disipadores	5.44
5.6.6	Análisis de la deformación en los disipadores	5.47

## **CAPÍTULO 6 ANÁLISIS NUMÉRICO**

6.1	Introducción	6.1
6.2	Análisis numérico de la estructura	6.1
6.2.1	Modelos de comportamiento histerético no degradantes	6.1
6.2.2	Descripción del modelo numérico	6.4
6.2.2.1	Algoritmo y formulación básica del modelo de cálculo	6.4
6.2.2.2	Modelización de la estructura	6.6
6.2.3	Respuesta numérica y comparación numérico - experimental	6.7
6.3	Estudio paramétrico	6.14
6.3.1	Normalización de la ecuación del movimiento	6.14
6.3.2	Definición de los parámetros	6.17
6.3.2.1	Análisis no lineal	6.17
6.3.2.2	Análisis lineal	6.19
6.3.3	Método empleado para la obtención de los espectros	6.20
6.3.3.1	Espectros no lineales	6.20
6.3.3.2	Espectros lineales	6.21
6.3.4	Espectros de respuesta	6.22
6.3.4.1	Registros utilizados para la construcción de los espectros	6.22
6.3.4.2	Influencia del parámetro $\eta$	6.23
6.3.4.3	Influencia del parámetro $\gamma$	6.32

## **CAPÍTULO 7 SUMARIO Y CONCLUSIONES**

7.1	Sumario	7.1
7.2	Conclusiones	7.3

## **APÉNDICES**

## **Apéndice I Procedimientos auxiliares**

- I.1 Dimensionamiento de las uniones atornilladas de los disipadores
- I.2 Determinación de la aceleración correspondiente al "sweep frequency test"
- I.3 Procedimiento de medición del desplazamiento relativo de la estructura

## **Apéndice II Espectros no lineales de respuesta**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**